

**KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU**

**Merenkulun koulutusohjelma**

**Panu Orädd**

**INTEGROIDUT KOMENTOSILTARATKAISUT JA**

**NIIDEN KEHITTYMINEN**

**Merikapteenityö 2010**

## TIIVISTELMÄ

### KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

#### Merenkulun koulutusohjelma

ORÄDD, PANU	Integroidut komentosiltaratkaisut ja niiden kehittyminen
Opinnäytetyö	58 sivua + 6 liitesivua
Työn ohjaaja	merikapteeni Markku Usmi
Toimeksiantaja	SAFGOF-hanke
Maaliskuu 2010	
Avainsanat	Integroitu komentosilta, telematiikka, e-navigation, tutkajärjestelmät, AIS, ECDIS, komentosillat, tutkat

Nopeasti kehittyvä teknologia on mahdollistanut integroitujen komentosiltojen kehityksen. Integroitu komentosilta on oikein käytettynä ja toimiessaan navigaattorille hyvä työkalu. Toisaalta, jos järjestelmää ei tunne ja hallitse tai automaatiossa tapahtuu virhe, voi seurauksena olla onnettomuus.

Opinnäytetyössä keskityttiin selvittämään integroitujen komentosiltajärjestelmien kehitystä lähitulevaisuudessa. Myös merenkulun koulutuksen kehittäminen on otettu huomioon, koska uusi tekniikka tuo mukanaan uusia vaatimuksia koulutukseen. Lisäksi työssä on kuvattu nykyaikainen integroitu komentosilta laitteineen ja osajärjestelmineen. Eri laitteiden ja osajärjestelmien tarkoitus ja toimintaperiaate kuvataan lyhyesti. Myös integroitua komentosiltaa koskevia määräyksiä ja standardeja on selvitetty työssä, kuvaamalla eri tahoja sekä heidän laatimia julkaisuja.

Opinnäytetyön pääpaino on uuden tekniikan mukanaan tuomissa ratkaisuissa. Työ on toteutettu kirjallisuuskatsauksena, joten tiedot perustuvat merenkulun julkaisuihin ja valmistajien Internet-sivuihin. Nopeatempoinen teknologian kehitys mahdollistaa uutta tekniikkaa komentosilloille jatkuvasti. Työssä on selvitetty tärkeimpiä kehitysalueita, esimerkiksi telematiikan tuomia mahdollisuuksia. Automaattoratkaisuiden ja koulutuksen osalta vertailukohtia on otettu ilmailun puolelta.

Opinnäytetyön päätelmissä todetaan, että standardien ja määräysten selkeyttäminen olisi tärkeä kehityksen kohde, samoin kuin järjestelmien vakioiminen ja merenkulun koulutuksen kehittäminen.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Maritime Technology

ORÄDD, PANU	Integrated Bridge Systems and Their Development
Bachelor's thesis	58 pages + 6 pages of appendices
Supervisor	Markku Usmi, Captain
Commissioned	SAFGOF-project
March 2010	
Keywords	integrated bridge, telematics, e-navigation, radar systems, AIS, ECDIS, bridges, radars

The development of integrated bridge systems has been made possible by the increasingly developing technology. The integrated bridge system is a useful tool for the navigator if both used and functioning correctly. It can, however, lead to accidents when malfunctioning or not used properly.

This thesis concentrated on studying the development of integrated bridge systems in the near future. The development of maritime education was also taken into consideration because the new technology brings new requirements. The modern integrated bridge configuration, including its equipment and subsystems, was described in the thesis as well. The purpose and operating principles of the equipment and subsystems was only briefly presented. Organizations that set standards and regulations for integrated bridge systems were included in this thesis by describing the organizations generally as well as their publications.

The main emphasis in the thesis was on the solutions made possible by new technology. The thesis is based on a literature review of integrated bridge systems and their development, and the information is based on maritime publications and the Internet pages of manufacturers. The most important areas of development were studied, for instance possibilities provided by telematics. Comparison to the aviation branch was carried out in the areas of automation systems and training.

The conclusions of the thesis say that it is important that development should be directed at clarification of the industry standards and regulations, as well as standardization of the systems and maritime education.

## ALKUSANAT

Opinnäytetyö on Merikotka-tutkimuskeskuksen hallinnoiman SAFGOF-hankkeen toimeksianto. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu osallistuu WP2-, WP5-, ja WP7-työpaketeilla hankkeeseen vuosina 2008 - 2010.

SAFGOF-hankkeen puolelta ohjaajina ja yhteyshenkilöinä ovat toimineet tutkimusjohtaja Jorma Rytönen ja projektipäällikkö Tommy Ulmanen. Kiitän heitä saamastani ohjauksesta. Haluan myös kiittää ohjaavaa opettajaa Markku Usmia sekä äidinkielen opettajaa Hilikka Ahtola-Mutikaista.

Haluan lausua kiitokset myös perheelleni, erityisesti Amille ja Harrylle, joiden loputon tuki on auttanut jaksamaan opintojen läpi.

Helsingissä 20.3.2010

Panu Orädd

# SISÄLLYSLUETTELO

## TERMIEN JA LYHENTEIDEN SELITYKSET

1	JOHDANTO .....	8
1.1	Opinnäytetyön taustaa.....	8
1.2	Opinnäytetyön tavoite.....	8
1.3	Käytetyt menetelmät .....	9
2	INTEGROIDUT KOMENTOSILLAT.....	10
2.1	Historiaa.....	10
2.2	Määritelmä ja periaate .....	12
2.3	Standardit ja määräykset.....	14
2.3.1	IMO.....	15
2.3.2	SOLAS .....	15
2.3.3	ISO .....	16
2.3.4	IEC .....	17
2.3.5	NMEA.....	17
2.3.6	Luokituslaitokset.....	18
2.4	Elementit.....	18
2.4.1	Electronic Chart Display and Information System .....	19
2.4.2	Merikartta.....	20
2.4.3	Tutka .....	20
2.4.4	Kompassi.....	21
2.4.5	Autopilotti .....	22
2.4.6	Loki ja kaikuluotain .....	23
2.4.7	Paikanmääritysjärjestelmä .....	23
2.4.8	Automatic Identification System .....	24
2.4.9	Voyage Data Recorder .....	25
2.4.10	GMDSS-radiolaitteisto.....	27
2.4.11	Satelliittikommunikaatio.....	28
2.4.12	Keskitetty hälytysjärjestelmä .....	29
2.4.13	Ship Security Alert System .....	30

2.4.14	DP-laitteisto .....	30
2.4.15	Peräsinkoneen ohjauslaitteisto .....	30
2.4.16	Potkurin ohjauslaitteisto.....	31
3	ESIMERKKEJÄ KOMENTOSILTARATKAISUISTA.....	32
3.1	M/S Claudian komentosilta .....	33
3.2	M/S Finnclipperin komentosilta .....	35
4	VALMISTAJIA .....	39
4.1	Furuno .....	39
4.2	Sperry Marine .....	40
4.3	Kongsberg.....	41
4.4	Raytheon Anschütz .....	42
4	KOMENTOSILLAN TULEVAISUUS.....	43
4.1	Keskeiset kehityspiirteet .....	43
4.2	e-Navigointi .....	45
4.3	Automaation kehitys .....	47
5	KEHITYKSEN VAATIMUKSET MERENKULUN KOULUTUKSEEN .....	49
5.1	Merenkulun simulaattorikoulutus Suomessa.....	50
5.2	Merenkulun kadettikoulutus maailmalla .....	51
6	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	52
	LÄHDELUETTELO.....	54
	LIITE 1	
	IMO Resolution MSC.64(67).....	59
	LIITE 2	
	Raytheon Anschützin esimerkki nykyaikaisesta integroidusta komentosiltajärjestelmästä.....	63
	LIITE 3	
	Sperry Marinen esimerkki online-tukijärjestelmästä .....	64

## TERMIEN JA LYHENTEIDEN SELITYKSET

**ABS**, American Bureau of Shipping, luokituslaitos

**AIS**, Automatic Identification System, on merenkulun tarpeisiin kehitetty VHF-taajuudella toimiva alusten automaattinen tunnistusjärjestelmä.

**ARPA**, Automatic Radar Plotting Aid, tutkalaite, jolla voidaan seurata muiden laivojen liiketekijöitä oman laivan suhteen.

**BV**, Bureau Veritas, luokituslaitos

**CCS**, China Classification Society, luokituslaitos

**DNV**, Det Norske Veritas, luokituslaitos

**DSC**, Digital Selective Call, digitaalinen selektiivikutsu. Käytetään radioyhteyden rakentamiseen. Ne kuuluvuusalueella olevat asemat, joille kutsu on tarkoitettu, vastaanottavat kutsun automaattisesti omilla DSC-laitteillaan. Jatkoliikenne hoidetaan radiopuhelimella tai teleksillä. GMDSS-järjestelmässä hätä- ja turvallisuusliikenne tulee aloittaa DSC-kutsulla.

**EGNOS**, European Geostationary Navigation Overlay Service, on geostationäärin satelliitin lähettämiin korjaussignaaleihin perustuva eurooppalainen GPS- ja GLONASS-signaalien differentiaalikorjausjärjestelmä. Se on ensimmäisen askeleen eurooppalaisessa satelliittipaikannusjärjestelmässä, jonka toinen askel on Galileo.

**EPIRB**, Emergency Position Indicating Radio Beacon, on poiju, joka laukeaa itsestään aluksen upotessa ja lähettää paikannussignaalia 121,5 MHz:n taajuudella ja digitaalista Hex-koodia 406 MHz:n taajuudella suoraan Cospas-Sarsat-järjestelmälle, joka on maailmalaajuinen tietoliikennesatelliittien välityskapasiteettia käyttävä meripelastuksen organisaatio. Hex-koodi sisältää aluksen tietoja ja GPS-koordinaatit. EPIRB voidaan käynnistää myös manuaalisesti.

**GL**, Germanischer Lloyd, luokituslaitos

**GLONASS**, Global Navigation Satellite System, venäläinen yhdysvaltaisten GPS:ää vastaava järjestelmä, jonka suunnittelu aloitettiin vuonna 1982 Neuvostoliitossa. GLONASS koostuu GPS:n tavoin 24 satelliitista kolmella eri ratatasolla.

**GMDSS**, Global Maritime Distress and Safety System, merenkulun hätä- ja turvallisuusjärjestelmä

**HF**, High Frequency, taajuusalue 3–30 MHz. Merenkulun käytössä on lukuisia HF-taajuuksia seuraavilla HF-taajuuskaistoilla: 4, 6, 8, 12, 16, 18/19, 22 ja 25/26 MHz.

**HF/NBDP**, High Frequency / Narrow Band Direct Printing, HF-taajuusalueella toimiva teleksijärjestelmä. Menetelmällä lähetetään myös MSI-sanomia siihen tarkoitukseen varatuilla taajuuksilla.

**IHO**, International Hydrographic Organization, kansainvälinen merikarttaviranomainen

**IMO**, International Maritime Organization, kansainvälinen merenkulkujärjestö. Kaikki merenkulkuvaltiot ovat edustettuina IMO:ssa.

**IMSO**, International Mobile Satellite Organization, kansainvälinen satelliittikommunikointijärjestö

**INMARSAT**, International Maritime Satellite Organization, IMO:n vuonna 1979 perustama kansainvälinen merenkulun satelliittikommunikointi järjestö, joka vuonna 1999 jaettiin kaupalliseen yritykseen (Inmarsat) sekä hallinnolliseen osaan (IMSO).

**Inmarsat-EGC**, Enhanced Group Call, Inmarsat-järjestelmän ryhmäkutsutoiminto, jonka avulla GMDSS A3-alueilla liikkuville aluksille jaetaan MSI-palvelut.

**IRS**, Indian Register of Shipping, luokituslaitos



**ISO**, International Organization for Standardization, kansainvälinen standardisointijärjestö

**ITU**, International Telecommunication Union, kansainvälinen televiestintäliitto, jonka päämaja sijaitsee Genevessä.

**KR**, Korea Register of Shipping, luokituslaitos

**Liikennevirasto**, on liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalla toimiva virasto, joka vastaa liikenteen palvelutason ylläpidosta ja kehittämisestä valtion hallinnoimilla liikenneväylillä. Liikennevirastoon yhdistyivät 1.1.2010 Merenkululaitoksen väylätoiminnot, Ratahallintokeskus sekä Tiehallinnon keskushallinto. (Liikennevirasto)

**LR**, Lloyd's Register, luokituslaitos

**MF**, Medium Frequency, taajuusalue 300-3000 kHz.

**MRCC**, Maritime Rescue Coordination Center, meripelastuskeskus, joka Suomessa sijaitsee Turussa.

**MSI**, Maritime Safety Information. MSI-laitteilla voidaan ottaa vastaan erilaisia merenkulun turvallisuuteen liittyviä lyhytsanomioita. Näitä laitteita ovat Navtex-laitteet, joiden peittoalue kattaa rannikot. Ulkomerellä, Navtex-lähettimien peittoalueen ulkopuolella, käytetään Inmarsat-järjestelmän sanomaominaisuuksia (Inmarsat-EGC) tai HF-alueen radioita, joihin on liitetty telex-laite (HF/NBDP).

**NAVTEX**, on kansainvälinen automaattinen järjestelmä, jossa erikseen määrätyt rannikkoradioasemat lähettävät aluksille merenkulku- ja säävaroituksia sekä muuta kiireellistä tietoa. Navtex-lähettykset tapahtuvat taajuudella 518 kHz. Navtex-lähettyksen kantama on noin 250 - 400 meripeninkulmaa.

**NK**, Nippon Kaiji Kyokai, luokituslaitos

**Rasterikartat** ovat bittikarttakuvia, samaan tapaan kuin esim. JPEG- tai GIF-tiedostot, eli kuvia paperikartoista. Navigoinnissa tarvittava tieto lisätään niihin erikseen. Skaalattaessa rasterikarttaa pikseleiden koko muuttuu ja kuvasta tulee helposti rakeinen ja epätarkka.

**RINA**, Registro Italiano Navale, luokituslaitos

**RS**, Russian Maritime Register of Shipping, luokituslaitos

**SART**, Search And Resque Transponder, hätälähetin, joka toimii 9 GHz:n taajuudella eli 3 cm:n aallonpituudella.

**Trafi**, Liikenteen turvallisuusvirasto, joka muodostettiin 1.1.2010 liittämällä yhteen Ajoneuvohallintokeskus AKE, Ilmailuhallinto, Merenkululaitoksen meriturvallisuustoiminto sekä Rautatievirasto.

**VDR**, Voyage Data Recorder, laivan ”musta laatikko” joka tallentaa erilaisia laivan navigointitietoja.

**Vektorikartat** tehdään usein myös paperikartoista, mutta käyttämällä digitalisointiohjelmia, jolla kehitetään tietokanta kaikista kartan sisältämistä elementeistä, kuten syvyyksistä, poijuista, silloista yms. Kaikki kartan sisältämä informaatio on tietokantoina, mikä mahdollistaa kartan ominaisuuksien säädöt ja päivitykset. Piirron tarkkuus on yhtä kuin tietokoneen näytön tarkkuus.

**VHF**, Very High Frequency, 30–300 MHz, Merenkulun VHF-taajuudet ovat välillä 156,025–162,025 MHz. VHF-alueella radioaallot etenevät pääosin suoran säteilyn perusteella enintään 8–30 km.

**WGS84**, World Geodetic System, ”WGS84-järjestelmä on geosentrinen eli maakeskinen, 3-ulotteinen koordinaattijärjestelmä. Sen origo on Maan massakeskipisteessä. Z-akseli on yhdensuuntainen Maan keskimääräisen pyörähdysakselin kanssa ja X-akseli kulkee nollameridiaanin (Greenwichin meridiaani) ja päiväntasaajan (ekvaattorin) leikkauspisteen kautta. Y-akseli on kohtisuorassa X- ja Z-akseleita vastaan.”

*”WGS84–koordinaatit voidaan ilmaista joko suorakulmaisina XYZ–koordinaatteina tai maantieteellisinä leveys- ja pituusaste koordinaatteina. Jälkimmäiset koordinaatit ilmoittavat sijainnin WGS84–ellipsoidilla. Samalla voidaan ilmoittaa myös mittauspaikan korkeus ko. ellipsoidista.”* (Maanmittauslaitos)

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Opinnäytetyön taustaa

Opinnäytetyö on Merikotka-tutkimuskeskuksen hallinnoiman SAFGOF-hankkeen toimeksianto. Aihe on kiinnostava, koska tulevassa ammatissani perämiehenä työskentely nykyaikaisella integroidulla komentosillalla tulee olemaan arkipäivää. Kokonaisuuden hahmottaminen ja ymmärtäminen on ammatissa työskentelyn kannalta mielestäni tärkeää. Myös kiinnostukseni navigointiin tuki tämän aiheen valintaa sekä merikapteeni Kari Larjon luento integroidusta navigoinnista Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa keväällä 2009 herätti kiinnostukseni. Integroidut komentosillat ovat kehittyneet viime vuosien aikana paljon ja kehitys jatkuu. Käyttäjältä kehitys vaatii jatkuvaa tietojen ja taitojen päivittämistä. Saamani koulutus integroidusta navigoinnista rajoittuu kahteen kurssiin: Aluksen hallintalaitteistot -kurssi ja ECDIS-kurssi. Laivoilla työskennellessäni olen päässyt tutustumaan integroituihin komentosilloihin. Aiheeseen liittyvät tietoni ja taitoni eivät ole laajoja, ja tämänkin kannalta oli mielestäni hyvä tutustua aiheeseen tarkemmin.

