



Tutkintaselostus

C 13/1998 M

**ms TRENDEN, pohjakosketus Rauman edustalla
17.12.1998.**

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



ms TRENDEN, pohjakosketus Rauman edustalla 17.12.1998

TIIVISTELMÄ

Suomalainen kuivarahtialus ms TRENDEN oli matkalla Haminasta Raumalle, kun se sai pohjakosketuksen Raumalle johtavalla Valkeakaran väylällä 17.12.1998 kello 07:19. Aluksen omistaa Rederi Ab Engship.

Onnettomuus tapahtui jyrkässä käännöksessä ja sen tapahtumahetkellä komentosillalla oli päällikkö, luotsi ja yliperämies. Näkyvyys oli onnettomuushetkellä hyvä ja tuuli lounaasta noin 10 m/s. Pohjakosketuksesta aiheutuneet vauriot alukselle olivat pieniä. Alukseen ei tullut vuotoja ja kaikki sen järjestelmät toimivat pohjakosketuksen jälkeen.

TRENDENin pohjakosketuksen välittömänä syynä oli aluksen kääntymisen hitaus, johon vaikutti autopilotin peräsinkulman rajoittimen liian alhainen asetusarvo ja käännöksen jakaminen kahteen osaan väylälinjauksia noudattaen. Onnettomuuden taustalla oli myös se, että Valkeakaran väylälinjaus ei ole kansainvälisten väyläsuunnittelun suositusten mukainen ja että Rauman luotsialueen käytäntönä on käyttää kyseistä väylää Rihtniemen väylän sijasta myös isoilla aluksilla. Valkeakaran väylälle ei ole asetettu rajoitusta laivan pituudelle, ainoastaan syvyykselle.



ms TRENDEN, grounding off Rauma 17.12.1999

SUMMARY

Finnish general cargo vessel ms TRENDEN was sailing from Hamina to Rauma 17 December 1998 when she at 07:19 grounded on the Valkeakari fairway leading to Rauma. She is owned by Rederi Ab Engship.

The accident occurred in a tight turn when the bridge was occupied by master, pilot and first mate. The visibility during the accident was good and wind SW about 10 m/s. The damage due to the grounding was minor. There were no leaks and all systems remained operational.

The accident was caused by slow turning which was due to the rudder limit in the autopilot set at a too small value and by dividing the turn into two segments as it is marked on the chart however. A contributing factor is that the lay-out of Valkeakari fairway does not conform to the international recommendations for fairway dimensions and that the piloting practise in Rauma is to use that fairway instead of the deeper Rihtniemi fairway also when piloting large vessels. Only the draught is limiting the size of the vessels using Valkeakari fairway and there is no limit for the ship length.



SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	I
SUMMARY	II
1 ONNETTOMUUDEN YLEISKUVAUS JA TUTKINTA	1
1.1 Alus	1
1.1.1 Yleistiedot	1
1.1.2 Aluksen rekisteriasiakirjat	2
1.1.3 Miehitys ja liikennerajoitukset	2
1.1.4 Ohjaamo ja sen laitteet	2
1.2 Onnettomuustapahtumat ja niihin johtanut toiminta	3
1.2.1 Sääolosuhteet	3
1.2.2 Luotsausmatkan valmistelu	3
1.2.3 Onnettomuusmatka	3
1.3 Aluksen vauriot ja pelastaminen	6
1.4 Onnettomuuden tutkinta	6
1.4.1 Tutkinnan aloittaminen	6
1.4.2 Tutkintaselostusta koskevat lausunnot	7
2 ANALYYSI	8
2.1 Navigoinnin ja luotsauksen edellytykset	8
2.1.1 Raumalle johtavat väylät	8
2.1.2 Valkeakaran väylän linjaus	8
2.1.3 Rauman luotsialueen käytännöt	14
2.1.4 Varustamon ohjeet ja käytäntö luotsaustilanteessa	14
2.1.5 Ohjaamojärjestelyn luomat edellytykset luotsaukselle	15
2.2 Luotsausmatkan kulku	19
2.2.1 Tapahtumat automaattisen rekisteröinnin ja tietokonesimuloinnin perusteella	19
2.2.2 Ohjailu- ja navigointitapa luotsauksessa	21
2.2.3 Yhteistoiminta komentosillalla	23
3 JOHTOPÄÄTÖKSET	26
3.1 Karilleajoon johtanut tapahtumaketju	26
3.2 Onnettomuuteen myötävaikuttaneita tekijöitä	26
3.2.1 Navigoinnin ja luotsauksen edellytykset	26
4 SUOSITUKSET	29



4.1 Väylän mitoituksesta tiedottaminen ja väylien suunnitellut aluskoot.....	29
4.2 Automaattiohjauksista annettava koulutus	29
4.3 Komentosiltayhteistyön kehittäminen	30
LÄHTEET	31
LÄHDELIITTEET	31

1 ONNETTOMUUDEN YLEISKUVAUS JA TUTKINTA

1.1 Alus



Kuva 1 Ms TRENDEN.

Kuva: Rederi Ab Engship

1.1.1 Yleistiedot

Laivan nimi	ms TRENDEN
Varustamo	Rederi Ab Engship
Kotipaikka	Nauvo
Rekisteröintipaikka	Helsinki
Rekisterinumero	10068
IMO tunnus	8820107
Tunnuskirjaimet	OIZF
Laji	lastialus
Henkilömäärä	9
Luokituslaitos	Germanischer Lloyd
Luokka	+ 100 A 4 E 3/MC E3 Aut.
Jääluokka	1 A
Rakennusvuosi	1989
Rakennuspaikka	J.J. Sietas Werft, Hamburg.



Pituus	104,81 m
Lpp	97,40 m
Leveys	16,25 m
Leveys (moulded)	16,00 m
Syväys	5,78 m
Täyteläisyyskerroin Cb	0,71
Bruttovetoisuus	3826
Kuollut paino	4400
Koneteho	2960 kW
Pääkone	1 Wärtsilä Vasa 8R 32D
Kääntölapapotkuri	KaMeWa
Keulapotkuri	Pluger, 300 kW
Nopeus	15 solmua

1.1.2 Aluksen rekisteriasiakirjat

ISM Code todistus varustamolle	03.01.1997 - 03.01.2002
ISM Code todistus alukselle	09.06.1997 - 29.06.2002
Varusteturvallisuuskirja	06.05.1997 - 06.05.1999
Rungon ja koneiston todistus	04.08.1994 - 30.06.1999
Radioturvallisuus todistus	03.03.1998 - 25.02.1999

1.1.3 Miehitys ja liikennerajoitukset

Aluksella oli päällikkö, kaksi perämiestä, konepäällikkö, konemestari, pursimies, matruusi, puolimatruusi ja kokki eli yhteensä 9 henkilöä.

Päällikkö oli ajanut ms TRENDENillä Valkeakaran väylää kerran aikaisemmin. Luotsi oli ajanut väylää 1200 kertaa kymmenen vuoden aikana. Hän ei ollut luotsannut TRENDENiä aiemmin, mutta saman varustamon muita aluksia hän oli luotsannut.

1.1.4 Ohjaamo ja sen laitteet

Navigointilaitteet

Hyrräkompassi	Ancshütz Standard 14
Automaattiohjaus	Ancshütz Nautopilot D
Tutka	Furuno, X- band (3 cm)
Tutka	Furuno, S- band (10 cm)
Paikanmäärityslaite	DGPS Philips Decca Philips ap
Kuljettu matka rekisteröitiin automaattisesti.	
Kaikuluoti	Furuno
Tuulimittari	DANA 2000
Loki	ELNA Doppler

Radiolaitteet

VHF DSC radiopuhelin	Skanti VHF 1000
VHF radiopuhelin	Skanti
MF/HF DSC radiopuhelin	Skanti
2182 vahtivastaanotin	Skanti
Navtex	Standard radio AB PNW 900
EPIRB 406 Mhz	Kannad



Kuva 2. Ms TRENDENin ohjaamo.

1.2 Onnettomuustapahtumat ja niihin johtanut toiminta

Tapahtumien kuvaus perustuu meriselitykseen ja luotsin kertomukseen sekä aluksen automaattiseen DGPS rekisteröintiin aluksen kulkureitistä.

1.2.1 Sääolosuhteet

Näkyvyys oli hyvä. Tuuli oli lounaasta noin 10 m/s ja korkea länsimaininki.

1.2.2 Luotsausmatkan valmistelu

Päällikkö kertoi luotsille aluksen suunnan, nopeuden ja että alus kulki automaattiohjauksessa. Luotsi informoi päällikköä väylän luonteesta ja tulevista käännöksistä ja kuljettavista suunnista, koska päällikkö oli aikeissa suorittaa luotsauskirjan ko. väylälle.

Automaattiohjaus oli luotsille tuttu, mutta hän ei tuntenut autopilottiin asetettuja säätöjä ja kertoimia. Hänestä säädöt kuuluivat päällikölle, eikä luotsin tule puuttua niihin. Päällikkö oletti lyhyen valmistautumisen aikana, että luotsi tunsu automaattiohjauksen.

1.2.3 Onnettomuusmatka

TRENDEN lähti Haminasta Raumalle 15.12.1998 kello 20:20. Alus saapui Rauman luotsiaseman edustalle aamulla joulukuun 17 p:nä klo 06:43 Valkeakaran 6,5 metrin väylän päähän. Luotsi nousi laivaan kello 07:05 Ulko-Kaksosen (Gotthardin) valopojun koillispuolella aluksen oikealta puolelta (kuva 3). Matkaa ensimmäiseen käännökseen oli noin kaksi mailia. Luotsilla ja päälliköllä oli noin 7 minuuttia aikaa valmistautua Valkeakaran



käännökseen. Päällikön mukaan laiva oli hieman Suokarin linjan pohjoispuolella ja sen suunta oli noin 010° , jotta alus tarjoaisi luotsikutterille suojaa lounaistuudessa. Yliperämies ja kansimies olivat luotsia vastassa kannella. Päällikkö oli yksin sillalla. Heti kun yliperämies ilmoitti, että luotsi oli laivassa, päällikkö alkoi kääntää alusta suunnalle 120° . Päällikkö asetti konekäskyn eteen täydelle teholle.

Luotsin noustua komentosillalle yliperämies meni karttahuoneeseen, eikä hän millään tavalla osallistunut laivan ohjaukseen. Päällikön informoitua luotsia automaattiohjauksen päälläolosta, aluksen suunnasta ja nopeudesta luotsi alkoi luotsata ja kääntää alusta automaattiohjauksella Suokarin linjalle suuntaan 103° . Konekäsky oli täysi eteen, nopeus oli aluksi 10 solmua mutta nousi vähitellen 13,5 solmuun.

