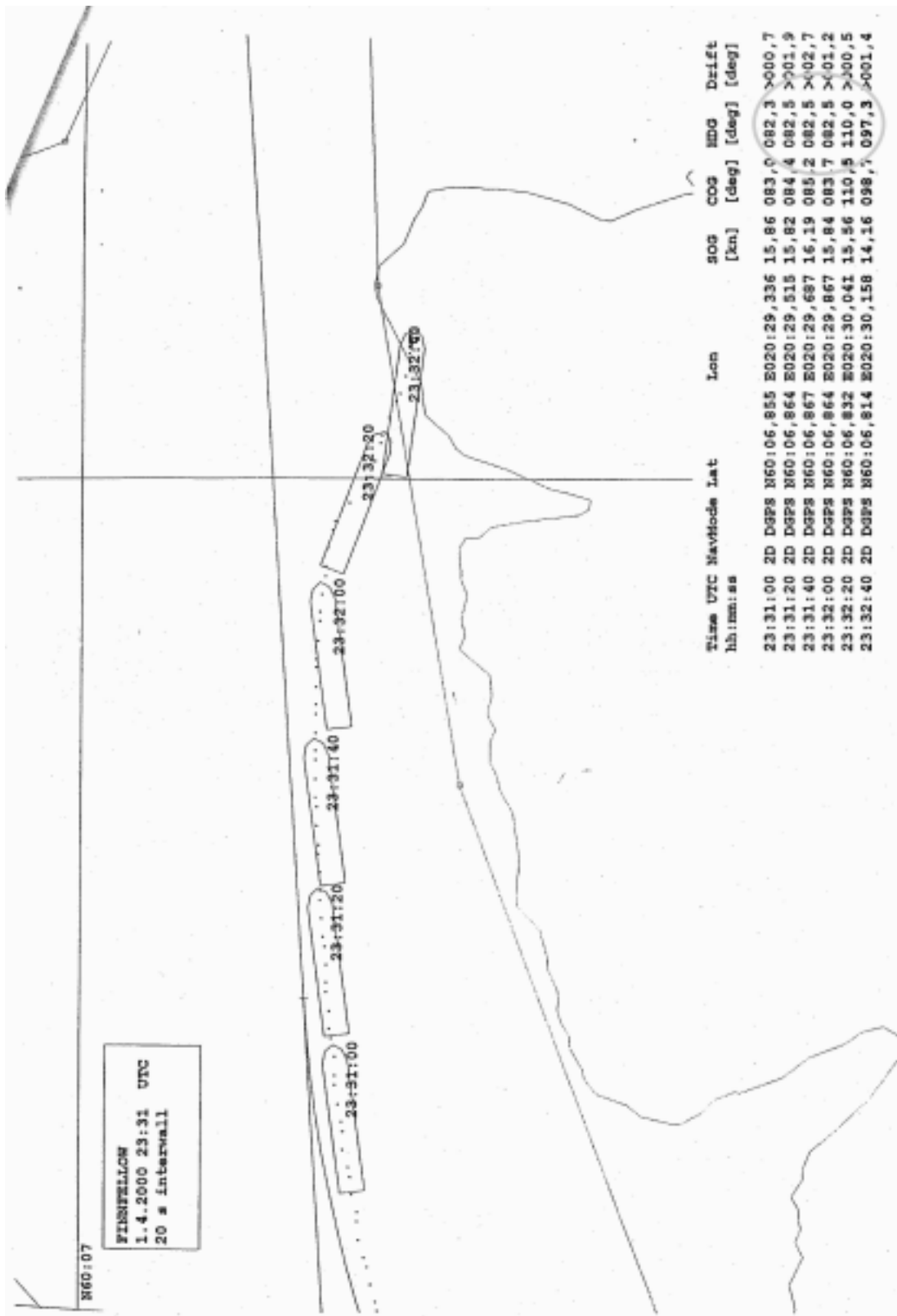


LIITTEET

- Liite 1 ANS-rekisteröinti**
- Liite 2 Simulco Oy:n raportti**
- Liite 3 Kompassijärjestelmän kaapelointi- ja kytkentäkuva**
- Liite 4 Kompassin vikakoodit**
- Liite 5 Tulkinta Standard 20 kompassille tehdystä FMEA-analyysistä**
- Liite 6 Automaattiohjaus ja integroitu navigointi**
- Liite 7 Merenkulkulaitoksen lausunto**
- Liite 8 Raytheon Marine GmbH:n lausunto**
- Liite 9 SAM Electronics:n lausunto**



Simulco Oy

RAPORTTI R2604001

SELVITYS M/S FINNFELLOWN LIIKETILASTA

ENNEN POHJAKOSKETUSTA 02.04.2000

Simulco Oy on saanut Onnettomuustutkintakeskukselta tehtäväksi tutkia ja selvittää M/S Finnfellown todennäköisen liikeradan kahden minuutin ajalta ennen pohjakosketusta 02.04.2000.

Selvitystyössä käytettiin Simulco Oyn kehittämää laivan ohjailun simulointiohjelmistoa johon on mallitettu M/S Finnfellown tyyppisen aluksen hydro- ja aerodynaamiset ominaisuudet.

Laskelmien pohjana on käytetty laivalla käytössä olevan "ANS Blackbox"-tallennusohjelman rekisteröimiä tietoja. Tallennettuina tietoina ovat aluksen positio, keulan suunta sekä nopeus ja suunta pohjan suhteen. Selvitystyön lähtöarvoina on otettu huomioon seuraavia aluksen varustamolta saatuja tietoja:

- "ANS Blackbox"- tallennusohjelma on tapahtumahetkellä ollut kytkettynä keräämään tietoja Atlas Elektronikin NACOS-navigointilaitteiston "Ships Interface"-liitynnästä.
- Aluksen positio on mitattu DGPS-vastaanottimella, jonka antenni sijaitsee 5 metriä keskilaivasta perään päin ja puoli metriä köliinjasta vasemmalle. Navigointilaitteistossa vastaanottimen lähettämä tieto on laskettu vastaamaan nk. referenssipisteen paikkaa ennen tiedon siirtämistä "Ships interface"-liityntään. Laskennassa navigointilaitteisto käyttää hyväkseen hyrräkompassin antamaa suuntatietoa. Referenssipiste sijaitsee laivan köliinjalla 41.5 metriä laivan keskipisteestä keulaan päin. Muita muunnoksia DGPS-vastaanottimen laskemaan paikkatietoon ei oleteta tapahtuvan. Täten "ANS Blackbox"-ohjelman vastaanottama ja tallentama paikkatieto vastaa referenssipisteen asemaa maapallolla paitsi siinä tilanteessa, jossa hyrräkompassin antama suuntatieto on ollut virheellinen.
- Hyrräkompassin mittaama keulan suunta on tallentunut sellaisenaan.
- Suunta pohjan suhteen on navigointilaitteistossa laskettu DGPS-vastaanottimen suuntatiedon sekä hyrräkompassin keulan suunnan avulla. Kuten edellä, suunta pohjan suhteen vastaa referenssipisteen suuntaa maapallolla paitsi siinä tilanteessa, jossa hyrräkompassin antama suuntatieto on ollut virheellinen.

- Nopeus pohjan suhteen on navigointilaitteistossa laskettu suoraan lokin anturin mittaamista pitkittäis- ja poikittaisnopeuskomponenteista. Mitattua arvoa ei ole muutettu, koska anturi sijaitsee navigointilaitteiston referenssipisteen kohdalla.