## 1.2 Opinnäytetyön tavoite

Toimeksiannon kuvauksessa tavoitteeksi on asetettu seuraavaa:

*”State of review tyyppinen tarkastelu, jossa on kuvattu yleistä komentosiltakehitystä viime vuosina, käyty läpi joitakin esimerkkejä sekä tunnistettu sellaiset keskeiset kehityspiirteet, jotka tulevat seuraavien 10-15 vuoden aikana vaikuttamaan teknisesti komentosiltaratkaisuihin. Selvityksessä tulee ottaa myös kantaa tulevien ratkaisujen vaatimukset koulutukseen.”*

Opinnäytetyön tarkoitus on tehdä ajankohtainen katsaus integroidun komentosillan kehityksestä, aina sen alkuvaiheista nykypäivään ja käsitellä myös tulevia kehityssuuntauksia. Täysin uusia laitteita komentosilloilla ei todennäköisesti lähitulevaisuudessa nähdä. Kehityskohteena on nykyisten järjestelmien ja laitteiden

päivittäminen sekä parantaminen ottaen huomioon telematiikan tarjoamat mahdollisuudet. Kehityssuuntauksien tutkiminen on aiheena haastava, koska nykyään teknologian kehitys on todella nopeatempoista.

Työssä on käsitelty eri tahojen integroitua komentosiltaa koskevia määräyksiä ja standardeja. Kuvaan nykyaikaisen komentosillan laitteineen, mutta tarkoitus ei ole antaa yksityiskohtaista kuvausta jokaisesta laitteesta, vaan niiden tarkoitus ja toimintaperiaate selitetään lyhyesti. Asiantuntijoiden laatimat teokset laitteista vastaavat mahdollisiin lukijan kysymyksiin teknisistä yksityiskohdista. Työssä kuvataan lisäksi joitakin esimerkkejä komentosiltaratkaisista.

Integroitu komentosilta on turvallisuutta lisäävä sekä käyttäjän työtä helpottava kokonaisuus. Toisaalta jos järjestelmää ei tunne tai hallitse, voi seurauksena olla onnettomuus. Komentosiltojen kehitys vaikuttaa myös merenkulkualan koulutukseen, joten senkin kehittäminen on ajankohtaista. Työssä kuvataan merenkulun simulaattorikoulutusta Suomessa sekä merenkulun kadettikoulutusjärjestelmää maailmalla. Strategisena tutkimuskysymyksenä voidaan pitää sitä, miten integroidut komentosillat kehittyvät lähitulevaisuudessa.

### 1.3 Käytetyt menetelmät

Opinnäytetyö on toteutettu pääosin kirjallisuuskatsauksena. Lähdemateriaalien löytäminen on ollut haasteellista. Aikaisempia opinnäytetöitä integroidun komentosillan kehityksestä ei ole tehty. Tiedot perustuvat merenkulkujulkaisuiden artikkeleihin, valmistajien ja merenkulkualan organisaatioiden Internet-sivustoihin sekä asiantuntijakyselyihin. Osa tiedoista on laivoilla ja koulussa kuulemiani sekä oppimiani asioita. Merenkulun koulutusta koskevat tiedot ovat omia kokemuksiani ja saatu keskusteluista merenkulun alalla työskentelevien kanssa.

## 2 INTEGROIDUT KOMENTOSILLAT

### 2.1 Historiaa

Nykyaikaisen komentosiltasuunnittelun voidaan laskea alkaneen vuonna 1973, jolloin saksalainen J.J. Sietas -telakka teki komentosiltasuunnitelman ”*Optimale Brücke*”. Sen perusidea oli kahden henkilön yhteistyö, joka toteutettiin siten, että kaksi työpistettä oli mahdollisimman lähellä toisiaan. Ohjailulaitteet olivat heidän välissään ja molemmilla oli oma tutkan näyttölaite käytössään. (Onnettomuustutkintakeskus 2007:2) 1970-luvulla alkoi myös tietotekniikka yleistyä laivojen komentosilloilla. Navigoinnin avuksi kehitettiin erilaisia karttanäyttölaitteita ja ensimmäisiä useilta eri sensoreilta informaatiota saavia autopilotteja. Mikropiiriteknologia mahdollisti meriradion lähetin-vastaanottimien ominaisuuksia, esimerkiksi digitaalinäytöt, duplex-lähetyslajin sekä taajuuspäivystyksen. (Kelamo 2008:15)

Ensimmäinen ARPA-lisälaite asennettiin *M/s Taimyrin* tutkaan vuonna 1969 (Kongsberg Maritime History). Tekniikan kehittyttyä 1970- ja 1980-luvuilla levisi ARPA-teknologia laajemmalle käyttäjäkunnalle. ARPA oli aluksi irrallinen lisälaite normaaliin tutkaan (Kelamo 2008:33). Suhtautuminen uuteen tutkateknologiaan oli alkuvaiheessa vanhempien merenkulkijoiden puolesta epäilevä, mikä saattoi jopa hidastaa teknologian leviämistä ja käyttöä laivoilla.

Vuonna 1979 IMO perusti INMARSATin (International Maritime Satellite Organisation), joka aloitti satelliittikommunikaatiojärjestelmän kehittämisen merenkulun tarpeisiin. Myöhemmin nimi muutettiin muotoon International Mobile Satellite Organisation. Vuonna 1999 se jaettiin hallinnolliseksi elimeksi IMSO ja kaupalliseksi yritykseksi Inmarsat, joka tarjoaa GMDSS-palveluja sekä maailmanlaajuisia kaupallisia satelliittikommunikaatiopalveluja. (Inmarsat History)

1980-luvulla alettiin ensimmäisen kerran puhua elektronisista merikartoista ja laitteiden integrointi laajemmiksi kokonaisuuksiksi aloitettiin. Markkinoille tulivat myös Windowsin kaltaiset tietokoneen käyttöjärjestelmät, jotka mahdollistivat

tietokoneeseen kytkettyjen laitteiden hallinnan ja niiden antaman tiedon esittämisen yhdeltä kuvaruudulta. (Kelamo 2008:56)

1990 -luvun alusta lähtien alkoivat yleistyä automaattiseen reittiajoon tarkoitetut navigointi- ja ohjailujärjestelmät. 1.2.1992–1.2.1999 oli siirtymäkautta, jolloin kansainvälinen GMDSS astui voimaan. Tämän myötä radiosähkötäjien ammattikunta poistui laivoilta. Navstar-GPS-järjestelmästä tuli täysin toimintakykyinen vuonna 1995, josta alkaen siinä on ollut käytössä vähintään 24 toimintakuntoista satelliittia (Rissanen 2006). Samana vuonna IMO hyväksyi suorituskykymäärittelyt ECDIS-järjestelmälle yhteistyössä Kansainvälisen hydrografisen järjestön, IHO:n, kanssa (Electronic Charts).

2000-luvulle tultaessa lähes kaikilla aluksilla oli integroitu komentosilta ja oli siirrytty cockpit-tyyppiseen toteutukseen komentosiltaratkaisujen osalta. Cockpit-ajattelun perustana on keskittää kaikki aluksen hallintaan ja navigointiin liittyvät laitteet päätöksiä tekevän käyttäjän käden ulottuville. 2000-luvulla myös IMO laati AIS- ja VDR-järjestelmää koskevat määräykset. Komentosillan tekniikka on kehittynyt viimeisten kahdenkymmenen vuoden aikana modernin informaatiotekniikan ja tarkan satelliittipaikannuksen ansiosta erittäin nopeasti.

Nykyään varustamoiden päämääränä on yhdenmukaistaa komentosillat eri aluksillaan. Esimerkiksi Neste Shippingin käyttöön on standardisoitu komentosilta, jolloin navigoivan henkilön siirtyminen aluksesta toiseen sujuu joustavasti tutun komentosillan myötä (Fortumin uusin tankkeri ensi vierailulla Suomessa 2002). Todennäköistä on, että taloudelliset syyt ovat myös edesauttaneet komentosiltojen yhdenmukaistamista. Kun varustamo solmii sopimuksen komentosiltavalmistajan kanssa, saa se yhdeltä toimittajalta asennuksen, huollon ja koulutuksen laitteisiin samassa paketissa. Tämä mahdollistaa myös laitteiden ja järjestelmien toiminnasta saadun palautteen perusteella tehtävät korjaukset vikoihin ja puutteisiin, joita ei mahdollisesti suunnittelu- tai tuotantovaiheessa ole havaittu.

## 2.2 Määritelmä ja periaate

IMO:n päätöslauselma integroidun komentosillan suorituskykynormeista (Liite 1) määrittelee integroidun komentosiltajärjestelmän seuraavasti:

*“An integrated bridge system (IBS) is defined as a combination of systems which are interconnected in order to allow centralized access to sensor information or command/control from workstations, with the aim of increasing safe and efficient ship’s management by suitably qualified personnel.”*

*“The IBS should support systems performing two or more of the following operations:*

- passage execution*
- communications*
- machinery control*
- loading, discharging and cargo control*
- safety and security.”*

Integroidun komentosillan perusajatuksena on siis tarjota useiden eri laitteiden ja järjestelmien tuottama informaatio samaan paikkaan, jolloin aluksen ohjailuun sekä hallintaan tarvittava tieto ja tilannekuva ovat saatavissa sekä nopeasti että yhdestä paikasta. Kuvassa 1 on yksinkertainen kuvaus integroidun komentosillan navigoinnin eduista verrattuna perinteiseen komentosiltaan. Kuva havainnollistaa, miten integroidulla komentosillalla aikaa ja resursseja jää käyttäjällä enemmän päätöksenteolle ja toiminnalle, mikä parantaa näin turvallisuutta.



### NAVIGOINTI PERINTEISELLÄ KOMENTOSILLALLA



### NAVIGOINTI INTEGROIDULLA KOMENTOSILLALLA

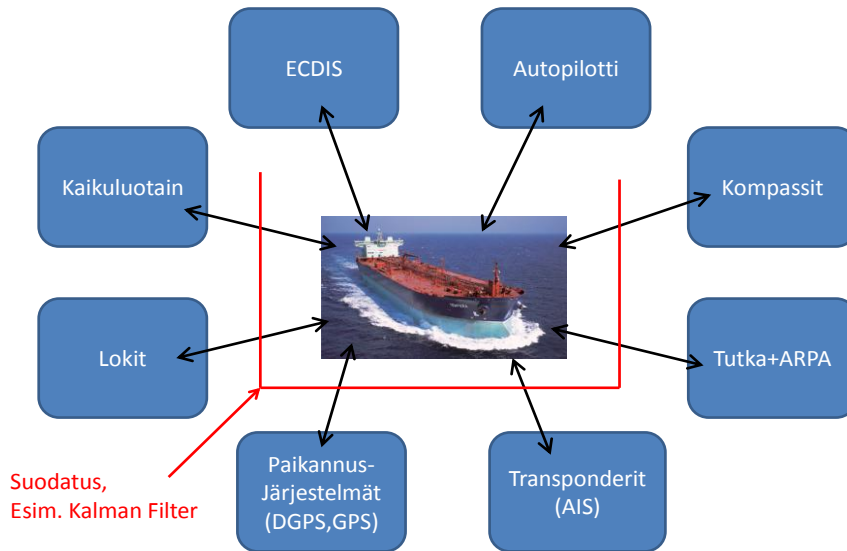


Kuva 1. Integroidun komentosillan etuja verrattuna perinteiseen komentosiltaan.

Integroitu komentosilta sisältää integroidun navigointi- ja ohjausjärjestelmän, jonka keskeiset elementit ovat elektroninen karttajärjestelmä (Electronic Chart Display and Information System, ECDIS), tutkajärjestelmä ja autopilotti. ECDIS-järjestelmän avulla nähdään aluksen sijainti- ja liiketilainformaatio, reittisuunnitelma sekä ARPA-tutkien ja AIS-järjestelmän tunnistamat maalit karttapohjalla. Tutkien avulla nähdään aluksen todellinen ympäristö sekä muiden alusten sijainti ja liiketila. Tutka ja ECDIS yhdistettynä autopilottiin mahdollistavat automaattisen reittiajon. Tällöin autopilotti saa informaatiota vähintään GPS:ltä, kaksiakseliselta lokilta sekä hyrräkompassilta. Liitteessä 2 on saksalaisen Raytheon Anschützin esimerkki integroidun komentosillan konfiguraatiosta.

Riippuen laitevalmistajasta tai merenkulun tahosta on integroiduille navigointijärjestelmille olemassa eri nimityksiä ja määritelmiä:

- INS
  - Integrated Navigation System
  - Integrated Navigation and Command System
- INC, Integrated Navigation and Control
- ANTS, Automatic Navigation and Track Keeping System
- GNC, Guidance, Navigation and Control System



Kuva 2. Integroidun navigointijärjestelmän informaatiolähteitä  
(Laivan kuva: <http://www.nesteoil.com/binary.asp?GUID=1A6F31A4-6C93-4D6D-B791-61D99C5AF75F>)

Lisäksi yksi merkittävä ominaisuus integroiduilla järjestelmillä on erilaisten suodattimien käyttö poistamaan virheellisten tietojen pääsy järjestelmään ja siten vaikuttamaan aluksen navigointiin tai ohjailuun. Suodattimet vertailevat laitteilta tulevaa informaatiota ja ilmoittavat, jos siinä on liian suuria ristiriitoja. Suodatuksen käyttö vaatii kuitenkin, että samaa tietoa, esimerkiksi suuntatietoa, on mahdollista saada useasta eri lähteestä. (Timonen 2003:39)

### 2.3 Standardit ja määräykset

Seuraavaan on koottu eri tahoja, jotka laativat integroitua komentositua koskevia määräyksiä ja standardeja. Tällaisia komentositujärjestelmiin liittyviä määräyksiä ja standardeja on monia. Yksi kehityksen kohde olisi tehdä yksityiskohtaisemmat standardit. Toisaalta uutta tekniikkaa tulee nopealla tahdilla, jolloin tarkkojen määräyksien ja standardien laatiminen vaatii jatkuvaa päivittämistä.

### 2.3.1 IMO

YK:n alainen International Maritime Organization (IMO) vastaa merenkulun turvallisuuden ja meriympäristön suojelun kehittamisestä ja siihen liittyvästä kansainvälisestä lainsäädännöstä. IMO perustettiin vuonna 1948 ja sen jäsenmaat ovat sitoutuneet noudattamaan tehtyjä päätöksiä. Määräysten käytännön toteuttamisesta ja valvonnasta vastaavat kansalliset viranomaiset sekä kansalliset ja kansainväliset valvonta- ja luokituslaitokset. (Introduction to IMO)

IMO julkaisee teosta Performance Standards for Shipborne Radiocommunications and Navigational Equipment, jossa teoksen nimen mukaisesti määritellään suorituskynnormeja aluksen radio- ja navigointilaitteille. Sitä on julkaistu vuodesta 1982 lähtien ja päivitetty vuosina 1988, 1997, 2002. Uusin versio on vuodelta 2008. Se on tarkoitettu lähinnä laivanrakennusteollisuudelle, laitevalmistajille, telakoille ja viranomaisille. (IMO 2008)

Vuonna 1996 IMO:n merenkulun turvallisuuskomitea hyväksyi päätöslauselman, joka koskee integroidun komentosillan suorituskynnormeja (liite 1).

### 2.3.2 SOLAS

SOLAS (Safety of Life at Sea) on YK:n ja IMO:n alainen sopimus. Sopimuksen historia ulottuu vuoteen 1912, jolloin Titanic haaksirikkoutui neitsytmatkallaan Southamptonista New Yorkiin. Turmassa menehtyi kaikkiaan 1503 matkustajaa ja miehistön jäsentä. Onnettomuuden jälkeen päätettiin ryhtyä toimiin vastaavien onnettomuuksien välttämiseksi tulevaisuudessa. SOLAS hyväksyttiin vuonna 1914 Lontoossa pidetyssä konferenssissa. Sopimuksen hyväksyminen oli merkki siitä, että ihmisten turvallisuus priorisoitiin omaisuuden turvallisuuteen nähden.

Merenkulkuun liittyviä sopimuksia täydennetään ja ajanmukaistetaan jatkuvasti tekniikan kehittyessä. Siksi vuonna 1914 tehty sopimuskin on muuttunut moneen kertaan. Uusia versioita on ilmestynyt vuosina 1929, 1948, 1960 ja 1974. Tällä hetkellä voimassa on vuonna 1974 julkaistu ja vuonna 1980 voimaan tullut versio lisäyksineen, joita tulee vuosittain. (IMO 2004)

Laivojen komentosillan radiolaitteita koskevat määräykset löytyvät SOLAS-sopimuksen neljänneestä luvusta ja navigointilaitteita koskevat määräykset viidennestä luvusta. Eri laitteiden lukumäärä riippuu laivan koosta ja liikennealueesta. Komentosillan laitteet katsastavat ja hyväksyvät IMO:n jäsenvaltioiden kansalliset viranomaiset, Suomessa Trafi, entinen Merenkulkulaitos.

### 2.3.3 ISO

ISO (International Organization for Standardization) on kansainvälinen standardisoimisjärjestö. Se on perustettu vuonna 1947 ja se tuottaa kansainvälisiä standardeja. (About ISO)

ISO ei ole minkään hallituksen alainen, mutta standardiensa välityksellä sillä on merkittävä vaikutusvalta. ISO:n jäseniä ovat kansalliset standardisoimisjärjestöt. Suomea järjestössä edustaa Suomen Standardisoimisliitto (SFS), joka toteaa standardisoimisesta seuraavaa:

*”Standardisointi on yhteisten toimintatapojen laatimista ja se on luotu helpottamaan viranomaisten, elinkeinoelämän ja kuluttajien elämää.*

*Standardisoinnilla lisätään tuotteiden yhteensopivuutta ja turvallisuutta, suojellaan kuluttajaa ja ympäristöä sekä helpotetaan kotimaista ja kansainvälistä kauppaa.”*  
(SFS - Mitä on standardisointi?)