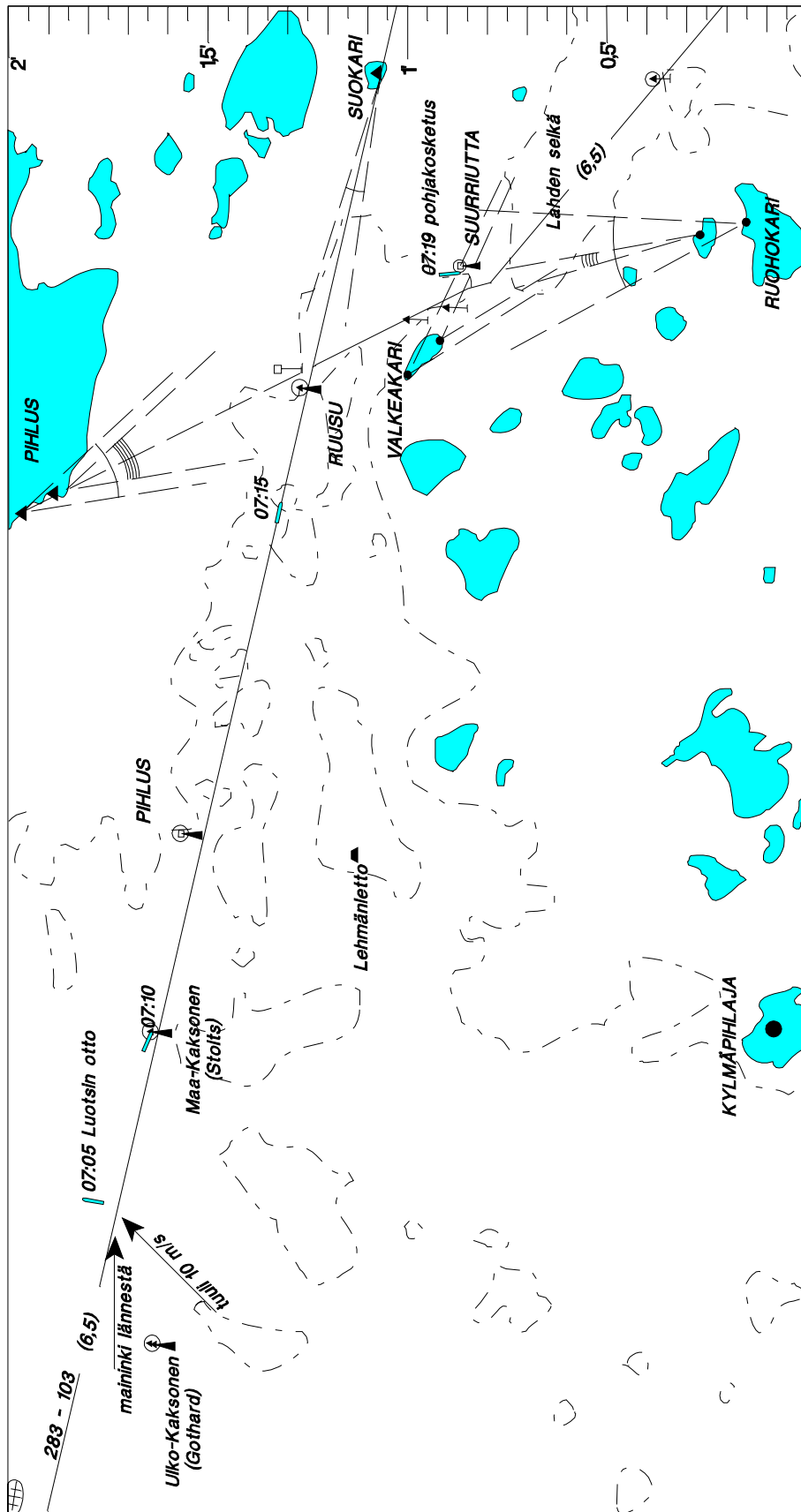
Maa-Kaksosen (Stolts) poiju sivuutettiin kello 07:10. Kello 07:15 lähestyttiin poijua nimeltä Ruusu, jonka luona oli tarkoitus kääntää oikealle. Nopeus oli noin 13 solmua.

Päällikkö kertoi paikanmäärityksen tapahtuneen elektronisella kartalla, jossa aluksen paikkaa päivitti DGPS. Hän kertoi navigoinnin tapahtuneen myös optisesti.

Luotsi istui vasemmassa työpisteessä ja päällikkö oikean työpisteen tutkan takana. Luotsi aloitti käännöksen noin aluksenmitan ennen Ruusun poijua. Luotsin kertomuksen mukaan hän aloitti käännöksen asettamalla automaattiohjauksen uudeksi suunnaksi 155° kohti Suurriutan valopojua. Meriselityksen mukaan käännettiin suunnalle 150° . Käännöksessä laiva ajautui kuitenkin hieman liikaa itään, joten luotsi käänsi autopilotilla lisää oikealle. Päällikön mukaan peräsinkulma oli käännöksen aikana enimmäkseen noin 10 asetetta. Meriselityksessä päällikkö vertasi käännöksen onnistumista Pihluksen linjaan ja sanoi itse optisesti havainnoineensa edessä olevaa linjaa. Pihluksen linjan suunta oli 155° .

Käännöksen aikana päällikkö kysyi luotsilta, että pitäisikö kytkeä käsiruori. Päällikön mukaan luotsi vastasi, että ei tarvitse. Luotsi ei muistanut päällikön kysymystä meriselitystilaisuudessa, ja selitti keskittyneensä ohjailuun. Hänen mielestään käsiruorin kytkeminen päälle olisi ollut tuhoisaa vaikeassa tilanteessa.

Päällikkö huomasi aluksen ajautuvan käännöksessä Pihluksen linjan yli, mutta koska luotsi ohjasi 175° ja linjan suunta oli 150° , hän arvioi, että tämä riittäisi. Hän tukeutui arviossaan myös tulkintaansa luotsin käytöksestä, joka hänen mukaansa antoi uskoa, että luotsilla oli tilanne hallinnassaan. Luotsin mukaan alus sivuutti Suurriutan punaisen poijun viiden metrin etäisyydellä suunnalla 175° . Meriselityksen mukaan rungossa tuntui tärähdys aluksen sivuutettua poijun puolella laivan mitalla. Luotsin mukaan tärähdyspaikka oli silmämääräisesti poijusta suoraan pohjoiseen. Heti poijun sivuutuksen jälkeen luotsi käänsi jyrkästi vasemmalle, jonka jälkeen ohjattiin Valkeakaran linjalle, jonka suunta on 130° . Päällikön kysyessä tärähdyksen syytä, luotsi vastasi, että kyseisessä kohdassa pitäisi olla tarpeeksi vettä. Päällikkö päätteli, että alus oli kuitenkin ollut liikaa vasemmalla ja saanut pohjakosketuksen.



Kuva 3. Tapahtumien ajat meriselityksen ja luotsin kertomuksen mukaan.

1.3 Aluksen vauriot ja pelastaminen

Päällikkö aloitti välittömästi pohjakosketuksen jälkeen vaurioiden tarkastamisen. Yliperämies tarkisti painolastitankit kaukopeilausjärjestelmällä. Konepäällikkö tarkisti konetilat ja propulsiojärjestelmän. Valonheittimillä tarkistettiin, ettei vanavedessä näkynyt öljyä. Kansivalot sytytettiin. Mitään poikkeavaa ei havaittu.

Suurriutan sivuutuksen jälkeen nopeutta laskettiin Lahdenselällä. Potkurin toiminta tarkistettiin, mutta vikoja ei havaittu. Vauhtia lisättiin jälleen. Alus kiinnitettiin laituriin Raumalla kello 07:55. Tämän jälkeen päällikkö ilmoitti tapahtuneesta varustamolle ja luotsi Saaristomeren merenkulkupiirille.

TRENDEN sai pohjakosketuksessa painuman pohjaan aluksen oikealle puolelle. Sen pituus oli 20 metriä, leveys 2 metriä ja syvyys 16 millimetriä¹. Painuma oli kahden painolastitankin alueella. Vuotoja ei ollut.

1.4 Onnettomuuden tutkinta

1.4.1 Tutkinnan aloittaminen

Koska vuoden 1997 syksyllä oli sattunut useita tapauksia, joissa ulkomaalainen alus oli saanut pohjakosketuksen luotsauksen aikana, Onnettomuustutkintakeskus päätti käynnistää usean onnettomuuden yhteisen tutkinnan 29.12.1997. Yksi tähän tutkintaan myöhemmin liitetystä onnettomuuksista on suomalaisen kuivalastialus ms TRENDENin pohjakosketus Rauman edustalla 17.12.1998.

Näissä tapauksissa ei ole sattunut henkilö- tai ympäristövahinkoja ja aluksille aiheutuneet vahingotkin ovat jääneet suhteellisen vähäisiksi. Tapahtumien toistuvuus antaa kuitenkin aiheen selvittää niiden kulku ja syyt vastaavien tapahtumien ennalta estämiseksi.

TRENDENin päällikkö antoi meriselityksen merioikeuden istunnossa Turussa 22.01.1999. Yksi tutkijoista oli läsnä meriselityksessä ja tutkijat hankkivat käyttöönsä merioikeuden pöytäkirjan liitteineen.

TRENDENin karilleajon tutkijoiksi määrättiin johtava tutkija Martti **Heikkilä** ja erikoistutkija, merikapteeni Risto **Repo** Onnettomuustutkintakeskuksesta. Tutkinnassa pysyvinä asiantuntijoina ovat olleet merikapteeni Kari **Larjo**, johtaja, merikapteeni Antti **Haapio** Meriturvasta, psykologit Leena **Norros**, Kristiina **Hukki** ja Maaria **Nuutinen** VTT Automaatiosta, DI Matti **Hellevaara** VTT Valmistustekniikasta ja hallintopäällikkö Pirjo **Valkama-Joutsen** Onnettomuustutkintakeskuksesta.

¹ Tieto varustamosta puhelimitse.



1.4.2 Tutkintaselostusta koskevat lausunnot

Tutkintaselostuksen luonnos lähetettiin onnettomuustutkinta-asetuksen 24 §:n mukaista lausuntoa varten Merenkululaitokseen liikenneosastolle ja kartta- ja väyläosastolle sekä Suomenlahden, Saaristomeren, Järvi-Suomen ja Pohjanlahden merenkulkupiireihin. Mahdollisia kommentteja varten tutkintaselostus lähetettiin myös aluksen päällikölle ja varustamolle, luotsille, Merenkululaitokseen yleiselle osastolle ja merenkulkuosastolle, Saaristomeren merenkulun tarkastustoimistoon sekä liikenne- ja viestintäministeriön merenkulkuyksikköön, opetushallitukseen ja luotsiliittoon.

Onnettomuustutkintakeskus sai suosituksista lausunnot Merenkululaitoksesta merenkulkuosastolta, liikenneosastolta ja kartta- ja väyläosastolta sekä Saaristomeren merenkulkupiiriltä. Kommentteja tutkintaselostuksesta saatiin opetushallitukselta. Näiden perusteella tekstiä on joiltain osin tarkennettu. Lausunnot ovat tutkintaselostuksen liitteinä.

2 ANALYYSI

2.1 Navigoinnin ja luotsauksen edellytykset

2.1.1 Raumalle johtavat väylät

Onnistuneen luotsauksen perustava edellytys on oikein suunniteltu väylä. Raumalle on kaksi vaihtoehtoista väylää.

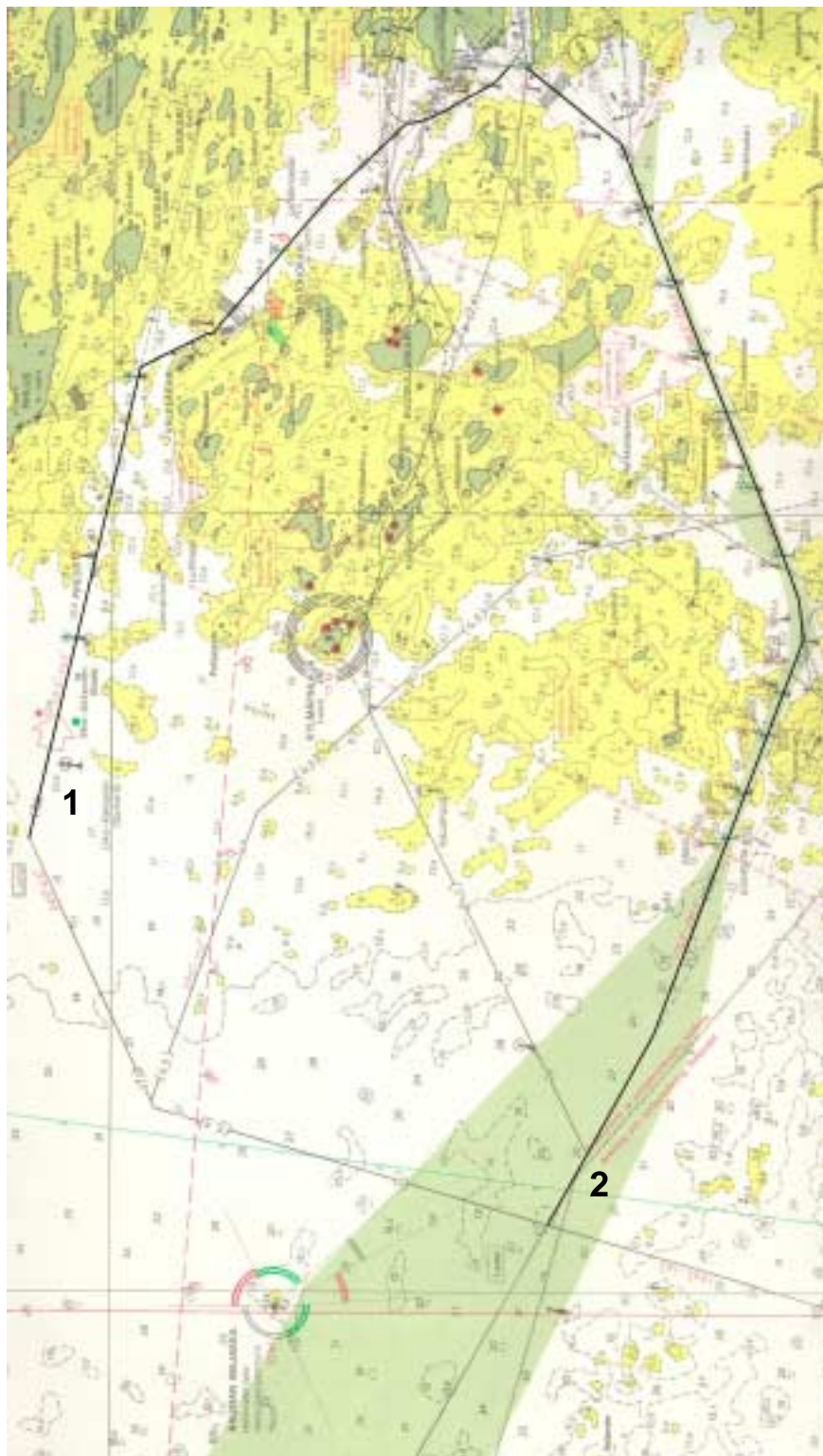
Valkeakaran 6,5 metrin väylä on vanha Rauman väylä, jota käytettiin jo purjelaivojen aikana. Sen edut ovat suojaisuus ja hyvät luonnonmaalit tutkaa käytettäessä. Väylän haittana on Valkeakaran käännös ja sitä seuraava Suurriutan kapeikko.