"ANS Blackbox"-ohjelman tallettamien tietojen avulla on laskettu aluksen keskipisteen liikerata (sivu 4) ja sen avulla edelleen keskipisteen suunta sekä nopeus pohjan suhteen (sivut 5 ja 6).

Simulointien avulla on arvioitu keulan suuntaa kompassivian aikana. Laskelmissa on käytetty seuraavia lähtöarvoja: veden syvyudeksi on asetettu tasainen 50 metriä ja tuulen suunnaksi 350 astetta ja nopeudeksi 9 m/s (Ilmatieteenlaitoksen mittaama tuulen nopeus Kumlingen sääasemalla 02.04.2000 klo 00:00). Pääkoneasetukset on simulointien aikana pidetty muuttumattomina. Saarten seinämävaikutuksia ei ole otettu huomioon niiden tässä tapauksessa epäoleellisen merkityksen vuoksi.

Usean simuloinnin pohjalta arvioitu aluksen todennäköinen keulan suunta kompassivian ajalta on esitetty sivulla 5.

Korjattu liikerata on esitetty sivulla 7 yhdessä "ANS Blackbox"-ohjelman tallettaman liikeradan kanssa. Tämän lisäksi lasketuista tiedoista on luotu SimBox-nauhoitustietokanta. Sen avulla onnettomuustilanteen uudelleenarviointi simulaattorissa on mahdollinen.