ISO on laatinut standardit komentosillan asettelulle sekä myös komentosillan laitteille. Standardin nimi on “ISO 8468:2007 Ships and marine technology - Ship's bridge layout and associated equipment - Requirements and guidelines”. Viimeisin painos on vuodelta 2007. Sen tarkoituksena on auttaa antamaan navigaattoreille ja luotseille työpaikka, joka edistää turvallista ja tehokasta toimintaa. Sen tarkoituksena on myös täsmentää komentosillan vaatimuksia, jotka varmistavat turvallisen ja tehokkaan käytön. Standardia on käytettävä yhdessä SOLAS-sopimuksen luvun V säännön 15 kanssa, jossa määritellään periaatteet komentosillan suunnittelulle, navigointijärjestelmille ja -laitteille. (ISO 2007)

ISO on myös laatinut standardit integroidulle komentosillalle. Standardin nimi on ”ISO 14612:2004 Ships and marine technology - Ship's bridge layout and associated equipment - Additional requirements and guidelines for centralized and integrated bridge functions”. Standardissa täsmennetään teknisiä vaatimuksia komentosillan asettelulle ja muotoilulle. Täsmennykset koskevat komentosilloja, joissa keskeiset navigointitoiminnot on keskitetty ja integroitu. (ISO 2004)

#### 2.3.4 IEC

International Electrotechnical Commission (IEC) on vuonna 1906 perustettu sähköalan kansainvälinen standardisointijärjestö. Se julkaisee kansainvälisiä sähkö- ja elektroniikka-alan IEC-standardeja, teknillisiä spesifikaatioita ja vastaavia julkaisuja. IEC on standardoinut useita komentosillan laitteita, jolloin niistä tulee tyyppihyväksytyjä. (About the IEC)

#### 2.3.5 NMEA

NMEA (National Maritime Electronics Association) on kansainvälinen vuonna 1957 perustettu organisaatio, joka toimii laitevalmistajista riippumattomana navigoinnin tiedonsiirron standardoijana. Organisaatio valvoo NMEA-standardien, kuten NMEA 0183 ja NMEA 2000, kehitystä ja julkaisemista.

NMEA-standardit määrittelevät laitevalmistajasta riippumattoman tiedonsiirtorajapinnan navigointilaitteiden välille. NMEA-standardien merkitys on kasvanut viime vuosina laitevalmistajien omien valmistajakohtaisten tiedonsiirtoprotokollien yleistyttyä. Ilman NMEA-standardeja alukset joutuisivat uusimaan koko laitteistonsa, mikäli haluaisivat ottaa käyttöön toisen valmistajan laitteen täydentämään olemassa olevaa järjestelmäänsä. (Promarine)

### 2.3.6 Luokituslaitokset

Ensimmäinen luokituslaitos perustettiin 1700-luvun puolivälissä antamaan vakuutuksenantajille puolueetonta tietoa aluksesta, joka oli tarkoitus vakuuttaa. Luokituslaitoksen päätehtävä on suorittaa puolueettomia tarkastuksia ja tutkimuksia aluksesta. Aluksen omistaja valitsee alukselle luokituslaitoksen jo suunnitteluvaiheessa ja laitos on mukana aluksen toiminnassa koko sen elinkaaren ajan. Arvostetun luokituslaitoksen suorittama luokitus on yleensä vakuutusyhtiöiden vaatimuksena vakuutuksen antamiselle.

IACS (International Association of Classification Societies) on luokituslaitosten katto-organisaatio, jossa on kymmenen varsinaista jäsentä; ABS, BV, CCS, DNV, GL, KR, LR, NK, RINA ja RS sekä yksi liittolaisjäsen; IRS. Katto-organisaation tehtävä on koordinoita luokituslaitosten toimintatapoja ja julkaista yhdenmukaistettuja tärkeitä teknisiä seikkoja koskevia standardisuosituksia. Luokituslaitokset toimivat IMO:n neuvonantajina teknisissä asioissa IACS:n kautta. (IACS)

### 2.4 Elementit

Integroitu komentosilta muodostuu seuraavista elementeistä:

- ECDIS
- tutkajärjestelmä
- autopilotti
- keskitetty hälytysjärjestelmä
- kompassit
- peräsinkoneen ohjauslaitteisto
- potkurin ohjauslaitteisto
- kaikuluotain ja loki
- paikanmäärittäslaitteet
- AIS
- VDR
- GMDSS-radiolaitteisto

- satelliittikommunikaatio
- SSAS
- DP-laitteisto
- sääasema (tuuli-, lämpötila- sekä ilmanpainemittari jne.).

Seuraavassa on kuvattu integroidun komentosillan elementtejä tarkemmin, mutta tarkoitus ei ole antaa yksityiskohtaista kuvausta. Kirjallisuudesta tai Internetistä löytyy lisää tietoa lukijalle.

#### 2.4.1 Electronic Chart Display and Information System

IMO:n suorituskykymäärittelyissä (IMO Resolution A.817(19)) ECDIS-järjestelmä määritellään seuraavasti:

*”Elektroninen merikarttanäyttö ja -tietojärjestelmä (Electronic Chart Display and Information System, ECDIS) tarkoittaa merenkulun tietojärjestelmää, joka tarvittavin varmistusjärjestelyin varustettuna voidaan hyväksyä vuoden 1974 SOLAS-sopimuksen sääntöjen V/19 ja V/27 tarkoittamaksi ajantasaiseksi merikartaksi, joka yhdistää laitteiston sisäisestä karttatietokannasta (System ENC, SENC) valitut tiedot ja muilta laitteilta saadut sijaintitiedot. ECDIS-järjestelmän tarkoituksena on auttaa merenkulkijaa reittisuunnittelussa ja -seurannassa sekä tarvittaessa esittää muuta merenkulkijan tarvitsemaa informaatiota.” (Merenkulkulaitos 2005)*

ECDIS on aluksella käytettävä navigointiväline. Järjestelmässä käytettävät viralliset kartat ovat joko vektorikarttoja (Electronic Navigation Chart, ENC) tai rasterikarttoja (Raster Navigation Chart, RNC). Ainoa tapa navigoida ilman painettuja merikarttoja on testatun ja tyyppihyväksytyt ECDIS-järjestelmän käyttö yhdessä virallisten ENC-aineistojen kanssa. Jos virallista ENC-aineistoa ei ole saatavilla, voidaan käyttää RNC-aineistoa, mutta sitä tulee kuitenkin käyttää vain yhdessä ajantasaisten painettujen merikarttojen kanssa. Yksi tyyppihyväksytyt järjestelmän vaatimuksista on, että se on kahdennettu eli komentosillalla on kaksi toisistaan riippumatonta ECDIS-järjestelmää. IMO:n mukaan ENC-aineistoja voivat tuottaa vain kansalliset merikarttalaitokset tai niiden valtuuttamat tuottajat. Suomessa virallinen tuottaja on

Liikennevirasto, entinen Merenkululaitos. Viralliset RNC:t ovat kansallisen merikarttalaitoksen tai sen valtuuttaman tahon skannaamia kopioita virallisista paperikartoista. (Merenkululaitos 2005) *Suomi on sitoutunut julkaisemaan viralliset elektroniset (ENC) merikartat kaikilta kauppamerenkulun käyttämiltä reiteiltä vuoden 2010 loppuun mennessä* (Liikennevirasto 2010).

ECDIS-laitteen näytöltä nähdään karttapohjalla aluksen reittisuunnitelma, joka voidaan tehdä ja tallentaa järjestelmään. Reittisuunnitelmaa tehtäessä reitti tarkistetaan järjestelmän avulla, jolloin järjestelmä tuo esiin reitillä mahdollisesti olevat virheet tai epäkohdat, esim. matalan veden hälytys. Käyttäjä laatii eri käänöksille käänössäteen ja -nopeuden. Näin suunniteltu reitti voidaan ajaa läpi käyttämällä autopilotin track-moodia.

Vain sellaisia laitteita, jotka täyttävät kaikki IMO:n suorituskykymäärittelyt (IMO Resolution A.817(19)) ja jotka ovat tyyppihyväksytyjä kansainvälisen sähköalan standardisointijärjestön, IEC:n, standardin 61174 mukaisesti, voidaan kutsua ECDIS-laitteistoiksi. Yleinen harhaanjohtava käsitys on, että kaikki elektroniset merikarttajärjestelmät ovat ECDIS-järjestelmiä. (Merenkululaitos 2005) Vuonna 2009 IMO päätti ECDIS-järjestelmän pakollisuudesta. Pakollisuus astuu voimaan asteittain vuosien 2012–2018 aikana alkaen öljytankkereista ja matkustaja-aluksista. (Liikennevirasto 2010)

#### 2.4.2 Merikartta

Perinteiset paperiset merikartat ovat vielä osa integroitua komentosiltaa. Kaikkialta ei ole saatavissa virallisia ENC-aineistoja sekä paperinen merikartta on hyvä tuki elektroniselle navigoinnille. Työllistävä tekijä paperikarttojen kanssa toimittaessa on niiden jatkuva päivittäminen.

#### 2.4.3 Tutka

Tutka (RADAR, Radio Detection And Ranging) on tärkeä merenkulun navigointilaitte liikuttaessa saaristossa ja rannikolla sekä erityisesti huonon näkyvyyden vallitessa. Tutkan avulla saadaan luotettava kuva ympäristöstä optisen navigoinnin tueksi sekä



muiden alusten sijainti ja liiketila. Tutkan virallinen määritelmä on: radiotaajuista sähkömagneettista energiaa säteilevä ja vastaanottava laite, joka ilmaisee kohteesta palautuvan kaiun tai toisiohjetteen (Karlsson 2005:179).

Tutkalla on useita käyttötarkoituksia, mm. aluksen turvallisen kulun varmistaminen, kohteiden liiketekijöiden määrittäminen, liikenteen valvonta ja sään seuranta.

Merenkulun tutkat ovat taajuudeltaan joko X-alueella noin 9 GHz:llä tai S-alueella noin 3 GHz:llä toimivia. X-alueen tutkapulssi on aaltopituudeltaan 3 cm ja S-alueen 10 cm. Tästä johtuen tutkista käytetään yleensä nimityksiä ”kolmesenttinen” tai ”kymppisenttinen”.

Integroidun komentosillan tutkat ovat ARPA -tutkia (Automatic Radar Plotting Aid), jotka IMO on määrännyt pakollisiksi varusteiksi tietyntyyppisille aluksille (SOLAS, luku V, sääntö 19). ARPA -tutkalla voidaan asettaa seurantaan useita kohteita, joiden liikettä kuvaruudulla halutaan seurata. Laitteisto laskee ja näyttää kuvaruudulla valitun kohteen tietoja, kuten suuntima, etäisyys, nopeus ja kulkusuunta. Laitteisto myös laskee oman aluksen ja kohteen liiketietojen perusteella lähimmän sivuutusetäisyyden (CPA, Closest Point of Approach) ja ajan lähimpään sivuutusetäisyyteen (TCPA, Time to Closest Point of Approach) sekä hälyttää, mikäli etäisyys pienenee käyttäjän asettamaa hälytysrajaa pienemmäksi (Karlsson 2002:197).

#### 2.4.4 Kompassi

Magneetikompassi kehitettiin lähelle nykymuotoaan jo 1800-luvun alkupuolella (Kelamo 2008:10). Sen toimintaperiaate perustuu vapaasti liikkuvan magneettineulan taipumukseen asettua määrättyyn suuntaan Maan magneettikentän johdosta. Kompassin integrointi navigointijärjestelmään vaatii erannon ja eksymäkäyrän korjaajan. Nykyisissä integroiduissa komentosilloissa laivan suuntatieto eri laitteille, esimerkiksi autopilotille, saadaan mm. hyrräkompassista. Se on myös vanha keksintö, joka kehitettiin merenkulun tarpeisiin laivojen muuttuessa teräsrunkoisiksi. Sen toiminta perustuu siihen, että tietyllä tavalla asennettu suurinopeuksinen hyrrä asettuu pohjois-eteläsuuntaisesti.

Hyrräkompassi on säilynyt nykypäiviin asti lähes samanlaisena kuin saksalainen Herman Anschütz-Kaempfe yhteistyökumppaneineen ja kilpailijoineen sen kehitti 1900-luvun alussa. Merkittävimmät muutokset ja parannukset ovat olleet hyrräpallon koon pieneneminen sekä ballistisen virheenkorjaajan lisääminen hyrräkompassin mekaniikkaan, mikä mahdollisti hyrräkompassin liittämisen integroituun navigointijärjestelmään. (Kelamo 2008:12) Käytäntö on asentaa kaksi tai kolme hyrräkompassia integroituun järjestelmään, jolloin yhden hyrräkompassin häiriötilanne ei vaaranna turvallista navigointia. Sperry Marine –yhtiö esitteli ensimmäisen ”ring laser gyro” -järjestelmän 1990-luvulla. Se määrittää suunnanmuutokset laserin vaihemuutosta mittaamalla, eikä siinä ole liikkuvia osia. Lasergyroa käytetään lentokoneissa. (Sperry Marine Corporate History)

#### 2.4.5 Autopilotti

Autopilotti on laite, jonka tehtävänä on pitää laivan keulasuunta tietyssä ohjearvossa. Nykyään perusmallin autopilotti on jokaisessa laivassa. Nykyaikaiset integroidun komentosillan autopilotit kattavat yleensä kolme ohjausmoodia: ohjaus reittiviivaa pitkin (track-moodi), ohjaus kurssiohjeen mukaan (course-moodi) ja ohjaus keulasuuntaohjeen mukaan (heading-moodi). Heading-moodissa laivan keulasuunta pidetään annetussa arvossa. Course-moodissa automatiikka ajaa haluttua kulkusuuntaa pohjan suhteen korjaten tuulen, virtauksen sekä aallokon aiheuttaman sarron ja häiriöt. Track-moodi ohjaa laivaa ennalta suunnitellulla reittiviivalla. Jotta autopilotti pystyisi ohjaamaan laivaa edellä mainituissa moodeissa, tulee sen saada tietoja GPS:ltä, hyrräkompassilta sekä kaksiakseliselta akustiselta lokilta.

Autopilotilla voi määrittää laivan käyttäytymisen käänöksissä. Yksinkertaisimmillaan autopilotti kääntää laivan uudelle suunnalle käyttäjän asettaman maksimiperäsinkulman mukaan. Laivan voi myös kääntää uudelle suunnalle autopilotilla annetun kulmanopeuden (ROT, Rate-Of-Turn) mukaan, jolloin automatiikka pitää kulmanopeuden halutussa arvossa käänöksen ajan. Laivan kulkema reitti ei kuitenkaan ole välttämättä ympyrän kaaren muotoinen, koska käänöksen aikana laivan muuttuva nopeus ja siihen vaikuttavat ympäristövoimat saattavat kasvattaa tai pienentää kaarresädettä. Integroidussa navigoinnissa autopilotti käyttää track-moodia, jolloin se ohjaa alusta ECDIS-laiteistolla ennalta suunnitellun

reitintä mukana. Tällöin laiva kulkee käännöksenkin reittiviivaa pitkin ja autopilotti ottaa huomioon tuulen, virran ja muut ulkoiset häiriötekijät.

#### 2.4.6 Loki ja kaikuluotain

Nykyaikainen loki on kaksiakselinen pohjan suhteen mittaava Doppler-loki. Laite lähettää äänivärähtelyä veteen. Värähtely ohjataan veteen yleensä viistosti eteen, taakse ja molemmille sivuille, mikä mahdollistaa tiedon laivan pitkittäis- ja poikittaisnopeudesta. Doppler-loki antaa tietoja mm. autopilotille laivan sorrosta. Maksimaalinen veden syvyys on yleensä noin 300–600 m riippuen laitteesta. Kun maksimaalinen veden syvyys ylittyy, laite alkaa näyttää nopeutta veden suhteen. Nopeuden määrittäminen veden suhteen perustuu äänisignaalien heijastumiseen veden epäpuhtauksista tai eliöistä. Laite ilmoittaa, onko kyseessä nopeus veden suhteen (WT, water track) tai pohjan suhteen (BT, bottom track).

Kaikuluotain toimii lähettämällä aluksen pohjassa tai peräpeilissä olevan anturin kautta korkeataajuisen ääni-impulssin veteen. Pohjasta takaisin heijastuva signaali vastaanotetaan laitteen anturissa, minkä jälkeen laite laskee lähetys- ja vastaanottohetken välisen aikaeron perusteella veden syvyyden. Vedessä olevat lämpötilakerrostumat vaikuttavat jonkin verran mittaustulokseen.

#### 2.4.7 Paikanmäärittämissysteemi

Yleisin aluksilla käytettävä paikanmäärittämissysteemi on GPS (Global Positioning System), jonka Yhdysvallat kehitti ensisijaisesti sotilaskäyttöön. Sen virallinen nimi on Navstar GPS. Se on satelliitteihin perustuva, maailmanlaajuinen radionavigointi-, paikannus- ja ajanvälitysjärjestelmä, jonka operatiivisesta toiminnasta ja kehittämisestä vastaa Yhdysvaltain ilmavoimien avaruushallinto NASA. GPS-paikannus perustuu siihen, että satelliitit lähettävät atomikellon ajan ja navigaatio-signaalin GPS-vastaanottimeen. GPS-laite vastaanottaa samanaikaisesti signaalia useista satelliiteista. Satelliitteja tulee olla vähintään neljä, joista kolmea tarvitaan paikkaratkaisussa ja neljäs toimittaa tarkan ajan käyttäjän päätelaitteeseen. GPS-järjestelmä on käyttänyt vuodesta 1987 lähtien referenssi-järjestelmänään WGS84-järjestelmää (GPS ja suomalaiset koordinaatit).

