

**OIKEUSMINISTERIÖ
FINN-BALTICIN TUTKINTALAUTAKUNTA**

TUTKINTASELOSTUS

**PUSKIJA FINNIN JA PROOMU BALTICIN KAAATUMISESTA
HANGON EDUSTALLA 27.12.1990**

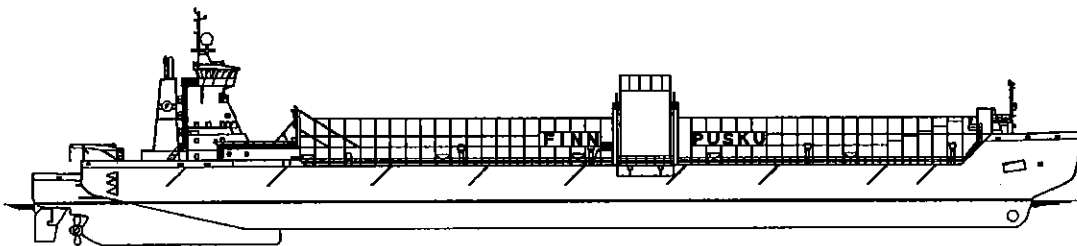
SUURONNETTOMUUDEN TUTKINTASELOSTUS N:0 2/1990

Helsinki 1992

OIKEUSMINISTERIÖ
FINN-BALTICIN TUTKINTALAUTAKUNTA

TUTKINTASELOSTUS

PUSKIJA FINNIN JA PROOMU BALTICIN KAATUMISESTA
HANGON EDUSTALLA 27.12.1990



SUURONNETTOMUUDEN TUTKINTASELOSTUS N:o 2/1990
Helsinki 1992

SISÄLLYSLUETTELO

SISÄLLYSLUETTELO.....	3
Lukijalle.....	7
1. ONNETTOMUUDEN YLEISKUVAUS.....	9
2. ONNETTOMUUDEN TUTKINTA.....	15
3. ALUSYHDISTELMÄ FINN-BALTIC.....	19
3.1. Yleistiedot.....	19
3.2. Finnpusku-järjestelmän puskiain ja proomujen rakenne.....	23
3.3. Puskija Finnin ja proomu Balticin omistussuhteet.....	25
3.4. Puskija Finnin miehitys.....	25
4. TAPAHTUMAT ENNEN ONNETTOMUUTTA.....	37
4.1. Proomu Balticin lastaus Luulajassa 21.12.1990.....	37
4.2. Proomu Balticin matka puskiija Rautaruukin työntämänä Luulajasta Raahen 21 - 22.12.1990.....	41
4.3. Tapahtumat proomu Balticin ollessa Raahessa 22 - 25.12.1990.....	41
4.4. Puskija Finnin ja proomu Balticin matka Raahesta Hankoniemen edustalle 25 - 27.12.1990.....	45
5. ONNETTOMUUS.....	51
5.1. Havainnot Finn-Balticista Tulliniemen itäpuolella tapahtuneen luotsin vaihdon jälkeen.....	51
5.2. Onnettomuuden havaitseminen.....	55
5.3. Konepäällikön ja yliperämiehen pelastuminen Finnin konehuoneeseen.....	56
5.4. Finn-Balticin ajelehtiminen.....	59

5.5.	Öljyvahingon vaara.....	60
6.	PELASTUSTOIMET.....	65
6.1.	Ihmishenkien pelastaminen 27 - 28.12.1990.....	65
6.1.1.	Suomen meripelastusjärjestelmä.....	65
6.1.2.	Hätäilmoituksen antaminen.....	68
6.1.3.	Pelastusyksiköiden hälyttäminen.....	68
6.1.4.	Konepäällikön ja yliperämiehen pelastaminen Finnin pohjan läpi.....	76
6.2.	Onnettomuuden uhrien etsinnät.....	80
6.3.	Öljyntorjunta.....	81
7.	MALMBERGET A FINES-RIKASTEEN TUOTANTO MALMI- VAARASSA JA LASTAUS LAIVOIHIN LUULAJASSA.....	85
7.1.	Mitä <i>Malmberget A Fines</i> -rikaste on?.....	85
7.2.	Rikasteen tuotanto Malmivaarassa.....	85
7.3.	Rikasteen lastaus Luulajassa.....	86
7.4.	Lastausta koskevat määräykset.....	90
8.	LASTIONGELMAT KULJETETTAESSA RAUTARIKASTETTA PUSKUPROOMUILLA.....	93
8.1.	Lastien sortumiset 1987 - 1990.....	93
8.2.	Lastiongelmien aiheuttamat toimenpiteet.....	95
8.3.	Puskija Rautaruukille ja proomu Kallalle 24.12.1990 Pohjanlahdella sattunut vaaratilanne	106
9.	RAUTARIKASTEIDEN OMINAISUUKSIA KOSKEVAT TUTKIMUKSET.....	109
9.1.	Rautaruukki Oy:n ja LKAB:n tutkimukset.....	109
9.1.1.	Rautaruukki Oy:n tutkimukset keväällä 1990.....	109

9.1.2. Rautaruukki Oy:n tutkimukset onnettomuuden jälkeen.....	110
9.1.3. LKAB:n tutkimukset.....	118
9.1.4. Rautaruukki Oy:n ja LKAB:n tutkimusten vaikutukset rikastekuljetuksiin.....	118
9.2. Warren Spring Laboratoryn Englannin merenkulkuviranomaisten toimeksiannosta tekemä tutkimus.....	120
10. ERÄÄT FINN-BALTICIN VAKAVUUTTA KOSKEVAT SELVITYKSET.....	125
11. ANALYYSI.....	127
11.1. Onnettomuuspaikka ja -aika.....	127
11.2. Puskija Finnin ja proomu Balticin tutkimukset.....	128
11.2.1. Puskija Finnin ja proomu Balticin kunto ennen onnettomutta.....	128
11.2.2. Kaatumisen yhteydessä syntyneet vauriot.....	129
11.2.3. Myöhemmin syntyneet vauriot.....	129
11.2.4. Peräsinkoneen yksityiskohtaiset tutkimukset.....	130
11.2.5. Laitteiden, mittarien ja säätimien tutkimukset.....	131
11.3. Onnettomuuslasti.....	132
11.3.1. Lastin laivauskosteus.....	132
11.3.2. Matkan aikaiset havainnot.....	132
11.3.3. Rautaruukki-Kallan vaaratilanne 24.12.1990.....	133
11.4. Lastin kosteustilan muutokseen vaikuttavat tekijät.....	134
11.4.1. Rikastusprosessin yhteydessä rikasteeseen jääneen veden vajoaminen alaspäin.....	134
11.4.2. Sadeveden määrä.....	134
11.4.3. Roiskeveden määrä.....	135
11.4.4. Veden poistumismahdollisuudet.....	136
11.4.5. Tutkintalautakunnan arvio kosteustilan muutoksista.....	136
11.5. Finn-Balticin kaatumistapahtuma.....	140
11.5.1. Alusyhdistelmän liikkeet Hangon edustalla.....	140
11.5.2. Aluksen lastitilanne ja vakavuus.....	141

11.6. Tutkintalautakunnan käsitys Finn-Balticin kaatumisen syistä.....	142
11.7. Pelastustoimet.....	143
11.7.1. Ihmishengen pelastaminen.....	143
11.7.2. Öljyntorjunta.....	145
11.8. Inhimilliset tekijät ja organisaatioiden toiminta.....	146
11.8.1. Inhimillisten tekijäin ja organisaatioiden toiminnan suhde.....	146
11.8.2. Inhimilliset tekijät.....	146
11.8.3. Organisaatioiden toiminta.....	148
12. SUOSITUKSET.....	153
12.1. Rautarikasteen kuljetuksia koskevat määräykset	153
12.2. Taltiointilaitteen käyttöönottoaminen.....	155
12.3. Harjoitusopas (Training manual).....	155
12.4. Hylyn sisällä tapahtuvat pelastustoimet.....	156
LÄHDEVIITTAUKSET.....	159
LIITELUETTELO.....	171
TUTKINTASELOSTUKSEEN OTETUT LIITTEET.....	171
MUUT LIITTEET.....	171

Lukijalle

Tutkintalautakunta on varustanut tutkintaselostuksen viittauksilla käyttämiinsä lähteisiin. Lähdeviittauksissa viitataan yleensä tämän tutkintaselostuksen jonkin liitteen tietyllä sivulle. Lähdeviittaukset ovat sivuilla 159 - 170 ja liiteluettelo sivuilla 171 - 180.

Lähdeviittauksissa käytetään muuten liitteen numeroa, mutta keskusrikospoliisin esitutkintapöytäkirjasta (liite 7) käytetään lyhennettä ETPK.

Tutkintalautakunta on numeroinut eräiden liitteiden sivut uudelleen numeroleimasimella, jossa on seuraava numeromalli:

000015

Tutkintaselostuksessa viitataan näiden liitteiden leimasimella numeroiduille sivuille.

Liitteet, joita ei ole otettu tähän tutkintaselostukseen, säilytetään oikeusministeriön arkistossa. Niistä saa jäljennöksiä oikeusministeriön kirjaamosta, jollei yksittäisen liitteen julkisuutta ole lailla rajoitettu. Esitutkintapöytäkirjan ja sen liitteiden jäljennöksiä saa kuitenkin keskusrikospoliisin pääosastosta, os. Ratakatu 12, 00120 Helsinki.

1. ONNETTOMUUDEN YLEISKUVAUS

Puskija FINNin ja proomu BALTICin muodostama alusyhdistelmä oli torstaina 27.12.1990 matkalla Raahesta Koverhariin. Proomuun oli lastattu Luulajassa perjantaina 21.12.1990 rautarikastetta 13 398 tonnia.

Proomu Baltic lähti 21.12.1990 klo 17.45 puskija Rautaruukin (Finnin ruotsalainen sisaralus) työntämänä kohti Raahea, jonne se saapui seuraavana yönä klo 01.00. Tämän jälkeen proomu oli Raahessa Lapaluodon satamassa joulupäivään 25.12.1990 klo 13.00 saakka, jolloin puskija Finn alkoi kuljettaa sitä kohti Koverharia.

Finn-Baltic saapui 27.12.1990 ennen puoltapäivää Hangon edustalle. Kello 12.05 Hangon luotsiaseman luotsi nousi Tulliniemen edustalla puskija Finniin ja alusyhdistelmän Lillmälöstä Hankoon luotsanneet Turun luotsiaseman luotsit poistuivat siitä.

Puolenpäivän aikaan Hangossa oli kova etelätuuli, nopeudeltaan 16 - 18 metriä sekunnissa. Sää oli pilvinen ja keskipäivän jälkeen oli ajoittaista heikkoa räntäsadetta.

Finn-Baltic jatkoi matkaansa kohti Koverharia. Se kääntyi Tulliniemen editse johtavalta väylältä ensin Hangon ulosmenoväylälle ja pian tämän jälkeen itään päin kohti Koverharia johtavalle Ryssön väylälle. Pian Ryssön väylälle päästyään se kallistui vasemmalle ja kaatui. Proomun kaatuessa malmilasti rikkoi proomun lastitilan vasemman laidan ja vajosi pohjaan noin 35 metrin syvyyteen. Puskija ja proomu jäivät pinnalle ylösalaisin kiinni toisissaan.

Finn-Balticin kaatumisella ei ollut ulkopuolisia silminnäkijöitä. Finnin konehuoneen valvontahuoneessa ollut ja onnettomuudessa eloon jäänyt konepäällikkö on kertonut, että alus kallistui ensin pari astetta vasempaan, sitten hieman enemmän ja lopuksi meni kokonaan ympäri. Koko tapahtumasarja kesti hänen muistikuvansa mukaan vain noin 10 sekuntia.

Puskija Finnin kaatuminen ja sisätiloihin tunkeutunut vesi aiheutti seitsemän laivaväkeen kuuluvan sekä luotsin hukkumisen. Onnettomuudessa saivat surmansa:

<i>Toimi:</i>	<i>Nimi:</i>	<i>Syntynyt:</i>	<i>Kotipaikka:</i>
Päällikkö			Helsinki
I perämies			Lahti
I konemestari			Salo
Pursimies			Heinola
Sähkömies			Riihimäki
Kansikorjausmies			Pyhtää
Kokki-stuertti			Espoo
Luotsi			Hanko

Kansikorjausmies [REDACTED] on yhä kadoksissa. Muut surmansa saaneet on löydetty.

Yliperämies [REDACTED] ja konepäällikkö [REDACTED] pääsivät ylösalaisin olleen puskijan pohjan alle muodostuneeseen ilmataskuun. Aluksen pohjan päälle helikopterilla kuljetetut pelastajat saivat hieman klo 17 jälkeen ensin koputus- ja sitten puheyhteyden ilmataskussa oleviin. Heidät pelastettiin pohjaan leikatun aukon läpi onnettomuuspäivän iltana klo 21.00.

Kaatumisen jälkeen Finn-Baltic alkoi ajelehtia pohjoiseen päin kohti Flatkubb-nimistä luotoa, joka on vajaan meripeninkulman päässä kaatumispaikasta pohjoiseen. Komentosillan ikkunat rikkoutuivat ilmeisesti jo aluksen kaatuessa. Kolme komentosillalla olleista neljästä miehestä huuhtoutui todennäköisesti mereen pian kaatumisen jälkeen komentosillan ikkunoiden aukoista. Tätä tukee se, että päällikön ja luotsin ruumiit löydettiin myöhemmin ajelehtimisreitillä varrelta noin 450 metriä kaatumispaikasta pohjoiseen.

Noin 650 metriä ennen Flatkubbin luotoa alkaa matalikko. Kun Finn-Baltic ajautui tämän matalikon reunaan, syvimällä uinut komentosiltatorni osui merenpohjaan. Ensiksi irtosivat komentosillan katolla olleet antennit ja muut varusteet ja pian tämän jälkeen komentosillan katto repeytyi irti ikkunoiden alareunaa myöten.

Myöhemmin komentosiltatorni katkesi siltä kohdalta, missä komentosillan siipien vinot tukipalkit on kiinnitetty torniin eli suunnilleen viidennen siltakannen yläpuolelta (ks. kuvia s. 28, 36, 62 ja 63). Komentosillan oikea siipi jäi kiinni irronneeseen osaan. Savupiippu katkesi samalta tasolta kuin komentosiltatorni.

Alusyhdistelmän kaaduttua siinä ollutta öljyä pääsi vapaaksi. Hangon kaupungin rannoilta jouduttiin keräämään muun muassa raskasta polttoöljyä. Aluksen ympärille Flatkubbin luo vedettiin öljypuomit. Sukeltajat tukkivat alusyhdistelmässä olleet mahdolliset vuotokohdat.

Kun oli vaara, että merenkäynti irroittaa alusyhdistelmän paikaltaan taikka puskijan ja proomun toisistaan, jolloin öljyvahinkojen vaara olisi merkittävästi kasvanut puskijan ja proomun välisten öljyletkujen katketessa, alusyhdistelmä päätettiin irroittaa matalikolta ja siirtää suojapaikkaan Ryssön ja Mässkärin saarten luo. Irroittaminen ja siirto tapahtui 9.1.1991.

Finn-Baltic käännettiin oikein päin 1.2.1991. Kääntämistyö tehtiin Tulliniemen edustalla olevassa salmessa. Sitä varten oli paikalle hankittu neuvostoliittolainen nosturialus Stanislav Yudin ja useita hinaajia. Kääntäminen onnistui kolmannella yrityksellä. Ensimmäisen kääntämisyrityksen 28.1.1991 keskeytti vaijerien katkeaminen ja toisen 30.1.1991 nostotehon loppuminen.

Onnettomuuden uhrien etsintää jatkettiin lähinnä merivoimien sukeltajakurssien voimin syksyyn 1991 saakka.

Puskija Finn ja proomu Baltic on nyttemmin korjattu. Puskija Finnin uusi nimi on *Steel* ja proomu Balticin uusi nimi *Botnia*.



Yleiskuva puskiija FINNistä. Kuvassa FINNiin on kytketty korkeassa koksilastissa oleva proomu BOARD, joka on samanlainen kuin proomu BALTIC.

Kuva: SEA-FOTO, Kotka.



Nosturialus Stanislav Judin kääntämässä FINN-BALTICia.



FINN-BALTIC käännön jälkeen.

2. ONNETTOMUUDEN TUTKINTA

Kun kysymyksessä oli mitä ilmeisimmin suuronnettomuuksien tutkinnasta annetun lain (373/85) mukainen suuronnettomuus, oikeusministeriön alaisen suuronnettomuustutkinnan suunnittelukunnan puheenjohtaja päätti onnettomuuspäivänä klo 15.30, että asiassa käynnistetään välittömästi alustavat tutkimukset. Alustavat tutkimukset jatkuivat edellä mainitun lain 6 §:n 2 momentin perusteella siihen asti, kun valtioneuvosto asetti tutkintalautakunnan.

Valtioneuvosto asetti 3.1.1991 suuronnettomuuksien tutkinnasta annetun lain 5 §:n nojalla tutkintalautakunnan tutkimaan onnettomuutta, sen syitä ja seurauksia sekä muita lain 4 §:ssä tarkoitettuja seikkoja¹.

Lautakunnan kokoonpanoksi määrättiin:

Puheenjohtaja: suuronnettomuustutkinnan suunnittelukunnan
puheenjohtaja, varatuomari Kari **Lehtola**

Varapuheenjohtaja: professori Juhani **Sukselainen**
Valtion teknillinen tutkimuskeskus

Jäsenet: toimistopäällikkö, merikapteeni Simo **Aarnio**
merenkulkuhallitus

ylitarkastaja Ulla **Kaarikivi-Laine**
ympäristöministeriö

diplomi-insinööri Timo T. **Korhonen**
alustekniikan asiantuntija

vt. rikosylikomisario Harri **Rahikka**
keskusrikospoliisi.

Tutkintalautakuntaa asetettaessa ei ollut tiedossa, että jäseneksi määrätyn dipl.ins. Timo T. Korhosen työnantajana oleva osakeyhtiö omistaa 10,8 prosentin suuruisen vähemmistöosuuden Finnlines Group Oy Ab:stä (yhtiön nimi on nykyisin Finnlines Oy Ab). Tämä omistaa puolestaan sataprosenttisesti tytäryhtiönsä, Finn-Balticin hoitovarustamon toimineen FG-Shipping Oy Ab:n. Tällainen palvelussuhde ei muodosta ehdotonta

esteellisyyttä, mutta dipl.ins. Korhonen päätti neuvottelujen jälkeen vetäytyä lautakunnan jäsenyydestä. Valtioneuvosto myönsi hänelle eron 11.1.1991. Hän ei osallistunut lautakunnan työskentelyyn².

Tutkintalautakunta kutsui työnsä aikana sihteereikseen ja asiantuntijoikseen seuraavat henkilöt:

Sihteerit:

lakimies Inkeri **Wilén**, merenkulkuhallitus

suuronnettomuustutkinnan suunnittelukunnan sihteeri
Pirjo Valkama-Joutsen

*Pysyvät asian-
tuntijat:*

ylitarkastaja, merikapteeni Risto **Repo**
Uudenmaan työsuojelupiiri (työsuojelu)

ylikomisario Asko **Koivunen**
Hangon poliisilaitos (poliisitoimi)

rikosylikonstaapeli Heikki **Seppänen**
keskusrikospoliisi (tekninen tutkinta)

*Erityisasian-
tuntijat:*

merenkuluntarkastaja, merikapteeni Jan **Janson**
merenkulkuhallitus (pelastusvälineet)

kapteeniluutnantti evp. Mauno **Kaivo**
(sukellustyöt)

tiedottaja Sisko **Kiuru-Kitaigorodski**
valtioneuvoston kanslia (tiedotus)

tutkija Rainer **Laaksonen**
Valtion teknillinen tutkimuskeskus (geotekniikka)

tarkastaja Esko **Lähteenmäki**
Ilmailulaitos (mittarit ja säätimet)

professori Knut L. **Sandvik**
Norges Tekniske Høgskole, Norja (mineraalitekniikka)

meteorologi Christian **Westermarck**, ilmatieteen
laitos (sää)

konetarkastaja, ylikonemestari Kari **Ylikojola**,
Järvi-Suomen merenkulkupiiri (koneet).

Tutkintalautakunta päätti 4.1.1991 perustaa seurantaryhmän, johon kutsuttiin merenkulun työmarkkinajärjestöjen edustajat. Järjestöt nimesivät seurantaryhmään edustajikseen seuraavat:

Suomen Konepäällystöliitto r.y.	toiminnanjohtaja Erkki Aurtova
Suomen Laivanpäällystöliitto r.y.	toiminnanjohtaja Markus Sinisalo
Suomen Luotsiliitto r.y.	puheenjohtaja Arvo Pietikäinen
Suomen Merimies-Unioni r.y.	työsuojelusihteri Erkki Ukkonen
Suomen Varustamoyhdistys r.y.	asiamies Jukka Kantola .

Seurantaryhmälle annettiin suuronnettomuuksien tutkinnasta annetun asetuksen (759/86) 16 §:n mukaisesti tietoja tutkinnan kulusta kahdessa kokouksessa ja sille varattiin tutkinnan eri vaiheissa tilaisuus esittää käsityksensä tutkintaan mahdollisesti vaikuttavista seikoista.

Tutkintalautakunta antoi edellä mainitun asetuksen 16 §:n nojalla tietoja tutkinnan kulusta onnettomuudessa surmansa saaneiden omaisille kuulustelujen yhteydessä sekä Helsingissä 29.8.1991 pidetyssä tiedotustilaisuudessa.

Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen Laivatekniikan laboratorio on tehnyt onnettomuusmatkaan liittyneet hydrodynaamiset selvitykset ja vakaavuuslaskelmat. Laboratorion tutkimusselostus n:o LAI-1103/92 (*M/S Finn-Balticin onnettomuusmatka. Roiskevesi, keinunta Hangon edustalla ja kaatuminen*) on tämän tutkintaselostuksen liitteenä 1.

Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratorio teki tutkintalautakunnalla kaksi tutkimusta. Tutkimusselostukset (*MAF-rikasteen luokitus- ja lujuusominaisuuksien määrittäminen ja vakavuuslaskelmien teko*). Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratorion tutkimusselostus n:o TGL1315/92, sekä *Selvitys siitä, kehittykö MAF-rikastenäytteeseen huokospainetta ja vaikuttaako syklinen kuormitus kyllästetyn rikastekasan vakavuuskäyttäytymiseen*. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratorion tutkimusselostus n:o TGL 1388/92) ovat tämän tutkintaselostuksen liitteinä (liitteet 2 - 3). TGL-laboratorio on lisäksi suorittanut tutkintalautakunnan pyynnöstä eräitä kokeita, joil-

la on tutkittu rautarikasteen kosteuskäyttäytymistä.