Uusi Rihntniemen 10 metrin syväväylä on suora ja hyvin merkitty. Rihntniemen väylällä ei ole vaikeita käännöksiä. Se on suunniteltu kansainvälisten väyläsuunnittelun periaatteiden mukaan. Vaikeutena on väylän suojattomuus sen vaikeimmalla osuudella Urmuodon linjalla (124,5°). Tutkapaikannuksessa on luotettava reunamerkkeihin, jotka eivät näy tutkassa yhtä hyvin kuin luonnonmaalit. Reunamerkit saattavat kadota tutkan kuvaputkelta aallokossa ja jääolosuhteissa. Rihntniemen väylä vaati alukselta hyvät navigointitaitteet. Lisäksi kallioon louhitulla Rihntniemen väylällä saattaa suurilla nopeuksilla ajettaessa esiintyä reunaimuvaikutuksia.

Raumalle johtavat väylät on esitetty kuvassa 4.

2.1.2 Valkeakaran väylän linjaus.

Valkeakaran väylä on esitetty kuvassa 3. Väylä periytyy Ruotsin ja Venäjän vallan ajoilta. Pihluksen linja lisättiin väylään vasta vuonna 1953. Uudella linjalla pyrittiin ilmeisesti pienentämään suunnan muutosta käännyttäessä kohti Ruohokaria. Uusi linja helpotti myös optista navigointia ajettaessa Raumalta ulos. Muutos perustui optisen navigoinnin tukemiseen, sillä tuohon aikaan tutka ei ollut vielä muuttanut luotsausta. Tutkanavigoinnin käytäntöjä ja systemaattisen väylämitoituksen periaatteita ei vielä ollut linjausta muutettaessa.



© Merenkululaitos, Kartta- ja väyläosasto

Kuva 4. 1) Vanha Valkeakaran väylä Kylmäpihlajan pohjoispuolella ja 2) uusi Rihntien väylä sen eteläpuolella.

Tutkanavigointi muutti luotsausta 1960- ja 1970-luvulla, kun liikenne alkoi kulkea näkyvyydestä riippumatta. Linjataulut eivät enää olleet luotsauksen kannalta määrääviä, sillä ne eivät näkyneet sumussa. Yleinen toivomus oli, että väylän reunoilla olisi tutkassa näkyviä maaleja, joiden avulla voidaan päätellä käännoksien aloituskohdat ja kohteiden siivutusetäisyydet.

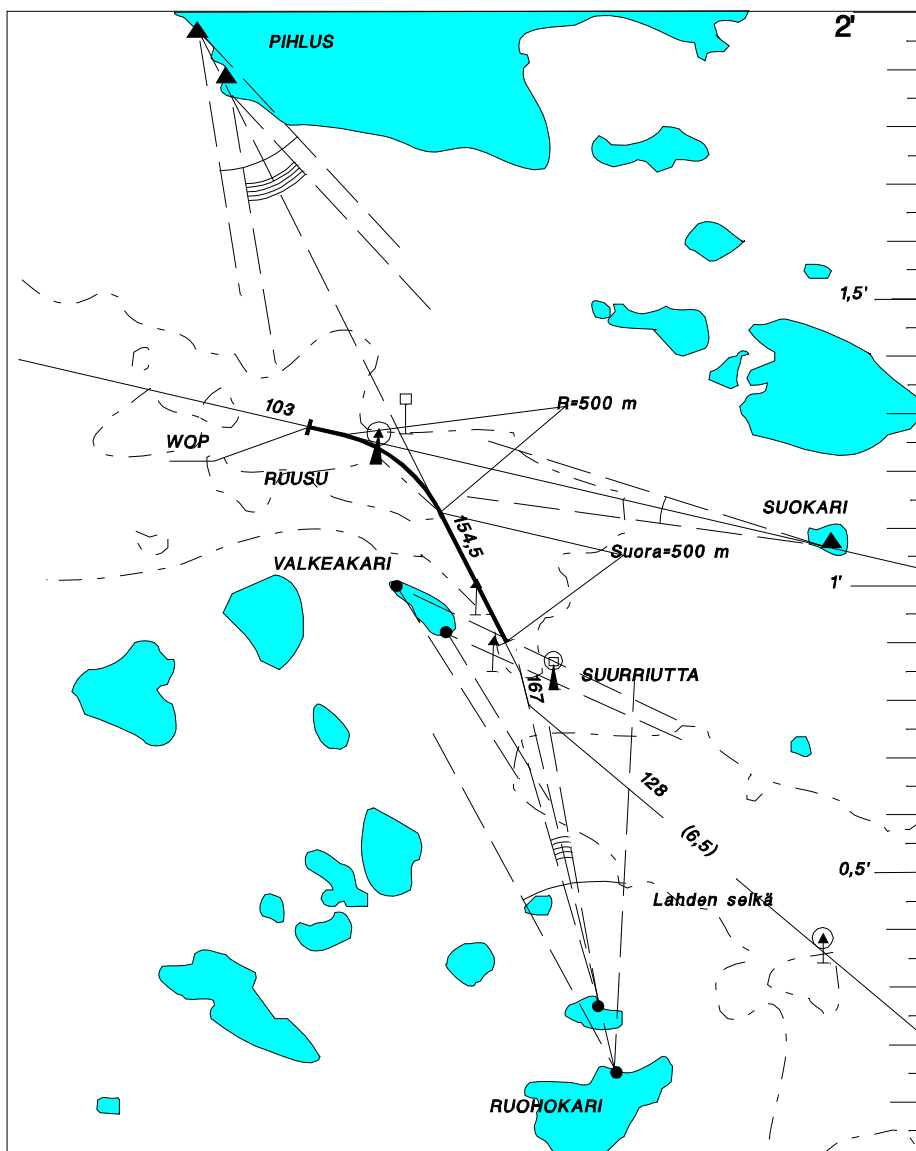
Alusten koot ja nopeudet kasvoivat. Perinteinen väylän syvyyteen perustuva väylien mitoitus kävi riittämättömäksi. Tie- ja Vesirakennushallitus julkaisi Laivaväyliä suunnitteleuohjeet vuonna 1979. Ohje noudatti kansainvälisiä väyläsuunnitteluperiaatteita². Niiden mukaan käännoksien kaarresäteen tulee olla vähintään viisi kertaa aluspituus, kun suunnan muutos on yli 30°. Väyläsuositusten mukaan suunnitellun kaarresäteen tulee vastata noin 15° - 20° peräsinkulman arvoa ideaaliolosuhteissa, jotta käytännössä jäisi riittävä pelivara vaikeampia olosuhteita ja poikkeuksellisia tilanteita varten. Lisäksi kaarteiden välissä tulee olla suora osuus, jonka pituus on viisi aluspituutta. Seuraavassa arvioidaan Valkeakaran nykyistä väylälinjausta suosituksiin verrattuna sekä käännoksen vaatimuksia aluksen ohjailulle.

Kuvassa 5 on esitetty väyläsuunniteluohjeen kaarergeometria sovellettuna nykyiselle väylälle. Ajettaessa käänнос Pihluksen linjan mukaan 100 metriä pitkällä aluksella ajo-
linjat hipovat merimerkkejä. Kuvan 5 ja taulukossa 1 esitettyjen linjojen arvioinnin perusteella voidaan todeta, että Pihluksen linja jakaa käännoksen kahteen osaan.

TRENDENin tapauksessa kaarresäteen olisi pitänyt olla 500 metriä. Tämä edellyttää aloittamaan ensimmäisen käännoksen, kun tutkan antenni on vielä noin 200 metrin päässä Ruusun poijusta (WOP, Wheel Over Point, kuva 5), jotta päästäisiin Pihluksen linjalle. Se on liian aikaista, sillä käänнос sivuasi liian läheltä poijua. Kaarresädettä olisi lyhennettävä, jotta kaarre ei kulkisi läheltä poijua, mutta kaarresäteen lyhentäminen lisää peräsinkulmaa, mikä vaikeuttaa ohjailua ja johtaa tahattomaan mutkailuun. Linjauksen käyttökelpoisuus testattiin pöytätietokonesimulaattorilla.

Nykyinen väylälinjaus kaksine käännoksineen tukee vanhanaikaista menettelyä, jossa käännökset tehdään useina peräkkäisinä suunnanmuutoksina. Luotettavampi tapa on kääntää suoraan Ruohokarin linjalle (167°).

² TVH 1979 ja PIANC 1994, Permanent International Association of Navigation Congresses.

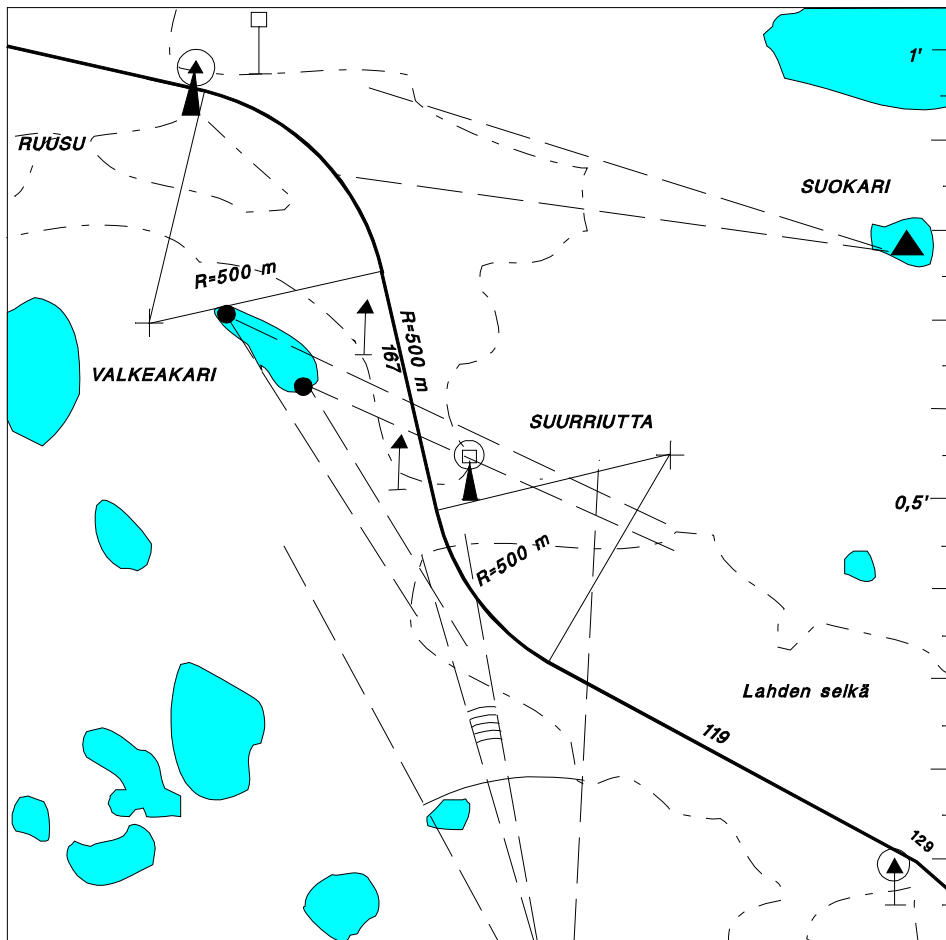


Kuva 5. Väyläsuunnitteluohjeen kaarregeometria sovellettuna nykyiselle väylälle. Ensimmäinen käänös on piirretty kartalle 100 metriä pitkälle alukselle. Pihluksen linjan mukaan ajettaessa ajolinjat hipovat merimerkkejä.