Koska GPS:n tarkkuus ei ollut riittävä merenkulun vaatimuksiin nähden ja Yhdysvallat heikensivät sen tarkkuutta tahallisesti SA-koodilla (selective availability), tarvittiin järjestelmä, jolla satelliittipaikannuksen tarkkuutta voitiin parantaa. Tähän kehitettiin differentiaalimenetelmä. DGPS:n avulla parannetaan tahallisesti heikennettyä paikannustarkkuutta paikallisesti. Kokemusten perusteella DGPS on luotettavin paikannusjärjestelmä avomerellä.

Suomessa ainoa virallinen differentiaalikorjauksen tuottaja on Liikennevirasto, entinen Merenkululaitos. Palvelu aloitettiin Suomenlahdella vuonna 1991 kokeilumielessä. DGPS on virallistettu Suomessa 1.4.1998. (Karlsson 2005:175)

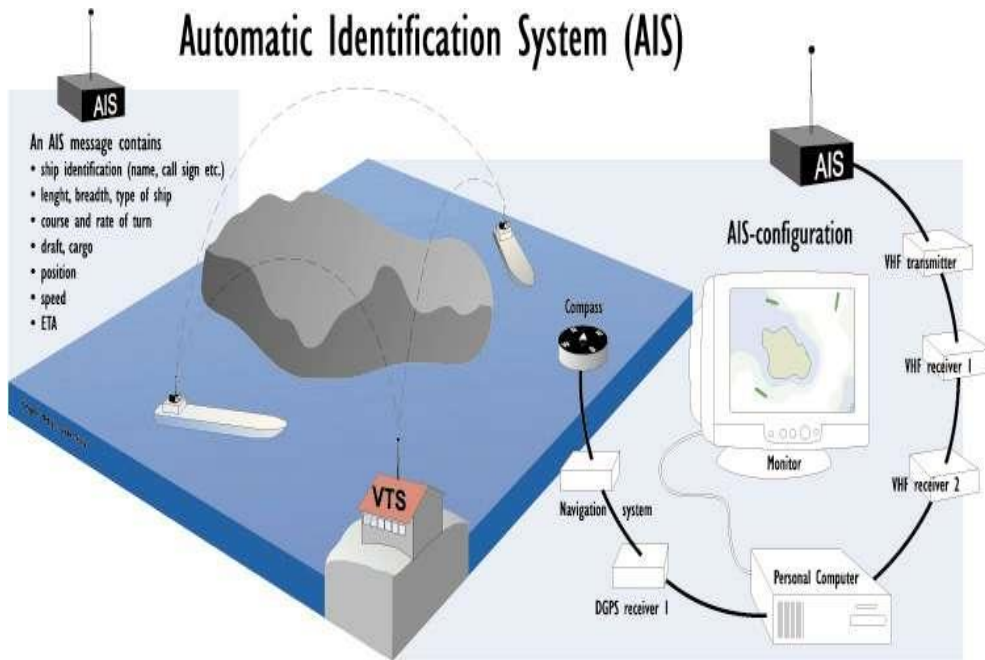
Differentiaalikorjauksia voidaan lähettää aluksille monella eri tavalla. Tapa vaihtelee HF-radiolähetyksistä satelliittien kautta lähetettäviin korjauksiin, jolloin korjaukset saadaan maailmanlaajuisiksi. Euroopassa on satelliittien kautta lähetävä korjausjärjestelmä EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service), joka on suunniteltu täydentämään nykyistä GPS- ja venäläisten vastaavaa GLONASS-järjestelmää. EGNOS tulee myöhemmin laajenemaan täysin erilliseksi eurooppalaiseksi Galileo-satelliittipaikannusjärjestelmäksi. Vuonna 2014 Galileon pitäisi olla valmis, 30 satelliitin verkko. Galileon myötä Eurooppa ottaa käyttöön ensimmäisen siviilitarpeisiin kehitetyn maailmanlaajuisen satelliittinavigointijärjestelmän, joka on avoin kansainväliselle yhteistyölle ja jota käytetään kaupallisiin tarkoituksiin. (Kotilainen, 2010)

#### 2.4.8 Automatic Identification System

AIS-järjestelmä (Automatic Identification System) on laivojen ja VTS-keskusten lähinnä alusten tunnistamiseen ja sijainnin määrittämiseen käyttämä järjestelmä. AIS tarjoaa laivoille keinon vaihtaa läheisten laivojen ja VTS-keskusten kanssa elektronisesti alustietoja, kuten tunnistustiedot, sijainti, suunta ja nopeus. Nämä tiedot näkyvät laitteen omalla ja/tai ECDIS-laitteiston näytöllä. Laite on tarkoitettu auttamaan aluksen vahtipäälliköitä ja antamaan merenkulkuviranomaisille mahdollisuuden jäljittää ja tarkkailla alusten liikkeitä. AIS-laite integroidaan

navigointijärjestelmään ja se käyttää tietojen lähettämiseen VHF-taajuutta. Kuvassa 3 on kuvattu AIS:n rakenne.

SOLAS-sopimuksen luvun V, säännön 19 mukaan AIS täytyy asentaa kansainvälisessä liikenteessä kaikkiin laivoihin, joiden bruttovetoisuus on vähintään 300 GT, sekä kaikkiin matkustajalaivoihin koosta riippumatta.



Kuva 3. AIS:n rakenne (Lähde: <http://www.shinemicromicro.com/images/AIS.jpg>)

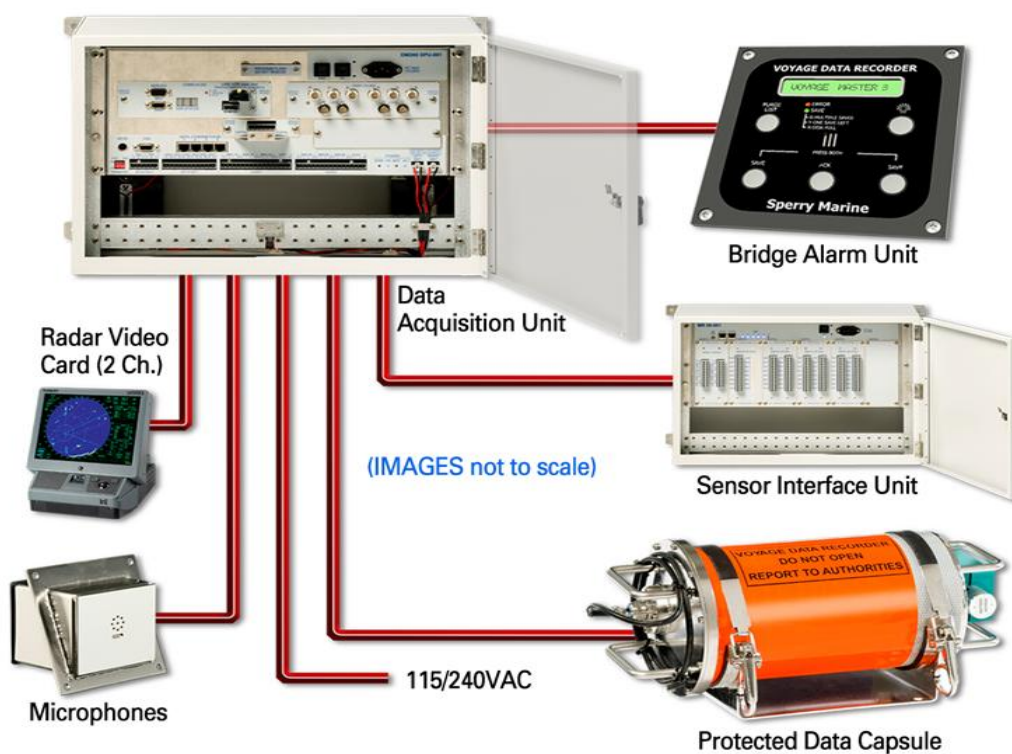
#### 2.4.9 Voyage Data Recorder

Voyage Data Recorder eli matkatiedon tallennin on aluksen ”musta laatikko”, joka tallentaa aluksen navigointiin liittyviä tietoja ja kommunikoinnin komentosillalla. Kuvassa 4 on havainnollistettu VDR:n tiedonlähteitä. Tietoja voidaan hyödyntää onnettomuustutkinnassa.

SOLAS-sopimuksen V luvun säännön 20 mukaan kansainvälisen liikenteen lastialukset on varustettava VDR-järjestelmällä, joka voi olla myös S-VDR-järjestelmä (Simplified Voyage Data Recorder) seuraavasti:

1. ”Lastialukset, joiden bruttovetoisuus on vähintään 20 000 ja jotka on rakennettu ennen 1.7.2002, ensimmäisen 1.7.2006 jälkeen tehtävän määräaikaisen telakoinnin yhteydessä, mutta kuitenkin viimeistään 1.7.2009.”
2. ”Lastialukset, joiden bruttovetoisuus on vähintään 3000, mutta alle 20 000 ja jotka on rakennettu ennen 1.7.2002, ensimmäisen 1.7.2007 jälkeen tehtävän määräaikaisen telakoinnin yhteydessä, mutta kuitenkin viimeistään 1.7.2010.” (IMO 2004)

Vain yllä mainitut, ennen 1.7.2002 rakennetut kansainvälisen liikenteen lastialukset, voidaan varustaa S-VDR-järjestelmällä, joka on yksinkertaistettu versio VDR-järjestelmästä. Kansainvälisen liikenteen matkustaja-alukset ja ro-ro-matkustaja-alukset sekä 1.7.2002 jälkeen rakennetut lastialukset, joiden bruttovetoisuus on vähintään 3000, on varustettava VDR-järjestelmällä.



Kuva 4. VDR:n tiedonlähteitä (Lähde: [http://www.sperrymarine.northrop-grumman.com/PageResources/964/vdr\\_diagram.jpg](http://www.sperrymarine.northrop-grumman.com/PageResources/964/vdr_diagram.jpg))

#### 2.4.10 GMDSS-radiolaitteisto

Merenkulun hätä- ja turvallisuusjärjestelmä on nimeltään GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System). Sen kehitystyö alkoi 1970-luvulla ja vuonna 1988 se hyväksyttiin IMO:ssa koskemaan kaikkia SOLAS-sopimuksen piiriin kuuluvia laivoja. Siirtymäkausi, jolloin järjestelmä tuli voimaan, oli 1.2.1992–1.2.1999. (Kelamo 2008:17) Kansainvälinen televiestintäliitto ITU (International Telecommunication Union) ohjeistaa vaaratilanteita koskevan radioliikenteen menettelytavat.

GMDSS-järjestelmässä laivan ollessa merellä sen on voitava SOLAS-sopimuksen kappaleen IV säännön 4 mukaan:

- lähettää hätäsanomia maihin vähintään kahdella erillisellä toisistaan riippumattomalla menetelmällä
- vastaanottaa rannikolta alukselle lähetettäviä hätäsanomia
- lähettää ja vastaanottaa hätäsanomia alukselta toiselle
- lähettää ja vastaanottaa etsintä- ja pelastusoperaatioihin liittyvä koordinoiva radioliikenne
- hoitaa pelastusoperaation tapahtumapaikan radioliikenne (On-scene Communications)
- lähettää ja vastaanottaa paikantamissignaaleita
- vastaanottaa oman liikennealueensa turvallisuussanomat (MSI, Maritime Safety Information)
- hoitaa yleinen (kaupallinen) radioliikenne
- hoitaa yhteydet komentosillalta toiselle (IMO 2004).

GMDSS-radiolaitteistoon kuuluvat laitteet:

- MF-, HF- ja VHF-radiopuhelin sekä niihin liitetyt DSC-laitteet
- radioteleksilaite MF- ja HF-radioihin
- Inmarsat-laitteisto, johon kuuluvat Inmarsat-B, Inmarsat-C sekä Inmarsat Fleet 77
- MSI-laite, joita ovat NAVTEX, Inmarsat-EGC sekä HF/NBDP
- EPIRB

- SART
- VHF-käsiradiopuhelimet (IMO 2004).

Maailman meret on jaettu neljään GMDSS-merialueeseen. Aluksen radiovarustus määräytyy sen mukaan, mille merialueelle se katsastetaan liikennöimään. Merialueet ovat seuraavat:

**A1** Merenkulkuviranomaisen perustama merialue, jolla on ainakin yhden VHF-rannikkoradioaseman peitto. Asemalla tulee toimia ympärivuorokautinen hätä- ja turvallisuuspäivystys VHF DSC -kanavalla 70 siten, että alueelta lähetetty mahdollinen VHF DSC -hälytys vastaanotetaan myös maissa. (IMO 2004)

**A2** Merenkulkuviranomaisen perustama merialue, pois luettuna mahdollinen A1-merialue. Alueella on vähintään yhden rannikkoradioaseman MF-radiopuhelimen peitto sekä siellä toimii ympärivuorokautinen hätä- ja turvallisuuspäivystys MF DSC-taajuudella 2187,5 kHz siten, että alueelta lähetetty mahdollinen MF DSC -hälytys vastaanotetaan myös maissa. (IMO 2004)

**A3** Inmarsat-satelliittijärjestelmän peittoalue, joka on alue noin 70°N–70°S, pois luettuina mahdolliset A1- ja A2-merialueet. Alueella toimii ympärivuorokautinen hätä- ja turvallisuuspäivystys Inmarsat-järjestelmän kautta siten, että alueelta lähetetty mahdollinen hälytys vastaanotetaan myös maissa. (IMO 2004)

**A4** Kaikkien edellä mainittujen alueiden ulkopuolelle jäävä merialue, pääasiassa maapallon napa-alueet. Hätä- ja turvallisuusliikenne hoidetaan HF-radiolla, jossa on DSC-toiminto ja mahdollisuus sekä puhe- että teleksiliikenteeseen kansainvälisillä HF-radion hätä- ja turvallisuustaajuuksilla. (IMO 2004)

#### 2.4.11 Satelliittikommunikaatio

Laivoilla satelliittikommunikaatio toteutetaan Inmarsat-laitteiston avulla. Inmarsat tarjoaa palveluita erilaisilla datansiirtonopeuksilla: Inmarsat-B, Inmarsat-C,



FleetPhone, Fleet 33, Fleet 55, Fleet 77 ja FleetBroadBand. Kuten edellä mainittiin, näistä Inmarsat-C, Inmarsat-B ja Fleet 77 kuuluvat GMDSS-radiolaitteistoon. Palveluiden avulla voidaan soittaa satelliittipuheluita, lähettää fakseja, teleksejä sekä sähköpostia ja käyttää Internetiä. Tämä mahdollistaa esimerkiksi ECDIS-järjestelmän päivitysten lataamisen Internetin kautta.

#### 2.4.12 Keskitetty hälytysjärjestelmä

Laivojen keskitetty hälytys-, turva- sekä informaatiojärjestelmä on integroitu komentosiltajärjestelmään. Hälytysjärjestelmä kokoaa tärkeitä navigointiin ja laivan hallintaan liittyviä tietoja yhteen pisteeseen. Informaatiota esittävä näyttö on englanninkielessä *Conning Display*; kuvassa 5 on Furunon esimerkki näytöstä. Sen tyypillisiä hälytyksiä ovat esimerkiksi seuraavat: tutkakohde liian lähellä, laiva ulkona asetetuista reittirajoista, ohjaushälytykset, navigointivaloissa vikaa, kompassivika, jännitesyöttövika laitteessa, koneautomaation hälytykset jne. Järjestelmä hälyttää keskitetysti, kun jokin siihen kytketty hälytys havaitaan aktiivisena. Järjestelmään kuuluu paneeleita, joista hälytyksiä voidaan kuitata myös keskitetysti.



Kuva 5. Furunon komentosillan informaatiojärjestelmän Main Conning –sivu, josta selviää eri laitteiden tuottamaa informaatiota. (Lähde: [http://www.furuno.fi/eng/products/bridge\\_information\\_system/](http://www.furuno.fi/eng/products/bridge_information_system/))

#### 2.4.13 Ship Security Alert System

Ship Security Alert System (SSAS) on laivojen piilotettu hälytysjärjestelmä, jolla saadaan toteutettua hiljainen hälytys aluksen joutuessa esimerkiksi terroristien hyökkäyksen kohteeksi. Järjestelmä on pakollinen kaikissa ulkomaanliikenteen aluksissa SOLAS-sopimuksen luvun XI-2 säännön 6 mukaan.

Hälytysjärjestelmä toimii Inmarsat-satelliittijärjestelmän kautta. Hätäpainiketta painettaessa järjestelmä lähettää viestin sekä viranomaisille että aluksen varustamolle. Viesti sisältää aluksen paikkatiedon, joka päivittyy tietyin aikavälein.

#### 2.4.14 DP-laitteisto

Dynaamisen paikannusjärjestelmän toimintaperiaatteena on pitää laiva halutulla paikalla pohjan suhteen, suhteellisesti liikkuvaan kohteeseen tai liikkumalla ennalta määritettyä reittiä mahdollisimman taloudellisesti ja koneita säästäen. Paikkatietoa ja aluksen liikkeitä seurataan esimerkiksi luotaamalla meren pohjalla sijaitsevia lähettämiä, hyrräkompassilla tai satelliittinavigointijärjestelmällä. Saadut tiedot syötetään DP-järjestelmän tietokoneeseen, joka käsittelee tietoja ja antaa käskyjä aluksen koneistolle.

DP-järjestelmä on nykyään laajalle levinnyt ja se on käytössä hyvin monenlaisissa aluksissa, mm. sukellustöissä avustavissa aluksissa, tutkimusaluksissa, huoltoaluksissa, varastotankkereissa, ruoppaajissa ja heavy lift -aluksissa.