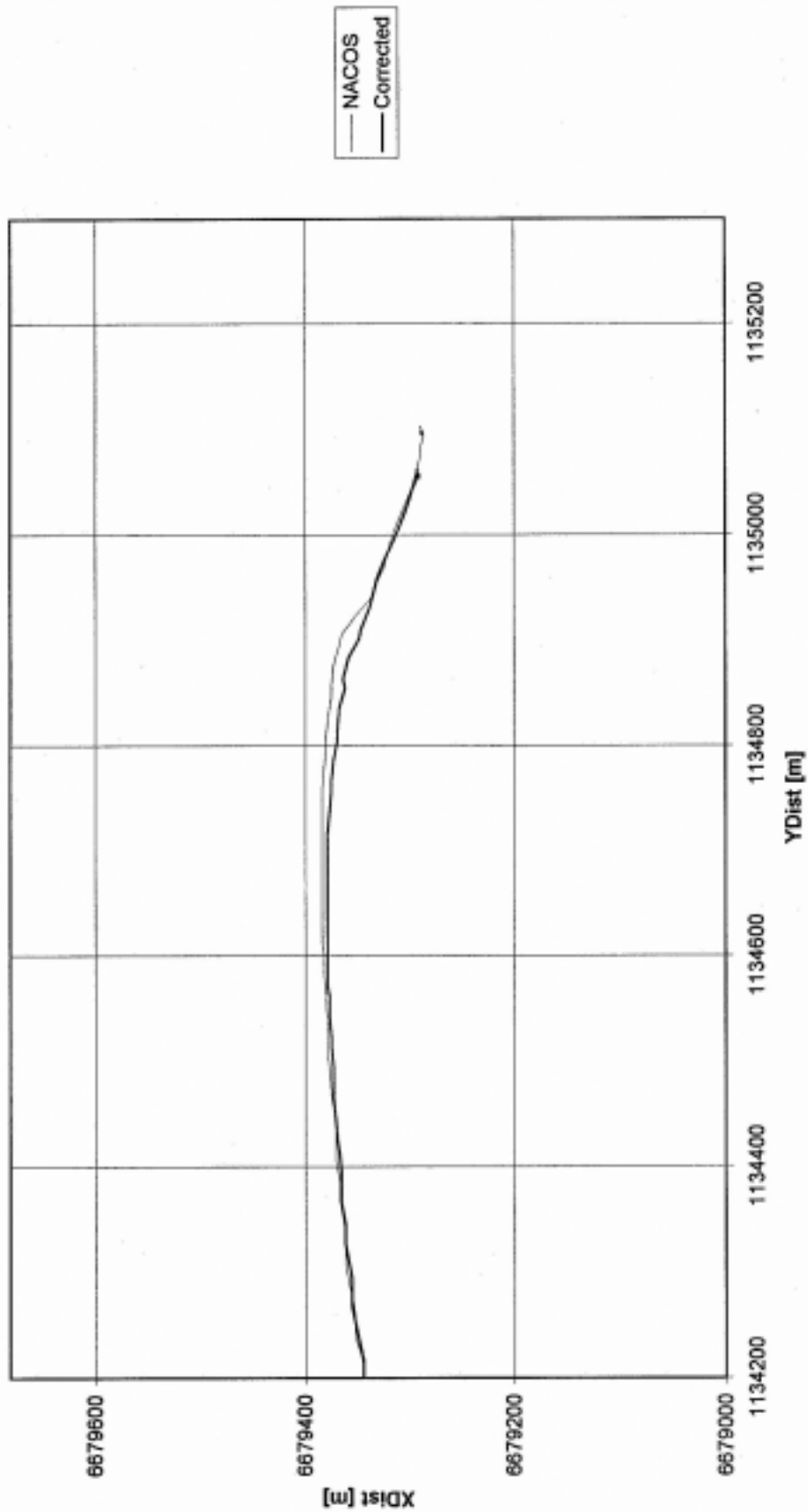
Espoossa 26.04.2000



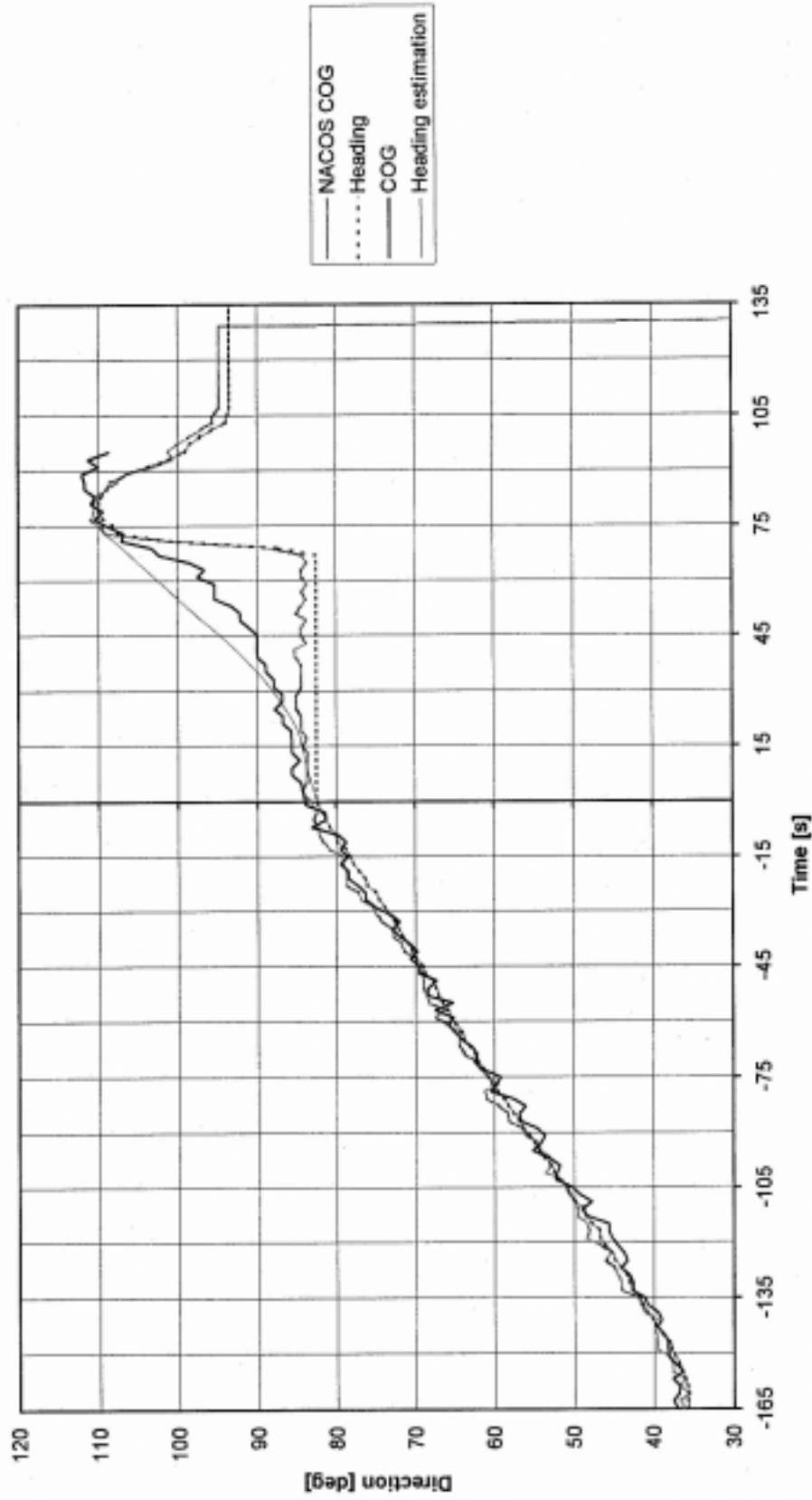
SIMULCO OY

Jaakko Lehtosalo

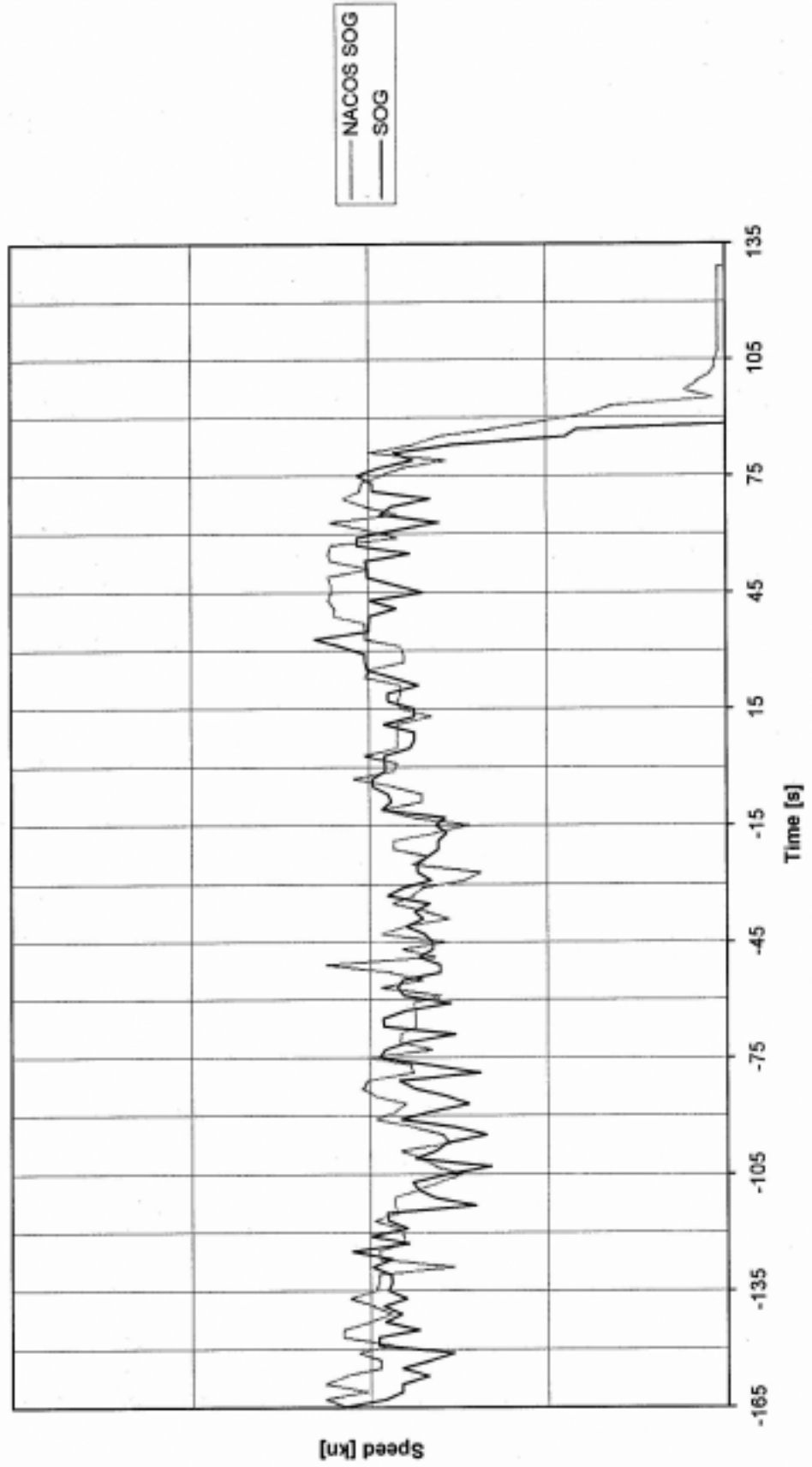
Position



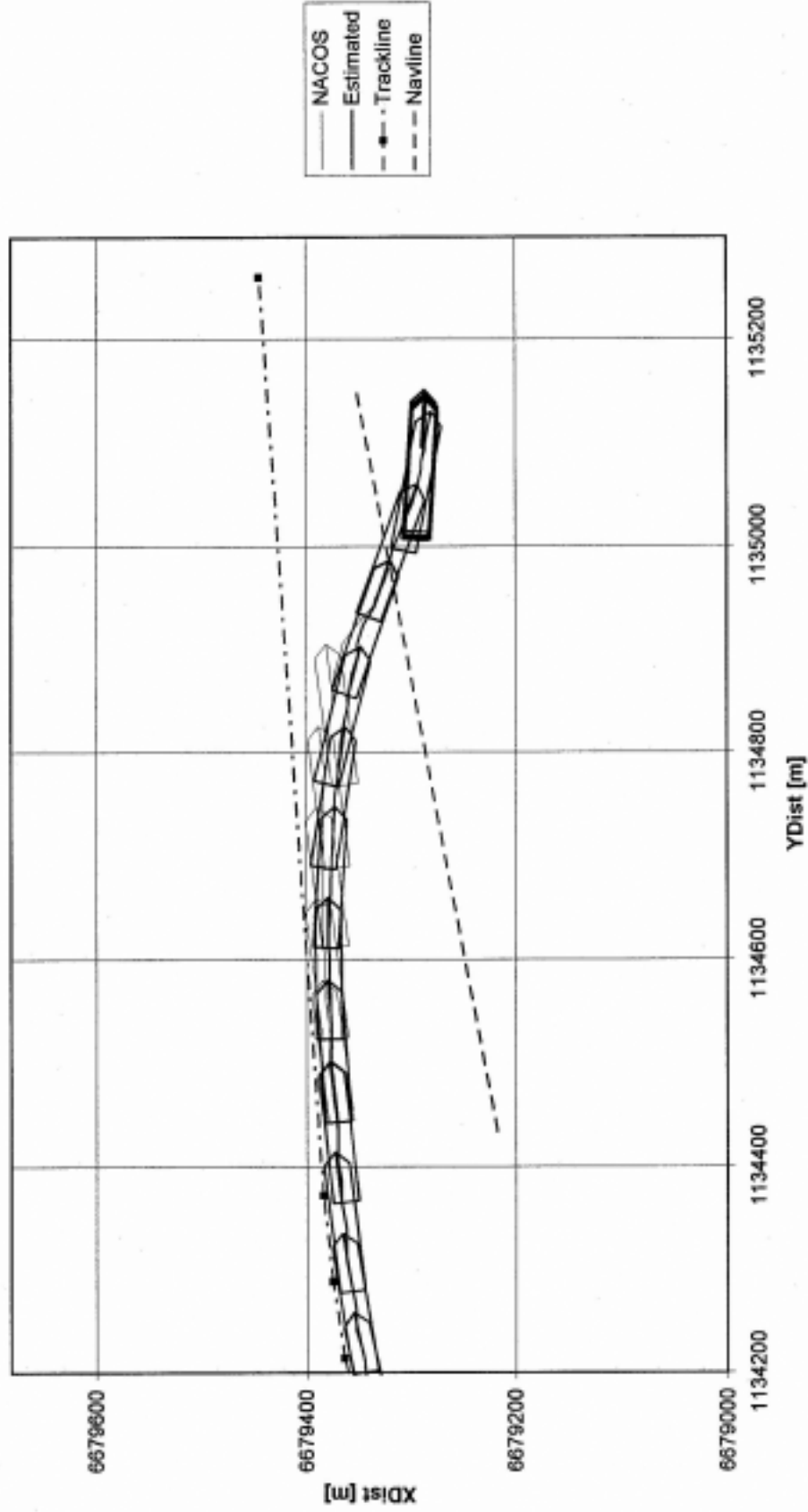
Heading and COG