Tutkintalautakunta perehtyi 21 - 22.1.1991 Finnin sisäralus Rautaruukilla aluksen rakenteeseen ja varusteisiin. Aluksen mittarit ja säätimet valo- ja videokuvattiin sen varalta, että Finnin vastaavat osat löydettäisiin. Tutkintalautakunnan erityisasiantuntija, tarkastaja Esko Lähteenmäki tutki kaikki löytyneet Finnin mittarit ja säätimet ja antoi niistä kirjallisen asiantuntijalausunnon (liite 14).

Tutkintalautakunnan erityisasiantuntija, merenkuluntarkastaja Jan Janson tutki Finn-Balticin pelastusvälineet ja antoi niistä asiantuntijalausunnon (liite 15).

Tutkintalautakunnan erityisasiantuntija, professori Knut Lyng Sandvik, joka työskentelee Norjan teknillisen korkeakoulun Trondheimissa olevassa minerologian ja vuoritekniikan laitoksessa, on neuvotellut lautakunnan kanssa ja on vastannut kirjallisesti seitsemään lautakunnan esittämään kysymykseen. Kysymykset ja Sandvikin vastaukset on liitetty tähän tutkintaselostukseen (liite 4).

Erityisasiantuntija Christian Westermarck on laatinut tutkintaselostukseen liitetyn sääkat-
saoksen (liite 5).

Erityisasiantuntija Kari Ylikojola on toiminut koneteknisenä asiantuntijana sekä selvittänyt Finnin peräsinkoneiston toimintaa onnettomuuden yhteydessä. Hänen asiantuntijalausuntonsa ja kertynyt tutkimusaineisto on liitteessä 16.

Erityisasiantuntija Rainer Laaksonen on yhdessä laboratorion muiden tutkijoiden kanssa huolehtinut liitteinä 2 ja 3 olevien tutkimusten tekemisestä Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen TGL-laboratoriossa ja on toiminut laboratorion ja tutkintalautakunnan yhteysmiehenä.

Erityisasiantuntija Sisko Kiuru-Kitaigorodski on huolehtinut tutkintalautakunnan tiedotustoiminnasta.

Pysyvä asiantuntija Heikki Seppänen on johtanut teknisiä tutkimuksia sekä huolehtinut tämän tutkintaselostuksen kuvituksesta.

3. ALUSYHDISTELMÄ FINN-BALTIC

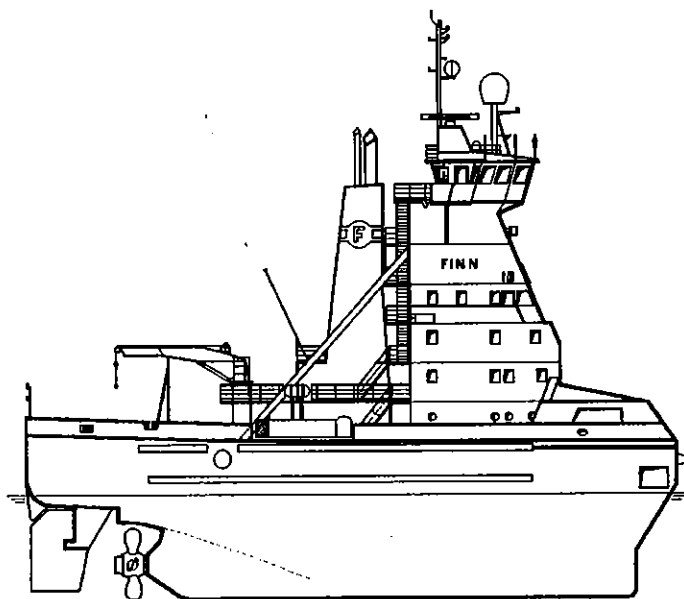
3.1. Yleistiedot

Puskija *Finn* ja proomu *Baltic* kuuluivat *Finnpusku*-nimiseen puskuproomujärjestelmään. Onnettomuuden aikaan järjestelmään kuului kaksi puskijaa (Finn sekä Ruotsin alusrekisteriin merkitty Rautaruukki) sekä viisi proomua (Ruotsin rekisterissä olevat Kalla ja Tasku sekä Suomen rekisterissä olevat Baltic, Board ja Bulk)¹.

Finnpusku-järjestelmässä puskijan ja proomun välinen liitos on täysin jäykkä. Kaikki puskijan ja proomun väliset liikkeet on estetty. Tällainen alusyhdistelmä käyttäytyy aallokossa kuin yksi alus. Puskija ja proomu voidaan kuitenkin nopeasti irroittaa toisistaan ja puskija voi liikkua merellä myös yksinään².

Finnpusku-järjestelmän kehitystyö aloitettiin vuonna 1983. Järjestelmän ensimmäinen alussarja (puskija Rautaruukki sekä proomut Kalla ja Tasku) tilattiin syksyllä 1984 ja valmistui syksyllä 1986. Kytentäjäjärjestelmän kehittäminen jatkui vielä ensimmäisen alussarjan rakenteilla ollessa. Toinen alussarja (puskija Finn sekä proomut Baltic, Board ja Bulk) tilattiin keväällä 1985 ja valmistui keväällä 1987³.

PUSKIJA FINN



Puskija Finnin päämitat olivat⁴:

<i>Bruttovetoisuus</i>	1 562 bruttorekisteritonnia
<i>Kantavuus</i>	445 tonnia
<i>Suurin pituus</i>	42,0 metriä
<i>Leveys</i>	15,5 metriä
<i>Sivukorkeus pääkanteen</i>	10,0 metriä
<i>Suurin syväys</i>	6,7 metriä
<i>Koneteho</i>	2 x 3 840 kW

Puskija Finnin oli luokittanut luokituslaitos Det norske Veritas⁵. Se myönsi puskija Finnille luokkamerkin

+1A1 Pusher and Pusher Barge Unit EO ICE 1 A *

Aluksen luokittaminen tarkoittaa, että sen rungon ja koneiston rakentamisen ja kunnan valvonta uskotaan vapaaehtoisesti kansainvälisesti tunnetulle luokituslaitokselle. Det norske Veritas on yksi Suomen merenkulkuhallituksen hyväksymistä ja valtuuttamista luokituslaitoksista.

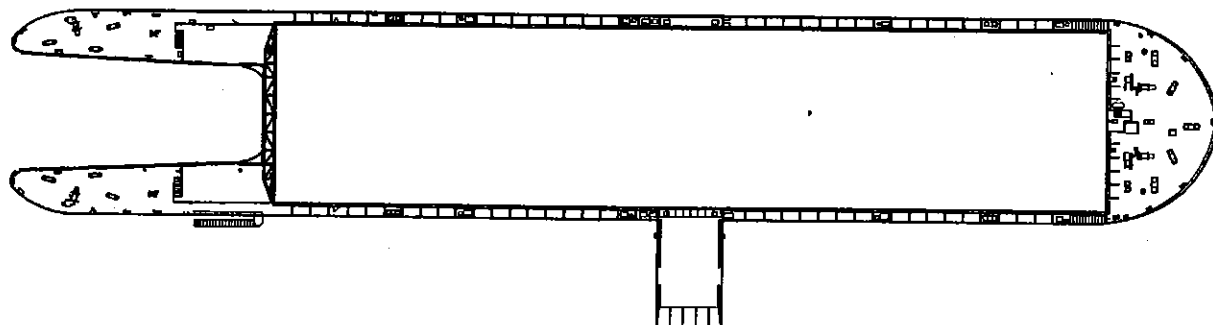
Valvonta alkaa jo ennen kuin alus on olemassakaan. Aluksen rakentava telakka laatii piirustukset mitoittaen aluksen eri osat luokituslaitoksen antamien normien mukaan. Piirustukset lähetetään luokituslaitokselle tarkistusta ja tarvittavia korjauksia varten. Tiedot piirustukset on kuitenkin hyväksyttävä myös merenkulkuhallituksella.

Aluksen rakennusvaiheessa luokituslaitoksen edustaja valvoo, että aluksen rakentamiseen käytetään vain hyväksytyjä ja oikein mitoitettuja rakennusaineita sekä että työ suoritetaan huolella ja kunnollisesti ja luokituslaitoksen sääntöjen mukaisesti.

Tämän jälkeen luokituslaitos myöntää alukselle luokan ja alus saa luokkamerkin ja luokitustodistuksen. Luokkamerkkejä on useita aluksen rakenteesta, liikennealueesta ym. riippuen.

Muun muassa luokkamerkin perusteella alukselle annetaan väylämaksun määräämistä varten jäämaksuluokkatodistus. Puskija Finn kuului korkeimpaan jäämaksuluokkaan 1 A Super.

PROOMU BALTIC



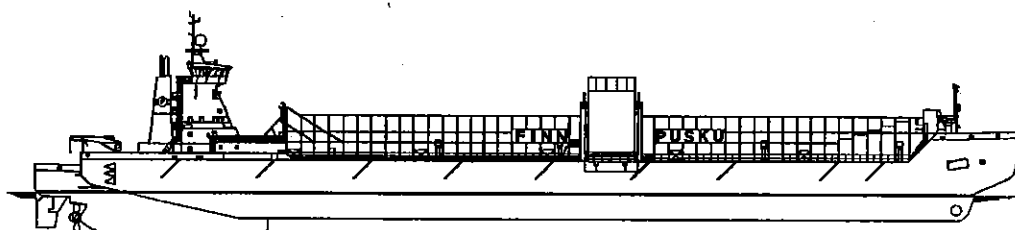
Proomu Balticin päämitat olivat⁶:

<i>Bruttovetoisuus</i>	9 066 bruttorekis- teritonnia
<i>Kantavuus</i>	14 002 tonnia
<i>Suurin pituus</i>	159,1 metriä
<i>Leveys</i>	27,2 metriä
<i>Sivukorkeus pääkanteen</i>	10,0 metriä
<i>Suurin syväys</i>	6,7 metriä

Myös proomu Balticin oli luokittanut Det norske Veritas⁷. Proomun luokitusmerkintä oli

+ 1A1 Barge

ALUSYHDISTELMÄ FINN-BALTIC



Alusyhdistelmä Finn-Balticin päämitat ja matkanopeus olivat⁸:

<i>Suurin pituus</i>	166,6 metriä
<i>Leveys</i>	27,2 metriä
<i>Suurin syväys</i>	6,7 metriä
<i>Matkanopeus</i>	13,4 solmua

Jäämaksuluokan määrittämistä varten merenkulkuhallitus voi pitää työnnettävästä proomusta ja työntävästä koneellisesta aluksesta koostuvaa alusyhdistelmää yhtenä koneellisenä aluksena. Edellytyksenä tähän on, että merenkulkuhallitus on vakuuttunut siitä, että aluksen muotoilu ja kytkentäjärjestelmä ovat sellaiset, että alus pystyy toimimaan yhtenä aluksena jäässä kulkiessaan.

Merenkulkuhallitus on todennut, että Finnpusku-järjestelmän puskija ja proomu muodostavat sellaisen alusyhdistelmän, joka merenkulkuhallituksen vuoden 1989 jääluokkamääräysten mukaan voidaan katsoa yhdeksi koneelliseksi alukseksi. Alusyhdistelmän jäämaksuluokaksi on vahvistettu 1 A Super. Proomu yksinään kuului jäämaksuluokkaan III.

Sekä puskija Finnin että proomu Balticin luokitustodistuksen liitteessä todettiin, että puskijasta ja Finnpusku-järjestelmän proomusta voidaan muodostaa alusyhdistelmä (Pusher/Barge Unit). Luokitustodistuksen liitteessä edellytettiin myös, että nestemäisiä tai "märkiä" lasteja, jotka voivat nesteytyä, ei kuljeteta tiloissa, jotka on tarkoitettu pelkästään kuivalastia varten ("It is assumed that liquids or "wet" cargoes, which may become liquid are not carried in compartments solely intended for dry cargo")⁹.

Rautarikastelasteissa on rikastusprosessissa rikasteeseen jäänyttä kosteutta. Tämä kosteus on aiheuttanut lastin liettymisiä. Lastin liettymistä epäiltiin myös Finn-Balticin onnettomuuden ensisijaiseksi syyksi. Näistä syistä tutkintalautakunta pyysi Det norske Veritasilta tulkintaa edellä lainatusta luokitustodistuksen liitteen kohdasta ja sen soveltuvuudesta rautarikastelasteihin.

Det norske Veritasin vastauksesta käy ilmi, että kyseinen luokitustodistuksen liitteen kohta ei sinänsä kiellä rautarikasteen kuljetusta Finnpusku-proomuilla. Matkan aikana tapahtuvien rikasteen kosteustilan muutosten mahdolliset vaikutukset vierintäkulmaan tai tiheyden lisäykseen on otettava huomioon. Kussakin tapauksessa on erikseen harkittava, mitkä ovat matkan aikaisten muutosten ja nesteytymisen mahdollisuudet. Luokituslaitos toteaa, että edellä lainattu luokitustodistuksen liitteen lause, joka on väliotsikon "Lujuus yleensä" (Strenght in General) alla, on tiivistelmä, joka ilmoittaa yleisesti, että lastitiloissa olevia laipioita ei ole vesipainolastisäiliöitä lukuun ottamatta vahvistettu kestäämään nesteiden laskettua painetta samalla tavalla kuin säiliölaipiot¹⁰.

3.2. Finnpusku-järjestelmän puskijain ja proomujen rakenne

Finnpusku-järjestelmään kuuluvien puskijoiden komentosilta, laivaväen asunnot sekä tärkeimmät huoltotilat ovat aluksen keulapuolella, pääkannen yläpuolella olevassa kansirakennelmassa ("tornissa"), jonka ylin kohta on 22 metriä vesirajasta ja 18,4 metriä pääkannesta. Kansirakennelmassa on seitsemän siltakantta. Tilat sijoittuvat siltakansille seuraavasti:

6. siltakansi	Komentosilta
5. siltakansi	Laitehuone
4. siltakansi	Ilmastointihuone
3. siltakansi	Alakomentosilta ja laivan toimisto
2. siltakansi	Päällystön asunnot
1. siltakansi	Miehistön asunnot
Pääkansi (yläkansi)	Messi, keittiö ja varustamohytti

Havainnollisen kuvan puskijasta yksinään saa seuraavilla sivuilla 27 - 28 olevista piirroksista, jotka on laadittu aluksen piirustusten pohjalta.

Puskijan pääkannen alla on tankkitilaa eri aineille seuraavasti¹¹:

Painolastivesi	606,89 kuutiometriä
Makeavesi	28,93 "
Raskasöljy	98,83 "
Dieselöljy	42,24 "
Voiteluöljy	44,31 "
Sekalaiset	19,52 "

Finnpusku-järjestelmän proomujen perä on rakennettu haarukan muotoiseksi. Puskija ajetaan tähän haarukkaan ja kytketään kiinni proomuun kolmesta kohdasta. Puskijan keulassa on kartiomainen lukitustappi, joka työntyy proomussa olevaan vastakappaleeseen. Lukitustapin ja vastakappaleen kosketuspinnat ovat pallomaiset. Puskijan kummallakin sivulla on lukitustapit, jotka työnnetään hydraulisen paineen avulla proomun haarukassa oleviin vastakappaleisiin. Vastakappaleet tekevät mahdolliseksi puskijan kytkemisen proomuun kolmella eri syväydellä. Tämän ansiosta tyhjää proomua ei tarvitse välttämättä lastata painolastilla samaan syväyteen puskijan kanssa. Kuvia kytkentälaitteista on sivuilla 32 - 33.

Finnpusku-järjestelmän proomut ovat kansilastiproomuja, joiden lastitila on avoin. Proomuun voidaan lastata noin 13 400 tonnia. Lastitilan pituus on 110,4 metriä ja leveys

24,2 metriä. Sen laitojen suurin korkeus on 9,0 metriä¹². Kummallakin laidalla on kuusi myrskyporttia lastitilaan roiskuneen veden poistamiseksi. Niiden leveys on 2,0 metriä ja korkeus 1,8 metriä. Lisäksi lastikannen kummallakin laidalla on neljä 120 millimetrin läpimittaista vedenpoistoaukkoa ("spyykattia"). Kansi on tasainen eli siinä ei ole kansimutkaa ("kaatoa") laidoille päin. Lastitilan rakenteista on kuvia sivuilla 97 - 100.

Lastitilan alapuolella on tilat erilaisille tankeille ja lisäksi kuivatankkitilaa 12 304 kuutiometriä. Tankkitilaa on proomussa eri aineita varten seuraavasti¹³:

Painolastivesi	12 413,75 kuutiometriä
Makeavesi	82,05 "
Likavesi	6,58 "
Raskasöljy	592,66 "
Dieselöljy	82,05 "

Tyhjä kuivatankkitila on proomun rungon keskellä. Proomun kummallakin laidalla on neljä painolastivesitankkia. Öljytankit ovat lastitilan peräosan alla (ks. proomun poikkeileikkausta ja tankkikaaviota s. 30 ja 31).

Onnettomuushetkellä proomun tankeissa oli 160 tonnia raskasta ja 33 tonnia kevyttä polttoöljyä¹⁴.

Keulakorokekansi ("keulapakka") on aluksen pääkannen yläpuolella oleva kansi, joka proomu Balticissa ulottui 13,83 metriä keulasta perään päin. Tällä kannella ovat muun muassa aluksen kiinnityslaitteet, ankkurivintturit, kiinnitysköydet, pollarit, keulatutkan antenni ja 10 hengen pelastuslautta.

Keulakorokekannelta on vesitiiviin oven kautta kulkutie kannen alla oleviin tiloihin. Mikäli lastia ei ollut, sinne pääsi myös lastitilasta niinikään vesitiiviin oven kautta. Pääkannen tasolla oleva tila toimi varastona, mutta siellä on myös eräitä laitteistoja, kuten hydraulisia pumppuja ja keulatutkan käyttölaitteisto. Keulassa aluksen pohjalla oli vielä vesitiiviillä luukulla erotettu keulapotkurihuone, jossa olivat keulapotkurin sähkömoottorit.

Lastitilan takana proomun haarukan sivuilla on tilat erilaisia laitteistoja varten. Vasemman laidan puoleisissa tiloissa on proomun toimisto, johon on sijoitettu myös alusyhdistelmän käyttövalvonnasta huolehtivan SELMA 2-valvontajärjestelmän keskeiset laitteet.

Kun puskija ja proomu on kytketty toisiinsa, niiden välillä on useita eri kaapeleita ja letkuja. Sähkökaapelit ovat alusyhdistelmän oikealla ja letkut vasemmalla laidalla. Kuvat kaapeleista ja letkuista ovat sivuilla 34 - 35.

3.3. Puskija Finnin ja proomu Balticin omistussuhteet

Onnettomuuden aikana puskija Finnin omisti Laivanisännistöyhtiö Puskija. Dalsbruk Oy Ab:llä oli yhtiössä 50 osuutta, Rautaruukki Oy:llä 45 osuutta ja Oy JIT-Trans Ltd:llä 5 osuutta. Lisäksi FG-Shipping Oy Ab oli sopimuksen perusteella ilman omistusosuutta merilain mukainen laivanisännistöyhtiön pääisäntä, joka hoiti laivanisännistöyhtiön hallinnon¹⁵.

Proomu Balticin omisti laivanisännistöyhtiö Proomu I, jonka omistusosuudet jakaantuivat samalla tavalla kuin puskija Finnin omistaneen laivanisännistöyhtiön. Myös tämän laivanisännistöyhtiön hallinnosta huolehti FG-Shipping ilman omistusosuutta olevana pääisäntänä¹⁶.

JIT-Trans oli tehnyt Finnin ja Balticin omistaneiden laivanisännistöyhtiöiden kanssa ns. bareboat-sopimukset molemmista aluksista. Sopimus oli tehty kansainvälisesti tunnetun vakiosopimuksen Barecon A-mukaisin ehdoin. Bareboat-sopimuksella vuokrataan käyttöön pelkkä alus ilman miehistystä. Sopimuksella puskija ja proomu siirtyivät JIT-Transin hallintaan ja määräysvaltaan. JIT-Transilla ei kuitenkaan ollut oikeutta myydä eikä kiinnittää aluksia. Puskuproomujärjestelmän aikatauluoperoinnista huolehti JIT-Trans¹⁷.

JIT-Trans ja FG-Shipping olivat tehneet Finnistä ja Balticista hoitosopimukset. Sopimusten mukaan hoitovarustamo FG-Shipping huolehti alusten miehistyksestä, muonituksesta, vuositelakoinnista, teknisestä operoinnista, aluksen asiakirjoista, vakuutus sopimusten tekemisestä, vakuutusasioiden hoidosta sekä tutkimus- ja kehitystyöstä. FG-Shippingin tuli huolehtia myös siitä, että työn johto ja valvonta oli aluksilla asianmukaisesti järjestetty¹⁸.