Valkeakarinen väylän linjaus.			
Suokarin linja	103°		perinteinen linja
Pihluksen linja	154,5°	0,36'	Vuoden 1953 linja jakaa käänöksen kahteen osaan.
Ruohokarin linja	167°	0,10'	Liian lyhyt linja. Ei voi ohjata
Valkeakarinen linja	128°	0,86'	Linjalle ei voi käännyä heti Suurriutan kohdalla

Taulukko 1. Valkeakarinen väylien linjaus. Linjojen pituudet on mitattu kartalta linjojen leikkauspisteistä.

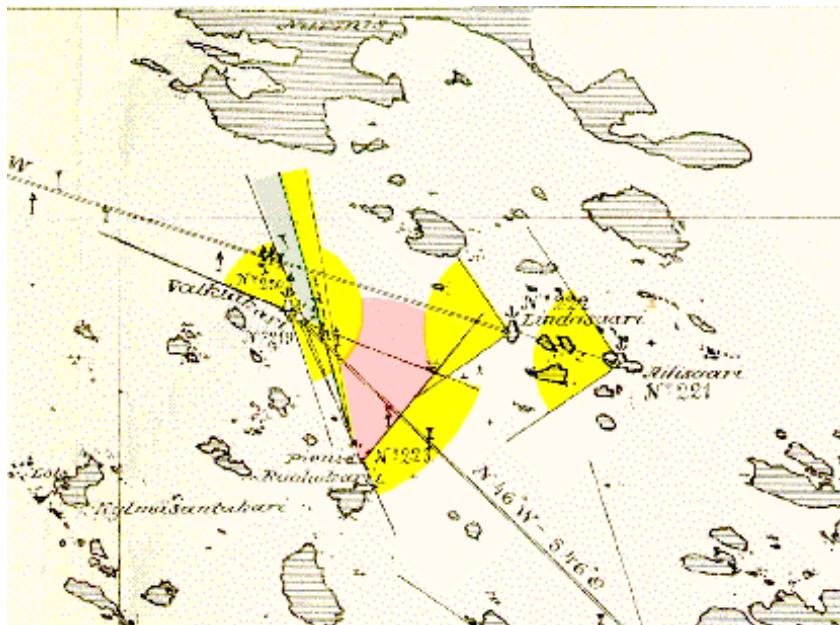
Merenkululaitoksen suositusten mukaan kaarteiden välissä tulee siis olla suora osuus, jonka pituus on viisi aluspituutta. Käytettävissä oleva vesialue sallii Valkeakarın kohdalla 500 metrin (0,27') kaarresäteet, jolloin niiden väliin jää noin 500 metrin suora osuus. Tämä tarkoittaa, että suurin sallittu aluspituus Valkeakarın väylällä pitäisi olla 100 metriä. Noudattamalla Pihluksen linjaa väyläsuositus ei toteudu. Valkeakarın linjaa ei myöskään voi noudattaa, sillä käänнос menee pitkälle etelään. Käytettävissä olevan vesialueen kattavaan hyödyntämiseen perustuva väyläsuunnitelma on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Valkeakarın käänнос piirrettynä kansainvälisten väyläsuunnittelun periaatteiden mukaan. Suunnitelma ottaa huomioon käytettävissä olevan vesialueen.

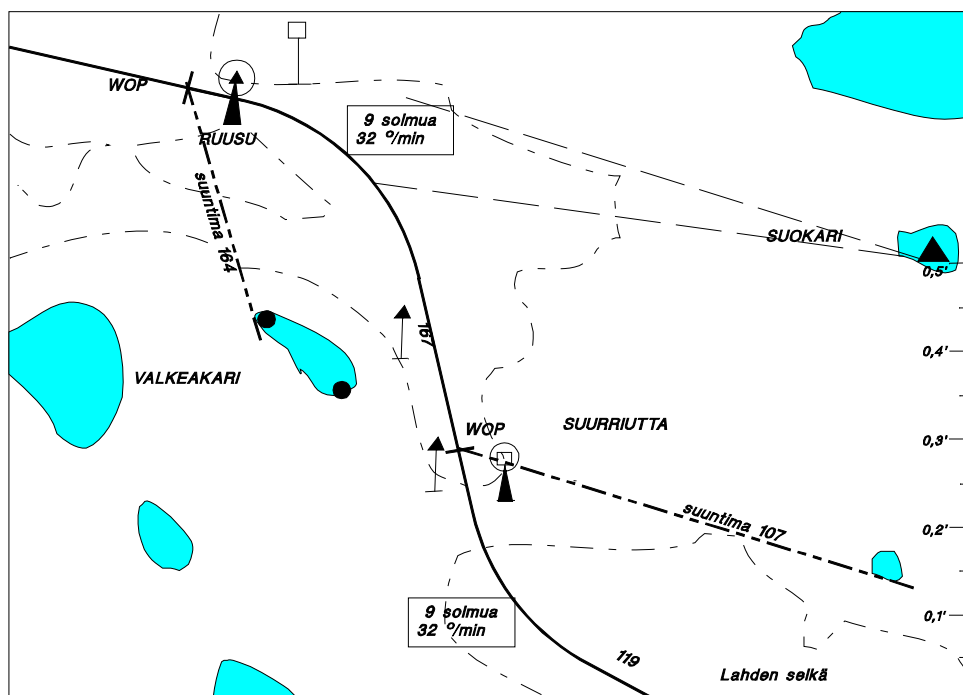
Valkeakarın väylä on kuvattu luotsiylihallituksen vuoden 1904 julkaisussa³ (kuva 7). Huomio kiinnittyy siihen, että vanha väylälinjaus noudatti Pihluksen kohdalla nykyikäistä väylämitoitusta. Valkeakarın väylän linjaus on taantunut ajan kuluessa.

³ Öfverstyrelsen för lots- och fyrinrättningen i Finland 1905.



Kuva 7. Valkeakarinen linjaus vuonna 1904. Linjaus olisi täyttänyt nykyaikaiset väyläsuunnitteluvaatimukset.

Nykyaikaiseen väylänmitoitukseen perustuva reittisuunnitelma on esitetty kuvassa 8. Kaarresäde on kuvassa 0,27'. Alus kulkee käännöskomennosta noin $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ pituudestaan eteenpäin ennen tasaisen kaarten alkua. Tähän on vielä lisättävä tutkan antennin etäisyys aluksen keulasta. Kaarre ja käännoksen alun suora osuus merkitään kartalle ja saadusta pisteestä piirretään tutkan suuntimaa osoittava käännoksenmerkki (WOP).



Kuva 8. Merenkulkulaitoksen väyläsuunnitteluohjeisiin perustuva reittisuunnitelma

Väyläsuositusten ja esitetyn suunnitelman (kuva 8) mukaiset käännökset voi suorittaa automaattiohjauksella.

	R = 0,27' eli 500 metriä								
Nopeus solmuissa	13	12	11	10	9	8	7	6	5
Kulmanopeus °/min	46	42	39	35	32	28	25	21	18

Taulukko 2. Kulmanopeuden ja aluksen nopeuden välinen suhde käännöksessä.

Tutkinnan näkemyksen mukaan käännöksen suorittamisen nopeusrajat ovat 5 – 13 solmua ja sopiva nopeus käännöksessä on 9 solmua. Eri nopeuksilla 500 metrin kaarresädettä vastaavat kulmanopeudet on esitetty taulukossa 2. Käännöksessä 13 solmua on mahdollinen, jos käännöksen toteuttaminen on suunniteltu.

Yhteenvetona Valkeakaran väylän analyysistä voidaan todeta, että nykyinen Valkeakaran väylä ei ole väyläsuositusten mukainen (100 metrin alukselle). Nykyinen väylälinjaus tukee vanhanaikaista menettelyä, jossa käännökset tehdään useina peräkkäisinä suunnanmuutoksina. Pihluksen linjan noudattaminen Raumalle tullessa vaikeuttaa käännöksen toteuttamista. Käytettävissä oleva vesialue Valkeakaran väylällä antaisi mahdollisuuden suunnitella käännökset 100m alukselle nykyaikaisten väyläsuositusten mukaan turvallisemmiksi, mutta väylän nykyinen linjaus ei tue tätä. Käännös voidaan ajaa automaattiohjauksella, jos se toteutetaan ajamalla yhtenä käännöksenä suoraan Ruohokarin linjalle.

2.1.3 Rauman luotsialueen käytännöt

Merenkululaitos asettaa liikennöitäville väylille vain merikarttaan merkityn aluksen kulkusyväystä koskevan rajoituksen. Luotsit ja päälliköt päättävät itse muut huomioon otettavat kriteerit käytettävää väylää valittaessa.

Käytäntö ohjaa aluksia enemmän Valkeakaran väylälle kuin uudelle Rihtniemen väylälle. Rauman luotsialueen luotsit ovat kritisoineet Rihtniemen väylää, koska se ei ole tarpeeksi suojainen eikä tutkanavigointiin ole kiinteitä luonnonmaaleja. Rihtniemen väylässä esiintyy sitä suurella nopeudella ajettaessa reunaimuja, jotka hankaloittavat aluksen hallintaa. Väylää on jouduttu parantamaan, mutta Rihtniemen väylää vältetään siitä huolimatta.

Valkeakaran kautta ajetaan suurempia aluksia kuin mitä väylägeometria sallisi, mutta syvässä uivat alukset on ajettava Rihtniemen kautta joka tapauksessa. Valkeakaran väylän liiallinen suosiminen aiheuttaa kokonaisuudelle ongelman, koska tällä tavoin luotseille ei kerry Rihtniemen väylälle tarvittavaa kokemusta. Tästä syystä uutta Rihtniemen väylää tulisi harjoitella hyvällä näkyvyydellä ja pienillä aluksilla mahdollisimman paljon.

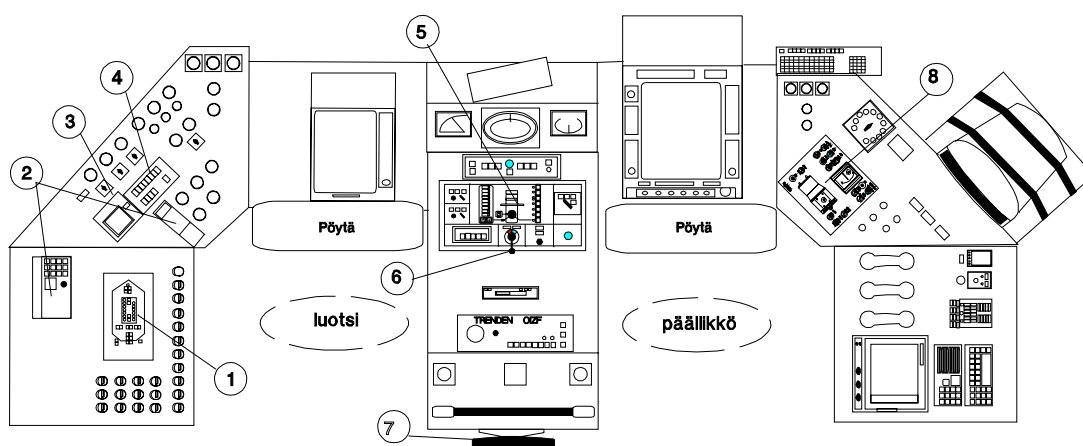
2.1.4 Varustamon ohjeet ja käytäntö luotsaustilanteessa

Tutkinnassa on tutustuttu ms NAJADENin turvallisuusjohtamiskäsikirjaan. NAJADEN on TRENDENin sisaralus samassa varustamossa. Ohjeet olivat luotsauksen suhteen yle-

sellä tasolla. Luotsaustilanteesta sanotaan, että 'vahtipäällystö valvoo luotsin toimintaa'. Reittisuunnitelmaa ja monitorointia ei mainita. Yleisluonteiset ohjeet eivät anna päätöksenteon tukea luotsaustilanteessa.