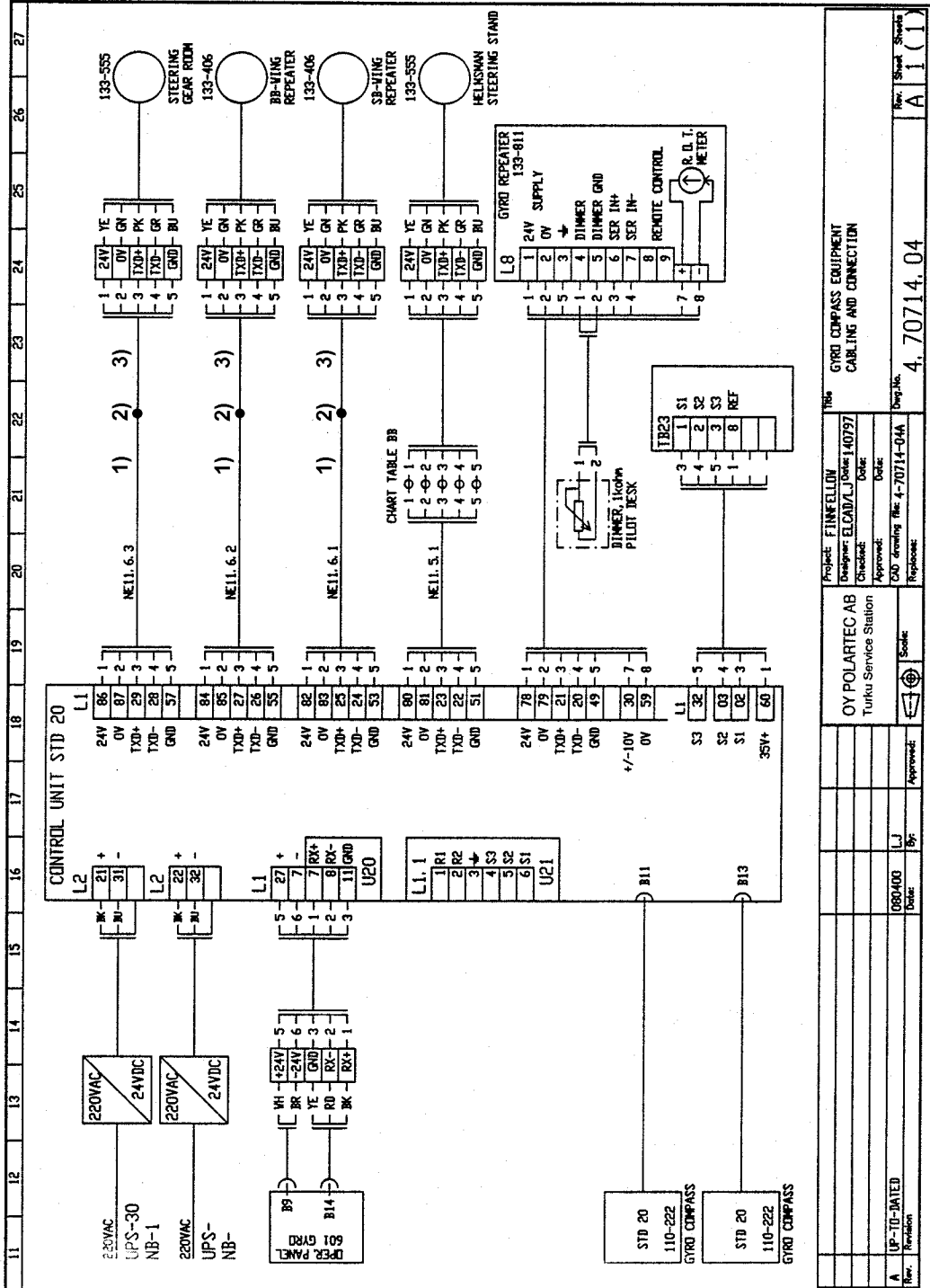


Speed Over Ground



Track





- 1) Häiriösuojattu kaapeli
 - 2) Liitos
 - 3) Häiriösuojaamaton kaapeli
-
- 1) Cable with disturbance protection
 - 2) Joint
 - 3) Cable without disturbance protection