3.4. Puskija Finnin miehistys

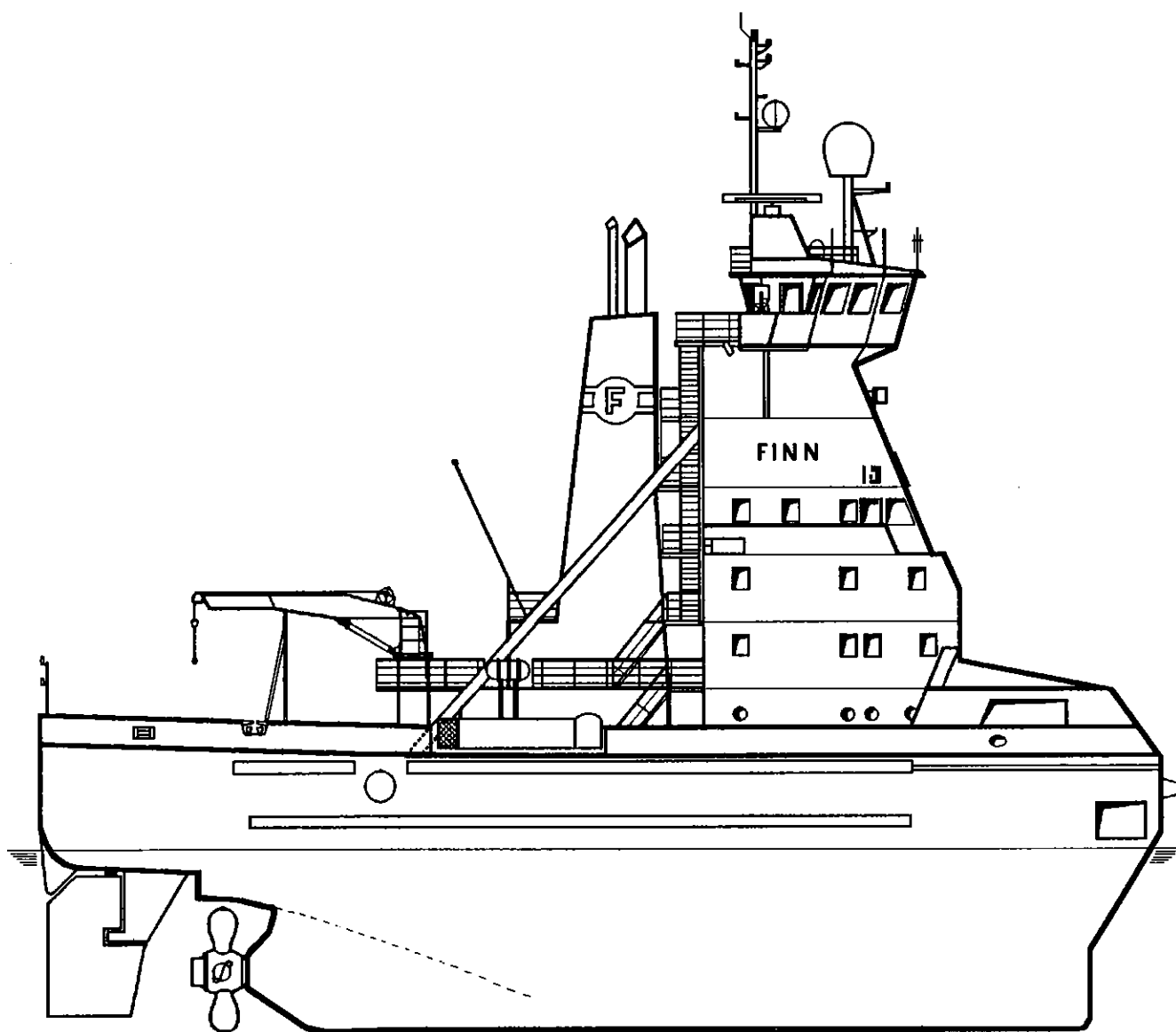
Laivahenkilökunnan lukumäärä- ja pätevyysvaatimukset määräytyvät aluksen koon, konetehon, liikennealueen ym. perusteella. Puskija Finnin ja proomu Balticin muodostaman alusyhdistelmän miehistys oli vahvistettu pääosin puskijan koon perusteella.

Eräissä kansainvälisissä sopimuksissa ja kansallisissa määräyksissä tällainen alusyhdistelmä katsotaan yhdeksi alukseksi ja sille asetettavat vaatimukset määräytyvät koko alusyhdistelmän koon perusteella. Näin on menetelty esimerkiksi ihmishengen turvallisuudesta merellä tehdyn yleissopimuksen (SOLAS - Safety of Life at Sea) navigointilaitteita käsittelevässä osassa. Meriteiden säännöissä taas säädetään, että jos työntävä ja työnnettävä alus ovat jäykästi kiinnitettyinä toisiinsa muodostaen yhdistelmäyksikön, ne on katsottava yhdeksi konealukseksi. Merenkulkuhallituksen jääluokkamääräysten mukaan

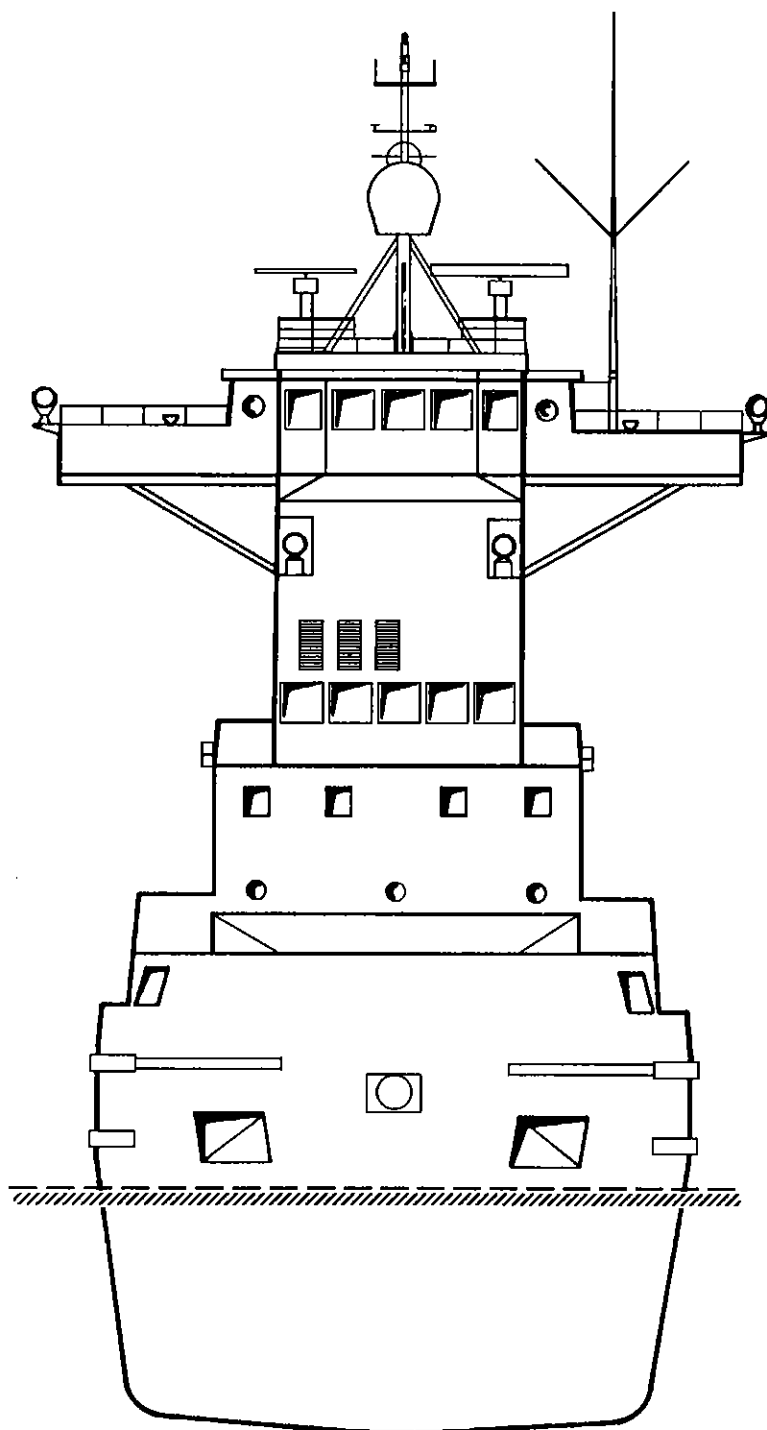
merenkulkuhallitus voi pitää työnnettävästä proomusta ja työntävästä koneellisesta aluksesta koostuvaa alusyhdistelmää yhtenä koneellisena aluksena. Näin oli tehty Finn-Balticin osalta jäämaksuluokkatodistusta myönnettäessä.

Valmisteltaessa merenkulkuhallituksen päätöstä alusyhdistelmän miehityksestä kuultiin työsuojeluhallitusta ja asianomaisia merenkulun työmarkkinajärjestöjä. Työsuojeluhallitus, Suomen Varustamoyhdistys, Suomen Laivanpäälystöliitto ja Suomen Konepäälystöliitto puolsivat varustamon esitystä miehitykseksi. Suomen Merimies-Unioni ei antanut lausuntoa. Kun näissä asioissa lausunnon antamatta jättämistä kuitenkin pidetään myönteisen suhtautumisen veroisena, tälläkään järjestöllä ei ilmeisesti ollut huomauttamista miehityspäätöksen suhteen. Merenkulkuhallitus vahvisti varustamon hakemuksen ja saatujen lausuntojen perusteella puskija Finnin miehityksen¹⁹.

Kuten edellä on todettu, merenkulkuhallitus vahvisti alusyhdistelmän miehityksen soveltuvin osin puskijan koon perusteella ottaen kuitenkin huomioon koko alusyhdistelmän koon. Henkilökunnan lukumäärä (9) oli miehitysasetuksen taulukkojen mukainen, mutta pätevyysvaatimuksia oli sekä päälystön että miehistön osalta lisätty.



Puskija FINNin sivukuva.



Komentosilta 6. siltakansi

Laitehuone 5. siltakansi

Ilmastointihuone 4. siltakansi

Alaohjaamo 3. siltakansi

Päällystöhytit 2. siltakansi

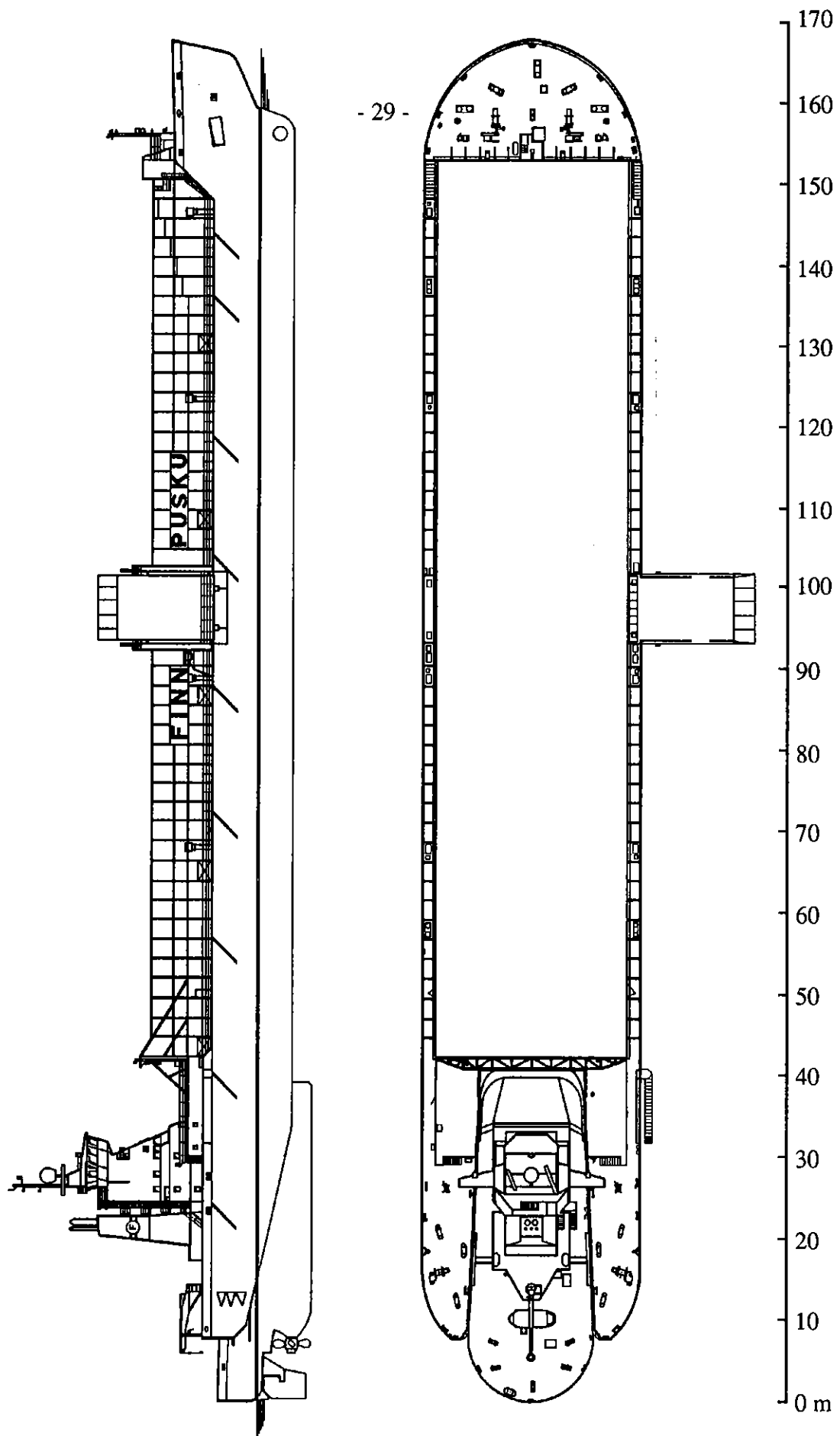
Miehistöhytit 1. siltakansi

Messi yläkansi

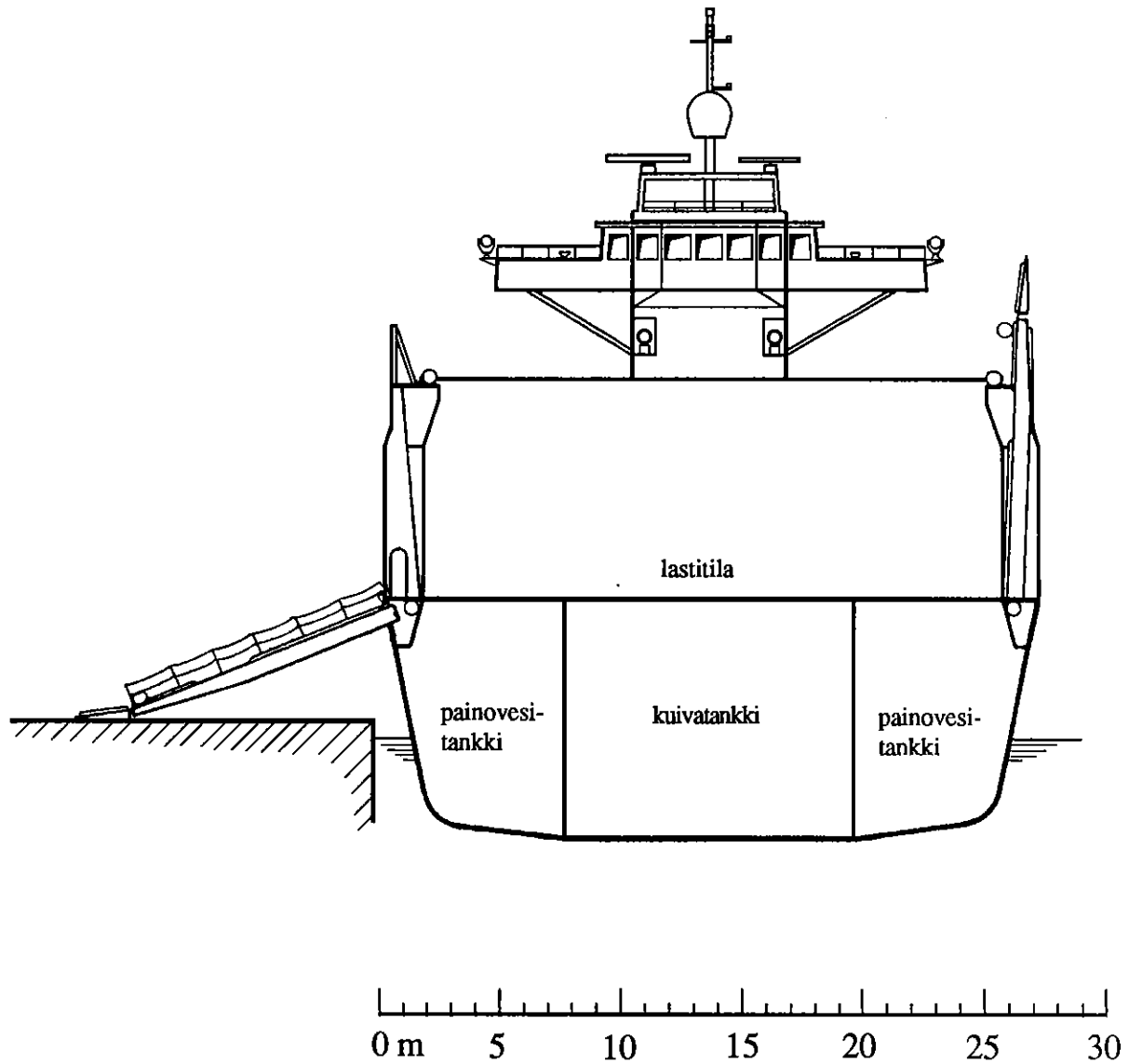
Valvomo 1. välikansi

Konehuone 2. välikansi

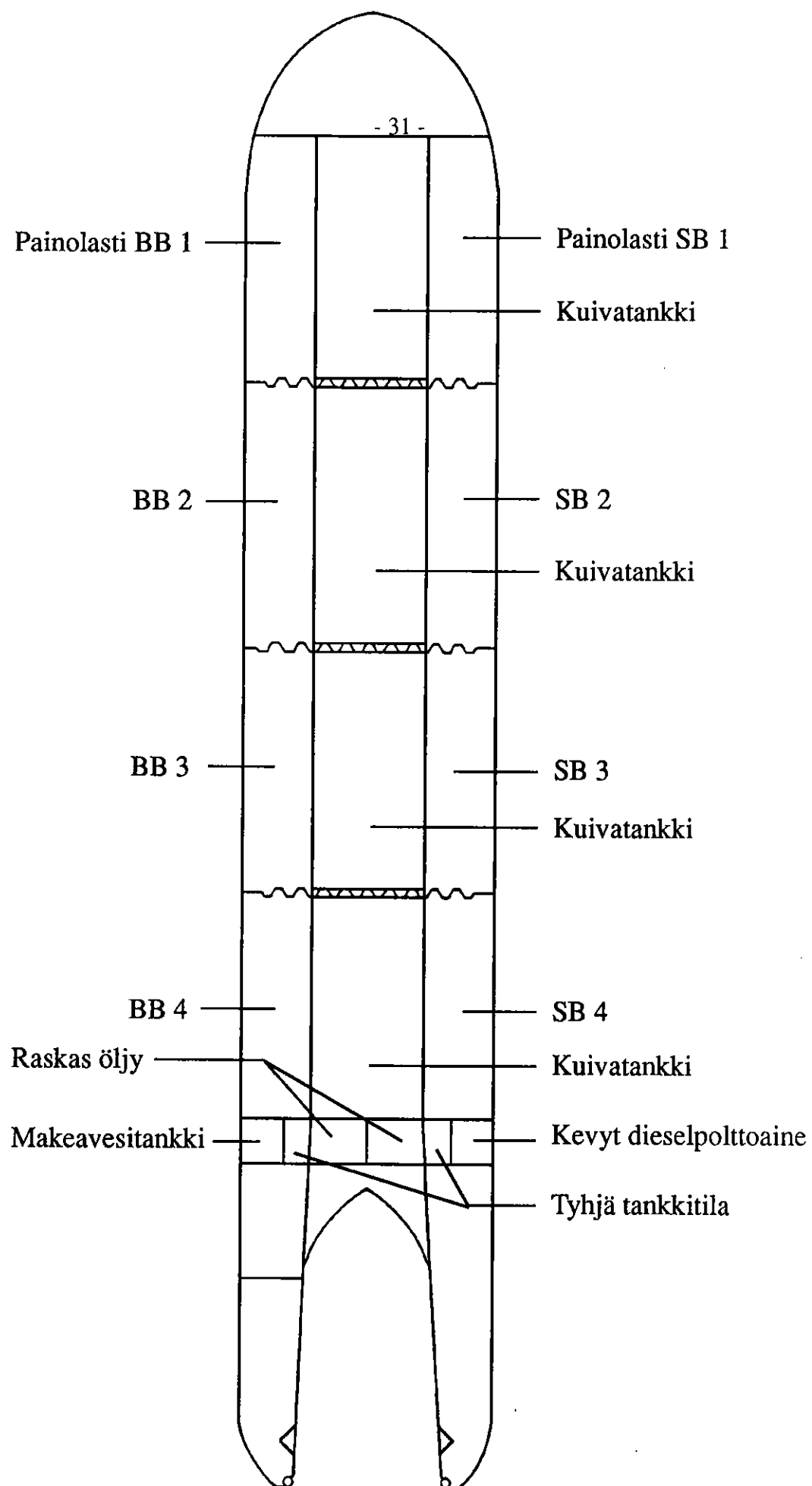
Pohjatankit kaksoispohja



Yleiskuva Finnpusku-alusyhdistelmästä



Finnpusku-järjestelmän proomun poikkileikkaus



Finnpusku-järjestelmän proomun tankkikaavio



Puskija ajamassa proomun perähaarukkaan. Keskellä puskijan keulassa keulakiinnityksen kartio. Proomun haarukkakiinnityksen vastakappale näkyy proomun siivessä vasemmalla, nuoli kuvassa.



Sivukiinnityksen vastakappaleet proomun vasemmassa siivessä.



Proomun perähaarukan etuseinässä olevat vastakappaleet, johon puskiijan keulatappi kiinnittyy.



Puskija on kiinnittymässä proomuun.



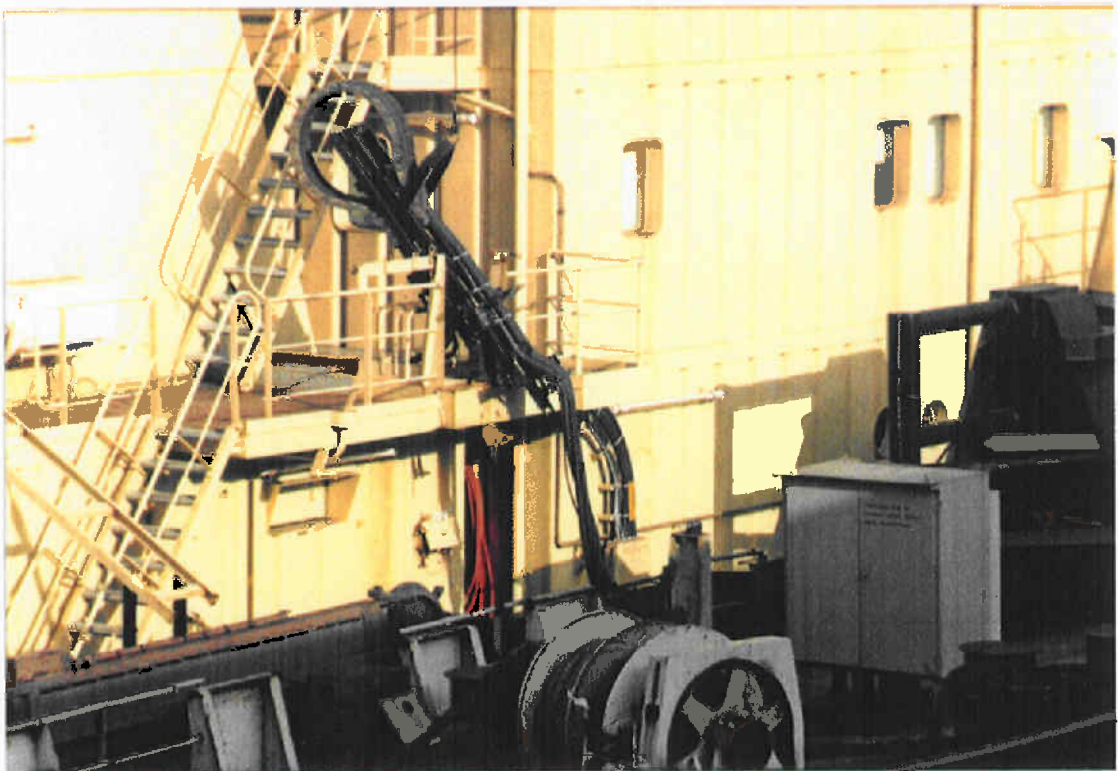
Puskijan ja proomun väliset nesteliitännät sijaitsevat alusyhdistelmän vasemmalla puolella savupiipun kohdalla.