2.1.5 Ohjaamojärjestelyn luomat edellytykset luotsaukselle

Seuraavassa on analysoitu TRENDENin ohjaamojärjestelyä ja laitteiden soveltuvuutta luotsaukseen saaristoväylillä. Komentosiltajärjestely noudatti saksalaisen Sietas Werff telakan OPTIMALE BRÜCKE ohjaamojärjestelyä⁴.



Kuva 9. Komentosillan navigointikonsoli.

1	<i>Navigointivalot</i>	5	<i>Autopilotti Anschütz Nautopilot D</i>
2	<i>VHF DSC radio</i>	6	<i>NFU käsiohjaus</i>
3	<i>Savunilmaisín</i>	7	<i>NFU käsiohjaus ruorimiehelle</i>
4	<i>Palohälytín</i>	8	<i>Konekäskynvälitín</i>

Taulukko 3. Kuvan 9 selitykset.

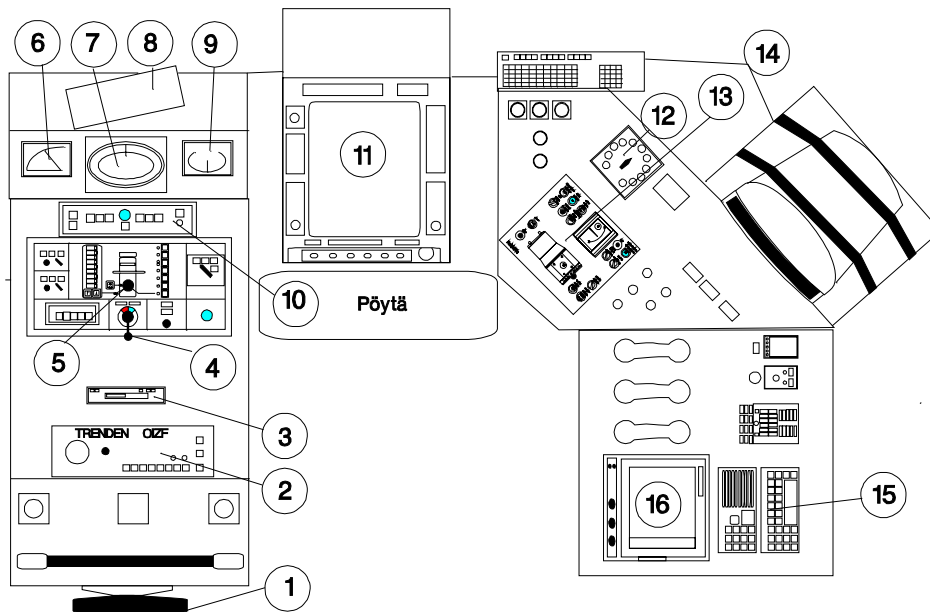
Konsolin oikeassa työpisteessä oli konehallintalaitteet, tutka, autopilotti ja NFU käsiohjaus. Vasemmassa työpisteessä oli samat ohjailulaitteet. Onnettomuusmatkalla päällikkö käytti oikeaa työpistettä ja luotsi vasenta. Katossa oli peräsinkulmanosoiitin, nopeusmittari, magneettikompassin periskooppi ja suhteellisen tuulen mittari. Lisäksi paikanmäärittäykseen oli käytettävissä DGPS ja elektroninen merikartta.

Kulmanopeusmittari puuttui peräsinkulmamittarin vierestä. Tämä on suunnitteluvirhe, koska aluksella oli Anschütz Nautopilot D automaattiohjaus, jolla käännökset suoritetaan ennalta asetetun kulmanopeuden mukaan. Automaatti integroi kulmanopeuden hyrräkompassista. Kulmanopeusmittarin puutteen johdosta kulmannopeuskäskyä ei voida toteuttaa käsiohjauksella. Kuvassa 8 esitetyn suunnitelman mukaisen käännöksen toteuttaminen olisi mahdollista TRENDENin tapauksessa vain automaattilla.

⁴ Vuonna 1974 Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation (DGON) julkaisi tutkimuksen OPTIMALE BRÜCKE.

Ohjailuvivut toimivat Non Follow Up (NFU) periaatteella, joka pakottaa keskittymään herkeämättä peräsinkulman osoittimeen, jolloin muiden laitteiden seuranta on vaikeaa. NFU:ta käytettäessä ohjaaminen ei saisi jäädä navigaattorille tai tätä monitoroivalle henkilölle. Puutteellinen käsiohjausohjauslaitteisto houkuttelee käyttämään automaattiohjausta enemmän kuin olisi suotavaa. Käsiohjauskytkimet olivat autopilotin vieressä ja siirtyminen NFU ohjaukselle on mahdollista nopeasti.

Alukselta puuttui Follow Up (FU) ohjaus.



Kuva 10. Päällikön työpiste.

1	Ruorimiehen NFU ohjaus	9	Pääkoneen polttoaineen syöttötangon asento.
2	Talk Back käskynvälitin	10	Keulapotkurin hallintalaite
3	Yleisradio	11	Aluksen FURUNO päätutka
4	Navigaattorin NFU käsiohjaus	12	Konekäskyjen kuittauslaite. Konekäskyjen varajärjestelmä.
5	Autopilotti Anchütz Nautopilot D	13	Konekäskynvälitin.
6	Amppeerimittari	14	Navigointitietokone.
7	Hyrräkompassi	15	VHF DSC laite
8	Peräsinkulman mittari kääntyvällä telineellä	16	Kaikuluoti.

Taulukko 4. Kuvan 10 selitykset.

Automaattiohjaus



Kuva 11. Autopilotti, käsiohjaus, kompassi ja peräsinkulman mittari.

Anschütz autopilotin kertoimet jotka vaikuttavat peräsinkulmaan		
Yawing	1	pitää suunnan tarkasti, mutta rasittaa ruorikonetta
	2	normaaliasetus luotsauksessa
	3	sallii 5° suunnanvaihtelun merenkäynnissä
	4	sallii 10° suunnanvaihtelun merenkäynnissä
	5	sallii 20° suunnanvaihtelun merenkäynnissä
	6	sallii suuret suunnanvaihtelut merenkäynnissä
Rudder 1-9	5	Kerroin joka vaikuttaa käännöksen alussa <i>Sopiva arvo luotsauksessa on 5</i>
Counter Rudder 0 -9	5	kerroin vaikuttaa käännöksen lopussa <i>Sopiva arvo luotsauksessa on 5</i>

Taulukko 5. Anschütz Nautopilot D automaattiohjauksen parametrit.

Autopilotin asetusten soveltuvuus luotsaukseen edellyttää seuraavia tarkistuksia:

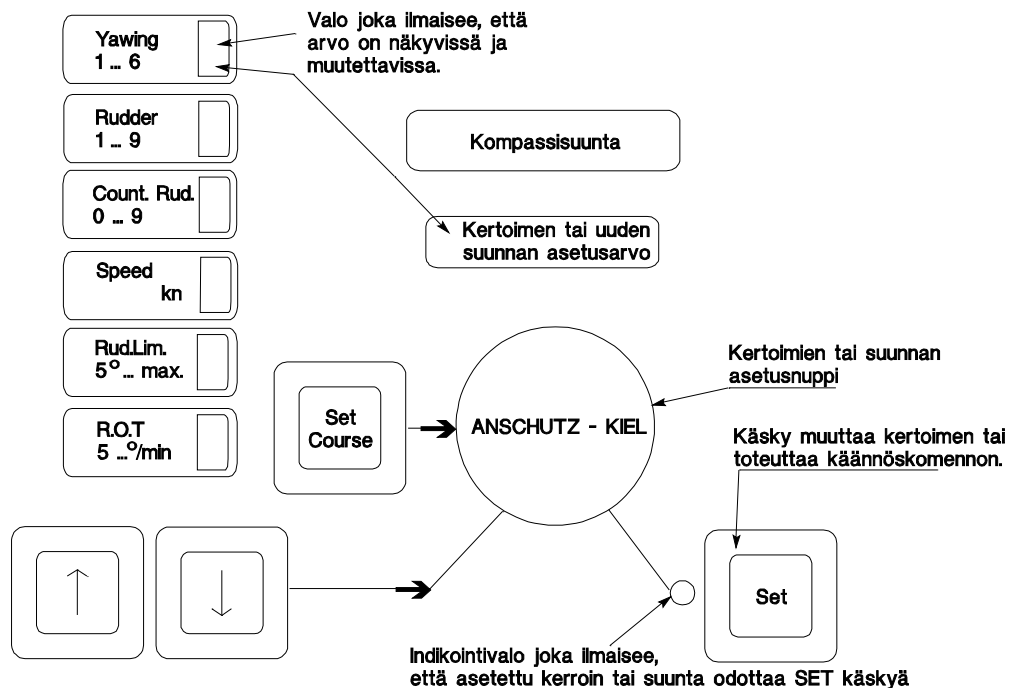
- Loki tulee kytkeä autopilottiin, koska automaattiohjaus määrää peräsinkulman nopeuden funktiona. Nopeuden asetus voi olla manuaalinen vain avomerellä tai leveällä väylällä.
- Rudder Limit (peräsinkulman rajoitin) asetetaan suurelle peräsinkulmalle esimerkiksi 30°. Autopilotissa on hätämanööveri, joka sivuuttaa kulmanopeusohjailun ja käyttää pelkästään Rudder Limit -asetusta.
- Autopilotin normaali suunnanmuutostapa suorittaa käännöksen ennalta asetetulla käännösnopeudella. Rudder Limitiin on oltava tarpeeksi suuri, jotta se ei estä alusta saavuttamasta pyydettyä kulmanopeutta.

Kertoimet tarkistetaan painamalla nuolinappia, jolloin valo syttyy sen kertoimen vieressä, joka ilmestyy asetusikkunaan. Nuolinäppäimellä voi nopeasti tarkistaa kaikki kertoimet.

Kertoimen muutos tehdään esimerkiksi kulmanopeuden osalta seuraavasti:

- Nuolinäppäimillä siirrytään ROT-asetuksen kohdalle.
- Edellinen asetus näkyy asetusarvoikkunassa.
- Pyöreällä asetusnupilla säädetään haluttu kulmanopeus.
- SET painonapilla tallennetaan kulmanopeus vakioasetukseksi. Käsky on annettava 15 sekunnin kuluessa, sillä asetus katoaa ikkunasta sen jälkeen. Tällä halutaan varmistaa, ettei ikkunaan jäänyt virheellinen asetusarvo mene vahingossa väärään paikkaan.

Kulmanopeuden muuttamiseen tarvitaan kolme eri käskyä, joten luotsaus tulee suunnitella siten, että kulmanopeutta ei tarvitse muuttaa mutkaisella väylällä.



Kuva 12. Anschütz Nautopilot D autopilotin kertoimien muuttaminen ja suunnan muutokset. Kuvassa on tärkeimmät kertoimet.



Normaali suunnan muutos tehdään seuraavasti:

- Painetaan SET COURSE nappia.
- Pyöreällä asetusnupilla käännetään asetusikkunaan uusi suunta.
- SET napilla annetaan käännskomento. Käännös noudattaa ennalta asetettua kulmanopeutta asetetun Rudder limitin rajoissa. SET komento on annettava 15 sekunnin kuluttua sen jälkeen kun uusi suunta on asetettu ikkunaan.

Uutta suuntaa ei tulisi asettaa ikkunaan liian aikaisin. Tämä käyttöliittymä voi aiheuttaa inhimillisen erehdyksen, sillä jos 15 sekunnin aika ylittyy, uusi suunta häviää ikkunasta. Voi syntyä tilanne, että käyttäjä luulee antavansa suuntakäskyn, mutta mitään ei tapahdu SET nappia painettaessa.

Hätätilannekäännös ja pienet suunnan muutokset.

Pienet muutaman asteen suunnanmuutokset tehdään seuraavasti:

- painetaan suunnanmuutosnuppi sisään
- käännetään nuppia samanaikaisesti.

Automaatti kääntää ruoria maltillisesti (Rudder Limitin rajoissa) mikäli suunnan muutos on pieni.