Code of Error	Type of Error	Possible Cause	Measure
E 1	1 Operating voltages in compass faulty	1.1 Sensor electronics defective	1.1.1 Exchange sensor electronics (see Section 2.3.5.1)
E 2	2 Gyro supply faulty	2.1 Sensor electronics defective	2.1.1 Exchange sensor electronics (see Section 2.3.5.1)
E 3	3 Encoder faulty	3.1 Cabling out of order 3.2 Sensor electronics defective 3.3 Encoder defective	3.1.1 Check cabling (see Section 2.3.4) 3.2.1 Exchange sensor electronics (see Section 2.3.5.1) 3.3.1 Call Raytheon Anschutz Service
E 4	4 Gyro current faulty	4.1 Cabling out of order 4.2 Sensor electronics defective 4.3 Gyrosphere defective	4.1.1 Check cabling (see Section 2.3.4) 4.2.1 Exchange sensor electronics (see Section 2.3.5.1) 4.3.1 Exchange gyrosphere (see Section 2.3.5.2)
E 5	5 Follow-up faulty	5.1 Cabling out of order 5.2 Toothed belt jumped off 5.3 Sensor electronics defective 5.4 Step motor defective 5.5 Gearing out of adjustment	5.1.1 Check cabling (see Section 2.3.4) 5.2.1 Put on the toothed belt again 5.3.1 Exchange sensor electronics (see Section 2.3.4.1) 5.4.1 Call Raytheon Anschutz Service 5.5.1 Call Raytheon Anschutz Service
E 6	6 Temperature sensor breakdown	6.1 Cabling out of order 6.2 Temperature sensor defective 6.3 Sensor electronics defective	6.1.1 Check cabling (see Section 2.3.4) 6.2.1 Exchange temperature sensor (see Section 2.3.5.3) 6.3.1 Exchange sensor electronics (see Section 2.3.5.1)
E 7 *)	7 Height of gyrosphere out of tolerance	7.1 Sensor electronics defective 7.2 Gyrosphere defective 7.3 Pump defective	7.1.1 Exchange sensor electronics (see Section 2.3.5.1) 7.2.1 Exchange gyrosphere (see Section 2.3.5.2) 7.3.1 Call Raytheon Anschutz Service
E 8	8 Breakdown in heating	8.1 Cabling out of order 8.2 Heating cartridge defective 8.3 Temperature fuse defective 8.4 Sensor electronics defective	8.1.1 Check cabling (see Section 2.3.4) 8.2.1 Exchange heating cartridge (see Section 2.3.5.4) 8.3.1 Exchange temperature fuse (see Section 2.3.5.4) 8.4.1 Exchange sensor electronics (see Section 2.3.5.1)
E 9 *)	9 Overtemperature > 70 °C	9.1 Cabling out of order 9.2 Ambient temperature too high (> 55 °C) 9.3 Sensor electronics defective 9.4 Temperature sensor defective	9.1.1 Check cabling (see Section 2.3.4) 9.2.1 Switch on air conditioning 9.3.1 Exchange sensor electronics (see Section 2.3.5.1) 9.4.1 Exchange temperature sensor (see Section 2.3.5.3)

*) No longer valid from software version P02 E02.02

Liite 5 Tulkinta Standard 20 kompassille tehdystä FMEA-analyysistä

FMEA¹ on analyysi, jonka avulla pyritään selvittämään laitteistojen toiminta vikatilanteessa. Sitä voidaan käyttää myös ohjelmistojen testaamiseen ja inhimillisten virheiden etsimiseen. FMEA analyysi ei ole pakollinen.

Raytheon-yhtiö oli tehnyt Standard 20 hyrräkompassille FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) vika-analyysin vuonna 1998². Tämä liite esittelee analyysin lyhenneltynä. *Kursivoidut tekstit ovat tutkinnan huomioita ko. kohdasta.*

Hyrräkompassin osalta FMEA analyysin ensimmäinen ryhmä käsitti viisi saraketta. Sarakkeista 1 - 5 on esimerkki alla:

No.	Item / Identification	Function	Failure Mode and Courses	Type
1 - 1	Gyro Compass Equipment STANDARD 20	Gyro Compass	Compass internal operating voltages faulty	I

I = Internal problem of subsystem or sensor, E = Electrical.

Kompassin osalta sarakkeet 3 ja 4 pysyvät muuttumattomina. **Failure mode** sarakkeessa on esitetty viat eri riveillä. **Type** sarakkeessa vian tyyppi on ilmaistu yhdellä kirjaimella. Kahdeksassa kompassia koskevassa tapauksessa vian tyyppi oli 'Internal problem' (I) ja kahdessa sähkövika 'Electrical' (E).

Toinen ryhmä määritteli kolmella sarakkeella yllä olleen vikatilanteen vaikutukset, josta on esimerkki alla. Kun kompassi ei anna suuntatietoa, FMEA käsittelee tilannetta sarakkeissa 6 - 8 seuraavasti:

Failure effects		
Local effects	Next Higher Effects	End Effects
Respective gyro compass supplies no heading values. Heading information on course bus invalid.	Invalid heading is distributed by course bus.	

- **Local effects** sarakkeissa on sama teksti yhdeksässä vikatilanteessa, joissa kompassi ei anna suuntatietoa. Yhdessä tilanteessa todetaan, että suuntatieto on väärä.
- **Next higher Effects** sarakkeissa on sama teksti, että virheellinen suuntatieto ei välity oheislaitteille.
- **End Effects** sarake on jätetty täyttämättä. *Vian seuraus koko navigointijärjestelmälle tai aluksen turvallisuudelle jää käsittelemättä..*

Kolmannessa ryhmässä sarakkeissa 9 -12 käsiteltiin hälytykset ja korjaustoimenpiteet.

¹ FMEA, IEC 1985.

² FMEA, Raytheon Marine GmbH, 1998.

Failure Detection Method	Compensating Provisions	Repair Method	Remaks
STD 20 operation unit display: OPERATING.VOLT GYRO SUPPLY ENCODER GYRO CURRENT FOLLOW-UP TEMP.SENSOR HEIGHT GYROSP HEATING OVERTEMP.>70° GYRO ERROR'	Switch to second gyro compass or switch to TMC	R: 10 vikatilannetta S: 9 vikatilannetta C: 2 vikatilannetta	

TMC = Transmitting Magnetic Compass,

R = restart system, S = repair by spare, C = repair connection.

- **Failure detection method** sarakkeessa selvitetään Control Uniitiin ilmestyvä hälytysteksti. Virheellinen suuntatieto aiheuttaa yhteensä kymmenen erilaista hälytystä, joista HEATING hälytys on yksi. *Hälytysteksti ei ilmaise toimenpideohjetta. Ne kuvaavat huoltotilanteita.*
- **Compensating Provisions** sarakkeessa oli sama teksti joka rivillä. *Käyttäjälle ei välity tietoa, että järjestelmä on vaihdettava toiselle kompassille.*
- **Repair Method** sarake suositteli kaikissa tapauksissa järjestelmän uutta käynnistystä ja varaosan vaihtoa sekä yhdessä tapauksessa suositeltiin lisäksi yhteyden tarkistamista. *Ne olivat huoltoa koskevia ohjeita. Ongelmaa ei ole ajateltu kompassin tarkoituksen eli navigointitilanteen kannalta.*
- **Remarks** sarake oli jäänyt täyttämättä joka rivillä. *Tässä olisi voinut tehdä johtopäätöksen, että käyttäjällä ei ole mahdollisuutta toimia oikein sekavien ja kryptisten hälytystekstien perusteella, mutta FMEA rajoittui hyrrän toimintaan eikä sen seurauksiin.*

Kompassijärjestelmän keskusyksikön (Control Unit) osalta on FMEA:ssa esitetty neljä vikatilannetta, joissa virheellinen suuntatieto lähetetään oheislaitteille. Ohjauspaneelille tulee jokin hälytyksistä: 'NO CONNECTION', 'NO TELEGRAMS', ja 'CU EXT.PCB.ERR'. Kompassi on kytkettävä hätäkäytölle³ näissä tapauksissa. Hälytys 'DISTRIBUT.ERR' edellyttää suunnan lukemista magneettikompassista.

Yhteenveto. FMEA-analyysistä ei selviä tuleeko hälytyksistä äänimerkki. Analyysistä saa sen käsityksen, että hälytykset ovat pelkästään informaatiota ja käyttäjä saa itse tulkita niiden merkityksen. Neljätoista kompassijärjestelmän vakavaa hälytystä jää ilman toimenpideohjetta ja äänimerkkihälytystä.

FMEA on otsikon mukaisesti analyysi, mutta analyysiin perustuvat johtopäätökset puuttuvat. Haluttaessa FMEA analyysistä voi tehdä johtopäätöksen, että jokaisessa neljässätoista vikatilanteessa pitäisi antaa hälytysteksti 'SWITCH GYRO' sekä audiohälytys. Nykyiset hälytystekstit eivät toimi käyttäjälle päätöksenteon tukena. Analyysi ei suojaa navigoinnin kokonaistulosta ja alusta onnettomuuksilta.