Nesteliitännät.



Puskijan ja proomun väliset sähköliitännät sijaitsevat alusyhdistelmän oikealla puolella savupiipun kohdalla.



Sähköliitännät.



FINN-BALTIC käännön jälkeen. Alusyhdistelmän molemmilla puolilla on käännössä avustaneita hinaajia.



FINNin kansirakennuksen ruhjoutuminen.

4. TAPAHTUMAT ENNEN ONNETTOMUUTTA

4.1. Proomu Balticin lastaus Luulajassa 21.12.1990

Proomu Baltic saapui Luulajaan Raahesta 21.12.1990 klo 07.55 puskija Rautaruukin työntämänä¹. Proomu oli tyhjänä. Alun perin oli tarkoitus, että Rautaruukin laivaväki olisi lastauttanut Balticin Luulajassa, jättänyt sen sinne odottamaan puskija Finniä ja palannut itse ilman proomua Raaheen. Koska Finn oli huonon sään vuoksi myöhässä aikataulustaan, Rautaruukki sai laivaajalta, JIT-Transilta, ohjeen tuoda Baltic rikastelasteineen Raaheen, mistä Finn veisi sen Koverhariin².

Luulajan malmisatama sai JIT-Transilta ohjeen aloittaa Balticin lastaus heti niin, että se olisi saatu valmiiksi noin klo 17 mennessä³. Lastaus alkoi klo 8.10 ja päättyi klo 17.14⁴. Sen aikana satoi ajoittain kevyesti lunta⁵.

Lastauksen ajaksi Rautaruukki irroitettiin proomusta ja ajettiin laituriin. Rautaruukin yli-perämies teki lastaussuunnitelman ja antoi sen Luossavaara-Kiirunavaara AB:n (LKAB) edustajalle. Suunnitelma oli FG-Shippingin 16.5.1990 antaman lastausohjeen ja siihen liittyvän mallilastaussuunnitelman mukainen. Rikaste lastattiin 24 harjanteeksi, 12 harjannetta ajorampista keulaan päin ja 12 harjannetta perään päin. Lastitilan reunoille harjanteiden päihin jätettiin 0,3 - 0,7 metrin levyinen tyhjä tila⁶. Kuten myöhemmin jaksossa 5 tarkemmin selostetaan, puskija Finnin päällystö käytti yleensä FG-Shippingin lastausohjeesta poikkeavaa lastaussuunnitelmaa, jossa sivuille jäävä tila oli vähintään metrin levyinen (ks. mallilastaussuunnitelmia s. 101 - 102). Kun Baltic lastattiin 21.12.1990, harjanteiden korkeus oli noin 2,5 m. Harjanteiden välissä keskilaivan kohdalla rikastekerroksen paksuus oli noin 1,8 metriä⁷.

Balticiin lastattiin *Malmberget A Fines (MAF)*-rikastetta 13 398 tonnia⁸. Tästä määrästä 8 535 tonnia tuli junalla suoraan Malmivaarasta, missä se oli valmistettu noin kaksi vuorokautta aikaisemmin⁹. Loput 4 863 tonnia otettiin Luulajan malmisataman varastokentältä, missä se oli ollut varastoituna ulkosalla. Varastokentän itäosasta otettiin 2 480 tonnia ja länsiosasta 2 383 tonnia¹⁰. Malmisataman työnjohtajan mukaan rikastetta oli pidetty ulkovarastossa noin viikon ajan¹¹.

Lastaustyöhön osallistuneen Luulajan malmisataman henkilöstön kertomusten mukaan rikastetta siirrettiin jo aamulla kauhakuormaajalla ulkoa varastokentän kasoista laivaan vievälle kuljetushihnalle¹². Kuljetushihnajärjestelmän ohjauskeskuksen päiväkirjan mukaan varastokentän itäosassa olleet rikastekeot tyhjennettiin kokonaan ennen kuin rikas-

tetta alettiin ottaa suoraan junanvaunuista¹³.

Junalla n:o 55 Malmivaarasta saapunut rikaste purettiin vaunuista kuljetushihnalle klo 10.40 - 11.25. Junan n:o 57 lasti purettiin hihnalle klo 12.20 - 13.10 ja junan n:o 65 lasti klo 13.55 - 14.30. Jokaisessa junassa oli 52 vaunua.¹⁴ Yhteen vaunuun mahtuu noin 55 tonnia MAF-rikastetta. Junat saapuivat Luulajaan välittömästi ennen purkauksen aloittamista¹⁵. Matka Malmivaarasta Luulajaan kestää noin viisi tuntia¹⁶. Ennen lastausta rikasteen on arvioitu olleen Malmivaaran rikastamon kalliosiiloissa vuorokauden tai korkeintaan kaksi¹⁷.

Myös iltapäivällä otettiin rikastetta varastokentältä, tällä kertaa sen länsiosasta, aina lastauksen päättymiseen asti. Varastokentälle jäi vielä rikastetta¹⁸.

Edellä esitetyn perusteella voidaan siis todeta, että aluksi Balticiin lastattiin noin 2 500 tonnia varastokentältä otettua rikastetta. Tämän jälkeen lastattiin noin 8 500 tonnia suoraan junasta tullutta rikastetta, johon kuitenkin osittain sekoittui samanaikaisesti varastokentältä otettua rikastetta. Lastin loppuosa otettiin taas varastokentältä. Finn-Balticin onnettomuuden aikoihin Rautaruukin yliperämiehinä toimineet ovat kertoneet tuohon aikaan olleen käytössä sellaisen lastausrutiinin, että puskija Rautaruukin päällystön valvoessa lastausta se aloitettiin puskuproomun lastitilan peräpäästä. Täältä edettiin lähelle ajorampia. Ajorampin seutu jätettiin tyhjäksi ja siirryttiin lastaamaan keulaosaa aloittaen keula-päästä. Ajorampin seutu lastattiin vasta keulaosan jälkeen. Pieni rikaste-erä jätettiin koko lastin trimmaamista varten ja se ohjattiin sinne, missä trimmaussyistä tarvittiin lisää lastia¹⁹.

Lastaustavan perusteella voidaan päätellä, että varastokentältä tullut rikaste sijoitettiin lähinnä lastitilan peräosaan ja keskelle. Keulaosassa ollut rikaste oli pääasiassa suoraan junasta tuotua, joskin siihen sekoittui jonkin verran myös varastokentältä otettua rikastetta. Trimmaukseen käytetty noin 400 tonnin erä oli mitä ilmeisimmin peräisin varastokentältä.

MAF-rikasteen arvioidaan menettävän kosteudestaan Malmivaaran ja Luulajan välillä 0,5 - 1 %. Rikasteen kosteus valmistuslinjan loppupäässä oli Malmivaaran rikastamon mittausten mukaan 15 - 23.12.1990²⁰:

<i>Päivä</i>	<i>Kellonaika</i>	<i>Kosteus %</i>	<i>Valmistusmäärä tonnia</i>
15.12	02.30	3,4	6 551
	06.30	3,6	
	09.30	4,9	
	14.00	4,2	
16.12	06.30	4,5	6 749
	09.30	4,3	
	14.00	3,7	
	19.00	3,9	
17.12	01.40	4,1	7 036
	06.45	4,4	
	14.20	4,5	
	18.00	4,7	
	23.00	4,1	
18.12	02.00	4,0	5 949
	06.30	4,1	
	10.20	4,5	
	14.20	4,3	
19.12	06.35	4,7	8 399
	10.00	4,5	
	14.25	4,3	
	18.00	4,6	
20.12	06.30	4,5	5 246
	10.15	4,9	
	14.20	4,7	
21.12	01.00	4,4	10 208
	06.30	4,5	
	11.15	3,3	
	14.30	3,5	
	22.15	3,5	
22.12	06.30	3,4	7 476
	10.30	3,7	
	18.00	4,5	
23.12	06.30	4,6	9 011
	10.00	4,4	
	13.15	4,4	
	18.00	4,6	

Puskija Rautaruukin päällikkö on lausunut Suomen merenkulkuhallitukselle toimittamassaan selvityksessä, että lastauksen aikana tai sen jälkeen ei todettu mitään sellaista, jonka perusteella olisi voitu epäillä rikasteen olevan liian kosteaa. Lastitilan reunoilla olleeseen tyhjään valumatilaan ei valunut lastista vettä²¹.

Lastiasiakirjojen mukana puskija Rautaruukin päällikkö sai tavanmukaisen lastisertifikaatin, jossa LKAB vakuutti, ettei lastatun rikasteen kosteus ylitä 6,5 %. Päällikkö ei tällä kertaa, kuten joskus muulloin, saanut todistusta kuljetushihnalta otetun näytteen kosteusprosentista²². Tutkintalautakunta sai tämän todistuksen LKAB:ltä 28.12.1990. Sen mukaan rikasteen kosteus oli 3,74 %²³.

Rautaruukin perämies on kertonut kuulustelussa huolehtineensa lastauksen loppuvaiheista siitä, että proomu jää lastauksen päättyessä oikeaan trimmiin. Oikea trimmi pyrittiin varmistamaan viimeisten 400 rikastetonnin tarkalla sijoittelulla. Trimmauksen aikana lastauslaitteen käyttäjä erehtyi perämiehen antamasta komennosta ja sijoitti viimeisen rikaste-erän lastitilan väärälle laidalle. Proomu sai pienen, noin yhden asteen suuruisen kallistuman, minkä perämies oikaisi pumppaamalla painolastitankkiin noin 100 tonnia vettä. Perämies ei enää jälkeinpäin muistanut, kummalle puolelle proomu kallistui²⁴.

Lastauksen päätyttyä proomu Balticin syväys oli 6,84 m²⁵. Proomun suurin sallittu syväys oli sen kansainvälisen mittakirjan mukaan 6,70 m. Tämä tarkoittaa lastaussyväystä kesällä suolaisessa vedessä, jolloin kansainväliset sopimukset lähtevät siitä, että suolapitoisuus on 0,035 ja vastaava tiheys (ominaispaino) 1,025. Proomu Balticin pituiselle alukselle Itämeri kuuluu kesävyöhykkeisiin talvellakin.

Suolattoman veden vähennys proomulle oli lastiviivakirjan mukaan 139 mm, eli proomu olisi voitu täysi suolattomassa vedessä lastata mainitun määrän lastimerkkiä syvemmälle²⁶.

Suomen satamissa veden tiheys vaihtelee yleensä 1,0020 - 1,0050 välillä. Merentutkimuslaitokselta saadun tiedon mukaan pitkäaikainen keskiarvo Nahkiaisien luona on 1,0023.

Tämän keskiarvon perusteella proomu Baltic olisi voitu lastata 6,83 m syvyyteen. Vähäinen, noin 1 cm:n suuruinen ylilastaus ei ole tutkintalautakunnan mielestä vaikuttanut onnettomuuden syntyyn.

4.2. Proomu Balticin matka puski ja Rautaruukin työntämänä Luulajasta Raahen 21 - 22.12.1990

Puski ja Rautaruukki ja proomu Baltic lähtivät Luulajasta Raahen 21.12.1990 klo 17.30. Tuulen nopeus oli lähtöhetkellä satamassa 3 m/s, mutta avomerellä se oli noin 5 m/s. Merenkäynti oli vaihtelevaa ja kohtalaista. Aallonkorkeus oli 1 - 2 m. Alusyhdistelmä keinui ajoittain²⁷.

Matkan aikana lastin tilaa seurattiin komentosillalta. Koko matkan aikana sen ei havaittu muuttuneen siitä, mikä se oli lastauksen päättyessä Luulajassa²⁸.

Rautaruukki-Baltic kiinnittyi laituriin Raahessa 22.12.1990 klo 01.00. Rautaruukki lähti takaisin Luulajaan proomu Kallan kanssa klo 01.40. Balticin toimistoon jätettiin lastiasiakirjat Finniä varten²⁹. Finnille ei jätetty mitään lastin tilaa koskevia viestejä, koska se ei ollut muuttunut lastauksen päättymishetkestä.

4.3. Tapahtumat proomu Balticin ollessa Raahessa 22 - 25.12.1990

Puski ja Rautaruukki jätti proomu Balticin Raahessa Lapaluodon sataman laituriin, jossa se oli siihen saakka, kunnes lähti 25.12.1990 klo 13.00 puski ja Finni työntämänä kohti Koverharia.

Raahen satamahinaajan päällikkö kävi proomulla 23.12.1990. Tällöin hän havaitsi, että osa lastista oli levinnyt. Osa rikastekasoista oli levinnyt laidoille päin laitoihin asti. Hän havaitsi proomun ollessa laiturissa, että proomu oli kallistunut 1 - 2 astetta jompaan kumpaan suuntaan. Sen sijaan proomun lähtiessä Finni työntämänä merelle se oli tasapainossa. Satamahinaajan päällikkö oletti, että proomu oli tasapainoitettu painolastin avulla. Myöhemmin hän on vielä todennut, että proomu on tällaisessa tilanteessa tasapainotettava, jotta puski voi ajaa sen haarukkaan³⁰.

Raahen satamahinaajan pursimies oli myös havainnut Balticin satamassa ollessa, että rikastekasat eivät olleet "terveitä". Kasat olivat sortuneet, ainoastaan huiput olivat terveet. Pursimies on kertonut, että proomu oli hiukan kallistunut vasempaan ennen kuin se lähti liikkeelle³¹. Myöhemmin hän on täsmentänyt kertomustaan niin, että alusyhdistelmä oli hänen muistamansa mukaan noin kaksi astetta kallistuneena vasempaan lähtiessään satamasta³². Hänen käsityksensä mukaan puski voidaan kytkeä proomuun ilman erityisiä toimenpiteitä, vaikka proomu on vähän kallistuneena³³.

Sekä satamahinaajan päällikkö että pursimies tekivät havaintonsa kallistumasta silmämääräisesti. He ovat korostaneet Balticin olevan niin leveän, että vähäinenkin kallistuma voidaan havaita silmämääräisesti³⁴.

Myös Raahessa työskentelevä FG-Shippingin proomuhoitomies on kertonut, että Baltic oli satamassa hieman kallistuneena muistamansa mukaan vasempaan. Hän kävi proomussa ensi kerran 22.12.1990 ja tämän jälkeen hän kävi siellä kaksi kertaa vuorokaudessa, koska proomun laitteita oli lämmitettävä. Hän havaitsi kallistuman jo ensimmäisellä käynnillään. Kallistuma oli proomussa olevan luotilangan mukaan noin kolme astetta. Hän katsoi myös proomun toimistossa olevan Selma 2-järjestelmän monitorin kuvaputkelta painolastivesitilannetta. Hän muistaa, että yhdessä painolastitankissa oli normaalia enemmän vettä. Tämä täydempi painolastitankki oli sillä puolella alusta, joka oli sillä hetkellä korkeammalla. Hän totesi myös, että mikään venttiili ei ollut auki tai vuotanut³⁵.

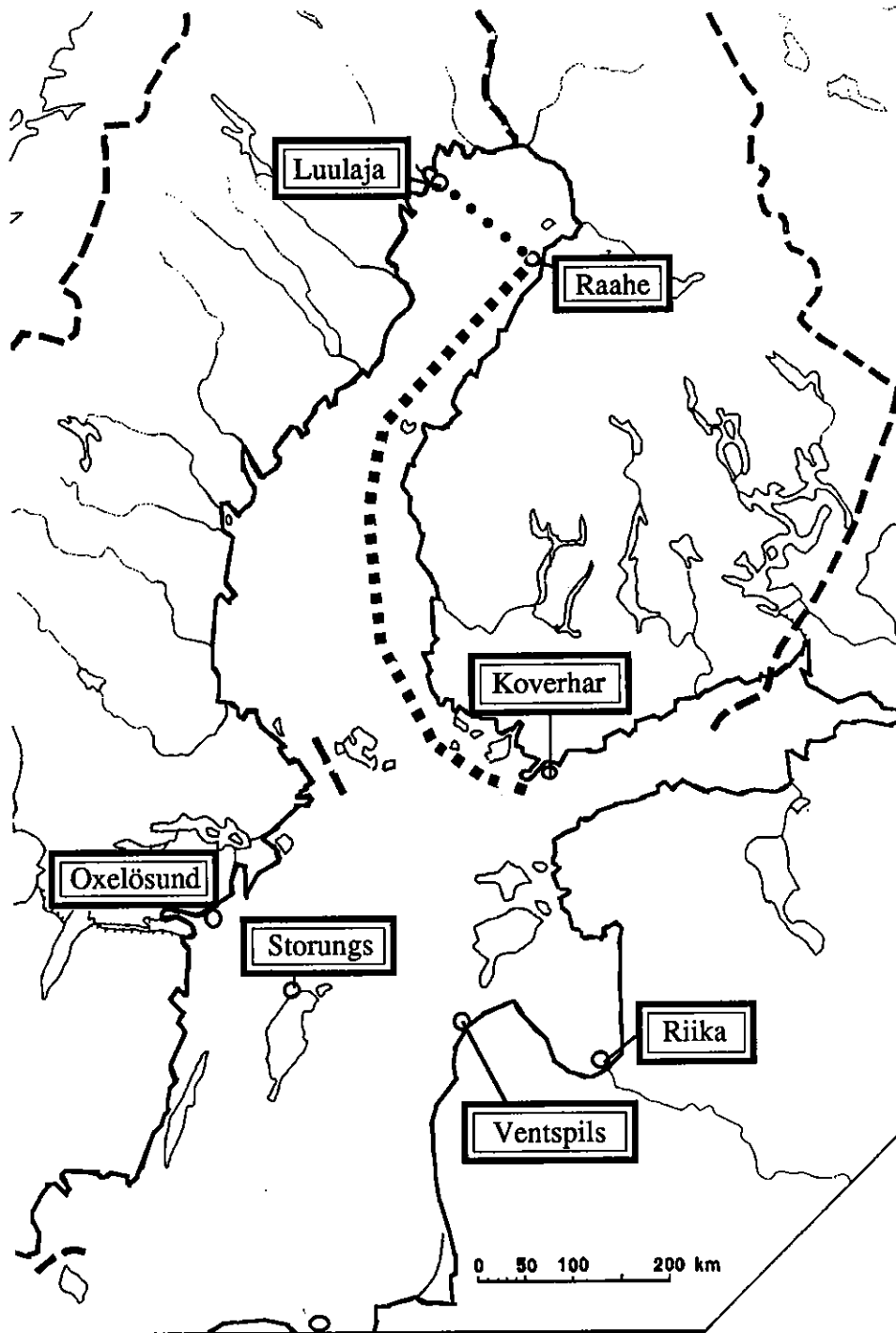
Proomuhoitomiehen mainitsema painolastivesi ei käytännössä voi olla muu kuin se vesi, joka jouduttiin pumppaamaan painolastitankkiin Luulajan satamassa lastauksen loppuvaiheissa, kun proomun trimmaukseen tarkoitettu rikaste-erä sijoitettiin väärälle puolelle proomun lastitilaa.

Puskija Finn saapui Raahen jouluaattoiltaan klo 22.40 proomu Bulkin kanssa. Proomussa oli Gotlannista tuleva kalkkikivilasti. Raahen satamahinaaja avusti alusyhdistelmän satamaan. Satamahinaajan päällikön kertoman mukaan tuulen nopeus oli tuolloin 15 - 17 m/s. Rajana sille, että alus voi tulla satamaan on pidetty 16 m/s, joten tuulen nopeus oli aivan ylärajalla³⁶.

Satamahinaajan päällikkö kävi työnsä päättyessä hakemassa Finnin päälliköltä kuittauksen suorituksesta hinauksesta. Tämän jälkeen hän meni messiin tervehtimään muuta laivaväkeä. Messissä käydyssä keskustelussa satamahinaajan päällikön muistaman mukaan Finnin pursimies sanoi, että toivottavasti Finn ei lähde ulos. Satamahinaajan päällikön ollessa vielä messissä sinne saapui myös Finnin päällikkö, joka ilmoitti, että Finn-Baltic ei lähde liian kovan tuulen vuoksi. Hän ilmoitti myös satamahinaajan päällikölle, että tähän otetaan yhteyttä aamulla, kun Finn-Baltic tarvitsee hinaajaa lähteäkseen ulos³⁷.

Vaikka oli jouluaatto, alus oli koko ajan lähtövalmiudessa ja koko laivaväki oli aluksella. Finnin päällikkö ja yliperämies keskustelivat säätilasta ja sääkartoista. He totesivat sääolosuhteiden olevan huononemaan päin. Myrskyä oli luvassa useammaksi päiväksi ja sään huonontuessa ei olisi päästy ulos Raahen satamasta. Miltään taholta ei tullut mitään paineita matkan aloittamiseksi. Yliperämiehen kertoman mukaan oli luonnollista, että haluttiin vain suorittaa työ nopeasti³⁸.

Finnin päällikkö soitti joulupäivänä 25.12.1990 klo 11.00 satamahinaajan päällikölle, että alusyhdistelmä oli lähdössä ja tarvitsi hinaajapalveluja³⁹. Päällikkö soitti myös JIT-Transin päivystävälle puskuoperaattorille ilmoittaen, että he ovat tilanneet luotsin ja lähtemässä matkaan. Puskija Rautaruukin päällikkö oli myös soittanut puskuoperaattorille



..... Proomu Balticinin matka puskiа Rautaruukin työntämänä Luulajasta Raahеen 21 - 22-12-1990.

■■■■■■ Puskija Finnin ja proomu Balticin matka Raahesta Hankoniemen edustalle 25 - 27-12-1990

Kartta Finn-Balticin reitistä. Karttaan on merkitty myös Finnpusku-liikenteen tärkeimmät satamat

joulupäivän aamuna ja kertonut matkalla Oxelösundiin sattuneesta vaaratilanteesta (ks. jaksoa 8.3). Operaattori ei muista, kertoiko hän Finnin päällikölle tästä keskustelusta⁴⁰.