#### 2.4.15 Peräsinkoneen ohjauslaitteisto

Laivoissa on erilaisia mahdollisuuksia käyttää peräsintä, kuten käsiruori, erilaiset ohjausnapit ja -vivut, autopilotti, override-ohjaus jne. Kaikki laivan ohjausjärjestelmät jaetaan kahteen ryhmään: Follow UP (FU) ja Non Follow Up (NFU).

Aikaohjausta kutsutaan nimellä Non Follow Up. NFU-vipua tai -nappeja käytetään yleensä hätäohjauksena, sillä se on toimintavarma teknisen yksinkertaisuutensa vuoksi. NFU-ohjaus käynnistää ruoripumput ja kun siitä hellittää, pumput pysähtyvät. Peräsin jää siihen kulmaan, mihin se on ajettu. Ohjaus on ergonomisesti huono, sillä itse vipu ei välitä ohjaajalle peräsinkulmaa havainnollisesti. NFU-vipua käytettäessä on seurattava peräsinkulman osoitinta.

Matkaohjausta kutsutaan nimellä Follow Up. FU-vivun asento vastaa käskyä peräsimen asennoksi, eli peräsimen asennon tuntee vivun asennosta. Täten voi keskittyä aluksen navigointiin paremmin ja seurata käännösnopeusmittaria. FU-ohjaus on käytössä NFU-ohjausta turvallisempi, sillä alus pysyy helpommin ohjaajan hallinnassa.

#### 2.4.16 Potkurin ohjauslaitteisto

Dieselsähköiset propulsiojärjestelmät sekä nykyaikainen digitaalihydrauliikka ovat mahdollistaneet potkureiden tarkan kierrosluvun säätämistä käyttäjälle helppoa. Alukseen asennetaan erilaisia potkureita riippuen siltä vaadittavista ohjailuominaisuuksista. Ratkaisut vaihtelevat aina perinteisestä akseli-peräsinyhdistelmästä nykyaikaisiin Azipod – potkurijärjestelmiin. Komentosiltahenkilökunnalle aluksen paremmat ohjailuominaisuudet tuovat sillalle uutta tekniikkaa hyödyntäviä ohjauslaitteistoja, jotka ovat merkittävä osa integroitua komentosiltajärjestelmää eritoten DP-aluksissa. Kuvassa 6 on Kongsberg'in uusinta komentosiltatekniikkaa, jota käytetään offshore-aluksissa.



Kuva 6. Kongsberg K-Master integroitu työasema offshore-aluksille.  
 ([http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0239.nsf/obj/k-master-761x625.jpg/\\$File/k-master-761x625.jpg?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0239.nsf/obj/k-master-761x625.jpg/$File/k-master-761x625.jpg?OpenElement))

### 3 ESIMERKKEJÄ KOMENTOSILTARATKAISUISTA

Seuraavaan on kuvattu kaksi erilaista komentositratkaisua. Molemmat laivat on rakennettu vuonna 1999, mutta komentositrat on toteutettu huomattavin eroavaisuuksin. Ensimmäinen, M/S Claudian, komentositla vastaa 1960-luvun komentositlasuunnittelua ja jälkimmäinen, M/S Finnclipperin, komentositla on sekä nykyaikainen että integroitu.

## 3.1 M/S Claudian komentosilta

Vuonna 1999 Saksassa rakennettu M/S Claudia on hollantilainen kappaletavara-alus.

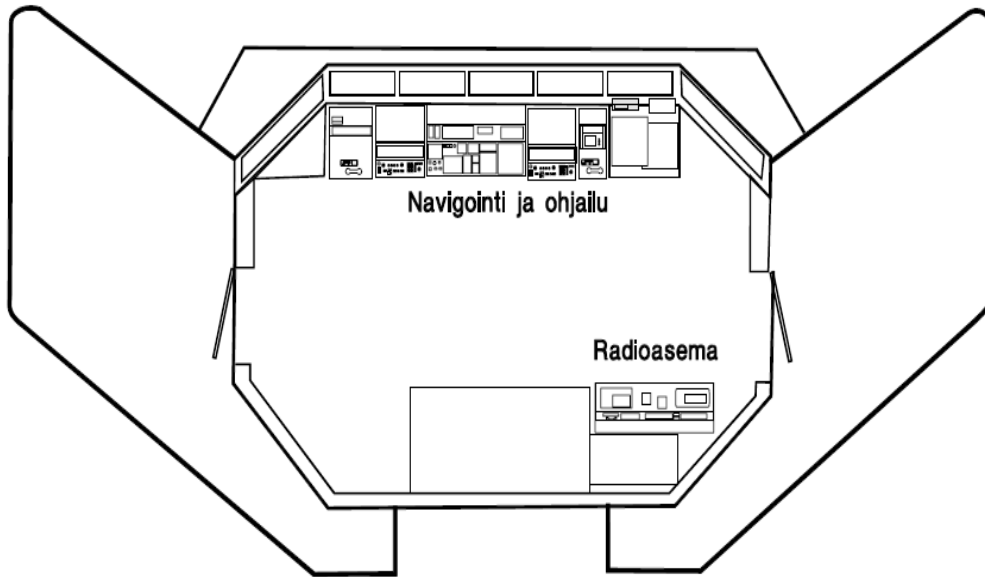
Aluksen tiedot:

Kotisatama	Delfzijl, Hollanti
IMO-numero	920 1798
MMSI-numero	245 772 000
Tunnuskirjaimet	PCHE
Rakentaja ja rakennusvuosi	Niestern Sander B.V. Delfzijl Yard /1999
Jääluokka	100 1A
Syväys, kesä	5,91m
Brutto	4235
Netto	2100
Suurin pituus	108,5 m
Suurin leveys	15,9 m
Koneteho	2880 kW
Suurin nopeus	15 solmua



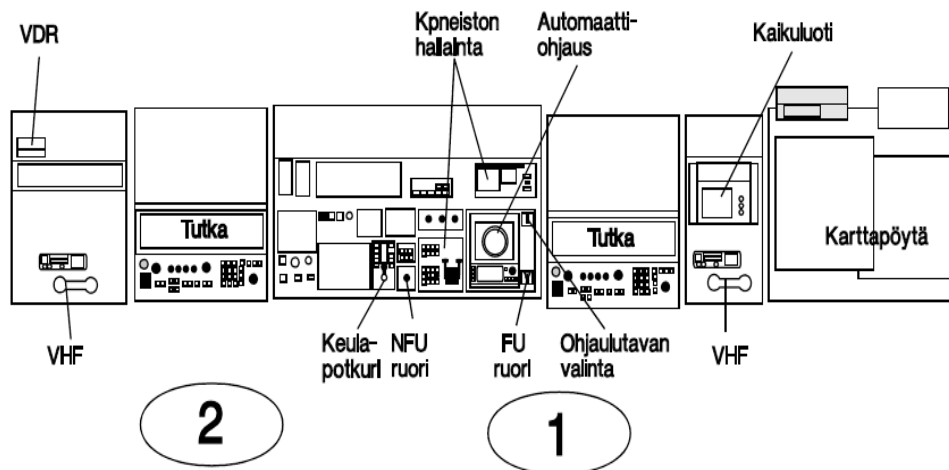
Kuva 7. M/S Claudia

(Lähde: [http://scheepsfotoruilbeurs.weblog.nl/photos/uncategorized/2008/11/04/claudia\\_wb\\_8606\\_tvdz\\_ph.jpg](http://scheepsfotoruilbeurs.weblog.nl/photos/uncategorized/2008/11/04/claudia_wb_8606_tvdz_ph.jpg))



Kuva 8. M/s Claudian komentositapiirros  
(Onnettomuustutkintakeskus, Tutkintaselostus C2/2007M)

Kuva 8 osoittaa, että navigointilaitteet on järjestetty pitkään konsoliin komentosillan etuseinällä, kuten 1960-luvulla oli tapana. GMDSS-radioasema on takaseinällä oikealla. Laiva on rakennettu vuonna 1999, mutta komentosilta on aikaansa nähden vanhanaikainen.



Kuva 9. M/s Claudian ohjailu- ja navigointikonsoli. (Onnettomuustutkintakeskus, Tutkintaselostus C2/2007M)

Kuvassa 9 numerot 1 ja 2 ovat navigaattoreiden työpisteitä. Numero 1 on vahtiperämiehen työpiste. Työpisteen edessä on tutka, oikealla ovat VHF-

radiopuhelin, kaikuluotain ja karttapöytä. Työpisteen vasemmalla puolella ovat automaattiohjaus, FU (Follow Up, matkaohjaus), ohjailutavan valintakytkin ja koneiston hallintalaitteet.

Numero 2 on avustavan navigaattorin työpiste, jonka edessä ovat tutka ja VHF-radiopuhelin. Tästä työpisteestä ei voi ohjata ja katsoa tutkaa samanaikaisesti.

Komentosillan navigointilaitteita:

- ARPA-tutka, Furuno / FR 2115, x-band (oikealla puolella)
- Semi-ARPA-tutka, Furuno / FR 2115, x-band, (vasemmalla)
- hyrräkompassi, C. Plath Navigat
- magneetikompassi, C. Plath Navipol
- automaattiohjaus, C. Plath Navipilot v HSC
- kaikuluotain, Furuno / FE-700
- GPS/DGPS, Furuno / GP-80
- VDR, Danalac DM 300

### 3.2 M/S Finnclipperin komentosilta

M/s Finnclipper on vuonna 1999 Espanjassa valmistettu ruotsalainen ropax-alus. Vuonna 2004 alus oli vielä Suomen lipun alla.

Aluksen tiedot:

Kotisatama	Malmö
IMO-numero	9137997
MMSI-numero	266 192 000
Tunnuskirjaimet	SFZO
Rakennusvuosi ja -paikka	1999 / Puerto Real, Espanja

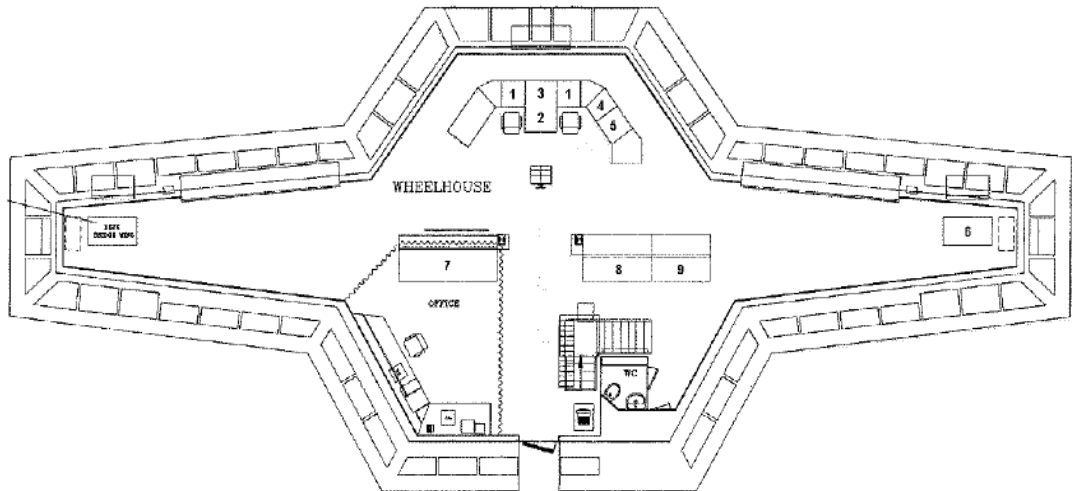
Jääluokka	1A
Suurin syväys kesämerkissä	6.32 m ( $\rho=1.000$ )
Brutto	29 841
Netto	8 452
Kaistametrin	2200
Suurin pituus	188,30 m
Rungon leveys (ilman siipiä)	28,70 m
Kantavuus (kuollut paino)	8680 Dwt
Koneteho	4 x 5760 kW
Liikennöinti nopeus	22 solmua



Kuva 10. M/S Finnclipper

(Lähde: [http://www.faktaomfartyg.se/finnclipper\\_1999\\_b\\_10.htm](http://www.faktaomfartyg.se/finnclipper_1999_b_10.htm))





Kuva 11. Finnclipperin komentosiltasuunnittelu vastaa nykyaikaista integroitua komentosiltaa. (Onnettomuustutkintakeskus, Tutkintaselostus B 1/2004 M)

Kuvassa 11 olevien numeroiden selitykset:

1. tutka
2. peräsimen ohjauskytkin, peräsimen ohjauksen yliottokytkin (Override tiller), KaMeWa-joystick, keulapotkurin ohjauspaneeli, potkurien ohjauspaneeli
3. Conning-näyttö ja automaattiohjauksen näyttö
4. ECDIS
5. IACMS-painolastiohjelma
6. tutkan ja ECDIS-järjestelmän toisionäyttö, peräsimen ohjauskytkin, KaMeWa-joystick ohjauskytkin, keulapotkurin ohjauspaneeli
7. karttapöytä
8. turvallisuuspaneeli
9. GMDSS-laitteisto

Finnclipperin komentosilta on moderni, integroitu komentosilta, josta löytyvät kaikki nykyaikaiset laitteet. Koska komentosilta on moderni ja laitteita on paljon, vaatii se käyttäjältä niiden hyvää tuntemusta. Komentosilta on nykyaikainen cockpit-komentosilta (kuva 12), jossa kaikki laitteet ovat käden ulottuvilla ajopaikalla toisin kuin M/s Claudian komentosillalla. Tämä helpottaa ajamista keskikonsolista.



Kuva 12. Finnclipperin komentosilta

(Lähde: [http://www.faktaomfartyg.se/finnclipper\\_1999\\_inr\\_3.htm](http://www.faktaomfartyg.se/finnclipper_1999_inr_3.htm))

Komentosillan navigointilaitteita:

- integroitu navigointijärjestelmä, Sperry Marine VMS-VT
- automaattiohjaus, Sperry Marine ADG 3000 VT Steering control
- S-Band, tutka Sperry Marine VMS-VT
- X-Band, tutka Sperry Marine VMS-VT
- DGPS-paikanmäärittäyslaitte, Leica DGPS MK 10
- DGPS-paikanmäärittäyslaitte, Leica DGPS MX420 / AIS
- hyrräkompassi, C.Plath Navigat 2100 Fiber-optic Gyro Compass
- hyrräkompassi, Sperry Marine MK 37 VT Digital Gyro Compass
- magneettikompassi, Magnetic Compass SR3 John Lilly and Gilly Ltd.
- nopeuden ja matkan mittaus, Sperry Marine Two Axis Doppler log
- elektroninen karttaohjelma, Adveto ECDIS
- elektroninen karttamateriaali, C-MAP
- kaikuluotain, Sperry Marine ES 5000
- AIS, Leica & STN Atlas Marine Electronic X531 UAIS
- tuulimittari, Walker Thomas
- vakavuuslaskentaohjelma, Onboard-NAPA

- MF/HF Radio, Furuno AA-50
- VHF-radiopuhelin, 3 x Furuno FM8500
- GMDSS VHF-radiopuhelin 3 x Navico Axis 250 GMDSS
- Inmarsat-C Furuno Felcom 11.

## 4 VALMISTAJIA

Integroitujen komentosiltojen valmistajia on useita. Markkinoilla on komentosiltajärjestelmiä, jotka ovat tietyn yhtiön kehittämiä ja valmistamia ja yhtiö vastaa kokonaisuuden integroinnista ja testaamisesta. Markkinoilla on myös komentosiltajärjestelmiä, jotka ovat koottu useiden laitevalmistajien tuotteista. Tällöin laivan rakentava telakka pääosin integroi komentosiltalaitteet ja -järjestelmät.

Jälkimmäinen vaihtoehto voi tuoda mukanaan ongelmia. Esimerkiksi päivityksissä ja huolloissa joudutaan tilaamaan eri yhtiöistä huoltohenkilökuntaa, eikä tarkkaa tietoa vikatilanteiden vastuusta ole.

Kun varustamo aluksen suunnitteluvaiheessa tekee sopimuksen sellaisen komentosiltajärjestelmän valmistajan kanssa, jolla on oma asennus-, huolto- ja koulutuspalvelu, sopimus on mahdollisesti varustamolle kalliimpi vaihtoehto, mutta ylläpitokustannukset ovat todennäköisesti edullisempia. Varustamon henkilökunta saa koulutusta juuri oman laivansa komentosiltaan valmistajan tarjoamana, mikä lisää henkilökunnan osaamista.

Seuraavassa kuvaillaan lyhyesti eri valmistajia sekä niiden laite- tai järjestelmäuutuuksia.

### 4.1 Furuno

Furuno on maailmanlaajuinen merenkulkuelektroniiikan toimittaja. Konsernin palveluksessa on noin 2500 henkilöä ja toimintaa on yli 40 maassa.

Furuno Finland Oy on japanilaisen Furuno Electric Co., Ltd:n omistama tytäryhtiö. Yritys tuo maahan, toimittaa, asentaa ja huoltaa navigointi-, kommunikaatio- ja kalanetsintälaitteita sekä -järjestelmiä Suomessa ja ulkomailla.

Emoyhtiö Furuno Electric Co., Ltd. on perustettu 1948. Yhtiön ensimmäinen tuote oli kaikuluotain paikallisille kalastajille, ja se oli ensimmäinen maailmassa.

Furuno on ollut edustettuna Suomessa 1960-luvun lopulta alkaen, aluksi agenttiyhtiöinä ja vuodesta 1991 alkaen emoyhtiön perustamana ja omistamana Furuno Suomi Oy:nä. Vuonna 2002 Furuno osti Aspolta Navintra Oy:n. Furuno Finland Oy perustettiin vuonna 2003, kun Furuno Navintra Oy ja Furuno Suomi Oy yhdistyivät. (Furuno Finland)

## 4.2 Sperry Marine

Sperry Marine on perustettu 1997, kun kolme merenkulun alan yritystä, Sperry Marine, Decca ja C. Plath, yhdistyivät. Yhdysvaltalaisen Sperry Gyroscope Companyn perusti vuonna 1910 Elmer A. Sperry, joka patentoi ensimmäisen yksihyrräisen ballistisen hyrräkompassin sekä kehitti ensimmäisen autopilotin nimeltä ”Metal Mike” vuonna 1911.