³ Tutkinta ei löytänyt ohjekirjasta hätäkäytön ohjeita.

Liite 6 Automaattiohjaus ja integroitu navigointi

Suurten ro-ro matkustajalautojen samoin kuin ro-ro lastilautojen kehitys on johtanut myös luotsauksessa käytettävien integroitujen navigointijärjestelmien ja autopilottien kehittämiseen. Nykyisten kokoisten alusten tarkan navigoinnin ja ohjauksen edellytys ahtailla saaristoväylillä on integroidun navigointijärjestelmän käyttö. Samalla ohjailukäytäntö on muuttunut luotsauksessa. Automaattiohjaus on syrjäyttänyt ruorimiehen. Ylimenokauteen on mennyt kaksikymmentä vuotta.

Automaattiohjausta koskevat tekniset suositukset on esitetty vuosina 1975 ja 1996⁴, mutta niissä ei oteta kantaa autopilotin käyttöön väylällä tai luotsauksessa. Koska laitteiden käyttäjät eivät ole saaneet säädöksistä päätöksenteon tukea, ovat mielipiteet autopilotin käytöstä väylällä ajossa jakaantuneet puolesta ja vastaan. Integroitu navigointi on muuttanut käytäntöä luotsauksessa siten, että autopilotin käyttö luotsauksessa katsotaan yleisesti sallituksi.

Uuden käytännön muodostumista on hidastanut juridinen ja vanhaan tekniikkaan perustuva näkemys elektronisista navigointilaitteista navigoinnin apuvälinenä (aid of navigation). Määritelmä sisältää ajatuksen, ettei lainsäätäjällä ole vastuuta niistä.

Integroidun navigoinnin tarkoitus on luoda tekninen järjestelmä, joka ei ole apuväline, vaan laitteisto johon voidaan luottaa. Tämä edellyttää, että integroidun navigointilaitteen valmistaja selvittää vaatimukset laitteiston käytöstä⁵.

Merenkulussa paikanmääritys ja ohjailu ovat olleet eri työsuorituksia. Ne eroteltiin aikaisemmin toisistaan teknisesti ja hierarkkisesti. Työ jakaantui myös sosiaalisesti. Integroitu navigointilaitteisto on muuttanut navigoinnin sen alkuperäiseen tavoitteeseen yhdistämällä ohjailun ja paikanmäärityksen samalle näyttölaitteelle. Siinä on yhdistetty paikanmääritys, ohjailu ja monitorointi. Integroitu navigointi ei ole mahdollinen ilman reitin suunnittelua, joten se edistää myös reittisuunnittelun vaatimusten toteutumista. Integroidun navigoinnin suurin hyöty on luotsauksessa.

Integroidun navigointilaitteiston keskeisin osa sen autopilotti, jossa tietojen yhdistäminen muuttuu reittisuunnitelman toteutukseksi. Siihen sisältyy yleensä useita ohjailumodeja. Käsi-ohjaus on niistä yksi, mutta sen käyttö edellyttää, että luotsi, perämies tai päällikkö ohjaa, sillä ohjailukäskyjen vaikutus suhteessa paikanmääritykseen on pääteltävä tutkan kuvaputkelta. Ruorimiestä ei voi käyttää ohjailuun, sillä se hajottaisi paikanmäärityksen ja ohjailun yhtenäisen suorituksen. Navigaattori tekee päätökset, antaa ohjailukäskyt automaattiohjaukselle tai ohjaa itse. Siirtyminen automaattiohjauksesta käsi-ohjaukseen on oltava vaivatonta. FINNFELLOWin päällystö toimii integroidun navigoinnin periaatteiden mukaan.

⁴ Recommendation on Performance Standards for Automatic pilots. A.342 (IX) 1975 ja Recommendation on Performance Standards for Heading Control systems. MSC.64 (67) 1996.

⁵ Esimerkiksi STN ATLAS ELEKTRONIK-yhtiön ohjekirjoissa laitevalmistajan vaatimukset on esitetty etulehdellä 'General Safety Precautions when using NACOS', joka antaa käyttäjälle selkeät käyttömääräykset.



Merenkulkuosasto

31.8.2001

ad 8/331/2000

Onnettomuustutkintakeskus
Johtava tutkija Martti Heikkilä
Yrjönkatu 36
00100 HELSINKI

**Lausuntopyyntö onnettomuustutkinnan suosituksista
ms FINNFELLOW**

Merenkulkuosasto puoltaa suosituksia, joiden mukaan uusia navigointilaitteita vanhoihin aluksiin asennettaessa tulee mahdollisuuksien mukaan varmistaa, ettei sähkömagneettisia häiriöitä syntyisi.

Aluksen ja varustamon on turvallisuusjohtamisjärjestelmänsä mukaisesti varmistettava, että kaikki käyttöohjeet ja laitteiden toimintakuvaukset päivitetään laite- ja asennusmuutosten yhteydessä.

Merenkulkuosaston mielestä sähkömagneettisen suojauksen puutetta onnettomuuden varsinaisena syynä ei ole selvästi osoitettu. Kaikki häiriötä aikaan saaneet testit tehtiin hyrräkompassin emopiirilevyn ollessa koteloimattomana hyrräyksikön ulkopuolella.

Onnettomuuden varsinainen syy lienee kompassin ohjelma-/rakennevirhe, joka aiheuttaa seurantajärjestelmän poiskytkennän heating-tilassa. Heating-tila on kompassin normaali toimintatila. Seurantajärjestelmän poiskytketymisestä tulisi aina seurata ääni- ja valohälytys. Myös suuntaerohälyttimen kytkentä/ohjelma toimi virheellisesti seurantajärjestelmän kytkeydyttyä päältä.

Suomen ehdotus IMO:ssa integroitujen komentositajärjestelmien käyttö- ja suunnittelustandardiksi on vasta aivan käsittelyn alkuvaiheessa. SOLAS-yleissopimuksen V-luvun uusitut navigointilaitteevaatimukset tulevat voimaan 1.7.2002. Sen vuoksi lähivuosina ei ole käytännössä mahdollista saada aikaan uusia pakollisia navigointilaitteevaatimuksia. Sen sijaan voidaan suositella, että vaikeilla saaristoväylillä säännöllisesti liikennöivät alukset käyttävät parasta mahdollista tekniikkaa.

Meriturvallisuusjohtaja

Jukka Häkämies

Merenkulunylitarkastaja

Jari Andersin

Raytheon

Raytheon Marine GmbH
 High Seas Products
 Postfach 11 66
 D - 24100 Kiel
 Germany
 Tel +49-4 31-30 19-0
 Fax +49-4 31-30 19-291
 Email ReceptionDE@raykiel.com
 www.raymarine.com

ACCIDENT INVESTIGATION BOARD

Attn.: Mr. Martti Heikkilä
 Yronkatu 36

00100 HELSINKI
 FINLAND

**MS FINNFELLOW GROUNDING IN ÅLAND ON APRIL 2, 2000
 FINAL DRAFT OF INVESTIGATION BOARD REPORT**

Dear Sirs,

we have studied the report of the investigation board with great interest. As the background of the accident seems to be quite complicated, we would like to comment the preliminary report as below. We would kindly ask you to consider to implement our conclusions and statements as far as you can agree.