Satamahinaajan päällikkö ja pursimies lähtivät puhdistamaan proomun haarukkaa jäistä, jotta puski saattoi ajaa siihen. He eivät havainneet jättä muualla kuin mainitussa haarukassa. Kun jäät oli puhdistettu, Finn ajoi kiinni Balticiin. Pursimies lähti Finniin hakemaan kuittausta hinauksesta⁴¹.

Tavatessaan komentosillalla Finnin päällikön, pursimies totesi tälle, että lasti näyttää olevan aika märkä. Päällikkö oli samaa mieltä⁴². Pursimies siirtyi sitten messiin, mihin myös Finnin päällikkö pian saapui. Messissä käytiin keskustelua siitä, oliko turvallista lähteä ulos näin kovassa kelissä. Finnin kokki-stuertti oli jopa ehdottanut äänestystä asiasta⁴³. Äänestäminen tällaisessa asiassa ei tietenkään ole normaalin merimiestavan mukaista, mutta toisaalta Finnillä oli monien siellä palvelleiden kertoman mukaan totuttu keskustelemaan asioista avoimesti koko laivaväen kesken. Päällikkö ilmoitti, ettei ole vaaraa, koska ajetaan vastatuuleen ja ajetaan sen verran hitaasti, ettei vettä pääse lyömään yli⁴⁴. Pursimies oli myöhemmin kertonut satamahinaajassa sen päällikölle, että kokki-stuertti oli maininnut pitävänsä pelastuspuvun yllään koko matkan ajan⁴⁵. Pursimies totesi kuitenkin käydyistä keskustelusta, että se sujui mukavissa merkeissä. Missään tapauksessa asiasta ei riideltä⁴⁶.

Tuulen nopeus oli satamahinaajan päällikön arvion mukaan puuskissa 20 m/s siinä vaiheessa, kun proomun haarukasta poistettiin jäitä⁴⁷.

4.4. Puski Finnin ja proomu Balticin matka Raahesta Hankoniemen edustalle 25 - 27.12.1990

Tämän matkan selostus perustuu Finnistä eloon jääneiden sekä alusyhdistelmää matkan aikana luotsanneiden luotsien kertomuksiin. FG-Shipping on toimittanut tutkintalautakunnalle merikorttisarjan, johon on merkitty alusyhdistelmän oletettu reitti sekä arvioidut sijainnit tunnin välein⁴⁸. Merikorttisarjan tietojen ja tutkintalautakunnan muuten saamien tietojen välillä ei ole asiaan vaikuttavia ristiriitoja.

Ennen lähtöä Finn-Baltic tilasi luotsin klo 13:ksi. Luotsi keskusteli Finnin päällikön kanssa tulevasta säästä. Molempien tiedossa oli, että Selkämerellä oli kovempi tuuli tulossa ja se voimistuisi edelleen Suomenlahdella⁴⁹.

Finn-Balticin ulospääsy satamasta oli luotsin mukaan hankala. Kun alusyhdistelmän tuulipinta on suuri, liikkeellelähtö ja kääntyminen tuottavat pienessä satamassa vaikeuksia. Hyvissä olosuhteissa Raahen satamassa selviydytään ilman hinaajaa, mutta nyt käytössä oli kaksi hinaajaa ja lisäksi luotsikutteri avusti työntämällä⁵⁰.

Luotsin arvion mukaan lähtöhetkellä vallitsi noin 10 - 15 m/s lounainen tuuli. Raahen luotsiaseman päiväkirjaan on myös kirjattu, että klo 12.00 tuulen nopeus luotsiasemalla oli 14 m/s ja suunta etelästä (183 astetta). Hailuodon säähavaintoasema on ilmoittanut ilmatieteen laitokselle tuulen voimakkuudeksi klo 14.00 6 m/s ja suunnaksi 200 astetta⁵¹. Eri havainnoitsijoiden arviot tuulen nopeudesta poikkeavat ilmatieteen laitoksen virallisesti kirjaamista säähavainnoista. Avomerellä tuulen nopeus on suurempi kuin saaristossa ja rannikolla. Tämä johtuu siitä, että saaristossa saaret muodostavat esteitä ja tuuli heikkenee. Tuulitietojen eroavuuten vaikuttavat muun muassa tuulimittarin korkeus, maaston rosoisuus ja lähiesteiden katvevaikutus.

Luotsausmatka Raahen satamasta on melko lyhyt, ainoastaan viisi meripeninkulmaa. Matka luotsipaikalle sujui hyvin.

Ennen lähtöään alukselta luotsi kysyi Finnin päälliköltä, miksei Balticissa ole tällä kertaa täyttä lastia. Päällikkö vastasi, että lasti on aivan täysi, mutta se näyttää pieneltä, kun malmi on kosteuden vuoksi levinnyt. Päällikkö oli sanonut, että taas on saatu Ruotsista märkää tavaraa, joka ei tahdo pysyä kasassa, vaan leviää itsestään matkan aikana. Päällikkö oli kertonut luotsille myös, että jossakin oli pidetty asian johdosta kokous, jossa Finnin edellinen päällikkö oli ollut kovasti sitä mieltä, ettei tällaista märkää tavaraa pitäisi kuljettaa lainkaan⁵².

Luotsi on kertonut, että lasti oli osittain levinnyt lastitilan reunoille, ei kuitenkaan kokonaan⁵³. Finnin konepäällikkö oli myös satamassa kuullut, että lastia oli sortunut. Hän kävi tarkistamassa asian. Kuulustelussa hän kertoi, että hänen muistamansa mukaan lastia oli peräpäästä sortunut tasaisesti molemmille puolille. Lastia oli valahtanut laitoihin kiinni. Malmikasoissa oli sortumasta johtuen aaltomaista kuviointia aivan kuten rantahietikoissa. Peräosan malmikaset olivat sortuneet ainakin päistään⁵⁴. Sen sijaan yliperämiehellä ei ole havaintoja proomussa olleen lastin sijoituksesta tai mahdollisesta sortumisesta jo Raahen satamassa. Hän oli Finn-Balticin lähtiessä vapaavuorossa⁵⁵.

Luotsaus päättyi klo 14.15 ja matkaa jatkettiin länteen, kunnes Nahkiaisen sivuutuksen jälkeen muutettiin suunta lounaaseen. Tuuli oli navakkaa etuvasemmalta ja merentutkimuslaitoksen mukaan merkitsevä aallonkorkeus Nahkiaisen ulkopuolella oli klo 15.00 noin 2,1 metriä, enimmillään 3,7 metriä, tämä kerran kolmessa tunnissa⁵⁶.

Merkitsevällä aallonkorkeudella tarkoitetaan aallokossa esiintyvien aaltojen korkeimman kolmanneksen keskiarvoa (pohjasta huippuun). Tämä arvo voidaan kuvitella saatavan, kun havaitaan kaikki tietyssä aikavälissä esiintyneet aallot ja valitaan suurimpia aaltoja 33 % kokonaismäärästä sekä lasketaan tätä kolmannesta vastaava aallonkorkeuskeskiarvo. Käytäntö on osoittanut, että tämä merkitsevä keskiarvo on kutakuinkin sama kuin harjaantuneen ihmissilmän määrittämä keskimääräinen aallonkorkeus.

Iltapäivällä päällikkö soitti uudelleen JIT-Transin puskuoperaattorille ja ilmoitti, että alus oli juuri jättänyt luotsin ja suunnannut matkansa kohti Koverharia. Hän lupasi seuraavana päivänä ilmoittaa tarkemman tuloajan Koverhariin. Samalla hän kertoi, että lasti oli liettynyt⁵⁷.

Finnin yliperämies oli vahtivuorossa 25.12.1990 klo 16.00 - 18.00. Hän on myöhemmin kertonut merenkulkuhallitukselle jättämässään ilmoituksessa, että tuuli kävi tällöin etelästä ja sen nopeus oli 14 - 17 m/s. Merenkäynti oli suhteellisen voimakasta ja korkeaa. Alus ajoi noin 4 solmun nopeudella yhdellä koneella. Hiljaisesta nopeudesta huolimatta valkoinen roiskevesi löi jatkuvasti yli, pääasiassa keulapuolelle⁵⁸.

Yliperämiehen vahdin aikana ehdittiin suunnilleen Ulkokallan majakan tasalle. Merentutkimuslaitoksen arvion mukaan Ulkokallan ulkopuolella oli klo 18.00 aallonkorkeus 1,9 metriä, enimmillään 3,4 metriä⁵⁹.

Yliperämies katsoi vahtivuoronsa aikana lastin tilaa valonheittimellä komentosillalta. Lastiharjanteet olivat sortuneet ajorampin peräpuolella laidoille 60 - 70 cm:n korkeuteen. Keulaosassa harjanteet olivat sortuneet kiinni laitoihin. Merkkejä liejuuntumisesta hän ei havainnut. Yliperämies mainitsi lastin tilasta klo 18.00 vahtivuoroon tulleen I perämiehelle. Hän oletti, että lasti olisi sortunut hänen vahtivuoronsa aikana, mutta I perämies kertoi, että lasti oli ollut jo Raahesta lähettäessä valmiiksi siinä tilassa, missä se oli vahdinvaihdon hetkellä klo 18.00⁶⁰.

Kuten edellä todettiin, yliperämiehen vahtivuoron aikana ajettiin vain neljän solmun nopeudella yhdellä koneella roiskeveden vuoksi. Päällikkö määräsi vahdinvaihdon aikaan noin klo 18.00, että toinen kone laitettaisiin päälle. Tarkoituksena oli alusyhdistelmän ohjattavuuden parantaminen. Nopeus lisääntyikin kuuteen solmuun. Nopeuden lisääntymisen seurauksena roiskevettä alkoi lentää keulassa olevien rikasteharjanteiden päälle aikaisempaa hieman enemmän⁶¹.

Tankarin majakan ja luotsiaseman edustalle saavuttiin noin klo 22.00. Aallonkorkeus oli 0,8 - 1,5 metriä ja luotsiaseman säämerkintöjen mukaan tuulen suunta oli 200 astetta ja nopeus 10 m/s. Noin 15 meripeninkulmaa lounaaseen Tankarista sijaitseva Mässkärin säähavaintoasemalla on klo 23.00 kirjattu tuulen nopeudeksi 7 m/s ja suunnaksi 190 astetta. Aallonkorkeus oli siellä 1,3 - 2,5 metriä⁶².

Tapaninpäivänä 26.12.1990 ajettiin noin 6 - 7 solmun nopeudella. Nordvalenissa nopeus hieman nousi, koska siellä ei ollut merenkäyntiä. Selkämerelle tultaessa aallonkorkeus taas kasvoi⁶³. Merentutkimuslaitoksen mukaan se oli Norrskärin ulkopuolella noin klo 7 2,0 - 3,7 metriä⁶⁴.

Päivänvalossa yliperämies totesi, että keulan puolella 3 - 4 harjannetta oli sortunut alkuperäisestä korkeudesta puoleen ja muut keulapuolella olevat kahdeksan harjannetta olivat liejuuntuneet vähän reunoistaan. Vettä tuli tässä vaiheessa sisään vähän myrskyporteista, mutta sillä ei ollut yliperämiehen käsityksen mukaan merkitystä. Malminsekaista vettä valui ulos molemmin puolin myrskyporteista⁶⁵.

Sää oli pilvistä ja sateista. Tuuli oli etelästä ja siis vastainen. Sen nopeus oli sääasemilta ilmatieteen laitokselle ilmoitettujen havaintojen mukaan 7 - 10 m/s. Matkan varrella olevien luotsiasemien päiväkirjamerkinnot osoittavat suurempia tuulen voimakkuuksia. Esimerkiksi Kaskisten luotsiasemalla on kirjattu klo 14.00 tuulen nopeudeksi 12 - 16 m/s ja klo 17.00 vielä enemmän eli 15 - 20 m/s⁶⁶. Näihin aikoihin Finn-Baltic ohitti tämän aseman.

Aallonkorkeus oli illalla Merikarvian ulkopuolella 2,4 - 4.3 metriä, mutta iltavahdin aikana klo 20.00 - 24.00 tuuli tyyntyi keskiyöllä niin paljon, että merenkäynti heikkeni eikä roiskevettä tullut yli⁶⁷.

Finn-Baltic saapui Isokarin luotsiasemalle 27.12.1990 noin klo 04.00. Siihen nousseen luotsin mukaan sääolosuhteet olivat silloin melko normaalit. Päälikkö ja perämies olivat luotsin mukaan huolissaan edessä olevista Hangon mutkista, varsinkin kun sääti-dotuksesta kuultiin, että Suomenlahdella tuulen voimakkuus nousisi 25 m/s saakka. Luotsausmatka oli suojainen eikä roiskevettä päässyt lastitilaan⁶⁸.

Noin klo 06.00 vaihdettiin luotsi Kustavissa. Alusyhdistelmän Kustavista Lillmälöön luotsannut luotsivanhin on kertonut, että tällä matkalla alusyhdistelmä käyttäytyi aivan normaalisti. Tuuli oli koko ajan kova, mutta vettä ei tullut keulan yli. Päälikkö totesi matkan aikana luotsille, että "taitaa olla vain velliä lastissa, koska vettä on tullut koko ajan keulan yli". Omia havaintoja lastista luotsilla ei ole, koska hän ei nähnyt sitä pimeyden takia⁶⁹.

Kustavin luotsiaseman luotsivanhin on kertonut Finnin päällikön todenneen myös, että kannattaa ilmeisesti jäädä Hankoon odottamaan parempaa keliä. Kukaan muu ei ole kertonut ajatuksesta jäädä sään vuoksi Hankoon⁷⁰. Sen sijaan useilla henkilöillä on ollut tieto, että Finnillä oli Koverhariin päästyään tarkoitus jäädä sinne odottamaan tuulen tyyntymistä eikä jatkaa välittömästi matkaa Riikaan, kuten alun perin oli suunniteltu⁷¹.

Lillmälöstä Hankoon alusyhdistelmän luotsasivat siihen klo 08.25 nousseet Turun luotsiaseman luotsi ja luotsiharjoittelija⁷². Matka Hankoon sujui ilman erityistä mainittavaa. Luotsiharjoittelijan mukaan alus totteli harvinaisen hyvin isoksi alukseksi ruorikomentoja, mutta avoimilla vesialueilla se oli hyvin altis sortumaan, koska tuuli otti

siihen voimakkaasti⁷³.

Hangon luotsiaseman luotsi nousi alusyhdistelmään noin klo 12.00. Merenkululaitoksen luotsivene toi hänet Tullisalmissa Finn-Balticiin ja samalla Turusta tulleet luotsit poistuivat⁷⁴.

Luotsinvaihdon aikoihin tuulen suunta oli Russarön säähavaintoaseman havaintojen mukaan etelästä. Tuulen nopeus oli 16 - 18 m/s. Bogskärissä, joka tosin on 150 km Hangosta länteen, tuulen keskinopeus oli 20 - 24 m/s⁷⁵.

5. ONNETTOMUUS

5.1. Havainnot Finn-Balticista Tulliniemen itäpuolella tapahtuneen luotsinvaihdon jälkeen.

Luotsinvaihdon jälkeen Finn-Baltic ajoi Tulliniemen editse itään johtanutta väylää, kääntyi sitten kohti kaakkoa Hangon ulosmenoväylälle kunnes itäänpäin johtavan Ryssön väylän risteyksessä kääntyi itään kohden Koverharia. Hangon ulosmenoväylällä etelästä puhaltava tuuli oli sivuvastainen. Ryssön väylälle kääntymisen jälkeen myrskyinen tuuli kävi suoraan oikealta sivulta.

Luotsin vaihdon jälkeen mutta ennen onnettomuutta Finn-Balticin ovat havainneet ainakin Russarön saarelle liikennettä hoitavan yhteysalus Marin päällikkö, kolme Hangon kaupungin sähkölaitoksen asentajaa sekä eräs hankolainen työnjohtaja. Lisäksi Hangon luotsiasemalla työskennellyt luotsi seurasi aluksen liikkumista tutkan kuvaputkelta.

Yhteysalus Mari lähti Russaröstä onnettomuuspäivänä klo 12.05 ja tuli Hangon Itäsatamassa olevaan Hangon Rannikkopatteriston laituriin klo 12.25. Kun Mari oli noin klo 12.15 Gustafsvärnin kohdalla, musta proomu oli tulossa Tulliniemen suunnasta. Marin päällikkö ajoi sen editse, koska siihen oli riittävästi aikaa ja lisäksi hän tiesi, että proomu kääntyy joka tapauksessa pian oikealle mennäkseen Ryssön väylälle tai ulos. Kun Mari sivuutti proomun keulan, proomu oli noin 300 - 400 metrin päässä suoraan Marista vasempaan. Arviolta klo 12.18 Marin päällikkö havaitsi proomun kääntyvän oikealle¹.

Marin päällikön havaintojen mukaan alusyhdistelmän kulku oli vakaata ja se oli suorassa. Mitään kallistumaa hän ei havainnut².

Hangon kaupungin sähkölaitoksen asentajat olivat autossaan lähellä Marin tulolaituria. He havaitsivat proomun ensi kerran suunnilleen samaan aikaan, kun Mari tuli laituriin. Aluksi proomu oli osittain saarten takana, mutta tuli sitten kokonaan näkyviin. Yksi asentajista on todennut proomun olleen väylällä Gustafsvärnin luona. Seurattuaan proomun menoa noin viisi minuuttia asentajat siirtyivät laiturille seuraamaan Marin kiinnittäytymistä. Tämän tapahduttua he lähtivät ajamaan rantakatuja pitkin Vapaudenpatsaalle ja edelleen Appelgrenintielle. Vapaudenpatsaan luona yksi miehistä totesi, että proomun kurssi oli ilmeisesti muuttunut ja vaikutti siltä, että proomu oli kääntynyt Koverhariin johtavalle väylälle³.

Eräs asentajista havaitsi katsellessaan proomun menoa Marin tulolaiturin läheltä, että aal-

lot löivät proomun keulan tai kannen yli. Keulan yli lyöneet aallot vaahtosivat valkeina⁴. Myös toinen asentaja on nähnyt aaltojen lyövän keulan yli proomun ajaessa vasten tuulta⁵.

Yksi asentajista havaitsi Vapaudenpatsaan luota proomua liikkuvasta autosta katsoessaan jotakin punaista ja hän oletti, että pohjan punainen väri näkyi tässä vaiheessa⁶.

Eräs hankolainen työnjohtaja oli klo 12.15 aikoihin Kuningatarvuorella lähellä Länsisataman aallonmurtajaa valokuvaamassa myrskyn aallonmurtajaa vasten lyömiä aaltoja. Tällöin hän havaitsi, että proomu oli menossa ulosmenoväylällä kohti kaakkoa. Hän otti keilumielessä myös yhden kuvan proomusta⁷ (ks. s. 54).

Myöhemmin työnjohtaja kuuli tavarajunan ääntä muistuttavan jymisevän äänen. Hän ei kuitenkaan pystynyt hahmottamaan äänen aiheuttajaa tai sitä, mistä se tuli. Satama-alueella ei silloin ollut junia liikkeellä. Hän on arvioinut, että ääni olisi kuulunut 4 - 7 minuuttia proomun kuvan ottamisen jälkeen eli noin klo 12.24 - 12.27 välisenä aikana. Myöhemmin hän onkin mielessään yhdistänyt oudon äänen Finn-Balticin kaatumiseen⁸.

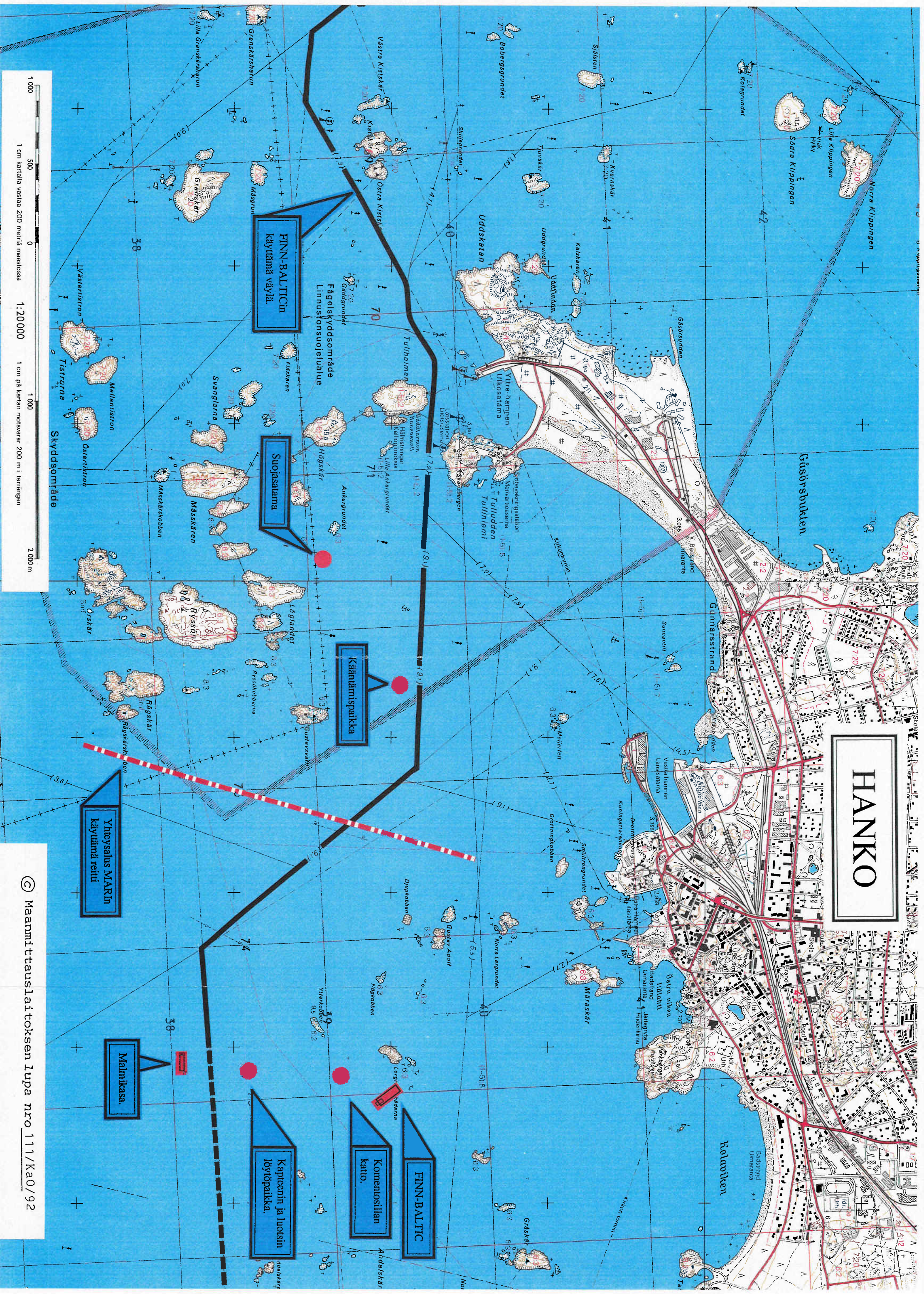
Kun Hangon luotsiaseman luotsi oli lähtenyt luotsaamaan Finn-Balticia, seuraavana lähtövuorossa ollut luotsi ryhtyi päivystämään luotsiaseman päivystyshuoneessa. Vaikka luotsattavan aluksen seuraaminen tutkalla ei olekaan pakollista, yleisen tavan mukaan luotsialueella olevaa liikennettä seurataan mahdollisuuksien mukaan. Päivystäjä seurasi Finn-Balticia noin klo 12.15 saakka. Hän totesi sen kääntyneen Hangon ulosmenoväylältä itään kohti Koverharia vievälle ns. Ryssön väylälle, jonka suunta on 086°. Päivystäjän muistikuvan mukaan Finn-Balticin nopeus olisi ollut noin 13 solmua⁹.