Brittiläinen Decca Company oli perustettu ennen 1. maailmansotaa. Yhtiö valmisti alunperin gramofoneja sekä gramofonilevyjä. Sittemmin yhtiö kehitti Decca-radionavigointijärjestelmän, joka poistui käytöstä vuoden 2000 lopussa GPS:n yleistyttyä (Kelamo 2008:23). 1950-luvulla Decca julkaisi ensimmäisen merenkulun tutkan. Tunnettu BridgeMaster-tutka on Deccan tuote.

Saksalainen C. Plath -yhtiö perustettiin jo 1837, jolloin se alkoi tuoda merenkulun kirjallisuutta, karttoja sekä sekstantteja Isosta-Britanniasta Saksaan. Sittemmin yhtiö on tullut tunnetuksi erilaisen merenkulun elektroniikan valmistajana. (Sperry Marine Corporate History)

Sperry Marinen uusinta tekniikkaa edustavat monitoimiset työasemat VisionMaster FT TotalWatch, joilta voidaan käyttää saman konsolin kautta mm. tutkaa, ECDIS:tä, koneiston automaatiota, keskitettyä hälytysjärjestelmää, Conning-näyttöä ja valvontakamerajärjestelmää. Kuvassa 13 on esitetty Sperry Marinen uusinta tekniikkaa. Järjestelmä sisältää myös online tukijärjestelmän, joka löytyy liitteestä 3.



Kuva 13. Sperry Marinen VisionMaster FT

(Lähde:[http://www.sperrymarine.northropgrumman.com/CustomPages/News/news-and-press-releases\\_details.aspx?id=129](http://www.sperrymarine.northropgrumman.com/CustomPages/News/news-and-press-releases_details.aspx?id=129))

### 4.3 Kongsberg

Kongsberg Maritime on osa norjalaista teknologian yritystä, Kongsberg Gruppenia. Kongsberg Maritime on perustettu vuonna 1957, jolloin sen nimi oli Autronica. Vuonna 1972 yhtiö julkisti ensimmäisen tietokoneistetun hälytys-, valvonta- ja hallintajärjestelmän, DataChiefin. Vuonna 1975 ensimmäinen DP-järjestelmä saatiin valmiiksi ja myydyksi. (Kongsberg Maritime History)

Nykyään yhtiö on erikoistunut DP-, navigointi- ja komentosiltajärjestelmiin, merenkulun automaatioon, lastinhallinta- ja määräsensoreihin sekä koulutussimulaattoreihin.

Kuvasta 6 (s. 32) näkyy Kongsbergin uusinta komentositatekniikkaa, jota käytetään offshore-aluksissa.

#### 4.4 Raytheon Anschütz

Saksalainen Anschütz & Co. perustettiin vuonna 1905. Edellisenä vuonna tohtori Hermann Anschütz-Kaempfe oli kehittänyt ensimmäisen hyrräkompassin, jota voitiin käyttää laivassa. Yhtiön tehtaot tuhoutuivat 2. maailmansodan aikana ja ne rakennettiin uudelleen vuonna 1952.

Nykyään yhtiö on erikoistunut integroituihin komentositajärjestelmiin sekä navigointilaitteisiin. Yhtiöllä on 500 työntekijää ympäri maailmaa. (Raytheon Anschütz, Company Profile)

Raytheon Anschütz on myös tuonut markkinoille monitoimisia työasemia. Sperry Marinen tapaan myös Raytheonin NSC Radar/Chartradar –konsolista (kuvassa 14) voi käyttää mm. tutkaa, ECDISTä, keskitettyä hälytysjärjestelmää ja autopilottia. Raytheon on tuonut markkinoille uusiin työasemiinsa laajakuvanäytöt, joka parantavat kuvan laatua. (Raytheon Anschütz, NSC Radar/Chartradar)



Kuva 14. Raytheon Anschützin NSC Radar/Chartradar –työasema  
(Lähde:<http://www.raytheonanschuetz.com/index.php?StoryID=57&pid=22>)

## 4 KOMENTOSILLAN TULEVAISUUS

Merenkulun navigointi on muuttumassa. Siirtyminen paperisilta merikartoilta digitaaliseen teknologiaan merkitsee uutta aikakautta navigoinnissa. Teknologian kehitys on mahdollistanut integroitujen komentosiltojen kehittämisen. Komentosillan laitteiden yhteensopivuus ja –toimivuus ovat keskeinen tekijä toiminnoiltaan turvallisessa integroidussa komentosillassa.

Furuno Finland Oy:n mukaan integroitujen komentosiltojen järjestelmien ja laitteistojen varmentaminen tulee lisääntymään ja laitteiden hyväksynät muuttuvat enemmän järjestelmähyväksynnöiksi. Yksittäiset laitteet tulevat olemaan enemmän sidoksissa toisiinsa, tai vaihtoehtoisesti useampi yksittäinen laite voidaan korvata yhdellä monitoimisemmalla laitteella. (Airissalo 2010)

### 4.1 Keskeiset kehityspiirteet

Viime vuosina kehityskohteena on ollut merenkulun telematiikka, joka käsittää tiedonhallintasovellutukset, joiden tarkoitus on parantaa merenkulun turvallisuutta, tehokkuutta ja taloudellisuutta. (Merenkulkulaitos 2002) Käytännössä merenkulun telematiikka Suomessa käsittää Liikenneviraston, entisen Merenkulkulaitoksen, VTMISS-toiminnot (Vessel Traffic Management and Information System), kuten alusliikennepalvelut VTS (Vessel Traffic Service). Suomenlahden kansainvälisellä merialueella on käytössä GOFREP-järjestelmä (Gulf of Finland Reporting System), joka on Suomen, Venäjän ja Viron yhteistyössä ylläpitämä alusten pakollinen ilmoittautumisjärjestelmä. Sujuva tiedonvaihto maa-asemien kanssa antaa aluksille entistä paremmat mahdollisuudet toimia. Taulukossa 1 on yhteenveto Liikenneviraston tärkeimmistä VTMISS-toiminnoista.

Järjestelmä	Pääasialliset funktiot / palvelut	Omistaja ("vastaa")	Ylläpitäjä ("vastaa toimivuudesta")	Käyttöoperaattori ("käyttää")
VTS (Vessel Traffic Service)	Alusten ohjaus- ja tukipalvelu. Informaation välitys VTS-keskuksen ja alusten välillä	Asianomainen merenkulkupiiri	Asianomainen merenkulkupiiri	Asianomainen merenkulkupiiri
AIS-verkko (Automatic Ship Identification System)	Alusten paikannus ja tunnistus. Informaation välitys VTS-keskuksen ja alusten välillä	MKL:n keskushallinto	MKL:n keskushallinto	Asianomainen merenkulkupiiri
Port@Net	Erilaiset satama- ja aluspalvelut, tullaus, alusvalvonta	MKL:n keskushallinto, tulli, satamat ("osakkaat")	MKL:n keskushallinto, tulli, satamat ("osakkaat")	Rekisteröityneet käyttäjät, useita osapuolia
PilotNet	Luotsaustoimintojen ohjaus	MKL:n keskushallinto	MKL:n keskushallinto	Asianomainen merenkulkupiiri
IBNet + IBPlott	Jäänmurto-toimintojen ohjaus	MKL:n keskushallinto	MKL:n keskushallinto	Asianomainen merenkulkupiiri
Muut rekisterit, tietovarastot *	Perustietovarastoja aluksista, väylistä, väylien laitteista ja varusteista	MKL:n keskushallinto sekä asianomainen merenkulkupiiri	MKL:n keskushallinto	MKL:n keskushallinto sekä asianomainen merenkulkupiiri

MKL:n keskushallinnon eri osastoilla ja toimistoilla on erikseen määriteltyjä vastuita esim. tietojen koordinoinnin, järjestelmien kehittämisen ja palvelinten ja järjestelmien ylläpidon suhteen

\* Meriliikenteen perusrekisterejä ovat:

- Väylärekisteri; tietoja fyysisistä vesiväylistä
- Turvalaiterekisteri (VATU); tietoja turvalaitteista
- SHIP; tietoja Suomessa käyneistä aluksista, alusrekisteri
- SAILOR; tietoja merenkulkijoiden pätevyystodistuksista
- SYRE; tietoja vesialueiden syvyyksistä
- VARE; varmistettujen alueiden rekisteri
- PORE; pohjatutkimusrekisteri.

Taulukko 1. Yhteenveto Liikenneviraston tärkeimmistä järjestelmistä (Merenkulkulaitos 2002)

Entistä tärkeämmiksi nousevat tulevaisuudessa alusliikennepalvelun (VTS) tarjoamat palvelut aluksille sekä varsinkin niiden tuottamat ja välittämät tiedot alusten navigoinnin tueksi. Tämä on osa myöhemmin tässä työssä käsiteltävää e-Navigointia.

Satelliittipaikannus on muuttanut navigoinnin luonnetta ratkaisevasti. Uusi eurooppalainen satelliittipaikannusjärjestelmä Galileo tuo mukanaan uusia mahdollisuuksia ja mahdollistaa monien uusien sovellusten kehittämisen. Satelliitteihin tulee mahdollisesti SAR-prosessorit, jolloin ne olisivat MEOSAR



(Medium Earth Orbit Search and Rescue) –satelliitteja. Tämä tekniikka mahdollistaisi hätään joutuneen aluksen EPIRB –poijun tunnistuksen ja paikannuksen lähes välittömästi. Järjestelmä mahdollistaisi myös tietojen lähettämisen paikannettuun hätäpoijuun. (King 2008)

Kanadalainen datapalveluita tarjoava yritys exactEarth Ltd on kehittämässä AIS-palvelua, joka toimii satelliittien avulla. Systemi toimisi globaalisti, myös napa-alueilla. Näin ollen rahtaaajat, alusliikennepalvelut sekä pelastusoperaattorit saisivat reaaliaikaista tietoa laivasta. Palvelu on saatavilla kesäkuussa 2010. (Marine Reporter & Engineering News, 2009)

## 4.2 e-Navigointi

e-Navigointi on tulevaisuuden konsepti merenkululle ja sitä valvoville tahoille. Sen tarkoituksena on parantaa sekä mahdollistaa turvallista navigointia ja tiedon kulkua. Suuremmat ja nopeammat laivat, liikenteen lisääntyminen merillä ja miehistön vähentäminen ovat kaikki edesauttaneet tätä kehitystä. Myös vuoden 2001 terrori-iskut New Yorkissa vaikuttivat konseptin syntymiseen. Käytännön esimerkkinä on LRIT-laite (Long Range Identification and Tracking), jota Yhdysvallat ehdotti pakolliseksi eräisiin aluksiin SOLAS-sopimuksen kappaleen V säännön 19-1 mukaan. LRIT-laite lähettää aluksen paikkatietoa lippuvaltion merenkulkuviranomaiselle vähintään neljästi päivässä. Myös edellä mainittu exactEarth on käytännön esimerkki e-Navigoinnista.

Integroitujen komentosiltajärjestelmien käyttämä tekniikka sekä sen kehitys tulevat olemaan ratkaisevia yhdessä e-Navigoinnin strategian kanssa, kun harmonisoidaan ja standardisoidaan tiedonvaihtoa ja tiedon esittämistä käyttäjälle maissa sekä aluksella. Tulevaisuudessa e-Navigointi mahdollisesti tarjoaisi yksittäisen laivan nykyistä tarkemman monitoroinnin maista käsin sekä ajankohtaista tietoa navigoinnin tueksi. (E-Navigation)

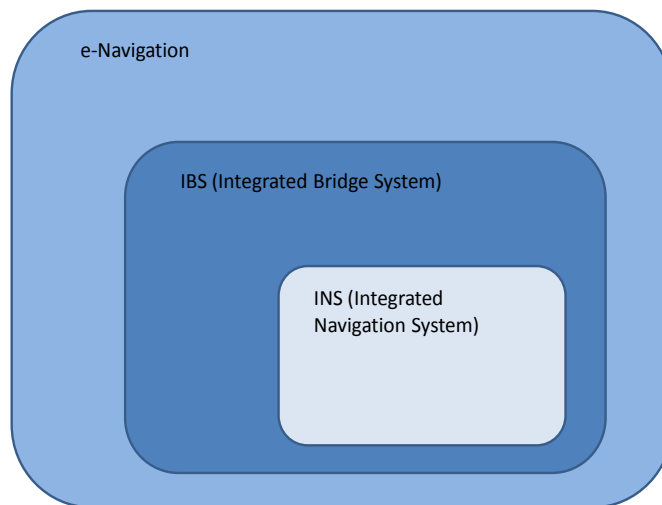
e-Navigointia on ollut suunnittelemassa yhteistyössä IMO:n kanssa kansainvälinen turvalaite- ja majakkajärjestö IALA (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities), joka on merenkulun turvalaitteiden

kansainvälistä koordinoitua hoitava järjestö. IALA määrittää e-Navigoinnin seuraavasti:

*“e-Navigation is the harmonised collection, integration, exchange, presentation and analysis of maritime information onboard and ashore by electronic means to enhance berth to berth navigation and related services, for safety and security at sea and protection of the marine environment”* (Nordic Navigation Conference, 2007)

Joulukuussa 2008 IMO:n merenkulun turvallisuuskomitea hyväksyi e-Navigointistrategian. Vuoteen 2012 mennessä on tarkoitus laatia toimeenpanosuunnitelma e-Navigoinnista. (IALA e-Navigation Committee)

Kuvassa 15 on kuvattu e-Navigoinnin rakennetta: INS - operaattorin työkalut komentosillalla, IBS – viitekehys, jossa toimitaan ja e-Navigation - laajempi viitekehys, joka sisältää myös maissa olevan operaattorin monitoroinnin.



Kuva 15. e-Navigoinnin rakenne

Liitteessä 3 on Sperry Marinen esimerkki online-järjestelmästä, joka on toteutettu VDR-järjestelmän, Inmarsat-laitteiston sekä aluksen tietokoneserverin avulla. Järjestelmän avulla voidaan antaa alukselle maista käsin tietoja ja tukea esimerkiksi navigoinnista, huollosta ja vikatilanteista. (iFleet Solutions)

### 4.3 Automaation kehitys

Kehittynyt komentosiltateknologia on automaatiota, jonka tavoitteena on parantaa merenkulun turvallisuutta. Kehittyneinkään teknologia ei kuitenkaan korvaa ihmistä, sillä se ei kannu vastuuta eikä tee päätöksiä. Automaatio on mahdollistanut konevalvomoiden miehittämättömyyden 1960-luvun lopusta lähtien, mutta komentosillalla se ei tule olemaan mahdollista. Radikaaleimmat tulevaisuuden ennustukset automaation kehityksen tuomista miehittämättömistä robottilaivoista eivät ole mielestäni realistisia.

Automaatiojärjestelmät eivät myöskään suoriudu tilanteista, joita ei ole ennalta määritelty. Automaatio on kuitenkin hyvä työkalu, koska se parantaa tarkkuutta, nopeutta, taloudellisuutta, havainnollisuutta ja korvaa useiden tehtävien osalta ihmistyötä. Tämä edellyttää sen oikeaa käyttöä ja käyttöön liittyvien riskien hallintaa. Pahimmillaan automaatio heikentää tilannetietoisuutta, lisää työkuormaa, luo puitteet virheen tekemiselle ja lopulta aiheuttaa onnettomuuden. Automaatiosta puhutaan usein kaksiteräisenä miekkana. Oikein käytettynä se tarjoaa komentosiltahenkilöstölle helpotusta samoihin asioihin, joita se väärin käytettynä pahentaa. Tulevaisuudessa automaation kehitys on yksi olennainen tekijä komentosiltojen kehityksessä. (Merenkulkulaitos 2007)

Integroiduissa komentosiltajärjestelmissä on mm. automaation avulla toimiva keskitetty hälytysjärjestelmä. Ongelmana on ollut hälytysten priorisointi, joka korostaisi kullekin tilanteelle kriittiset hälytykset. Ratkaisuna tähän voisi olla integroitujen järjestelmien vakioiminen, joka parantaisi vikatilanneturvallisuutta. Ilmailualalla matkustajalentokoneissa käytetään keskitettyä diagnostiikka- ja varoitusjärjestelmää, jonka kautta lentäjä saa kaikki automaattiseen lennonohjausjärjestelmään liittyvät varoitukset ja hälytykset yhden hälytysmonitorin kautta. Tieto tulee viasta, sen vaikutuksesta koko järjestelmän toimintaan sekä tulee myös ohjeet kyseisessä tilanteessa vaadittavista korjaavista toimenpiteistä. Tällä järjestelmällä parannetaan vikatilanteiden hallintaa ja vähennetään inhimillisen

virheen mahdollisuutta. Toisaalta tämä voi myös johtaa siihen, että käyttäjä luottaa sokeasti koneen antamiin ohjeisiin. (Ahvenjärvi 2003:68)

Finnairin Airbus-laivaston päällikkö, lentokapteeni Pekka Peräkylä vastaa kysymykseen: kuinka varmistetaan, että lentäjä hallitsee mahdollisen automaation häiriötilanteen?