We would like to begin with our two leading conclusions, how the accident could have been avoided:

a) **HEADING MONITORING**

There was **no heading monitoring** alarm installed on the vessel. This function, which compares the heading input to the autopilot with an independent heading source, is a basic requirement from IMO. The FINNFELLOW has not been equipped according to the IMO resolution. By this offense to the regulations, the single fault in the gyro system could not be detected, which led to the heading deviation and finally to the accident.

b) **INSTALLATION VS. INSTALLATION DRAWINGS**

The installation on board of FINNFELLOW showed a major discrepancy in relation to the installation drawings, which have been prepared by the company POLARTEC.

The gyrosystem has not been connected by course bus, as shown in the wiring diagrams, but by step signal only.

This change has not been recorded anywhere.

With an installation like on the installation drawing, the single fault in the gyro system would have been detected and the accident would not have happened at all.

These two issues are root causes for the accident and should be considered as these.

In the following pages Raytheon Marine GmbH provides more detailed comments to the draft of the investigation report for your consideration.

Geschäftsführer:
 Gerhard Erb Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.
 Ulrich Schuster Dipl.-Inform. (stv.)
 John F. Aylmer, Jr.
 Registergericht: Amtsgericht Kiel Nr. HRB 4086
 HGB-Nr. DE 211277126

Banken:
 Commerzbank AG, Kiel BLZ 210 400 10 Kto. 740 114 400
 Vereins- und Westbank, Fil. Kiel BLZ 200 300 00 Kto. 23 00 176
 Deutsche Bank AG, Kiel BLZ 210 700 20 Kto. 03 11 258
 Landesbank SH, Girozentrale BLZ 210 500 00 Kto. 53 002 900

1 General Comments on specific parts of the report

(We have referenced the comment by the paragraph no. and page no.)

1.1 Para 2.1.2, p.17

Regulations on the use of the autopilot...

IMO Resolution MSC64(67) (Performance Standards for Heading Control Systems) requires a heading monitor which monitors the actual heading in use by an independent heading source.

We think that it should be clearly stated that no such monitoring and alarming facility has been available on board.

1.2 Para 2.1.3, p.21

Type approval for the Anschütz Std.20 ...

Statement:

The Std.20 has been re-certified in the meantime due to hardware modifications. This certification was conducted with the current software version P002.E2.03. The Type approval has been granted, Type approval certificate no. BSH 6297/0032/00.

1.3 Para 2.1.3, p.22

The type approval documents stipulates that all changes made to the equipment or its documentation must be approved by BSH.

Clarification: As per agreement with the notifying body, this rule does not apply for minor modifications on both hardware and software.

1.4 Para 2.1.3, p.23 first para.

The manufacturer of the compass system has not issued instructions about which form should be used for relaying heading information to the autopilot.

Comment:

Raytheon Marine GmbH has not been asked to do project engineering for the subject vessel. In such a case, Raytheon Marine GmbH would have prepared detailed connection diagrams, defining which user should be connected to which output of the gyro system.

IMO Resolution MSC64(67) (Performance Standards for Heading Control Systems) requires the usage of digital serial communication according to IEC 1162.

1.5 Para 2.1.3, p.23 last para.

The compass system manufacturer did not classify the Heating status of the gyro unit as a fault condition.

Statement:

The accident has been caused according to this report by excessive EMV disturbances.

These disturbances have caused the gyrocompass to fall back into the heating mode due to corrupting the temperature signal.

The heating mode is a part of the startup phase of the Std.20. This mode cannot be reached in practice as the dissipating heat from the components prevent that the operating temperature could drop below the threshold, even on a fault of the heating function in conjunction with the minimum ambient operating temperature.

That means the heating mode cannot be reached again afterwards under all regular conditions.

The Std.20 has been designed and manufactured according to the EMV requirements of IMO and all relevant standards, particularly the EN 60945.

Requirement to fulfill these conditions is that the installation on board the vessel is carried out in accordance with our installation requirements, which require e.g. the usage of shielded cables.

It must be pointed out that this condition was abnormal and corrupted the functionality of the gyrocompass including all protective functions.

It has been proven that the Std.20 when installed correctly with respect to all EMV precaution required, such a failure mode could not be reproduced, even under severest conditions, i.e. high energy radiation sources in direct exposure to the gyrocompass equipment.

Until this accident we haven't been aware on this failure mode.

1.6 Para 2.1.3, p.24 first para.

The operation of the step signal depends on the software version of the gyro unit.

Statement:

The step signal is generated in the distribution unit (Compact distributor) which is integral part of the control unit. So the software version of the compact distributor is responsible for the functionality of the STEP signals.

1.7 Para 2.1.3, p.24 first para.

Step signal fault status is mentioned :

On the Step Signal there a definition of a fault status is not existent. The occurrence of an un allowed status is usually treated as invalid, but as there is no common specification, there is no requirement and therefore guarantee that all devices react accordingly.

1.8 Para 2.1.3, p.24 second para.

Software Versions ... program updates

Statement:

The changes in the behaviour of the software has been described in the Service Bulletins that Raytheon Marine GmbH has sent out to the service stations, including the Finnish Service Station.

1.9 Para 2.1.3, p.24 last para.

Statement given is not true as explained above. The software on the compact distributors on both vessels must be different.

1.10 Para 2.1.3, p.25

SW P002E02.04

Statement:

This software was an engineering version. It has been never introduced into production. Raytheon Marine GmbH has no intentions to change the density of the supporting liquid.

1.11 Para 2.1.4, p 28, last para.

The actual faults causing the above heading errors in gyrocompass I may not have been the faults that were addressed during the maintenance visits.

Statement:

Pure speculation !

1.12 Para 2.1.5, p 28

However, all parts of the compass and navigation system were wired and connected correctly with regard to the existing equipment and the requirements of the manufacturer.

Statement:

Assertion is not true. The requirements from Raytheon Marine are not fulfilled at all as unshielded cables have been used. Raytheon Marine GmbH has not been involved in the project engineering at all.

1.13 Para 2.1.5, p 31, item 4.

Statement:

The applied DNV rules are not applicable for navigation equipment.

1.14 Para 2.2.1, p 43 second para.

In summary...

Statement:

All heading repeaters showed dashes instead of a heading value. Especially the digital repeater mounted above the conning station displayed these red dashes noticeably.

1.15 Para 2.3.1, p 48, Gyro fault analysis

Statement:

The FMEA was performed for the Raytheon Marine Integrated Bridge System (IBS) and not for the Std.20 as expressed.

Concerning the disconnection of the outputs, the question comes up if it is reasonable to let a vessel sail with a disturbed heading sensor. In the Raytheon Marine philosophy, it is not.

The Std.20 as every technical system has a limited availability as well as a limited reliability and integrity.

So the potential failure modes of the Std.20 modes have been illustrated and described as

the connected devices have to deal with these failure modes. So the manufacturer of these devices has to make his own conclusion according to his possibilities.

So every system integrator (in this case Polartec / STN Atlas) has to create such an FMEA to assure maximum reliability and integrity of a navigation system.

Up to the DNV requires FMEA only on one man bridges.

1.16 Para 2.3.2, p.49, International regulations**Statement:**

As already said, IMO Resolution MSC64(67) (Performance Standards for Heading Control Systems) requires a heading monitor which monitors the actual heading in use by an independent heading source.

If have been followed this IMO resolution, the usage of an independent heading monitor with an independent heading sensor like a TMC could have prevented the accident.

2 Finnfellow-Report - Assessment concerning EMC and Type Approval**2.1 Statements on EMI***

The statement in the summary that the radio frequency interference is the reason for the failure of the Standard 20-System cannot be accepted. This error cause is in no way confirmed by the examinations of the commission.