Tämän jälkeen päivystäjä teki muita töitä kunnes hän klo 12.45 katsoi jälleen tutkaa. Tällöin hän totesi, että Finn-Baltic oli käytännöllisesti katsoen pysähtynyt. Se liikkui vain vähän eli noin yhden solmun nopeudella suuntaan 008° - 015°. Päivystäjä oletti, että luotsi olisi huonon näkyvyyden takia päättänyt kääntää aluksen takaisin toiselle reitille ohjaamista varten¹⁰.

Päivystäjä otti klo 12.48 vielä tarkan suunnan ja etäisyyden Finn-Balticiin. Se oli tällöin 2,33 meripeninkulman päässä luotsiasemalta suunnassa 106,7° eli Ryssön väylän pohjoispuolella. Tämän jälkeen hän seurasi alusta vielä noin 10 minuutin ajan. Alus liikkui edelleen samaan suuntaan yhtä hitaasti, kunnes sen kaiku katosi tutkasta kokonaan. Finn-Balticin kaatumisesta päivystäjä sai tiedon, kun merivartioasemalta soitettiin klo 13.00¹¹.

Luotsiaseman päivystyshuone on korkealla tornissa ja sieltä on näköyhteys Finn-Balticin kaatumispaikalle. Onnettomuuden aikaan kuitenkin lumisade esti alusyhdistelmän näkemisen¹².

HANKO



FINN-BALTIC
käytämä väylä.

Suojasatama

Käänämispäikä

Yhteysalus MARIN
käytämä reitti

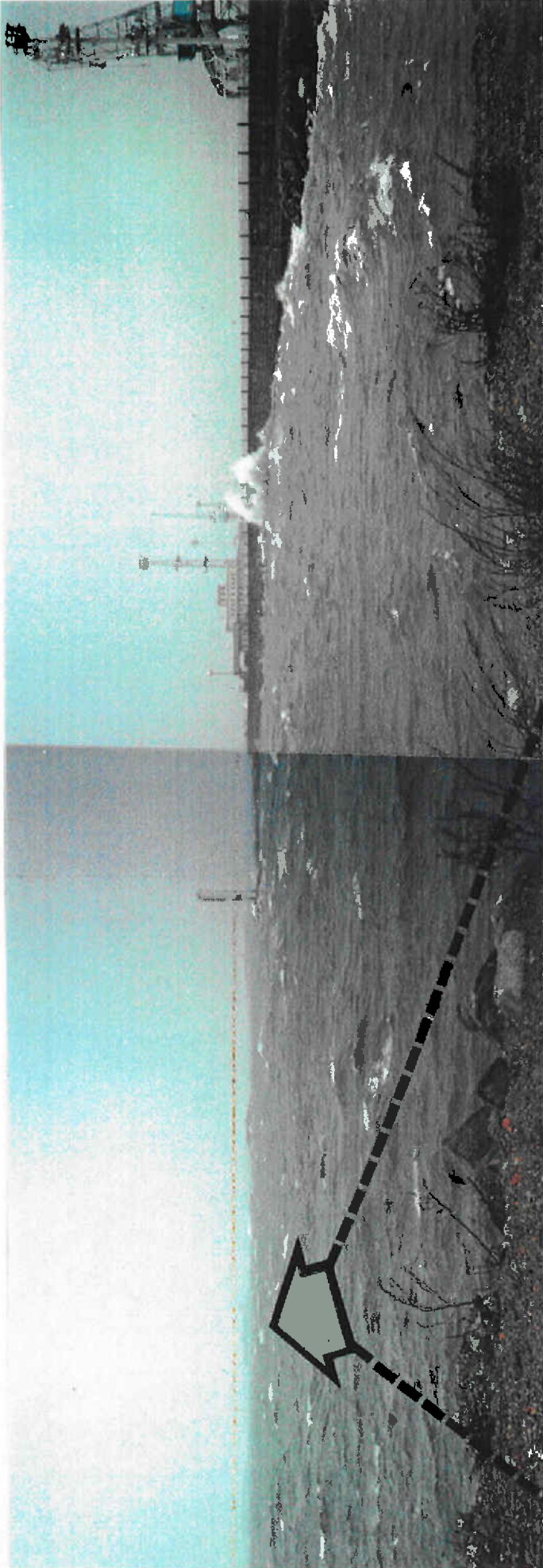
Malmikasa.

Kapteenin ja luotsin
löytöpaikka.

Komenosillan
kalto.

FINN-BALTIC

1 000 500 0 1 000 2 000 m
1 cm kartalla vastaa 200 metriä maastossa
1:20 000
1 cm på kartan motsvarar 200 m i terrängen



YLÄKUVA:

Hankolaisen työnjohtajan ottamista kuvista tehty panoraamakuva, missä vasemmalla nuolen osoittamana näkyy FINN-BALTIC.

ALAKUVA:

Osasuurennos FINN-BALTICin kohdalta. Kuvassa näkyvä ruskea raita on filmin kehityksessä tullut naarmu.



5.2. Onnettomuuden havaitseminen

Finn-Balticin ei ole havaittu antaneen mitään hätäilmoitusta. Tämä onkin ymmärrettävää, sillä kaatumiseen johtanut tapahtumasarja kesti onnettomuudesta pelastuneiden mukaan vain hieman yli 10 sekuntia¹³.

Onnettomuudessa eloon jäänyt Finnin konepäälikkö oli aluksen kaatuessa konehuoneen valvontahuoneessa. Hänen arvionsa mukaan ehkä klo 12.30 aikaan alus kallistui vasempaan noin kaksi astetta eikä enää oiennut. Kallistuman suuruuden hän totesi valvontahuoneessa olleesta kallistusmittarista. Seuraavassa vaiheessa kallistuma lisääntyi 4 - 5 asteeseen eikä alus nytkään oiennut. Hetkeä myöhemmin kallistuma lisääntyi jälleen ja pysähtyi hyvin lyhyeksi ajaksi noin 10 asteeseen, mutta sitten alus kaatui. Koko tapahtumasarja ensimmäisestä kallistumisesta kaatumiseen kesti konepäällikön arvion mukaan noin 10 - 15 sekuntia. Itse kaatuminen kesti vain noin sekunnin¹⁴.

Kun alus oli kaatunut ylösalaisin, koneet pysähtyivät heti. Hätädieselmoottori lähti tällöin käyntiin, mutta kävi vain hetken, jolloin aluksen sisällä sammuiivat kaikki valot akkukäyttöisiä hätävaloja lukuun ottamatta. Nämä hiipuivat vielä hetken¹⁵.

Onnettomuudessa pelastunut yliperämies oli hytissään, kun hän huomasi aluksen kallistuvan hieman vasemmalle ja jäävän kallelleen. Hetkistä myöhemmin alus kallistui hiukan lisää ja jäi tähän asentoon. Tässä vaiheessa yliperämies totesi, että asiat eivät ole kunnossa ja lähti komentosillalle. Hän ehti vain hyttinsä ovelle, kun alus kaatui ja sisään tunkeutuva vesi vei hänet mukanaan. Hän ehti nähdä veden tulevan sisään hytin ikkunasta¹⁶.

Tapahtuneen onnettomuuden havaitsivat ensimmäisinä ulkopuolisina Hangon satamavouti ja eräs hankolainen työnjohtaja (eri henkilö kuin Finnin hieman ennen onnettomuutta valokuvannut). Molemmat tekivät ensimmäiset havaintonsa Hangon itäsatamasta noin klo 12.30.

Satamavouti havaitsi toimistonsa ikkunasta, että merellä oli jotakin outoa. Otettuaan kiihkarin avukseen hän havaitsi aluksen punaisen pohjan. Hän oletti ensin, että kysymyksessä olisi hinaus. Kun hinaajaa ei kuitenkaan näkynyt missään ja lisäksi hän havaitsi vielä hetkeä myöhemmin potkurin ja peräsimen, hän päätteli, että alus oli kaatunut. Satamavouti yritti soittaa Itäsatamassa olleeseen pelastusristeilijä Russaröhön, mutta kun alus oli sillä hetkellä miehittämätön, hän soitti aluksen päällikölle kotiin ja kertoi tälle havainnostaan. Satamavoudin Russarön päällikölle tekemä hätäilmoitus käynnistikin pelastustoimet¹⁷.

Hankolainen työnjohtaja oli noin klo 12.30 Itäsataman itäisimmillä laitureilla katselemissa voimakasta merenkäyntiä, kun hän havaitsi merellä jotakin outoa, ikään kuin ylimääräisen saaren. Häinkin oletti ensin, että kysymyksessä olisi hinaus, mutta monet yksityiskohdat, kuten näkyvissä ollut keulapotkuri, jäivät vaivaamaan häntä. Hän päätti hakea kiikarin nähdäkseen paremmin. Palatessaan kiikari mukanaan noin klo 13.10 Vapaudenpatsaan luo, hän havaitsi muistamansa mukaan pelastusristeilijä Russarön olevan matkalla kaatuneen aluksen luo. Alus oli tällöin jo lähellä sitä paikkaa, missä se juuttui kiinni matalikkoon¹⁸.

Finn-Balticin ennen onnettomuutta ja pian sen jälkeen havainneiden henkilöiden havainnontekopaikat ja tähytysviivat on merkitty seuraavalla sivulla olevaan karttaan. Finn-Baltic on ollut havainnon tekohetkellä varsin lähellä reittinsä ja asianomaisen tähytysviivan leikkauspistettä.

5.3. Konepäällikön ja yliperämiehen pelastuminen Finnin konehuoneeseen

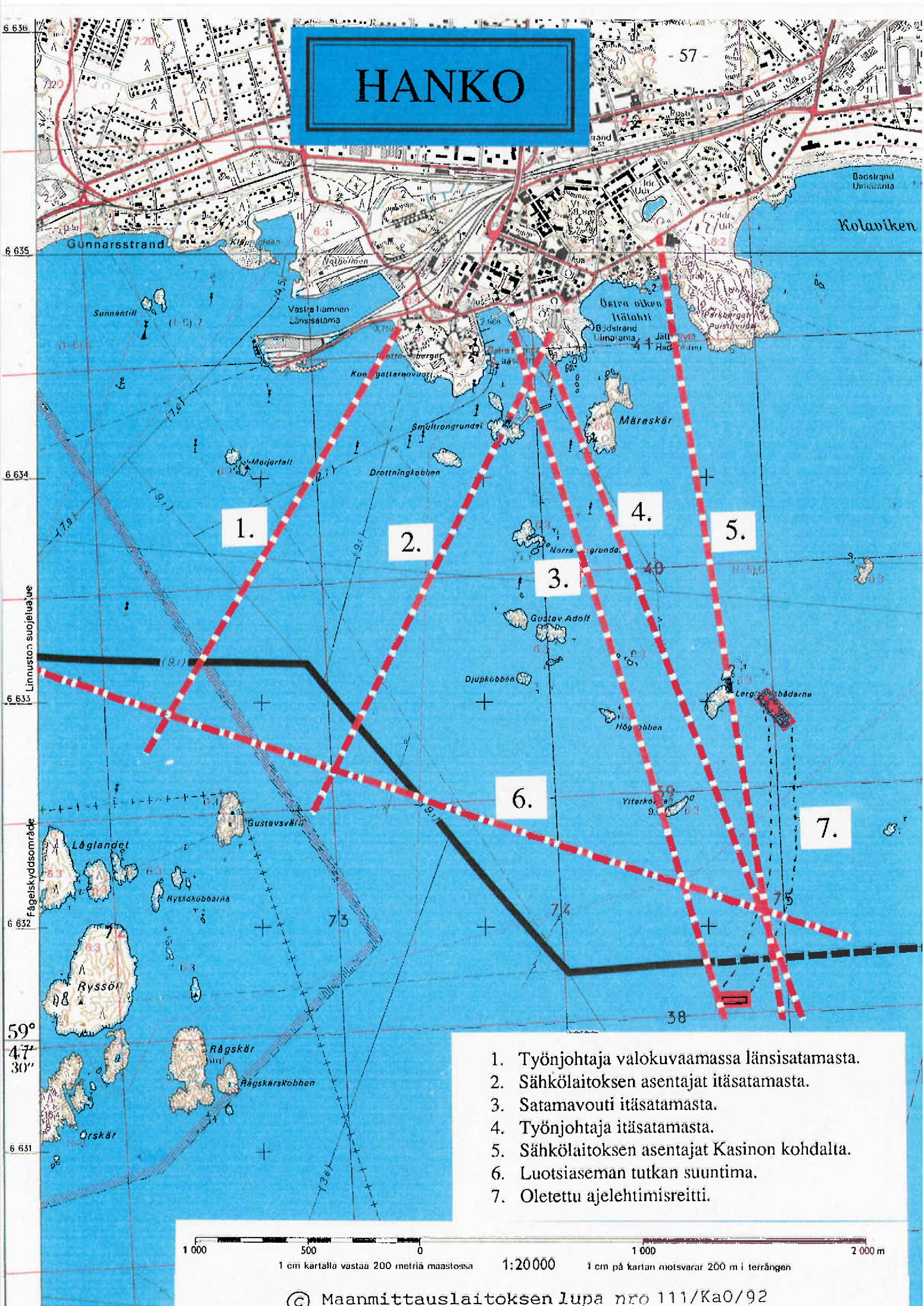
Finn-Balticin kaatuessa Finnin konepäällikkö oli konehuoneen valvontahuoneessa ja yliperämies oli hyttinsä ovelta 2. siltakannella¹⁹.

Sisään syöksyvä vesi alkoi kuljettaa yliperämiestä kohti ylösalaisin olevan aluksen pohjaa. Hän ajautui ensin hyttinsä ovelta noin kolmen metrin matkan päällystön asuinkerroksen eteisen läpi porraskuiluun johtavalle ovelle. Vesi käänsi häntä 90° vasempaan ja hän syöksyi oviaukon läpi porraskuiluun. Vesi nosti häntä porraskuilussa ylöspäin kaikkiaan kolmen kerroksen matkan. Ensimmäisten kahden kerroksen kohdalla vesipatsas käänsi häntä aina puolen kerroksen välein yhteensä neljä kertaa 180° vasempaan, koska portaat tekevät puolen kerroksen välein tällaisen käännöksen. Kolmannella kerrosvälillä vesi käänsi häntä 90° oikealle, jolloin hän tuli saunaosaston käytävään johtavalle oviaukolle. Hän sinkoutui oviaukosta käytävään²⁰.

Yliperämies tunsu ajalehtimisen aikana upoksissa ollessaan, että happi loppuu keuhkoista. Hän oli jo vetämässä vettä keuhkoihinsa, kun hän joutui johonkin, mihin vesi ei yltänyt ja missä saattoi hengittää. Hetken kuluttua hänelle selvisi, että hän on saunaosaston käytävässä 1. välikannella²¹.

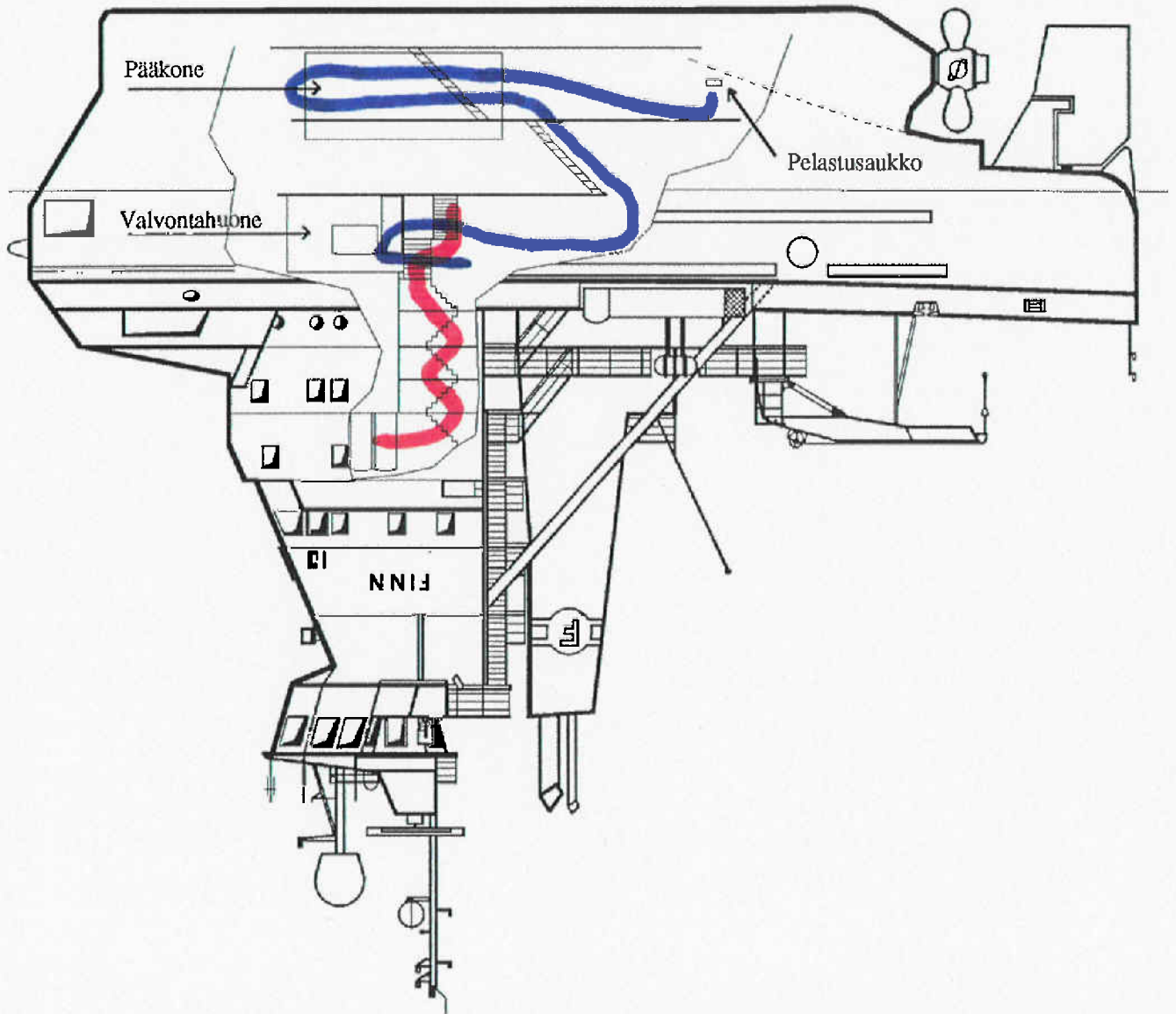
Konepäällikkö teki edellä jaksossa 5.2 selostetut havainnot aluksen kaatumisesta ollessaan valvontahuoneessa. Kun akkuvalotkin olivat hetken hiivuttuaan sammuneet, valvontahuoneessa oli täysin pimeää. Pian pimeyden tultua konepäällikkö kuuli jonkun huutavan. Myöhemmin huutaja osoittautui yliperämieheksi. Konepäällikkö alkoi etsiä taskulamppua, jonka hän tiesi olevan lähellä. Ensiksi hänen käteensä sattui kuitenkin

HANKO



1. Työnjohtaja valokuvaamassa länsisatamasta.
2. Sähkölaitoksen asentajat itäsatamasta.
3. Satamavouti itäsatamasta.
4. Työnjohtaja itäsatamasta.
5. Sähkölaitoksen asentajat Kasinon kohdalta.
6. Luotsiaseman tutkan suuntima.
7. Oletettu ajelehtimisreitti.

1 000 500 0 1 000 2 000 m
1 cm kartalla vastaa 200 metriä maastossa 1:20 000 1 cm på kartan motsvarar 200 m i terrängen



 Punaisella merkitty yliperämiehen ajautuminen veden mukana 2. siltakannelta saunaosaston käytävälle 1. välikannelle.

 Sinisellä merkitty konepäällikön ja yliperämiehen reitti valvontahuoneesta konehuoneen kautta pelastusaukolle.

aluksen sisäisessä liikenteessä käytettävä radiopuhelin. Hän kysyi sillä, onko aluksessa eloonjääneitä, mutta ei saanut mitään vastausta²².

Hetken kuluttua konepäällikkö löysi taskulampun rojun seasta. Hän alkoi raivata tietä valvontahuoneesta konehuoneeseen ja käytävään johtaville oville. Päästyään valvontahuoneesta käytävään hän löysi yliperämiehen shokinomaisessa tilassa. Miehet siirtyivät yhdessä valvontahuoneen läpi sähkötauluhuoneeseen konehuoneen oven eteen. He olivat tässä paikassa useita tunteja. Konepäällikkö sulki jo alkuvaiheessa höyrykattilan pääsulkuventtiilin ja yritti laukaista kattilan varoventtiilin, mikä kuitenkin epäonnistui vajereiden päälle pudonneen rojun takia. Välillä miehet hakivat saunaosaston käytävässä olleesta varastosta virvoitusjuomalaatikon. Yliperämies sai itselleen kuivat vaatteet²³.

Miehet tarkkailivat koko ajan tilannetta konehuoneessa. Höyry alkoi vähitellen vähentyä sieltä, mutta öljyn katku lisääntyi jatkuvasti²⁴. He hakkasivat myös runkoa, jotta mahdolliset pelastajat kuulisivat heidän olevan elossa²⁵. Noin klo 17 aikaan oli vesi noussut niin paljon, että miesten jalat alkoivat kastua. Tämän vuoksi he siirtyivät konehuoneeseen aivan aluksen peräpäähän potkuriakselin kohdalle. Noin 20 minuutin kuluttua he kuulivat jonkun hakkaavan ulkopuolella²⁶. Pelastajilla ja konehuoneessa olevilla oli tämän jälkeen koputus- ja huutoyhteys.