*”Airbusin fly-by-wire-ohjausjärjestelmän suojaukset huolehtivat siitä, että lentäjä ei voi ’kaataa’ konetta, ei lentää liian kovaa eikä liian hiljaa, eikä rikkoa rakenteita liian rajuilla ohjainliikkeillä. Järjestelmässä on selftest- ja diagnoosijärjestelmät ja rinnakkaiset laskimet, jotka ilmoittavat mahdollisesta häiriöstä. Äärimmäisessä tilanteessa Airbusia voi ohjata ’suoraan’ ilman suojauksia, niin kuin mitä tahansa lentokonetta. Järjestelmien ’vammutumisia’ harjoitellaan simulaattorissa kolmesti vuodessa.”* (Vanhala 2009)

Ilmailun puolella kehitys ja vakiointi ovat olleet huomattavasti helpompia kuin merenkulun alalla, sillä tietyt konetyypit ovat keskenään samanlaisia. Konemallin kehitys alkaa prototyypin valmistuksesta, jolla tehdään mittavia koelentoja ja kokeita sekä kehitetään järjestelmiä kunnes kone on valmis sarjatuotantoon. Merenkulkualalla vastaavanlainen kehitys voisi olla mahdollista, jos integroidut komentosiltajärjestelmät standardisoitaisiin tarkemmin tietyille alustyypeille.

*Erilaisten elektroniikkavikojen aiheuttamien onnettomuuksien riski on kasvanut erityisesti 1990-luvulla laivoilla tapahtuneen automaation lisääntymisen myötä. Riskin arvioidaan edelleen kasvavan lähitulevaisuudessa, kun laitteet ikääntyvät. Aluksen ohjailuun, energiantuotantoon ja propulsioon liittyvistä elektronisista vioista systemaattisesti kerättävä ja analysoitava tieto auttaisi mm. tunnistamaan ja arvioimaan keinoja, joiden avulla voidaan vähentää tai välttää etenkin vaarallisia vikoja tai häiriöitä. Tietojen perusteella voidaan myös parantaa vaarallisten vika- ja häiriötilanteiden hallintaa laivoilla ja tehokkaasti rajoittaa vikojen seurausvaikutuksia.* (Merenkulkulaitos 2006)

## 5 KEHITYKSEN VAATIMUKSET MERENKULUN KOULUTUKSEEN

Merenkulkualan koulutuksen rakenne, sisältö ja toteutus pohjautuvat IMO:n STCW-yleissopimukseen. Sopimus asettaa minimivaatimukset merenkulkualan koulutukselle ja pätevyysvaatimukset laivahenkilöstön edellytyksille toimia tehtävissään. Suomi on ratifioinut yleissopimuksen ja näin sitoutunut sen tavoitteisiin.

Pelkästään STCW -yleissopimuksen minimivaatimukset eivät takaa, että asianmukaisen pätevyyskirjan omaava henkilö osaisi käyttää integroitua komentosiltaa. Liitteessä 1 olevassa IMO:n päätöslauselmassa integroidun komentosillan suorituskykynormeista todetaan: Integroituja komentosiltajärjestelmiä tulisi pystyä käyttämään henkilö, jolla on asianmukainen sertifiikaatti.

Kehittyvän teknologian vuoksi käyttäjän tulee kouluttautua ja päivittää tietojaan jatkuvasti. Perinteiset merimiestaidot, kuten astronominen navigointi, ovat jäämässä historiaan. Siksi koulutuksessa tulisi keskittyä enemmän nykyaikaisten simulaattorijärjestelmien käyttöön sekä käytännönläheiseen harjoitteluun. Oppilaitosten resurssit tuntuvat olevan alhaiset, joten yhteistyö esimerkiksi varustamoiden tai laitevalmistajien kanssa on ollut mahdollisuuksia avaava ratkaisu.

*Merenkulku on turvallisuuskriittistä toimintaa, jossa ihminen on merkittävässä roolissa. Jotta ihminen voisi toimia turvallisesti, on hänen työnsä edellytyksien oltava kunnossa. Tämä tarkoittaa, että hänen osaamisensa taso on varmistettu riittävällä koulutuksella ja hänen käyttämiensä järjestelmien ja laitteiden on tuettava hänen toimintaansa. Käytössä olevien järjestelmien ja laitteiden käyttökoulutukseen sekä niiden hyödyntämiseen yhteistoiminnassa on panostettava. On siis luotava mekanismit, joilla voidaan auttaa ihmistä tekemään oikeita päätöksiä.*  
(Merenkulkulaitos 2006)

Satakunnan ammattikorkeakoulun merenkulun koulutusohjelman opetus-suunnitelmassa vuodelta 2001 annetaan tavoite Navigointilaitteistot II -kurssille:

*Opiskelija tuntee modernien integroitujen komentositajärjestelmien rakenteen, toiminnan ja käyttöominaisuudet, sekä simulaattoreissa ja koululaivalla olevat navigointijärjestelmät. Opiskelija hallitsee aihepiirin niin, että pystyy kohtuullisessa ajassa omaksumaan minkä tahansa integroidun navigointijärjestelmän toimintaperiaatteen ja käytön. (Satakunnan AMK 2001)*

Edellä mainittu kurssi oli kahden opintoviikon pituinen eli vastaa nykyistä kolmen opintopisteen kurssia. Näin ollen, kun yksi opintopiste vastaa 27 tunnin työpanosta, tulisi opiskelija ylittää tavoitteeseen 81 tunnin työpanoksella. Mielestäni tavoite on mahdollon. Merenkulun koulutuksen tulisi entistä enemmän keskittyä käytännönläheiseen koulutukseen, jotta opiskelija pystyisi kohtuullisessa ajassa omaksumaan minkä tahansa integroidun navigointijärjestelmän toimintaperiaatteen ja käytön.

## 5.1 Merenkulun simulaattorikoulutus Suomessa

Aboa Maressa, Turussa, ammattikorkeakoulu Noviassa on nykyisin Suomen suurin simulaattorikeskus, jossa on seitsemän komentosiltasimulaattoria ja lisäksi DP-simulaattori. Turussa on myös VTS- sekä MRCC-simulaattorit, joita voidaan käyttää komentosiltasimulaattoreiden yhteydessä. Aboa Maren simulaattorit on toteutettu yhteistyössä Furunon sekä suomalaisten ja ruotsalaisten varustamoiden kanssa.

Meriturvan Otaniemen simulaattorikonaisuuden muodostaa kolme täyden mittakaavan komentosiltavarustuksella toteutettua aluksenkäsitelysimulaattoria. Vuoden 2010 alusta Otaniemen simulaattori siirtyi Novian alaisuuteen. Siirron ansiosta ammattikorkeakoulu Novia vahvistaa asemaansa Suomen merenkulkuklusterin toimeksiantokoulutuksen sektorilla (Yrkeshögskolan Novia tar över simulatorcenter i Otnäs).

Raumalla Satakunnan ammattikorkeakoulussa voi harjoitella navigointi- ja aluksenkäsitelytaitoja vuonna 2003 valmistuneella Transas-laivasimulaattorilla tai kolmella 1990-luvulla valmistuneella komentosillalla. Lisäksi Raumalla on DP-simulaattori.

Kotkassa Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa on kolme vanhanaikaista komentosiltasimulaattoria, joiden käyttöaste on omien kokemusteni perusteella alhainen. Rakenteilla on yhteistyössä Etelä-Kymenlaakson ammattiopiston kanssa simulaattorikeskus, jossa tulee olemaan nykyaikaiset komentosiltasimulaattorit.

Ilmailun puolella liikennelentäjien käytännönläheinen koulutus on jo pitkään hoidettu tyyppikohtaisilla simulaattoreilla. Esimerkiksi Finnairin lentäjät käyvät useamman kerran vuodessa simulaattorikursseilla, joilla harjoitellaan erilaisia vika- ja häiriötilanteita todellisuutta vastaavissa olosuhteissa. Tiettyjä tilanteita, kuten moottorin rikkoutuminen lähtökiihdytyksen aikana, harjoitellaan rutiininomaisesti jokaisen simulaattorikoulutusjakson yhteydessä. (Ahvenjärvi 2003:60)

Komentosiltajärjestelmien valmistajat tarjoavat koulutusta tuotteilleen. Esimerkiksi Furuno kouluttaa asiakkaitaan Turussa Aboa Maren simulaattoreissa.

## 5.2 Merenkulun kadettikoulutus maailmalla

Maailmalla merenkulun koulutuksella on pitkät perinteet työkokemuksen ja tekemisen kautta pätevoitymisestä. Suomessa merenkulun koulutuksessa käytettävä ohjattu laivaharjoittelu ei yleensä vastaa sille asetettuja vaatimuksia. Kun vahtimiehen pätevyyskirjan omaava henkilö menee ohjattuun laivaharjoitteluun, tulisi hänen suorittaa vahtimiehelle kuuluvat työtehtävät sekä saada samalla perämiehen pätevyyskirjaan vaadittavaa ohjattua harjoittelua. Tämä on monessa varustamossa mahdoton yhtälö, koska laivojen miehitys on mahdollisimman minimaalinen eikä harjoitteluvastaava ehdi keskittyä muuhun kuin omaan työhönsä. Ohjattua laivaharjoittelua tulee kehittää, jotta siitä saatava hyöty palvelisi merenkulun opiskelijaa paremmin.

Maailmalla merenkulun koulutuksessa on laajalti käytössä kadettijärjestelmä, jossa varustamot tarjoavat oppilaalle kadettisopimusta. Kadettijakson ajalta saa palkkaa sekä mahdollisuuden työllistyä varustamon palvelukseen perämiehenä. Kadettijärjestelmän etuna on käytännön läheinen koulutus aidossa työympäristössä.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Toimiva integroitu komentosilta on äärimmäisen monimutkainen, automaattinen järjestelmä, joka on riippuvainen lukuisista itsenäisistä osajärjestelmistä. Näiden osajärjestelmien tiedot kerätään yhteen ja järjestelmän tarkistettua ja suodatettua sekä virheet että häiriöt tiedot tulevat käyttäjän saataville. Nopeasti kehittyvä teknologia mahdollistaa jatkuvasti parannuksia ja päivityksiä nykyisiin järjestelmiin. Käyttäjän tulee pysyä mukana kehityksessä kehittämällä itseään.

Kehittyvä teknologia vaatii myös merenkulun standardeja ja määräyksiä laativilta tahoilta jatkuvaa työstämistä. Usein uusi tekniikka on saatavilla, mutta sille ei ole annettu virallista hyväksymistä. Myös määräykset ja standardit vaativat tarkentamista, jolloin tekniikan käyttö ja toiminta olisi todennäköisesti varmempaa. Niinkin yksinkertainen asia kuin komentosiltajärjestelmien ja laitteiden käyttövalikoiden sisällön vakioiminen auttaisi huomattavasti käyttäjän siirtymistä toisen valmistajan komentosiltaan. Tällöin hän tietäisi jo kokemuksen perusteella, mistä esimerkiksi tietty asetus muutetaan. Myös vikatilanneturvallisuus paranisi, kun automaation hälytykset priorisoitaisiin.

Nykyään markkinoilla on erilaisia ja erikokoisia komentosiltajärjestelmien valmistajia. Suurimmat ja merkittävimmät yhtiöt valmistavat, asentavat, integroivat ja testaavat tuotteensa sekä myös tarjoavat huolto- ja koulutuspalveluja asiakkailleen. Pienemmät yhtiöt valmistavat tiettyä osajärjestelmää tai laitetta, jolloin asennuksen ja integroinnin toteuttaa laivan rakentava telakka. Jälkimmäinen vaihtoehto tuo mukanaan monia ongelmia esimerkiksi vikatilanteiden vastuukysymyksissä. Standardien ja määräysten selkeyttäminen toisi selkeämmät ”pelisäännöt”.

Komentosilloille ei ole lähitulevaisuudessa tulossa todennäköisesti täysin uusia laitteita tai järjestelmiä, vaan uusi tekniikka mahdollistaa nykyisten laitteiden ja järjestelmien päivittämisen sekä parantamisen. Suurimpana ja merkittävimpana kehitysalueena ovat telematiikan tuomat mahdollisuudet, jotka tulevat tarjoamaan navigaattoreille suurta apua rutiineihin.



Tiedot opinnäytetyössä esitetyistä laiteuutuuksista pohjautuvat valmistajien julkaisuihin ja merenkulun artikkeleihin. Ongelmana oli saada tietoja valmistajilta suoraan, mikä tosin oli ennakoitavissa.

Merenkulun koulutusta tulee myös kehittää. Opiskelijoille on luotava puitteet, joissa käytännönläheistä ja laadukasta koulutusta voidaan toteuttaa. Oppilaitokset ovat oppilaita varten. Onko järkevää, että kolme merenkulun koulutusta antavaa ammattikorkeakoulua kilpailee oppilaista? Tulisi tutkia mahdollisuuksia yhdistää merenkulun koulutusta antavat oppilaitokset, mikä mielestäni parantaisi huomattavasti opetuksen laatua ja tasoa.

## LÄHDELUETTELO

About the IEC. Saatavissa: <http://www.iec.ch/helpline/sitetree/about/> [Viitattu 12.3.2010].

About ISO. Saatavissa: <http://www.iso.org/iso/about.htm> [Viitattu 12.3.2010].

Ahvenjärvi, Sauli 2003. Kun laivat ovat rautaa - ja softaa. Kokemäki: Satakunnan painotuote Oy.

Airissalo, Tero 2010. Sähköpostikeskustelu, Furuno Finland Oy:n Tero Airissalon kanssa helmi-maaliskuussa, 2010.

E-Navigation. Saatavissa: [http://www.imo.org/Safety/mainframe.asp?topic\\_id=1369](http://www.imo.org/Safety/mainframe.asp?topic_id=1369) [Viitattu 12.3.2010].

Electronic Charts. Saatavissa: [http://www.imo.org/safety/mainframe.asp?topic\\_id=350](http://www.imo.org/safety/mainframe.asp?topic_id=350) [Viitattu 12.3.2010].

Furuno Finland. Saatavissa: <http://www.furuno.fi/fin/yritys/tausta/> [Viitattu 15.3.2010].

Fortumin uusiin tankkeri ensi vierailulla Suomessa 2002. Saatavissa: [http://www.fortum.fi/news\\_section\\_item.asp?path=14020;14028;14029;25800;5533;13477](http://www.fortum.fi/news_section_item.asp?path=14020;14028;14029;25800;5533;13477) [Viitattu 12.12.2009].

GPS ja suomalaiset koordinaatitot. Saatavissa: <http://www.ncp.fi/koulutusohjelmat/metsa/PaikkatietoWWW/paikannus/gps7.htm> [Viitattu 12.12.2009].

IALA e-Navigation Committee. e-Navigation Frequently Asked Questions (Version 1.4 dated September 2009). Saatavissa: [www.ialathree.org/chapo/FAQS/FAQse-nav.pdf](http://www.ialathree.org/chapo/FAQS/FAQse-nav.pdf) [Viitattu 6.2.2010].

IACS. Saatavissa: <http://www.iacs.org.uk/default.aspx> [Viitattu 4.2.2010].

iFleet Solutions. Intelligent Business Resource Management. Sperry Marine. Saatavissa: [http://www.sperrymarine.northropgrumman.com/Products/Voyage\\_Data\\_Recorders/ifleet/applications](http://www.sperrymarine.northropgrumman.com/Products/Voyage_Data_Recorders/ifleet/applications) [Viitattu 7.2.2010].

IMO 2008. Performance Standards for Shipborne Radiocommunications and Navigational Equipment. London: International Maritime Organization.

IMO 2004. SOLAS Consolidated Edition, 2004. London: International Maritime Organization.

Inmarsat History. Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/Inmarsat> [Viitattu 10.12.2009].

Introduction to IMO. Saatavissa: <http://www.imo.org/> [Viitattu 12.3.2010].

ISO 2004. Standard 14612. Ships and marine technology - Ship's bridge layout and associated equipment - Additional requirements and guidelines for centralized and integrated bridge functions.

ISO 2007. Standard 8468. Ships and marine technology - Ship's bridge layout and associated equipment - Requirements and guidelines.

Karlsson, Sune 2005. Merenkulun perusteet 1. Helsinki: Edita Prima Oy.

Kelamo, Mikko 2008. Komentosillan kehityshistoria. Opinnäytetyö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.

Kongsberg Maritime History. Saatavissa: <http://www.km.kongsberg.com/ks/web/NOKBG0237.nsf/AllWeb/03E4EADBA358FC78C1256A55004648C0?OpenDocument> [Viitattu 10.10.2009].

King, Jim. Beacons – New orbit for search and rescue satellites. Saatavissa: [http://www.nss.gc.ca/site/ss/magazine/vol13\\_2/beacons\\_e.asp](http://www.nss.gc.ca/site/ss/magazine/vol13_2/beacons_e.asp) [Viitattu 5.1.2010].

Kotilainen, Samuli. Pahasti myöhässä: Galileo-paikannus vihdoin rakenteille. Saatavissa: [http://www.tietokone.fi/uutiset/pahasti\\_myohassa\\_galileo\\_paikannus\\_vihdoin\\_rakenteille](http://www.tietokone.fi/uutiset/pahasti_myohassa_galileo_paikannus_vihdoin_rakenteille) [Viitattu 11.1.2010].

Liikennevirasto. Liikennehallinto uudistui. Saatavissa: <http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/fi> [Viitattu 23.3.2010].

Liikennevirasto 2010. Liikenneviraston toiminta- ja taloussuunnitelma 2011-2014. Vaasa: Litoset Oy.

Maanmittauslaitos. Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät. Saatavissa: <http://www.maanmittauslaitos.fi/default.asp?id=915> [Viitattu 15.3.2010].

Marine Reporter & Engineering News, exactEarth Nowhere To Hide. Saatavissa: <http://maritimereporter.marinelink.com/page.aspx/200907/25/> [Viitattu 4.1.2010].