2.1.1 Reason**a) Statement of the Captain of the Finnfellow**

As Captain Matti Ahti told us during service operation onboard the Finnfellow, no disturbances or malfunctions were detected at the compass system at any time which would lead to the assumption that there was an influence by radio frequency interference.

b) EMI onboard the ferry "MS Finniar"

The assumption of the commission that EMI may be the cause for the failure of the Standard 20 onboard the "MS Finnfellow" is based on the observation of the Standard 20 compass system onboard the ferry "MS Finniar".

Onboard the Finniar influences of the compass system by electromagnetic fields were detected.

As already stipulated in the service report of March 15, 2001 these influences were caused by improper installation of the compass system.

c) EMC-tests in Tampere (Chap. 4.1 / p. 31)

The EMC-tests performed in Tampere cannot be accepted as evidence for the insufficient immunity to radio frequency interference of the Standard 20.

The tests were not performed according to the Standard and the compass was disassembled during the test (motherboard outside the gyro).

d) EMC-tests in Kiel (Chap. 1.4.2 / p. 10)

During the test conforming to the Standard EN 60945 no influences on the Standard 20 could be detected.

Influences on the temperature sensor in the Standard 20 could only be achieved when the commission gave the instruction to increase the test level by 4 to 10 times and to change the test setup contrary to the standard. A failure of the Standard 20 as onboard the Finnfellow could not be achieved.

2.1.2 Type Approval for the Anschütz Standard 20 Gyrocompass (Page 21, 22)

The statements which were made on the type approval are correct. Additionally the following notes:

* Electromagnetic Interference

- a) We have an agreement with the BSH that minor changes are not reportable. The minor changes of the software behind the dot have been registered, e.g. P002 E02.01
- b) The software version P002 E02.01 which is in place onboard the Finn fellow has been type approved by the BSH in the meantime.
- c) The compass system Standard 20 has subsequently passed a new EMC-test according to the EN 60945, status 9.1997 (see enclosure).
- d) Type Approval Tests (Chap. 3.3, P. 58)
 - The Standard 20 has passed the EMC-test "Radiated Interference" within a frequency band of 80 MHz to 2 GHz with 10 V/m.
 - This frequency band is not required by the EN 60945.

2.1.3 Shielding against Interference, (Chap. 2.4, P. 51)

The influences detected onboard the MS Finniar were caused by the improper installation. The additional shielding is not necessary under normal board-conditions.

2.1.4 Evaluation of the Report concerning EMC

The report makes the impression that the commission has had a preconceived opinion to the failure cause of the Standard 20 due to the observed EMC-influences onboard the MS Finniar. The partly unqualified tests were made to confirm this opinion.

It is perfectly sensible to determinate the limits of the immunity to interference of the Standard 20 by increasing the radio interference level. However, it is in no way correct to test the disassembled compass for immunity to interference in order to state in the report: "Influences on the compass have been detected".

3 Comments on 3. - Conclusions

3.1 Para 3.3., p.58, second paragraph

Statement:

The IMO Resolution MSC64(67) (Performance Standards for Heading Control Systems) requires a heading monitor which monitors the actual heading in use by an independent heading source. Such a monitor would have detected the heading error and have alarmed the crew.

The vessel has not been equipped with such a device, which makes this a root cause of the accident.

A defective system can not monitor itself by 100%, that is why an independent source is required.

3.2 Para 3.3., p.59, forth paragraph

Installation instructions

Statement:

Raytheon Marine GmbH entertains a project department (commercial sales) consisting of engineers and design people, who are doing cable and wiring diagrams for individual sales orders.

The gyro manufacturer has not been involved nor in the survey of the situation on the FINNFELLOW before the renewal of the equipment nor after the renewal of the equipment nor in the project engineering phase.

4 Para 4. – Recommendations**4.1 Para 4.1. p.63, item 1.****Statement:**

Raytheon Marine GmbH already recommends to use shielded cables only.

4.2 Para 4.2. p.64, item 4**Statement:**

It has to be made sure, that the actual regulations are followed, i.e. that there is an independent source for heading monitoring.

Furthermore Raytheon Marine GmbH recommends the implementation of a track monitoring alarm, whenever a preplanned track / route is used in conjunction with an autopilot or trackpilot.


In addition to this, an integrated navigation system should be approved by the classification society, independent of new installations versus renewal of systems, i.e. a survey should to be made after each change of the system including a FMEA which is individual to the installation.

We hope that our comments are helpful in the making of the investigation report.

If you should have any further question and comment, pls. do not hesitate to contact us again.

As the maker of navigational sensors and systems, we are aiming for an improvement of these systems.

With best regards,



Ulrich Schuster
Asst. Managing Director
Raytheon Marine GmbH

STN ATLAS Marine Electronics GmbH
Behringstrasse 120
D-22763 Hamburg
Telefon: +49 - (0)40 - 8825 - 0
Telefax: +49 - (0)40 - 8825 - 4000

An/To: ACCIDENT INVESTIGATION BOARD , Helsinki	Ref.: finn_fellow091101.doc
z.Hd./Attn.: Mr. Martti Heikkilä	Date: 09.11.01
Fax:	Pages: 1 of 2
Von/From: Dr. M. Westphal	Copy:
Tel.: +49 - (0)40 - 8825 2835	
Fax: +49 - (0)40 - 8825 4105	
E-Mail:	

Ref.: Request for comments 01.10.01

MS "FINNFELLOW" GROUNDING IN ALAND ON APRIL 2,2000

Dear Sirs,

Thank you very much for the report received and the opportunity provided to us to comment.

The following comments have been evaluated based on the final draft/investigation report B 2/2000 M of the Finnish Accident Investigation Board (*your original text in italics*). We kindly propose to consider our remarks in order to finalize the report.

Page 37:

The system could not interpret the significance of the various numeric values for the officers on watch.

For the actual situation (15 seconds after the jamming of the heading) this sentence could be misleading because a CMG of 85.5° could have been realistic due to other influences (Drift Angle to STB, wind from North). Therefore we propose to delete the a.m. sentence in this connection.

Page 44:

The autopilot slowed down the vessel's speed ...

We propose to substitute this sentence by: **The vessel's speed slowed down due to turning.**

Page 44:

*The recorded position was therefore outside the **assumed** true contour of the ship.*

We propose to add this, because it is an assumption concerning the real position of the vessel as a result of the simulation.

Page 46:

The rotation of the radar video anticlockwise was the only indication of the malfunction.

Not only the radar video indicates a malfunction, also the unexpected starboard rudder (a counter-rudder to port should be expected after a starboard turn) and the ongoing change of the CMG to starboard at a constant heading indicated a problem.

Furthermore the ship was turning to starboard although a rate of turn = 0 was indicated.

Page 57:

... the heading information to the autopilot was entirely false.

We propose to replace *entirely* by “**increasingly**”.

Additional comments:

- The screen shots of the displays taken during the simulation were done with not activated Trackpilot – this should be mentioned in the report. Therefore no deviation bars for course and track are visible, which could have indicated a constant course error and the increasing track deviation during the jamming period.
- We are not sure how the simulation did influence the realistic display of the XTD (off track distance) to the pre-planned track, which should have been increasing considerably to “right of the track” based on the correct position information.

In case of any further questions please do not hesitate to contact us.

Best regards,

STN ATLAS Marine Electronics GmbH
Systeme Navigation, Kommunikation

Dr. M. Westphal