Hätätilanteessa nuppi painetaan samalla tavalla sisään mutta asetetaan suuri suunnan muutos. Silloin autopilotti kääntää peräsimen Rudder Limit asetusarvoon välittämättä kulmanopeudesta ja aluksen nopeudesta. Hätämanööveriin perustuvaa käännöstä ei voi suunnitella tasaiseen kaarteeseen perustuvan käännösgeometrian mukaisesti, koska käännöksen aikana peräsin on Rudder Limit arvossa. Mikäli Rudder Limit asetetaan pieneksi, esimerkiksi 10°, autopilotti ei kelpaa enää hätätilanneohjailuun.

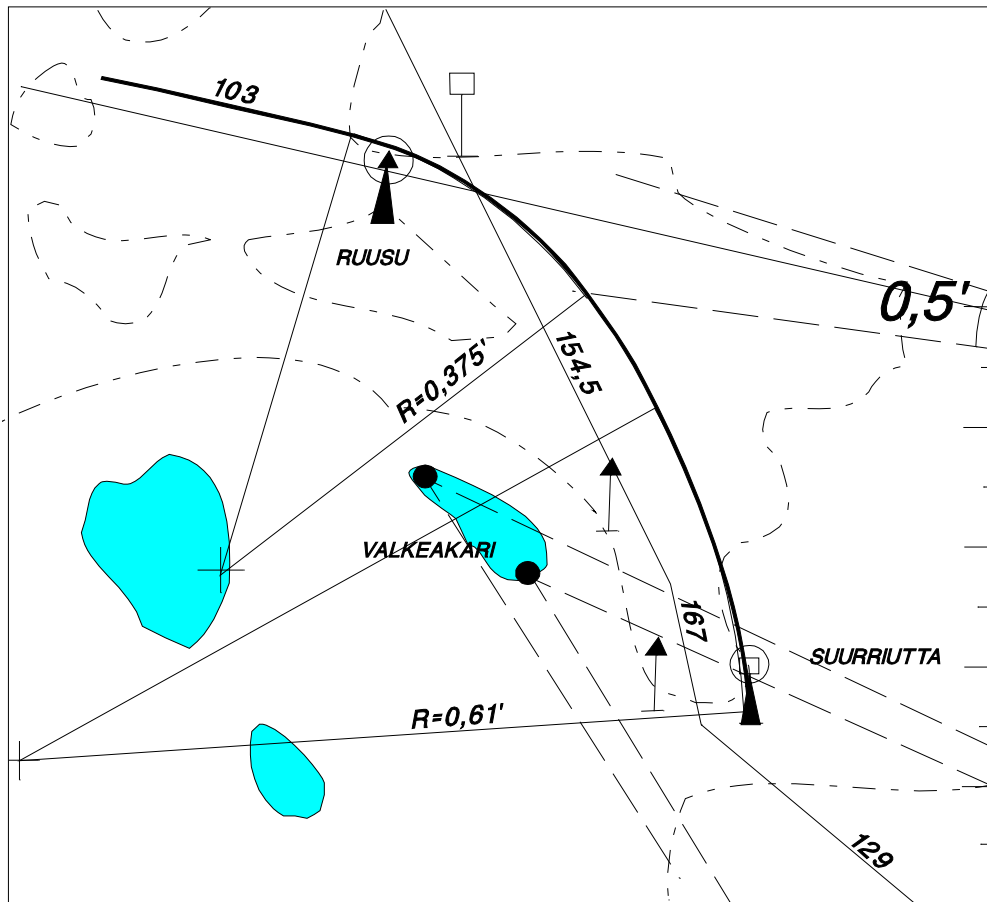
Yhteenvetona voidaan todeta, että TRENDENin ohjaamojärjestely kokonaisuutena ja automaattiohjaus olivat hyvät. Sen sijaan käsiohjauslaitteissa oli puutteita. Vaativaan ohjailuun soveltuvat FU-ohjaus ja kulmanopeusmittari puuttuivat TRENDENiltä.

2.2 Luotsausmatkan kulku

2.2.1 Tapahtumat automaattisen rekisteröinnin ja tietokonesimuloinnin perusteella

Meriselityksen liitteenä oli aluksen DGPS paikanmäärityslaitteen rekisteröinti Valkeakaran käännöksessä. Tämä liikeradan rekisteröinti on puhtaaksi piirrettynä kuvassa 13. Rekisteröinti tukee todistajalausuntoja.

Alus lähestyi Ruusun poijua automaattiohjauksella noin 13.5 solmun nopeudella. Luotsi asetti autopilottiin suunnaksi 155°.



Kuva 13. Onnettomuuskäännös aluksen automaattisen DGPS rekisteröinnin mukaan.

Meriselityksessä päällikkö totesi ruorikulman olleen käännöksen aikana 10° . Käännöksen alussa kääntösäde oli rekisteröinnin mukaan $0,375'$. Simuloimalla voidaan todeta, että jos käännös aloitetaan 10° peräsinkulmalla kun komentosillan etäisyys on 100 metriä Ruusun poijuun, on kulmanopeus käännöksen puolivälissä $49^\circ/\text{minuutissa}$, jonka jälkeen autopilotti alkaa keventää ja aloittaa aluksen vakauttamisen suunnalle 155° . Kääntösäde muodostuu silloin samaksi mikä se oli onnettomuustilanteessa (kuva 13). Meriselityksen mukaan luotsi käänsi automaattiin suunnaksi 175° , koska aluksen kääntyminen ei edistynyt toivotusti.

Aluksen liikeradassa on havaittavissa miltei suora osuus kahden suunnanmuutosten välillä. Lopussa kaarresäde oli keskimäärin $0,61'$, joka vastasi kulmanopeutta $20^\circ/\text{minuutissa}$. Kuvasta 13 ilmenee, että jos käännös olisi tehty heti suunnalle 175° yhdellä käännöksellä olisi käännös voinut onnistua.



Simuloinnin, aluksen käännösradan rekisteröinnin ja päällikön lausuman perusteella voidaan todeta, että automaattiohjauksen Rudder Limit -asetus oli 10° . Luotsaukseen se oli liian pieni. Peräsinkulman rajoitusarvo vastasi avomeriolosuhteita.

2.2.2 Ohjailu- ja navigointitapa luotsauksessa

Luotsin komentosillalle saattanut yliperämies jäi sillalle karttahuhtaan, eikä hän osallistunut luotsaukseen. Vahdissa oli päällikkö. Ohjaamojärjestelyistä käytiin lyhyt keskustelu, jossa ilmeni että autopilotti oli luotsille tuttu. Luotsin ottaessa tilanteessa komennon ohjaustehtävä siirtyi samalla hänelle päällikön ryhtyessä monitoroimaan. Luotsi ohjasi autopilotilla mielessään olevien kurssien perusteella. Päällikkö mainitsi meriselityksen yhteydessä, että paikanmääritys perustui satelliittinavigointiin ja elektroniseen karttaan. Pöytä tietokone, joka rekisteröi aluksen kulkuradan, oli päällikön vieressä (kuva 10, laite 14). Navigointi perustui päällikön kertoman mukaan pääasiassa optiseen havainnointiin, eikä mikään viitannut siihen, että käännöksen aloituskohta olisi mitattu tutkalla.

Reittisuunnitelmasta tai kartoista ei ole mitään mainintaa. Koska päällikkö oli valmistautumassa hankkimaan väylälle linjaluotsin pätevyudet, luotsi selosti hänelle reitin kulkua sekä käännöksissä otettavia kursseja. Tämän ansiosta luotsin omasta ajosuunnitelmasta muodostui yhteinen reittireferenssi, mikä tuki sekä luotsin tulokontrolloita että päällikön monitorointitehtävää. Autopilotilla toteutettu ohjailu ei ollut helposti seurattavaa, mutta yhteisen reittireferenssin ja elektronisen merikartan ansiosta laivan reitinmukaisen kulun havaittavuus oli hyvä.

Ohjailulaitteiden käyttö. Onnettomuuskäännös suoritettiin automaattiohjauksella. Simuloinnin mukaan autopilotti olisi toteuttanut käännöksen yhtenäisenä suunnalle 167° ja jos kertoimet (mm. Rudder Limit) olisivat olleet kohdallaan taulukon 2 ja 5 mukaan.

Käännöksen olisi voinut suorittaa käsiohjauksella, jolloin olisi ollut helppo asettaa peräsinkulma tilanteen mukaan. Luotsaustilanteeseen parhaiten soveltuvaa matkaohjausta (FU) aluksella ei ollut. Käytettävissä ollut aikaohjaus (NFU) vaatii luotsaustilanteessa aina erillisen ruorimiehen. Perämies oli sillalla, mutta häntä ei käytetty mihinkään luotsausta tukevaan tehtävään.

Meriselityksestä ja luotsin kertomuksesta ei selviä miten autopilottia käytettiin. Kuvaus onnettomuudesta viittaa kuitenkin siihen, että vaikka tilannetta pidettiin normaalina käännös tehtiin ohjailutavalla, joka autopilotin ohjekirjan mukaan on tarkoitettu hätätilanneohjailuun ja pieniin suunnanmuutoksiin (kohta 2.1.5). Autopilotin parhainta ominaisuutta eli normaalia suunnan muutosta ei käytetty. Aiemmin todettu Rudder Limitin liian alhainen asetusarvo (10°) vaikuttaa rajoittavasti molempiin autopilotin ohjailuomodeihin.

Luotsi kertoi meriselitystilaisuudessa, että autopilotti oli hidas. Säädot olisi voinut helposti todeta ennen saapumista käännökseen (kohta 2.1.5). Toiminta komentosillalla todistaa, että päällikkö ja luotsi eivät tunteneet NAUTOPILOT D automaattiohjauksen ohjekirjan mukaista tapaa suorittaa geometrisesti hallittu käännös.

Luotsi ja päällikkö eivät kumpikaan tienneet autopilotin asetusarvoja. Päällikkö sanoi meriselitystilaisuudessa ymmärtäneensä, että luotsi tunsii automaattiohjauksen tyyppin, minkä hän ilmeisesti arvioi olevan riittävää. Luotsi piti autopilotin asetusarvojen tunteamista tärkeänä, mutta katsoi autopilotin säätämisen kuuluvan päällikölle.

Luotsi asetti 100 metriä ennen Ruusun poijua autopilottiin Pihluksen linjan suunnan 155°. Tämän voidaan tulkita osoittavan, että hänen suunnitelmansa oli noudattaa merikartan linjausta. Pihluksen linjaus on harhaanjohtava kuten aiemmin osoitettiin.

Todennäköisesti siinä vaiheessa, kun automaattiohjaus kevensi peräsinkulmaa, päällikkö alkoi epäillä käännöksen onnistumista ja ehdotti luotsille siirtymistä käsiohjaukseen. Luotsi ei pitänyt sitä tarpeellisena. Luotsi sanoi meriselitystilaisuudessa, että 'käsiruorin päälle kytkeminen kyseisessä tilanteessa saattaa olla erittäin tuhoisaa' ja hän piti sitä äärimmäisenä toimenpiteenä. Tähän luotsin näkemykseen saattoi vaikuttaa se, että aluksella ei ollut vaativiin käännöksiin parhaiten soveltuvaa matkaohjausperiaatteella⁵ toimivaa vipua tai ruoria.

Aluksen paikantamisessa ei ollut ongelmia. Sekä päällikkö että luotsi olivat tietoisia siitä, että alus ajautui aiotun Pihluksen linjan yli. Luotsi pyrki nopeuttamaan käännöstä asettamalla autopilottiin suuremman suunnanmuutoksen. Tämän vaikutusta aluksen kääntymisen nopeutumiseen rajoitti kuitenkin Rudder Limitin liian alhainen asetusarvo. Havaitessaan aluksen selviävän käännöksestä poijun oikealta puolelta kumpikin osapuoli katsoi toimenpiteiden riittävän.

Vesialueen käyttö ja toimintaa ohjaavat säännöt. Väylän analyysi osoitti, että Pihluksen linja ei täytä väyläsuunnitteluohjeiden vaatimuksia TRENDENin kokoiselle alukselle. Valkeakaran käännös on kuitenkin mahdollista toteuttaa suositusten mukaan, jos hyödynnetään käytettävissä olevaa vesialuetta ja noudatetaan ainoastaan Ruohokarin linjaa (Kuvat 3 ja 8).