Merenkulkulaitos 2002. Telematiikan hyödyntäminen meriliikenteen hallinnassa. Helsinki: Merenkulkulaitos.

Merenkulkulaitos 2005. Tiedätkö millä navigoit? Helsinki: Picaset Oy.

Merenkulkulaitos 2006. Merenkulun turvallisuuden hallinta. Helsinki: Merenkulkulaitos.

Merenkulkulaitos 2007. Komentosiltayhteistyön kehittäminen. Helsinki: Merenkulkulaitos.

Nordic Navigation Conference, The IALA vision for e-Navigation. Saatavissa: <http://www.nornav.org/getfile.php/563991.753.auvtfbptbr/The%20IALA%20Vision%20for%20e-Navigation.ppt> [Viitattu 2.12.2009].

Onnettomuustutkintakeskus 2004, Tutkintaselostus B 1/2004 M. Saatavissa: [www.onnettomuustutkinta.fi/uploads/exsmjs6ctjr.pdf](http://www.onnettomuustutkinta.fi/uploads/exsmjs6ctjr.pdf) [Viitattu 4.1.2010].

Onnettomuustutkintakeskus 2007. Tutkintaselostus C2/2007M. Saatavissa: [www.onnettomuustutkinta.fi/uploads/3sh3fe1m0oss1.pdf](http://www.onnettomuustutkinta.fi/uploads/3sh3fe1m0oss1.pdf) [Viitattu 4.1.2010].

Promarine Oy hyväksyttiin ensimmäisenä suomalaisena yrityksenä kansainväliseen NMEA organisaatioon. Saatavissa: <http://www.promarine.fi/web2/content/view/15/39/lang,fi/> [Viitattu 12.3.2010].

Raytheon Anschütz, Company Profile. Saatavissa: <http://www.raytheon-anschuetz.com/index.php?StoryID=5> [Viitattu 16.3.2010].

Raytheon Anschütz, NSC Radar/Chartradar. Saatavissa: <http://www.raytheon-anschuetz.com/index.php?StoryID=57&pid=22> [Viitattu 16.3.2010].

Rissanen, Vesa 2006. GPS-tietoutta. Saatavissa: <http://www.tampereennavigaatioseura.fi/artikkelit/gpstietoutta.shtml> [Viitattu 4.1.2010].

Satakunnan ammattikorkeakoulu 2001. Merenkulun koulutusohjelma, opetussuunnitelma 2001-2002. Satakunnan ammattikorkeakoulu.

SFS – Mitä on standardisointi? Saatavissa: <http://www.sfs.fi/standardisointi/index.html> [Viitattu 12.3.2010].

Sperry Marine Corporate History. Saatavissa: <http://www.sperrymarine.northropgrumman.com> [Viitattu 24.11.2009].

Sperry Marine, VisionMaster FT. Saatavissa: [http://www.sperrymarine.northropgrumman.com/Products/ECDIS\\_Integrated\\_Navigation\\_Bridge\\_Systems/VisionMaster\\_FT\\_Integrated\\_Bridge](http://www.sperrymarine.northropgrumman.com/Products/ECDIS_Integrated_Navigation_Bridge_Systems/VisionMaster_FT_Integrated_Bridge) [Viitattu 16.3.2010]

Timonen, Jorma 2003. Elektronisten merikarttojen tuotanto ja käyttö. Pro gradu –tutkielma. Helsingin yliopisto.

Vanhala, Pietari 2009. Airbus A330-300 Paljon vanhaa – kaikki uutta. Tekniikan  
Maailma15.4.2009.

Yrkeshögskolan Novia tar över simulatorcenter i Otnäs. Saatavissa:  
<http://www.novia.fi/nyhetsarkiv.asp?id=153> [Viitattu 4.1.2010].

## LIITE 1

IMO Resolution MSC.64(67)

### **RECOMMENDATION ON PERFORMANCE STANDARDS FOR INTEGRATED BRIDGE SYSTEMS (IBS)**

#### **1 INTRODUCTION**

- 1.1 An integrated bridge system (IBS) is defined as a combination of systems which are interconnected in order to allow centralized access to sensor information or command/control from workstations, with the aim of increasing safe and efficient ship's management by suitably qualified personnel.
- 1.2 IBS, in addition to meeting the functional requirements contained in applicable IMO instruments, the general requirements in resolution A.694(17)<sup>\*</sup>, should comply with the following performance standards.

#### **2 SYSTEM REQUIREMENT**

The IBS should support systems performing two or more of the following operations:

- .1 passage execution;
- .2 communications;
- .3 machinery control
- .4 loading, discharging and cargo control; and
- .5 safety and security.

#### **3 GENERAL REQUIREMENTS**

##### **3.1 General**

3.1.1 The IBS should comply with all applicable IMO requirements and recommendations. Parts executing multiple operations should meet the requirements specified for each individual function they control, monitor or perform.

3.1.2 Each "part" of an IBS should meet the relevant requirements of resolution A.694(17) and their associated technical testing standards. In consequence, the IBS is in compliance with these requirements without further environmental testing.

Note: "part" is meant to be - for example - an individual module, equipment or subsystem.

3.1.3 A failure of one part should not affect the functionality of other parts except for those functions directly dependent upon the information from the defective part.

\* IEC 945 Publication.

**LIITE 1/2****3.2 Integration**

The IBS should provide functional integration meeting the following requirements:

- .1 The functionality of the IBS should ensure that its operation is at least as effective as for stand-alone equipment.
- .2 Continuously displayed information should be reduced to the minimum necessary for safe operation of the ship. Supplementary information should be readily accessible.
- .3 Where multifunction displays and controls are used to perform functions necessary for safe operation of the ship they should be duplicated and interchangeable.
- .4 It should be possible to display the complete system configuration, the available configuration and the configuration in use.
- .5 Each part to be integrated should provide details of its operational status and the latency and validity of essential information. Means should be provided within the IBS to make use of this information.
- .6 An alternative means of operation should be provided for essential functions.
- .7 An alternative source of essential information should be provided. The IBS should identify loss of either source.
- .8 The source of information (sensor, result of calculation or manual input) should be displayed continuously or upon request.

**3.3 Data exchange**

- 3.3.1 Interfacing to an IBS should comply with the relevant international marine interface standards.\*
- 3.3.2 Data exchange should be consistent with safe operation of the ship.
- 3.3.3 The integrity of data flowing on the network should be ensured.
- 3.3.4 A failure in the connectivity should not affect independent functionality.

**3.4 Failure analysis**

- 3.4.1 A failure analysis should be performed, documented and be acceptable.

\* IEC 1162 Publication.



**LIITE 1/3****4 OPERATIONAL REQUIREMENTS****4.1 Human factors**

- 4.1.1 The IBS should be capable of being operated by personnel holding appropriate certificates.
- 4.1.2 The Man Machine Interface (MMI) should be designed to be easily understood and in a consistent style for all integrated functions.
- 4.1.3 Where multifunction displays are used, they should be in colour, and continuously displayed information and functional areas, e.g. menus should be presented in a consistent manner.
- 4.1.4 For actions which may cause unintended results, the IBS should request confirmation from the operator.

**4.2 Functionality**

- 4.2.1 It should always be clear, from where essential functions may be performed .
- 4.2.2 The system management should ensure, that one user only has the focus of an input or function at the same time. If so, all other users should be informed about that by the IBS.

**5 TECHNICAL REQUIREMENTS****5.1 Sensors**

In order to ensure an adequate system functionality the sensors employed should ensure communication compatibility in accordance with the relevant international marine interface standard<sup>\*</sup> ; and provide information about their operational status and about the latency and validity of essential information.

**5.2 Alarm management**

- 5.2.1 The IBS alarm management, as a minimum, should comply with the requirements of the Code on Alarms and Indicators, 1995 (resolution A.830(19)).
- 5.2.2 Appropriate alarm management on priority and functional groups should be provided within the IBS.

\* IEC 1162 Publication.

**LIITE 1/4**

- 5.2.3 The number of alarm types and their release should be kept as low as possible by providing indications for information of lower importance.
- 5.2.4 Alarms should be displayed so that the alarm reason and the resulting functional restrictions can be easily understood. Indications should be self-explanatory.

**5.3 Power interruptions and shut-down**

- 5.3.1 If subjected to an orderly shut-down, the IBS should, upon turn-on, come to an initial default state.
- 5.3.2 After a power interruption full functionality of the IBS should be available after recovery 000 of all subsystems. The IBS should not increase the recovery time of individual subsystem functions after power restoration.
- 5.3.3 If subjected to a power interruption the IBS should, upon restoration of power, maintain the configuration in use and continue automated operation, as far as practicable. Safety related automatic functions should only be restored upon confirmation by the operator.

**5.4 Power supply**

- 5.4.1 Power supply requirements applying to parts of the IBS as a result of other IMO requirements should remain applicable.
- 5.4.2 The IBS should be supplied:
- .1 from the main and emergency sources of electrical power with automated changeover through a local distribution board with provision to preclude inadvertent shut-down;
  - .2 from a transitional source of electrical power for a duration of not less than 1 min; and
  - .3 where required, parts of the IBS should also be supplied from a reserve source of electrical power.

## LIITE 2

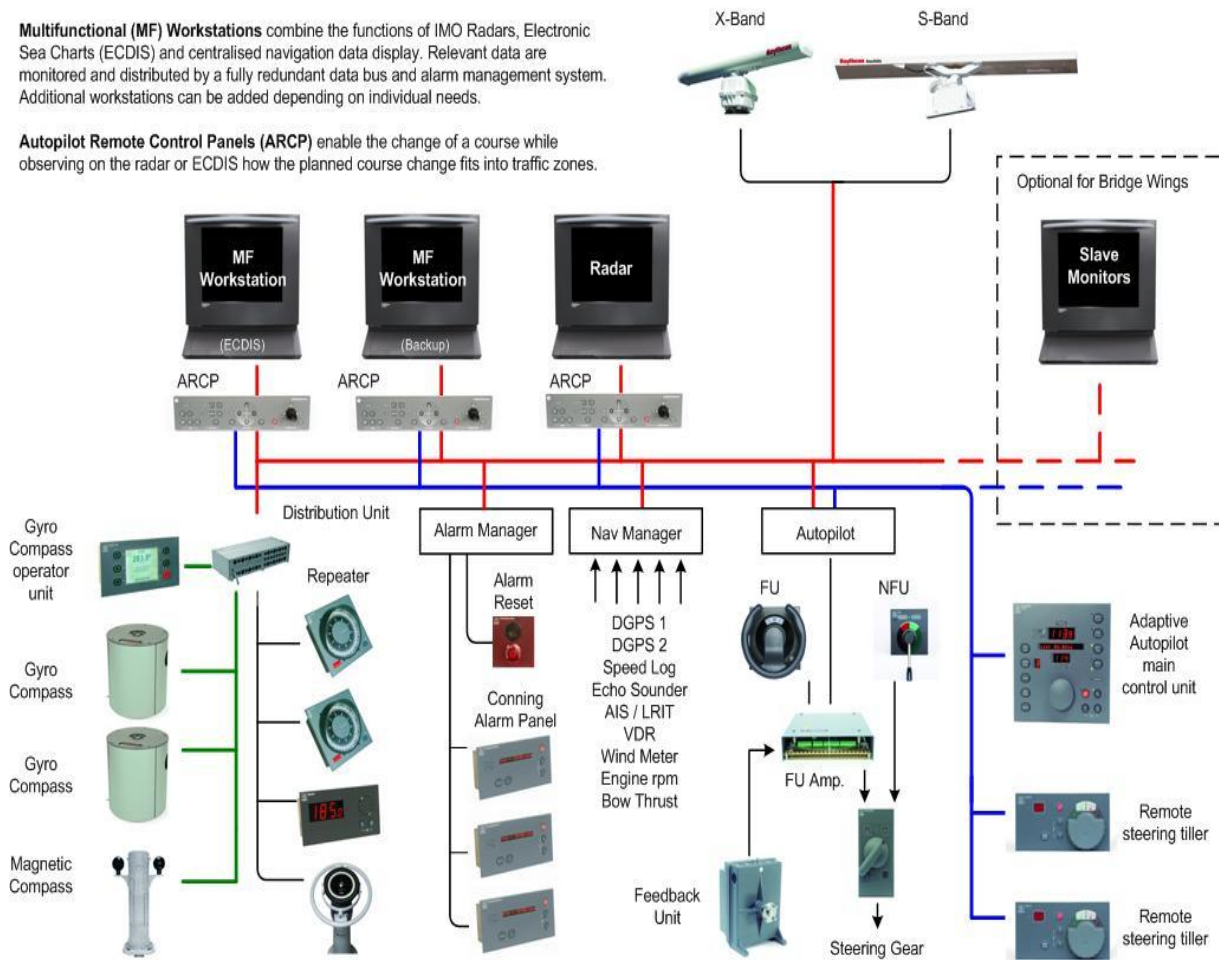
### Raytheon Anschützin esimerkki nykyaikaisesta integroidusta komentosiltajärjestelmästä

#### Raytheon Anschütz Integrated Bridge System

Example of a System Configuration

**Multifunctional (MF) Workstations** combine the functions of IMO Radars, Electronic Sea Charts (ECDIS) and centralised navigation data display. Relevant data are monitored and distributed by a fully redundant data bus and alarm management system. Additional workstations can be added depending on individual needs.

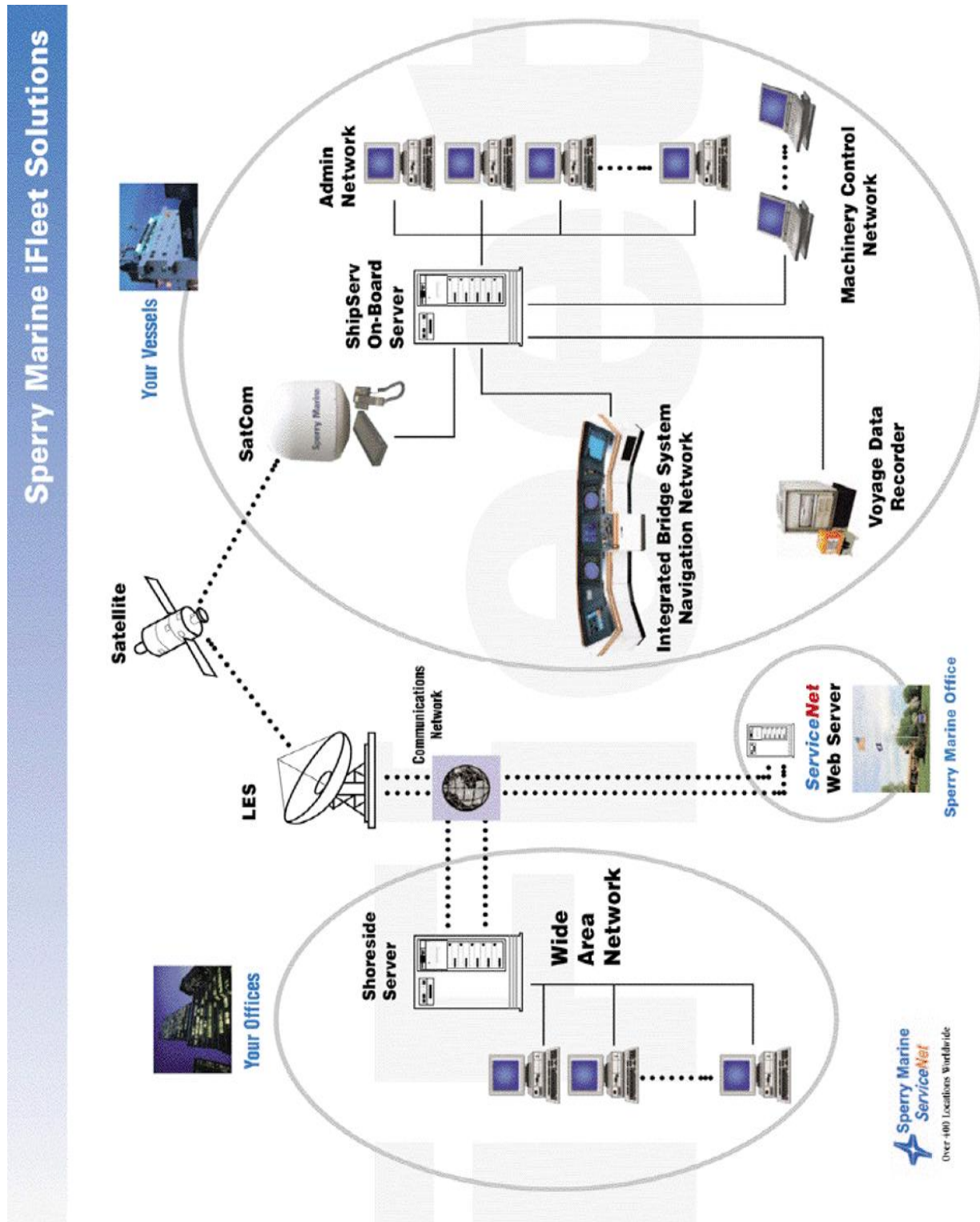
**Autopilot Remote Control Panels (ARCP)** enable the change of a course while observing on the radar or ECDIS how the planned course change fits into traffic zones.



(Lähde: [http://www.raytheon-anschuetz.com/data/media/products\\_downloads/55/file\\_1/IBS.jpg](http://www.raytheon-anschuetz.com/data/media/products_downloads/55/file_1/IBS.jpg))

### LIITE 3

Sperry Marinen esimerkki online-tukijärjestelmästä



([http://www.sperrymarine.northropgrumman.com/Products/Voyage\\_Data\\_Recorders/ifleet](http://www.sperrymarine.northropgrumman.com/Products/Voyage_Data_Recorders/ifleet))