Konepäällikkö oli suunnitellut hakeutuvansa juuri konehuoneen peräosaan potkuriakselin läpiviennin läheisyyteen siinä tapauksessa, että alus kaatuisi. Hän tiesi, että tällä kohtaa ei ole kaksoispohjaa. Hän tiesi myös, että alus jää lastinsa "kipattuaan" pinnalle ylösalaisin²⁷.

Yliperämiehen ja konepäällikön pelastamista konehuoneesta käsitellään yksityiskohtaisesti jäljempänä jaksossa 6.1.4.

5.4. Finn-Balticin ajelehtiminen

Finn-Balticin kaatumispaikka on voitu määritellä meren pohjassa olevan rikastekasan perusteella. Kaatumispaikka on noin 650 metriä itään Hangon ulosmenoväylän ja Ryssön väylän risteyksestä ja 210 noin metriä etelään Ryssön keskiväylästä.

Rikastelastin ohella kaatumispaikalle meren pohjaan jäivät proomu Balticin laidasta peräisin olevat irtonaiset laitalevyt (kasetit)²⁸.

Alusyhdistelmä alkoi kaatumisen jälkeen ajelehtia kohti pohjoista. Se ajelehti noin 1400 metrin matkan eli vajaan meripeninkulman, kunnes juuttui matalikkoon Flatkubb-nimisen luodon itäpuolella.

Finnin päällikön ja luotsin ruumiit löydettiin myöhemmin ajelehtimisreitien kohdalta meren pohjasta, luotsin 430 ja päällikön 450 metrin päästä kaatumispaikasta.

Noin 760 metriä ajelehdittuaan Finn-Baltic tuli kohtaan, missä alkaa Ytterkobbenin matala. Tällä kohdin syvyys on 20 metriä. Matalan reunassa oli ensimmäinen Finn-Balticin pohjaan jättämä kosketusjälki²⁹.

Komentosillan katolla ollut lasikuituinen radiomasto sekä kaksi punaista merenkulkuvaloa löydettiin noin 900 metrin päästä kaatumispaikasta³⁰. Finnin komentosillan katto löydettiin pahoin ruhjoutuneena 19 metrin syvyydestä noin 1 000 metrin päästä kaatumispaikasta³¹. Tämän jälkeen pohjasta löydettiin joitakin yksittäisiä esineitä, mutta pääosa alusyhdistelmästä irronneista osista löydettiin Flatkubbin luodon läheisyydestä. Pohjasta löydettiin muun muassa komentosillan lattiaosa, komentosillan vasen siipi, osa laitehuoneesta, ilmastointihuoneen osia, savupiipun yläosa, puskijan toinen takasivupalkki sekä proomun vasemman ajorampin kehys ja vasemman laidan tukirautoja³².

5.5. Öljyvahingon vaara

Onnettomuuden tapahtumapaikka oli hyvin lähellä Hangon keskustan rantoja. Flatkubbin luoto, jonka luo Finn-Baltic jäi kiinni pohjaan, on noin meripeninkulman päässä rannasta. Rannat ovat etupäässä hiekkarantoja, mutta myös kivisiä ja kallioisia luotoja. Hangon meri- ja maa-alueilla on lintujensuojelu- ja luonnonsuojelualueita.

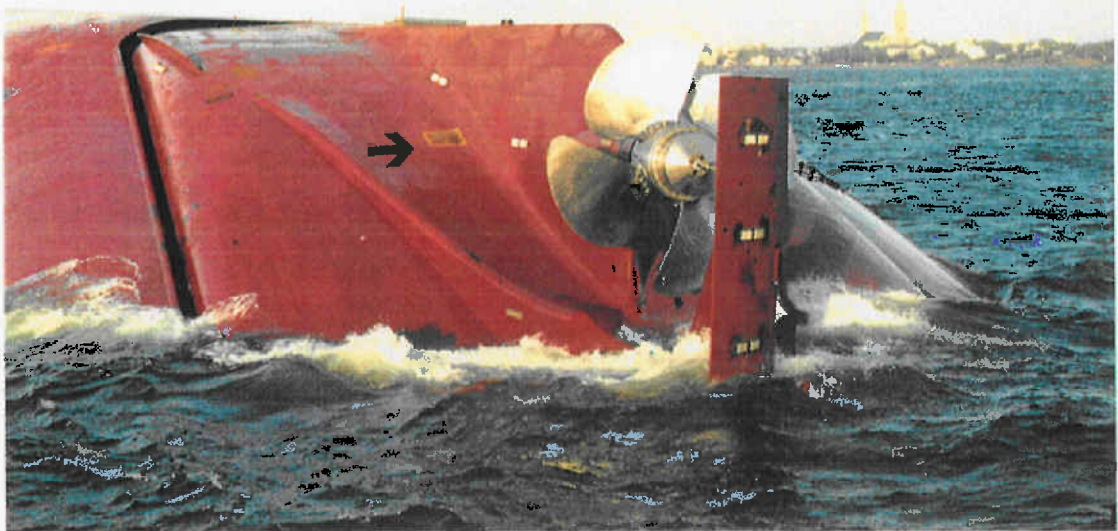
Finn-Balticin polttoainetankeissa oli yhteensä 238 tonnia raskasta polttoöljyä ja 58 tonnia kevyttä polttoöljyä³³. Tankit sijaitsivat pääasiassa proomu Balticin takaosassa. Puskija Finniin öljy siirrettiin letkuja pitkin. Lisäksi alusyhdistelmässä oli voitelu-, jäte-, hydraulikka- ja muita öljyjä³⁴.

Öljyntorjujat saivat heti torjuntatyön alkuvaiheessa tiedot alusyhdistelmän tankkien sijainnista, niiden sisältämän öljyn määrästä ja siitä, kuinka tankkien ilmaus (tuuletus) oli järjestetty.

Öljyvahingon vaara syntyi välittömästi aluksen kaaduttua, kun aluksesta vapaaksi pääsyttä öljyä pääsi mereen. Lisäksi vaarana oli öljytankkien vahingoittuminen sekä puskijan ja proomun mahdollisesti toisistaan irtoamisesta aiheutuva öljyletkujen katkeaminen.



FINN-BALTIC onnettomuuden jälkeisenä päivänä Flatkubbin luona.



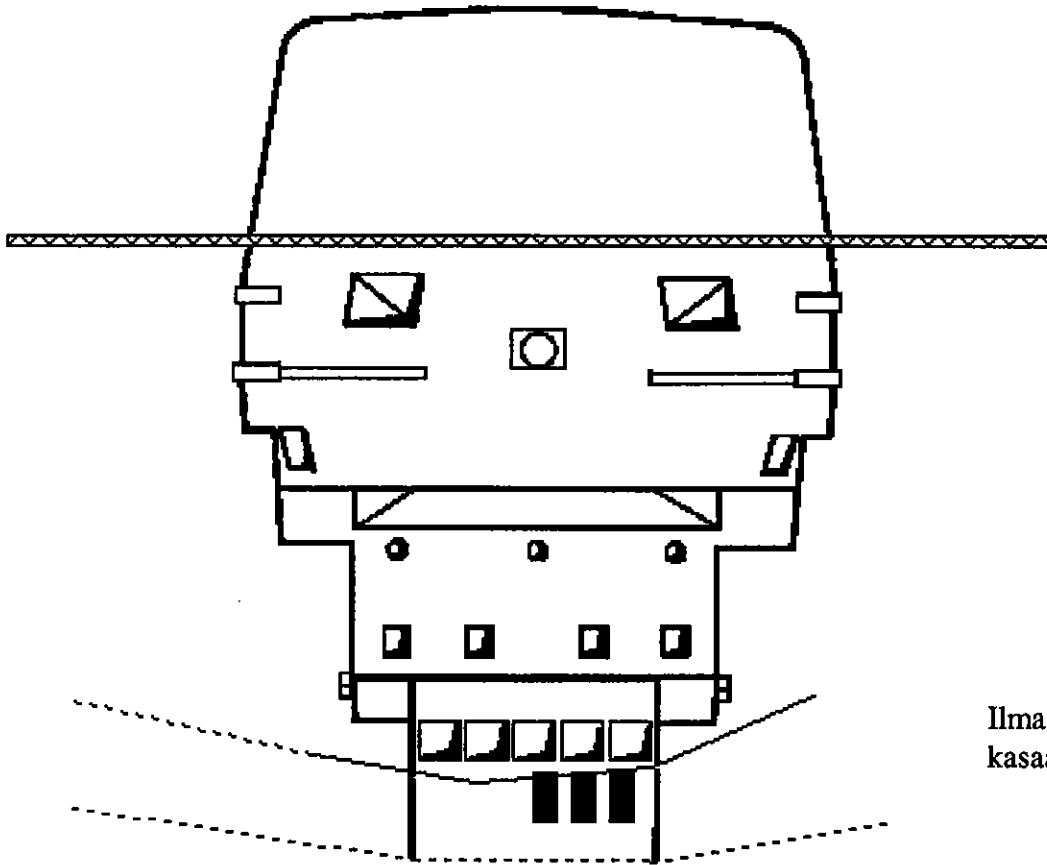
Lähikuva FINNin potkurista ja peräsimestä. Peräsin on kääntynyt 45 astetta oikealle. Nuoli osoittaa pelastuaukon paikan.



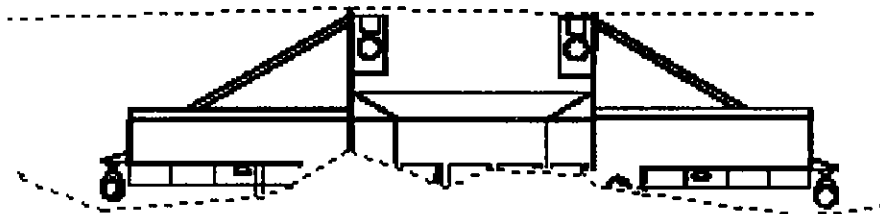
Puskija edestä. Kansirakennuksen katkeamiskohta merkitty kuvaan punaisella katkoviivalla.



Puskijan vasen sivu. Kansirakennuksen katkeamiskohta merkitty kuvaan punaisella katkoviivalla.



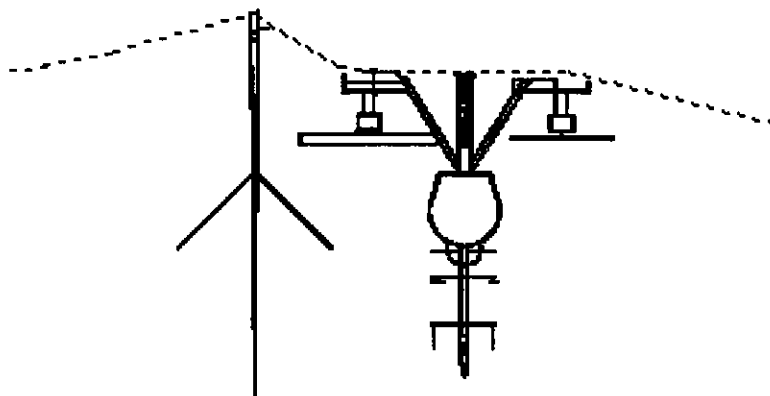
Ilmastointihuone ruhjoutui
kasaan Flatkubbin luona.



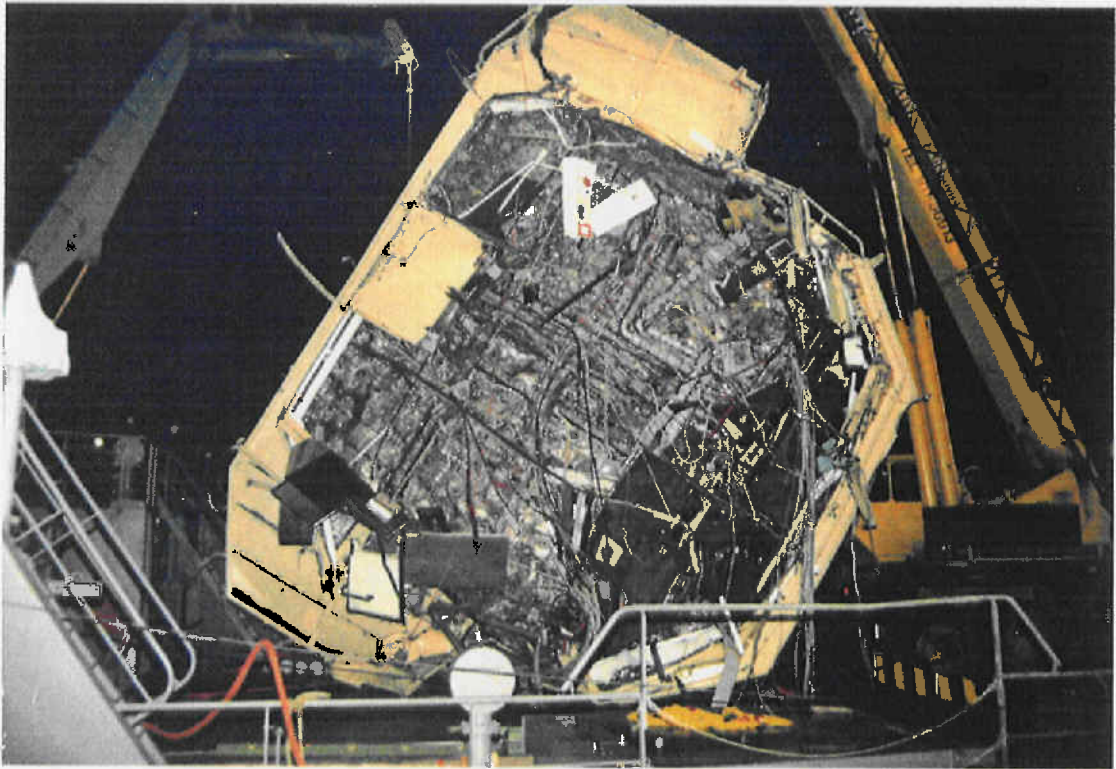
Komentosillan lattia irtosi
Flatkubbin luodon luona.



Komentosillan katto irtosi
n 1000 m kaatumispaikasta.



Kattorakenteet irtosivat n 900
metriä kaatumispaikasta.



Komentosillan katto-osa.



Komentosillan lattiaosa.

6. PELASTUSTOIMET

6.1. Ihmishenkien pelastaminen 27 - 28.12.1990

6.1.1. Suomen meripelastusjärjestelmä

Ihmishenkien pelastamiseen tähtäävä toiminta merionnettomuuden yhteydessä on *meripelastuspalvelua*. Meripelastuspalvelu on merialueen rannikon viranomaisten ja vapaaehtoisten järjestöjen toimintaa ihmisten pelastamiseksi merihädästä tai uhkaavasta vaaratilanteesta merialueella, myös sen sisäsaaristossa ja satama-alueilla.

Meripelastuspalveluviranomaisilla tarkoitetaan meripelastuspalvelusta annetussa laissa (628/82) määriteltyjä viranomaisia, jotka ovat velvollisia osallistumaan meripelastuspalveluun. Eri viranomaiset suorittavat meripelastuspalvelussa seuraavia tehtäviä:

- * *Rajavartiolaitos* suorittaa meripelastuspalvelua sekä huolehtii meripelastuspalvelun suunnittelusta, johtamisesta ja valvonnasta samoin kuin meripelastuspalveluun osallistuvien viranomaisten ja yhteisöjen toimintojen yhteensovittamisesta.
- * *Puolustusvoimat* valvoo muiden tehtäviensä yhteydessä merialuetta hätätaustien havaitsemiseksi ja paikantamiseksi sekä osallistuu etsintä- ja pelastustoimintaan.
- * *Merenkulkulaitos* huolehtii hätä- ja turvallisuusviestinnästä sekä siihen osallistuvien viranomaisten, laitosten ja yhteisöjen toiminnan yhteensovittamisesta sekä osallistuu etsintä- ja pelastustoimintaan.
- * *Poliisi, tullilaitos, tielaitos* sekä *pelastusviranomaiset* osallistuvat etsintä- ja pelastustoimintaan.
- * *Terveydenhuoltoviranomaiset* huolehtivat lääkinällisestä pelastustoiminnasta.
- * *Ilmailuviranomaiset* osallistuvat meripelastuspalveluun käyttäen ilmailun pelastuspalvelujärjestelmää.

Meripelastuspalvelun Suomen vastuualueella tarkoitetaan sitä merialuetta Suomen aluevesillä ja sen ulkopuolella kansainvälisellä vesialueella, jolla Suomen meripelastusviran-

omainen johtaa ja koordinoi meripelastuspalvelua. Suomen vastuualue on jaettu kolmeen operatiiviseen meripelastusalueeseen.

Meripelastusalue on Suomen vastuualueen operatiivinen ala-alue, jonka johto vastaa alueensa meripelastuspalvelun operatiivisesta johtamisesta, suunnittelusta ja valvonnasta sekä viranomaisten ja vapaaehtoisten toiminnan yhteensovittamisesta. Suomessa meripelastusalueet ovat samat kuin merivartiostojen toiminta-alueet. Finn-Baltic oli onnettomuuden tapahtuessa Suomenlahden meripelastusalueella. Meripelastusalue on jaettu kolmeen meripelastuslohkoon.

Meripelastuslohko on meripelastusalueen ala-alue, jonka johto toimii meripelastusalueen johdon alaisena johtoportaana. Meripelastuslohkot ovat samat kuin merivartioalueiden toiminta-alueet. Finn-Balticin kaatumispaikka oli Suomenlahden meripelastusalueeseen kuuluvalla Hangon meripelastuslohkolla.

Meripelastuskeskus (MRCC, Maritime Rescue Co-ordination Centre) on meripelastusalueen operatiivinen johtokeskus. Suomenlahden meripelastusalueen meripelastuskeskus toimii Helsingissä Suomenlahden Merivartioston esikunnan yhteydessä. Jäljempänä tässä tutkintaselostuksessa tästä meripelastuskeskuksesta käytetään kansainväliseen tapaan nimitystä *MRCC Helsinki*.

Lohkokeskus (MRSC, Maritime Rescue Sub-Centre) on meripelastuslohkon johtokeskus. Lohkokeskus on meripelastuskeskuksen alainen apujohtokeskus. Finn-Balticin onnettomuuden yhteydessä lohkokeskuksena toimi Hangon merivartioalueen lohkokeskus, josta jäljempänä käytetään nimitystä *MRSC Hanko*. Lohkokeskus on Hangon merivartioaseman yhteydessä olevalla Hangon merivartioalueen komentopaikalla.

Onnettomuuspaikan johtaja (OSC, On-Scene Commander) on alajohtoporras, jonka meripelastuskeskus on tietyssä hätätilanteessa nimennyt ja määrännyt johtamaan pelastustoimintaa onnettomuuspaikalla.

Meripelastuskeskus voi myös määrätä hädässä olevien etsintään onnettomuuspaikan ulkopuoliselle alueelle erityisen *pintaetsinnän johtajan (CSS, Co-ordinaror Surface Search)*.

Meripelastusyksikkö (RU, Rescue Unit) on etsintä- tai pelastustoimiin osallistuva alus, ilma-alus tai usean aluksen yksikkö.

Vapaaehtoinen pelastuspalvelu osallistuu meripelastuspalveluun asianomaisten järjestöjen omien sääntöjen ja toiminnan luonteen mukaisesti. Kunkin meripelastukseen

osallistuvan järjestön tehtävät määritellään lähemmin alueellisissa meripelastussuunnitelmissa. *Suomen Meripelastusseura* sovittaa yhteen meripelastuspalveluun osallistuvien vapaaehtoisjärjestöjen toimintaa.

Meripelastuspalvelujärjestelmä rakentuu rajavartiolaitoksen organisaatioon ja aluejakoon. Meripelastuskeskuksen toimintaa johtaa merivartioston komentaja tai hänen määräämänsä upseeri. Lohkokeskuksen toimintaa johtaa asianomaisen merivartioalueen aluepäällikkö. Molempiin johtokeskuksiin perustetaan tarvittaessa *johtoryhmä*. Muiden meripelastuspalveluun osallistuvien viranomaisten ja vapaaehtoisten järjestöjen toiminta sovitetaan meripelastusjärjestelmään niiden aluejakoa muuttamatta toiminnallisella tasolla yhteistoiminnassa rajavartiolaitoksen kanssa.

Hädässä olevalla aluksella pelastustoimia johtaa *aluksen päällikkö*.

Meripelastuspalvelu käynnistää toimintansa epävarmuustilanteen, hälytystilanteen tai hätätilanteen alettua.

Epävarmuustilanne on kysymyksessä, kun

- * on havaittu hätämerkiksi epäilty merkki,
- * alus tai henkilö on jäänyt saapumatta ennalta ilmoitettuun ajankohtaan mennessä määräpaikkaan, tai kun
- * alus on jättänyt tekemättä sijainti- tai turvallisuusilmoituksen määräajassa.

Hälytystilanne on kysymyksessä, kun

- * on käynyt ilmi tai on todennäköistä, että aluksen tai henkilön turvallisuus on uhanalainen, tai kun
- * epävarmuustilanteen johdosta suoritettut tiedustelut ovat olleet tuloksettomia.

Hätätilanne on kysymyksessä, kun

- * on havaittu hätämerkki,
- * on saatu muutoin tieto, että alus tai henkilö on vaarassa ja välittömän avun tarpeessa,
- * hälytystilanteen perusteella tehdyt laajennetut tiedustelut ja yhteydenottoyrityk-

set alukseen tai henkilöön ovat olleet tuloksettomia; tai kun

* on saatu tieto, että aluksen toimintakyky on siinä määrin heikentynyt, että vaara on todennäköinen¹.

6.1.2. Hätätalmoituksen antaminen

Puskija Finnin ei ole voitu todeta antaneen hätätalmoitusta. Onnettomuudesta pelastuneiden laivamiesten mukaan alus kaatui hieman yli 10 sekunnissa². Tämän perusteella on ymmärrettävää, ettei hätätalmoitusta ehditty antaa.

Hätätalmoituksen antoi Suomen Meripelastusseuran Hangon Itäsatamaan sijoitetun pelastusristeilijä Russarön päällikölle Hangon satamavouti, joka ilmeisesti ensimmäisenä havaitsi onnettomuuden tapahtuneen³. Russarön päällikkö ilmoitti onnettomuudesta välittömästi MRSC Hangolle⁴.

Tutkintalautakunnan arvio hätätalmoituksen antamisajasta on jäljempänä jaksossa 1.11.