Luotsausasetuksen⁶ § 20 mukaan luotsin oli pidettävä alus kulkuväylällä, mutta itse menettelytapa selvitetään luotsausohjeessa. Luotsausohje⁷ siirtää työnjohdollisen määrittelyn luotsille itselleen määräämällä, että luotsin on pidettävä alus väylällä niin tarkoin kuin se käytännössä on mahdollista. Tämä jättää käytännön toteutuksen luotsin harkintaan. Merikartta on luotsille ainoa virallinen asiakirja, joka välittää hänelle virallisen luotsauskäytännön.

Ohjailu Valkeakaran käännöksessä viittaa siihen, että luotsi on pitänyt karttaan merkittyjen linjojen noudattamista luotsausohjeen mukaisena. Merenkulkuhallituksen merikartta ja luotsausohje eivät voi olla työnjohdollisessa mielessä ristiriidassa keskenään. Luotsin antamat käskyt olivat merikartan mukaan johdonmukaisia, mutta kartta ei ollut väyläsuunnitteluohjeiden mukainen.

⁵ *Follow Up, FU*

⁶ Luotsausasetus 393/1957 oli voimassa onnettomuuden tapahtuessa. Yhteenveto asetuksen kaikista myöhemmistä muutoksista on julkaisu merenkulkuhallituksen tiedotuslehdessä no. 17/1991.

⁷ Luotsausohje, merenkulkuhallituksen päätös 8.2.1988. Merenkulkuhallituksen tiedotuslehti no. 6/88.



Yhteenvetona voidaan todeta, että pääasiassa ympäristön visuaaliseen havainnointiin perustuva paikannus ja ohjailu sekä käännöksen toteutustapa useina peräkkäisinä suunnan muutoksina ovat perinteisen luotsaustavan piirteitä. Valkeakaran väylän linjaukset ovat yhteensopivat tällaisen suunnanmuutostavan kanssa.

Ratkaisevin syy siihen, että käännös meni pitkäksi, oli käännöksen ajaminen väylälinjausta noudattaen kahdessa osassa. Tähän vaikutti autopilotin hitaus, joka johtui Rudder Limit asetusravosta. Kun käännös lähestyi ensimmäistä asetettua kurssia eli 155° , automaatiohjaus kevensi peräsinkulmaa. Luotsin yritys tässä vaiheessa nopeuttaa käännöstä asettamalla kurssiksi 175° ei kuitenkaan aivan riittänyt estämään pohjakosketusta.

Vaikka Rudder limit -arvo olisi ollut oikein, käännös ei todennäköisesti olisi onnistunut automaatilla toteutettuna kahdella käännöksellä aloitettuna suunnalle 155° . Jos Rudder Limit -asetus olisi ollut 30 astetta, luotsin käännöksen nopeuttamisyritykset olisivat kuitenkin tehonneet paremmin.

Seuraavassa tarkastellaan yhteistoimintaa komentosillalla tarkoituksena selvittää erityisesti, miksi Rudder Limit -asetusta ei huomattu ja miksi havainto käännöksen toteutumisen poikkeamisesta yhteisesti tiedossa ollusta aikomuksesta ei aiheuttanut muutosta toteuttamistavassa.

2.2.3 Yhteistoiminta komentosillalla

Yhteistoimintaa ja tilannekohtaista johtamista komentosillalla arvioidaan suhteessa vaatimuksiin, joita luotsaustehtävän turvallinen toteuttaminen edellyttäisi. Tällaisia vaatimuksia ei ole käsitelty luotsausta tai komentosiltahenkilöstön pätevyysvaatimuksia koskevilla säädöksillä. Tällä tarkastelulla saadaan esiin asioita, joihin on syytä kiinnittää huomiota luotsaustoiminnan organisoinnissa, säädösten kehittämisessä ja koulutuksessa.

Tässä tapauksessa luotsaustilanne ei asettanut mitään poikkeuksellisia vaatimuksia luotsaustiimin toimintatavalle lukuun ottamatta sääolosuhteiden osalta kohtalaista tuulta ja korkeaa maininkia luotsausmatkan alussa. Valittuun väylään liittyi vaativa käännös, joka asetti vaatimuksia erityisesti suunnittelulle, varautumiselle ja toiminnan varmistamiselle.

Luotsauksen valmistautuminen. Valmistautumisessa ennen luotsausta luodaan perusedellytykset paitsi oman toiminnan onnistumiselle myös yhteistoiminnallisen luotsaustehtävän toteuttamiselle.

Tutkinta-aineiston perusteella vaikuttaa siltä, että luotsi ei esittänyt päällikölle reittisuunnitelmaa. Luotsi kertoi päällikölle väylän luonteesta, tulevista käännöksistä ja kursseista, koska päälliköllä oli aikomuksena suorittaa linjaluotsin tutkinto Rauman väylälle. Tämä keskustelu mahdollisti yhteisen suullisesti välitetyn reittireferenssin syntymisen, mikä loi melko hyvän edellytyksen toiminnan varmistamiselle (monitoroinnille). Reittiä koskevan keskustelun ensisijaisena tarkoituksena ei ollut yhteistoiminnan edellytysten luominen. Ilmeisesti ei myöskään sovittu yhteistyötavasta.

Ohjaamojärjestelyjä koskevan tietojen vaihdon niukkuus heikensi heti luotsausmatkan alussa edellytyksiä luotsauksen onnistumiselle. Sekä päällikön käsitys luotsin autopilotin riittävästä tuntemisesta että luotsin käsitys autopilotin ja sen asetusten soveltuvuudesta luotsaukseen perustuivat vahvasti oletuksiin. Luotsi ilmaisi selvästi meriselitystilaisuudessa, että autopilotin asetusten säätäminen on täysin päällikön tehtävä. Seuraukset voisivat olla luotsin mielestä tuhoisat, jos luotsi koskisi asetuksiin. Tutkinta-aineiston perusteella vaikuttaa siltä, että päälliköllä ei ollut käsitystä autopilotin asetuksista. Autopilotin käytöstä tai sen asetuksista ei keskusteltu, vaan sen käyttö sellaisenaan hyväksyttiin ikään kuin annettuna ohjailumenetelmäksi komennon vaihtuessa päälliköltä luotsille. Tässä tilanteessa ei myöskään luotu edellytyksiä siirtymiselle käsiohjaukseen.

Yhteistyö luotsauksessa. Vaikka sekä päällikkö että luotsi huomasivat aluksen ajautumisen aiotun linjan yli, tämä ei muuttanut käännöksen suoritustapaa. Päällikkö oli myös huomannut ruorikulman enimmillään olleen 10° , joten hänellä oli periaatteessa tiedossa yksi kääntymisen hitauteen vaikuttanut tekijä. Luotsi puolestaan totesi kertomuksessaan aluksen autopilotin olleen "hitaampi" kuin hän odotti, mutta mitä ilmeisemmin hän ei maininnut huolestaan mitään päällikölle. Hän pyrki korjaamaan aluksen käännöstä muuttamalla autopilottiin kurssin 175° .

Kumpikin osapuoli pystyi havaitsemaan käännöksen onnistumisen olevan tiukalla, mutta silti molemmat luottivat siihen, että käännöksestä selvitään eli päästään poijun oikealta puolelta ohi. Päällikkö luotti arviossaan paitsi omaan havaintoonsa myös luotsin käytöksestä saamaansa vaikutelmaan, että tilanne oli hallinnassa. Luotsi puolestaan tukeutui käsitykseensä, että vettä pitäisi ko. kohdassa olla riittävästi. Jatkamalla samalla tavalla kuin käännös oli aloitettu ajaututtiin tilanteeseen, jossa turvamarginaali jäi liian pieneksi, vaikka alus ohittikin poijun oikealta puolelta.

Käännöksen toteutustavan muuttaminen kesken käännöstä on hyvin vaikeaa. Päällikkö kertoi meriselityksen yhteydessä ehdottaneensa käsiohjausta muttei ilmeisesti kovin päättäväisesti, koska luotsi ei muistanut tätä tapahtuneen. Myös sen arviointi, milloin tarvitaan äärimmäisinä pidettyjä hätätoimenpiteitä ei ole selvää. Luotsi piti siirtymistä käsiohjaukseen kesken käännöksen äärimmäisen toimenpiteenä, josta voi olla tuhoisat seuraukset. Arviointia ja toimenpiteiden muuttamista tukee, jos henkilöt ovat asettaneet toiminnan onnistumiselle selkeät kriteerit, joiden rajoissa on pysyttävä. Tässä tilanteessa kriteerinä pidettiin ainoastaan poijun oikealta puolelta ohittamista. Yhteinen suunnitelma ei yksistään takaa toiminnan onnistumista ellei ole valmiuksia muuttaa suunnitelmaa tilanteen muuttuessa tai kuten TRENDENin tapauksessa reagoida suunnitelmasta poikkeamiseen.

Liikenteessä olevien alusten kirjava navigointi- ja ohjailuvarustus, luotsaukseen soveltuvien laitteiden arviointikriteerien puute, laitekoulutuksen vähyyys ja käytännössä luotsauksen toteuttamistavan jättäminen kokonaan yksittäisen luotsin harkintaan on johtanut vaikeaan tilanteeseen. Toisaalta luotsit joutuvat luottamaan laitteiden toimivuuteen ja käyttämään niitä mahdollisimman yksinkertaisella tavalla samalla sopeuttaen oman tapansa ajaa jokin käännös laitteiden (ja muiden tarjolla olevien resurssien) mukaan. Toisaalta he eivät voi luottaa laitteiden toimivuuteen toivomallaan tavalla yllättävissä tai hätätilanteissa. TRENDENin luotsi kommentoi meriselityksessä, että hänellä ei ollut



mahdollisuutta havaita autopilotin hitautta aiemmin, koska oli ajettu vain suoria kurssi-linjoja. Ilmaistu tarve kokeilla laitteiden toimivuutta sekä käännöksen aloituksen toteu-tustapa pieninä suunnanmuutoksina voidaan tulkita olevan seurausta pyrkimyksestä hallita laitteisiin liittyvää epävarmuutta.

Vaikka päälliköllä ja luotsilla oli yhteinen reittireferenssi, se ei muuttanut tavanomaista luotsikeskeistä toimintatapaa. Lisäksi reittireferenssi perustui kartanmukaisiin linjoihin ja kokemukseräisesti määriteltyihin käännösten aloituskohtiin eikä väyläkohdan analyysiin ja vesialuetta tehokkaasti hyödyntävään käännöksen suunnitteluun. Kartanmukaisten linjojen ja ohjeistuksen toimintaa ohjaava vaikutus korostui ilmeisesti tässä luotsaukses-sa, koska luotsi kertoi väylästä päällikölle opetusmielessä. Näihin perustuva ajotapa mahdollisesti osittain korvasi luotsin omaan kokemukseen perustuvan käännöksen ajo-taparatkaisun, joka useimmiten tuottaa onnistuneen tuloksen.

Yhteenvetona voidaan todeta, että yhteisen luotsaukseen valmistautumisen ja luotsauksen edellytysten tarkistamisen puutteet sekä yhteistyön perustuminen vahvasti ole-tuksiin vaikuttivat osaltaan siihen, ettei onnettomuutta pystytty välttämään.

3 JOHTOPÄÄTÖKSET

3.1 Karilleajoon johtanut tapahtumaketju

TRENDENin pohjakosketukseen johtanut tapahtumaketju oli seuraava:

- Luotsauksen alussa päällikkö ja luotsi eivät vaihtaneet tietoja autopilotin asetuksista eivätkä keskustelleet käännöksen suoritustavasta autopilotilla.
- Käännöksen toteutustapa perustui merikartan linjauksiin, jotka eivät vastanneet väyläsuosituksia.
- Autopilotin säädöt olivat ilmeisesti avomeriasetuksessa, jolloin se toteutti käännöksen liian hitaasti.
- Käännös ei toteutunut toivotusti, vaan alus ajautui liikaa itään.
- Vaikka poikkeama aiotusta kulkureitistä havaittiin, jatkettiin periaatteessa samalla tavalla, jolloin turvamarginaali pieneni.
- Alus ohitti (käännöksen onnistumisen kriteerinä käytetyn) poijun oikealta puolelta noin viiden metrin päästä, mutta sai pohjakosketuksen.

Luotsauksessa noudatettiin yleisesti käytössä olevia tapoja, joilla useimmiten onnistutaan. Niissä on kuitenkin riskialttiita piirteitä, joita ei helposti havaita yksittäisessä luotsauksessa. Tapahtuneiden onnettomuuksien kautta ne kuitenkin tulevat esiin.

3.2 Onnettomuuteen myötävaikuttaneita tekijöitä

3.2.1 Navigoinnin ja luotsauksen edellytykset

Väylä ja säädökset.

Onnettomuuteen vaikuttanut keskeinen taustatekijä on kaksiosaiseen käännökseen johtava Pihluksen linja, jonka vuoksi Valkeakaran käännös ei ole väyläsuunnitteluoheiden mukainen. Rauman luotsausalueella vallitseva käytäntö pyrkii ohjaamaan aluksia enemmän Valkeakaran väylälle kuin uudelle Rihtniemen väylälle.

Voimassa olleen luotsausasetuksen⁶ § 20 mukaan luotsin oli pidettävä alus kulkuväylällä, mutta itse menettelytapa selvitettiin luotsausohjeessa. Luotsausohje⁷ siirsi työnjohdollisen määrittelyn luotsille itselleen määräämällä, että luotsin oli pidettävä alus väylällä niin tarkoin kuin se käytännössä on mahdollista. Tämä jätti käytännön toteutuksen luotsin harkintaan. Merikartta on luotsille ainoa virallinen asiakirja, joka välittää hänelle luotsauskäytännön. Merenkuluhallituksen merikartta ja luotsausohje eivät voi olla työnjohdollisessa mielessä ristiriidassa keskenään.

⁶ Luotsausasetus 393/1957 oli voimassa onnettomuuden tapahtuessa. Yhteenveto asetuksen kaikista myöhemmistä muutoksista on julkaisu merenkuluhallituksen tiedotuslehdessä no. 17/1991.

⁷ Luotsausohje, merenkuluhallituksen päätös 8.2.1988. Merenkuluhallituksen tiedotuslehti no. 6/88.



Ohjaamojärjestely.

Alukselta puuttui luotsaukseen parhaiten soveltuva FU-käsiohjaus ja käännöksen suunnitelmalliseen toteuttamiseen käsiohjauksella vaadittava kulmanopeusmittari. TRENDENin ohjaamojärjestely oli tältä osin puutteellinen.

Navigointitapa ja yhteistoiminta komentosillalla

Automaattiohjauksen käytössä oli havaittavissa epätietoisuutta sekä sen toimintatavasta, että peräsinkulmaa säätelevistä kertoimista ja niiden merkityksestä. Autopilotin hyödyntäminen parhaalla mahdollisella tavalla olisi vaatinut käännöksen suunnittelua vesialuetta hyödyntäen poiketen merikartan linjauksista.

Säädökset eivät kiellä automaattiohjauksen käyttöä luotsauksen aikana. Liikenneministeriön päätös 1257/1997 ja SOLAS yleissopimus käsittelevät autopilotin käyttöä yleisluonteisesti. Normaali käytäntö on, että luotsi ajaa autopilotilla. Säädökset olivat tältä osin epäselvät⁸.

IMOn päätöslauselmassa MSC.64(67) kohta 4.1 todetaan:

Tilanteen kehittyessä vaaralliseksi vahtipäällikön on pystyttävä kytkemään käsiohjaus päälle alle kolmessa sekunnissa.

Liikenneministeriön päätös 1257/1997 tuli voimaan 1.1.1998. Sen 12 § sanoo autopilotista seuraavasti:

Vahtipäällikön on otettava huomioon, että ohjattaessa automaattiohjauksella tilanne ei kehity vaarallisesti sellaiseksi, että vahtipäällikkö on komentosillalla yksin ja joutuu hätätilanteen vaatimien toimenpiteiden johdosta keskeyttämään tähystyksen. Sama pykälä vaatii, että vahtipäällikön on tunnettava käytettävien laitteiden ominaisuudet.

TRENDENin tapaus tuo ilmi, että käytännössä vallitsee epäselvyys siitä, kuka ja miltä osin on vastuussa aluksen ja sen laitteiden asetusten soveltuvuudesta luotsaukseen. Erityisesti aluksen tullessa avomereltä sisään siirtyminen avomeriohjailusta luotsaukseen ja tähän liittyvä komennon vaihtuminen päälliköltä luotsille tapahtuu 'lennossa'. Työnjako ja yhteistyön organisoituminen tapahtuu ilman sopimisia ikään kuin annettuna. Mahdollisesti yhteistyöilmapiiriä ei haluta vaarantaa ja siksi toisen osapuolen toiminnasta tehdään melko pitkälle meneviä oletuksia. TRENDENin tapauksessa autopilotti asetuksineen otettiin annettuna.

Yhteinen reittireferenssikään ei riittänyt käännöksen toteutumisen varmistamiseen. Vaativassa tilanteessa valta siirtyy käytännössä osaamisen kautta luotsille, mitä on mahdollisesti vahvistanut asetelma, että päällikkö oli oikeissa hankkia väylälle linjaluotsin pätevyyden.

⁸ Merenkulkulaitoksen 20.6.2000 antamissa uusissa luotsausohjeissa todetaan kohdassa 8, että luotsi voi itse ohjailta alusta myös autopilotilla.



Vallitseva kommunikointitapa näyttäisi perustuvan oletukseen, että toinen osapuoli kertoo poikkeamista ja tuo näin esiin luotsauksen turvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä. Jos mitään erityistä ei mainita, kaiken oletetaan olevan kunnossa. Näin ei varsinaisesti tapahdu yhteistä luotsaukseen valmistautumista eikä turvallisen luotsauksen vaatimien edellytysten tarkistamista. Luotsauksesta ei muodostu käytännössä yhteistyötä, mitä aluksen kuljettamisen turvallisuuskriittisyys ja vaativuus saaristoväylillä kuitenkin edellyttäisivät.



4 SUOSITUKSET

4.1 Väylän mitoituksesta tiedottaminen ja väylien suunnitellut aluskoot

Valkeakaran väylälinjaus ohjaa ajamaan käännöksen kaksiosaisena, mikä ei vastaa väyläsuunnitteluohjeiden suosituksia. Mikäli väylät eivät vastaa nykyaikaisten väyläsuunnitteluohjeiden asettamia vaatimuksia, on joko ryhdyttävä väylän perusparannuksiin, asetettava rajoituksia aluskoolle tai edellytettävä vaihtoehdoisen väylän käyttöä.

Luotseilla itsellään tulisi myös olla keinoja analysoida väyliä linjauksia, voidakseen suunnitella niiden käännöksiin parhaat ajolinjat. Luotseja on informoitava suurimmasta sallitusta aluskoosta. Mikäli alus ylittää suunnitteluohjeen asettaman aluksen pituus tai leveysrajan, on aluksen navigointi tai ohjailuominaisuuksien oltava tavallista paremmat tai liikenteelle on asetettava olosuhteita koskeva rajoitus. Ajamista rajoittavien reunaehtojen asettamista ei kuitenkaan voi jättää yksittäisille luotseille. Merenkululaitoksen väyläsuunnitteluohjeiden tulee olla luotsien tiedossa. Suunnitteluohjeesta tulee tehdä lyhyt luotsausta koskeva sovellutus, josta väylämitoituksen käytännön merkitys käy selvälle.

Tutkintalautakunta esittää, että

- 1 *merenkulkupiirit tarkistavat yhdessä merenkululaitoksen kartta- ja väyläosaston kanssa olemassa olevat luotsattavat väylät. Tämän perusteella väylille tulee määrittellä suunnitteluohjeiden mukaiset suurimmat aluskoot ja aloittaa tarpeen mukaan perusparannustyöt*
- 2 *merenkululaitoksen kartta- ja väyläosasto*
 - *tekee väyläsuunnitteluohjeista luotseille suunnatun lyhyen väylämitoituksen perusteita koskeva esityksen.*
- 3 *merenkulkupiirit*
 - *jakavat luotseille nämä väyläsuunnitteluohjeet ja*
 - *antavat luotseille väyläsuunnitteluohjeista tarpeellisen koulutuksen.*

Saaristomeren merenkulkupiiri on aloittanut TRENDENin karilleajon jälkeen Valkeakaran väylän parantamisen. Väylä syvennetään 7.5 metriin ja tässä yhteydessä Valkeakaran käännöksen linjausta tullaan parantamaan (ks. liitteenä oleva Merenkululaitoksen Kartta- ja väyläosaston lausunto).

4.2 Automaattiohjauksista annettava koulutus

TRENDENin tapauksissa automaattiohjauksen toimintaperiaatteita ei tunnettu, ja sama on todettu joissakin muissakin tapauksissa.

Tutkintalautakunta katsoo, että vain sellaista autopilottia, jonka eri moodit ja laitteen toimintaperiaatteet tunnetaan, voi käyttää turvallisesti luotsauksessa. Luotseilla pitäisi olla käytössään kaikkien yleisesti käytössä olevien autopilottien ohjekirjat.

Anschütz Nautopilot D automaattiohjaus on melko yleinen aluksissa, jotka liikennöivät Suomessa. Kouluttamalla luotseja käyttämään esimerkiksi tätä autopilottia voitaisiin yhtäältä edistää yleisen saaristonavigointiin kohtuullisesti soveltuvan autopilotin ja sen eri moodien hallintaa saaristoluotsauksen asettamien vaatimusten mukaisesti. Toisaalta antamalla luotseille perusteellista koulutusta yhdestä autopilotista, voidaan heille luoda autopilottien yleisiä toimintaperiaatteita koskeva teoreettinen pohjaa. Tämä helpottaisi myös eri autopilottimerkkien erityispiirteiden omaksumista.

Tutkintalautakunta esittää, että

4. merenkulkupiirit

- kartoittavat yhdessä luotsien kanssa Suomeen liikennöivissä aluksissa yleisimmin käytetyt autopilottityypit ja
- hankkivat luotseille yleisesti käytettävien autopilottien ohjekirjat.

5. merenkululaitos kehittää yhdessä merenkulun oppilaitosten kanssa luotseille tarkoitetun automaattiohjauksen peruskoulutuksen, jossa otetaan kantaa mm. siihen, mitä ohjailumoodeja ja järjestelmiä voi käyttää eri tilanteissa. Tällainen peruskoulutus voidaan antaa sellaisen autopilotin pohjalta, joka on yleinen Suomeen liikennöivissä aluksissa ja edustaa hyvin autopilottien yleisiä toimintaperiaatteita.

4.3 Komentosiltayhteistyön kehittäminen

Kaikkien luotsaukseen vaikuttavien tekijöiden tarkistaminen ei ole luotsaukseen valmistautumisessa aluksella mahdollista. Hyvällä yhteistyöllä voidaan edistää komentosiltahenkilöstön kokemuksen ja asiantuntemuksen hyväksikäyttöä ennakoimattomissa tilanteissa. Useat karilleajot ovat osoittaneet, että tällaista yhteistyötä ei synny. Sekä päällikkö että luotsi tarvitsevat hyvien käytäntöjen kehittymisen tueksi luotsauksen yhteistoimintamallin ja toimintaohjeita yhteistyön organisoimiseksi. Mallin tulisi koskea valmistautumista, tehtävän suorittamista ja monitorointia.

Tutkintalautakunta esittää, että

6. kehittää suomalaisiin olosuhteisiin sopivan luotsauksen yhteistoimintatavan ja antaa siihen liittyen ohjeet reittisuunnitelmien käytöstä luotsauksessa yhteistoiminnan ja monitoroinnin tukena. Yhteistyön organisoimiseksi kehitettävien toimintaohjeiden tulee käsitellä mm. valmistautumista, navigointilaitteiden ohjailumoodeja, komentosiltamiehitystä ja monitorointia.



LÄHTEET

- 1 TVH, Laivaväylien suunnitteluohjeet, Tie- ja vesirakennushallitus, Vesirakennushallitus, Helsinki 1979, TVH 752159.
- 2 PIANC, Permanent International Association of Navigation Congresses, Approach Channels, Preliminary Guidelines, First Report of the Joint PIANC-IAPH Working Group II-30 in co-operation with IMPA and IALA, 1994.
- 3 Kartblad till lista över Finska fyrar och mistsignalstationer. Överstyrelsen för lots- och fyrinrättningen i Finland, Helsingfors 1904.

LÄHDELIITTEET

- 1 Sjöförklaring Åbo Tingrätt 22.1.1999, Protokoll 1728, H 99/1361