6.1.3. Pelastusyksiköiden hälyttäminen

Ihmishenkien pelastamiseen tähtäävää toimintaa johti Finn-Balticin onnettomuuden yhteydessä pääosin Hangon meripelastuslohkon lohkokeskus (*MRSC Hanko*).

Hangon merivartioalueen komentopaikalla oli tapahtunut onnettomuuspäivänä klo 12.00 vuoron vaihto, jolloin aluepäällikkö oli päättänyt työvuoronsa ja luovuttanut johtamistehtävät alueupseerille. Kun hälytys tuli noin klo 12.40, kotiin lähtöä valmistellut aluepäällikkö jäi töihin ja ryhtyi johtamaan pelastustoimia⁵.

MRSC Hanko sai pelastusristeilijä Russaröltä tiedon, että Itäsataman edustalla oli suuri alus kumollaan. Aluepäällikkö lähetti heti Hangon merivartioaseman varalla olleen henkilöstön, kolme miestä, pelastusristeilijä Russarölle. He saapuivat Itäsatamaan Russarön luo klo 13.00. Russarö lähti välittömästi kohti kumollaan ollutta alusta⁶.

Merivartiomiesten vanhimpana ollut merivartiomestari ilmoitti heti Russarölle saavuttuaan puhelimitse lohkokeskukseen, että suuri alus on kumollaan merellä. Tässä yhteydessä aluepäällikkö määräsi hänet johtamaan pintaetsintöjä. Häntä ei kuitenkaan määrätty meripelastusohjeen mukaiseksi onnettomuuspaikan johtajaksi (OSC) tai pintaetsintöjen johtajaksi (CSS). Hänen tehtävänä oli johtaa ajalehtivan onnettomuusaluksen luo saapuvia aluksia tehokkaaseen pintaetsintään merellä⁷.

Lohkokeskukseen jäivät aluepäällikkö, alueupseeri ja merivartioaseman päivystäjä. Aluepäällikkö teki päätökset toimenpiteistä ja vastasi niiden täytäntöönpanosta. Alueupseerin erityistehtävänä oli tarvikkeiden hankinta ja yhteydenpito yleisen pelastuspalvelun yksiköihin. Merivartioaseman päivystäjä huolehti normaaleista tehtävistään ja myöhemmin hän toimi myös tarvikkeiden kuljettajana helikoptereille. Johtamistoiminnot järjestettiin niin, että aluepäällikkö ja alueupseeri olivat aina molemmat tietoisia annetuista toimintaohjeista ja käskyistä eri yksiköille⁸.

Kun alueupseeri oli saanut tiedon onnettomuudesta, hän oletti, että kysymyksessä olisi Finn- tai Baltic-niminen alus, jota hän oli seurannut kiikarilla aluksen ollessa Tullisalmessa luotsikutteri kyljessään. Hän kutsui VHF-radion hätäkanavalla 16 sekä Finniä että Balticia, mutta ei saanut vastausta. Heti tämän jälkeen kellon ollessa 13.00 hän soitti luotsiasemalle. Luotsipäivystäjä kertoi, että Finn-Baltic oli matkalla Ryssön väylää pitkin kohti Koverharia. Luotsipäivystäjä yritti katsoa tutkalta sen sijaintia, mutta tällöin Finn-Balticia ei näkynyt kuvaputkella. Hän kertoi alueupseerille myös aikaisemmin klo 12.45 tekemästään havainnosta, jonka mukaan alusyhdistelmä oli kääntänyt kurssinsa lähes pohjoista kohti ja hidastanut merkittävästi nopeuttaan. Luotsipäivystäjä oli vielä todennut, ettei hän ollut havainnoistaan varma, koska lumisateen vuoksi tutkakuvassa oli häiriöitä⁹.

Puhelinkeskustelun jälkeen luotsipäivystäjä yritti vielä kutsua Finniä kanavilla 13 ja 71. Hän soitti klo 13.03 MRSC Hankoon ja kehoitti pelastajia menemään Ytterkobbenin ja Andalskärsbådanin välille eli paikkaan, missä alus oli kadonnut tutkan kuvaputkelta¹⁰.

Pelastusristelijä Russarön mukaan lähteneet merivartiomiehet olivat soittaneet edellä mainittujen puhelujen välisenä aikana lohkokeskukseen ja ilmoittaneet, että haaksirikkoutunut on ylösalaisin oleva, proomun näköinen alus ja että Russarö on matkalla paikalle¹¹. Aluepäällikkö saattoi näin antaa klo 13.03 luotsiasemalle tiedon, että Russarö on menossa paikalle mukanaan myös merivartiomiehiä¹².

MRSC Hanko yritti klo 13.05, 13.11 ja 13.15 tavoittaa Alfons Håkans Oy:n Hangossa olevan hinaajan päällikköä. Viimeksi mainittu yritys onnistui. Päällikköä tavoiteltiin, koska pelättiin, että joku yhtiön hinaajista olisi kaatunut. Samalla yhtiön aluksia pyydettiin pelastustoimiin¹³.

Pelastusristeilijä Russarön päällikkö ilmoitti lohkokeskukseen klo 13.17, että Djupkobbenin (nimi oikaistiin sittemmin Flatkobbeniksi) luona oli noin 150 metriä pitkä alus ylösalaisin¹⁴.

MRSC Hanko antoi alkutilmoituksen tapahtumasta Suomenlahden merivartioston esikunnan yhteydessä Helsingissä toimivalle Suomenlahden meripelastuskeskukselle

(MRCC Helsinki) klo 13.18¹⁵.

Kello 13.20 alueupseeri soitti Tammisaaren aluehälytyskeskukseen ja pyysi, että Hangon palolaitos lähettäisi mahdollisimman monta venettä onnettomuuspaikalle ja etsintäpartioita suorittamaan etsintää rannoilla Itäsataman ja Långörenin välillä¹⁶.

Kun Hangon palolaitos sai tiedon onnettomuudesta aluehälytyskeskukselta, päivystävä paloiesimies hälytti välittömästi palokunnan vapaavuorolaiset työhön sekä ryhtyi hankkimaan vapaaehtoista väkeä etsintöihin. Hän tavoitti heti myös palopäällikön virkamatkalta Tammisaaresta, jolloin palopäällikkö ilmoitti palaavansa heti Hankoon. Hän saapui paloasemalle klo 13.40¹⁷.

Palopäällikkö antoi jo matkalla Tammisaaresta Hankoon määräyksen palolaitoksen veneiden HM 15 (öljynkeräilijä-työvene) ja HM 14 (työvene) laskemisesta veteen. Hän jätti kuitenkin palolaitoksen meripalveluohjeen mukaisesti veneiden päälliköiden ratkaistavaksi, voidaanko niillä lähteä merelle. Merenkäynti ja tuuli olikin tässä vaiheessa liian kova näille veneille¹⁸.

Hangon luotsiasema sai hälytyksen klo 13.25. Sitä pyydettiin lähettämään veneitä onnettomuuspaikalle¹⁹. Luotsiaseman Mini-Pilot-vene oli kuitenkin lähtenyt paikalle jo 13.10 ja luotsikutteri lähti klo 13.40²⁰.

Aluepäällikkö pyysi klo 13.28 MRCC Helsingiltä helikopterikalustoa paikalle²¹. MRCC Helsinki käski Helsinki-Malmin lentoasemalla olleen Vartiolentueen Agusta Bell 412-helikopterin OH-HVE lähtemään Hankoon. Helikopteri oli ollut jo klo 12.06 alkaen lähtövalmiudessa samanaikaisesti Utön lähellä merihädässä olleen M/S Transgermanian auttami- seksi tarvittaessa. OH-HVE nousi ilmaan klo 13.54²².

Alueupseeri oli klo 13.30 yhteydessä Hangon paloasemalle ja antoi määräyksen suurhälytyksen antamisesta. Kaikki saatavissa oleva väki ja kalusto oli pantava liikkeelle²³.

Hangon poliisilaitos sai hälytyksen klo 13.32²⁴.

Kello 13.38 MRSC Hanko tiedusteli luotsiasemalta Finn-Balticin miehitystä ja sai tietää, että aluksella oli 9 - 10 hengen miehistö sekä luotsi²⁵.

Saavuttuaan paloasemalle klo 13.40 Hangon palopäällikkö hälytti Hangon VPK:n. Hän ilmoitti onnettomuudesta myös aluepalopäällikölle, jona toimi Tammisaaren palopäällikkö. Aluepalopäällikkö ilmoitti onnettomuudesta edelleen Uudenmaan läänin pelastustarkastajalle.

MRCC Helsinki informoi Suomenlahden Merivartioston komentajaa tilanteesta Hangossa klo 13.55. Tämä määräsi välittömästi Suomenlinnassa olleen rajavartiolaitoksen sukeltajan lähtövalmiiksi ja helikopteri OH-HVE palasi Kytön tasalta hakemaan sukeltajaa. Komentaja otti yhteyttä myös Helsingin palolaitokseen pyytäen sieltä metallileikkureilla varustettuja palomiehiä. Palolaitos lähetti välittömästi saamansa ohjeen mukaisesti leikkurein varustetut sukeltajat Hernesaareen. Helikopteri OH-HVE, joka oli rajavartiolaitoksen sukeltaja mukanaan matkalla Hankoon, palautettiin vielä kerran Kytön tasalta takaisin noutamaan palolaitoksen sukeltajat. Vain kaksi heistä mahtui mukaan helikopteriin²⁷.

Hangon palopäällikkö määräsi klo 14.18 annettavaksi palohälytyksen yleisillä hälytysilmoituslaitteilla, jotta kaikki mahdollinen pelastusmiehistö saataisiin liikkeelle. Hän tarkisti myös klo 14.30 MRSC Hangosta yleistilanteen. Tällöin hän sai tietää, että kateissa oli 9 - 11 henkeä, jotka saattoivat olla kaatuneessa aluksessa. Palopäällikkö soitti tiedon saatuaan terveyskeskuksen johtavalle lääkärille pyytäen tätä kohottamaan poliklinikan valmiutta ja hälyttämään terveyskeskuksen valmiusryhmän ottamaan vastaan mahdollisesti saapuvia potilaita²⁸.

Pian tämän jälkeen, klo 14.35, aluehälytyskeskus ilmoitti Hangon palopäällikölle, että Helsingin palolaitoksen lentopelastuskomennuskuntaan (LEKA) kuuluvia sukeltajia lähetetään Hankoon helikopterilla²⁹. Samaan aikaan palopäällikkö sai tiedon, että Kasinonlahteen ja Puistokallioiden rantaan tulee öljyä³⁰. Hän antoi klo 14.37 hälytyksen Lappohjan ja Tvärminnen vapaaehtoisille palokunnille³¹.

Aluepalopäällikkönä toiminut Tammisaaren palomestari saapui Hankoon klo 14.55. Neuvottelussa Hangon palopäällikön kanssa sovittiin, että palo- ja pelastustoimen viranomaisten sisäinen johtovastuu jää edelleen Hangon palopäällikölle³².

Hangon palopäällikkö pyysi vielä klo 15.32 apuun Hangon ja Tammisaaren Punaisen Ristin ensiapuryhmät ja klo 16.02 vapaaehtoisen pelastuspalvelun³³.

MRSC Hangon tekemien hälytysten tuloksena etsinnöissä olivat noin klo 14.00 lähtien mukana seuraavat yksiköt:

Merietsinnöissä:

- * Pelastusristelijä Russarö
- * Hangon luotsiaseman luotsikutteri ja Mini-Pilot-vene
- * Alfons Håkans Oy Ab:n hinaaja Hermes
- * Hangon Rannikkopatteriston yhteysalus Vänö.

Maaetsinnöissä:

- * Hangon poliisilaitos Itäsataman ja Länsisataman aallonmurtajan välisellä alueella
- * Hangon palolaitos ja vapaaehtoinen pelastuspalvelu Itäsataman ja Långörenin välisellä alueella

Eri yksiköiden etsintäalueet merellä ja maalla käyvät ilmi sivulla 73 olevasta kartasta. Meri-alueella toimi johtoaluksena pelastusristeilijä Russarö³⁴. MRSC Hanko oli määrännyt merietsintöjen johtajaksi Russaröltä toimineen merivartiomestarin³⁵.

Kun MRSC Hanko oli saanut noin klo 13.40 tiedon, että aluksessa oli 9 - 10 hengen miehistö, se varautui toiminnassaan myös siihen, että hyllyssä saattoi olla vielä ihmisiä elossa. Tässä vaiheessa ryhdyttiin hankkimaan sukeltajia.

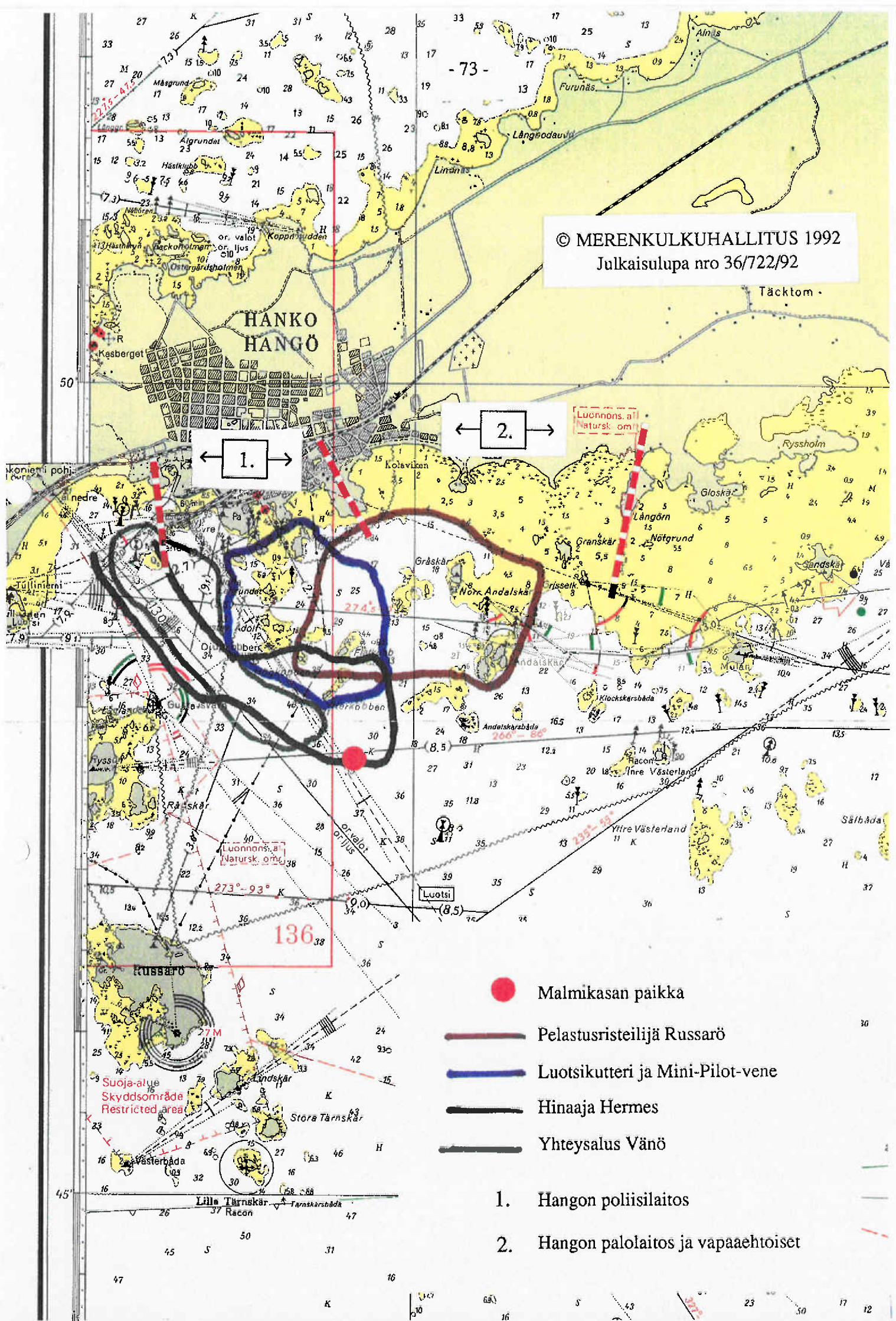
MRSC Hanko pyysi merivoimien sukeltajia Hangon poliisilaitoksen välityksellä Upinniemestä. Nämä saivat hälytyksen noin klo 14.00. Sukeltajat saivat käskyn asettua valmiuteen ja heille ilmoitettiin, että kuljetus onnettomuuspaikalle Hankoon tapahtuu helikopterilla. Ilmoitus helikopterikuljetuksesta peruutettiin kuitenkin jo noin klo 14.20 ja kuljetuksen ilmoitettiin tapahtuvan maitse. Sukeltajat kokoontuivat tukialus Mursulle valmiusasemiin odottamaan lähtökäskyä, joka tuli klo 16.00. Merivoimien sukeltajaryhmä, vahvuudeltaan 1 + 4 saapui MRSC Hankoon klo 18.05. Sen johtajana oli merivoimien sukelluskurssien johtajana toimiva kapteeniluutnantti ja jäsenenä neljä kantahenkilökuntaan kuuluvaa sukeltajaa³⁶.

Rajavartiolaitoksen helikopteri OH-HVE saapui Hangon merivartioasemalle klo 15.35. Sen mukana tuli yksi sukeltaja Suomenlahden merivartiostosta ja kaksi sukeltajaa Helsingin palolaitokselta. Tulomatalla helikopteri suoritti pintaetsintää merellä³⁷.

Helsingin palolaitoksen (14.8.1991 alkaen Helsingin pelastuslaitos) lentopelastuskomennuskunta (LEKA), jonka sijoituspaikkana on Helsinki-Malmin lentoasemalla oleva paloasema, sai onnettomuuspäivänä klo 13.03 toimintavalmiusilmoituksen ja muutamaa minuuttia myöhemmin käskyn valmistautua lähtemään Utön lähellä merihädässä olleelle M/S Transgermanialle. Tehtäväksi johtajana toimineen asemamestarin ja neljän lentopelastajan muodostamalle ryhmälle annettiin sähköaggregaattikäyttöisten uppopumpujen käynnissä pitäminen aluksella, joka karilleajon aiheuttaman pohjan repeytymisen takia oli uppoamisvaarassa³⁸. Lentopelastuskomennuskunnan valmiustilaan asettamista pyysi MRCC Turku MRCC Helsingin välityksellä klo 12.56³⁹.

Ryhmälle ilmoitettiin, että helikopteri tulee noutamaan heidät klo 14.30. Utista tullut Kulje-

© MERENKULKUHALITUS 1992
Julkaisulupa nro 36/722/92



● Malmikasan paikka

— Pelastusristeilijä Russarö

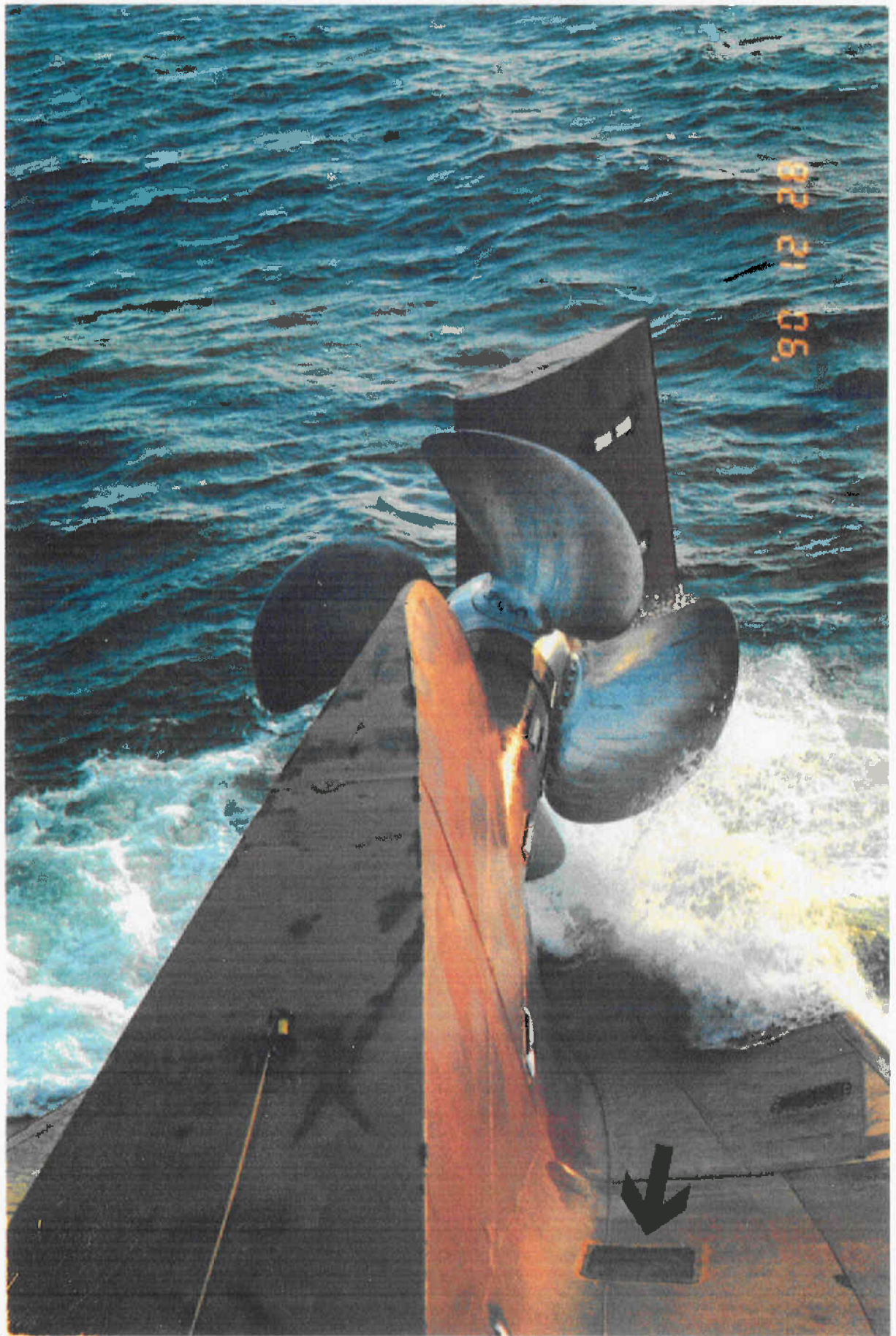
— Luotsikutteri ja Mini-Pilot-vene

— Hinaaja Hermes

— Yhteysalus Vänö

1. Hangon poliisilaitos

2. Hangon palolaitos ja vapaaehtoiset



FINNin pohjaan leikattu aukko, jonka kautta yliperämies ja konepäälikkö pelastettiin aluksesta. Musta nuoli kuvan oikeassa alareunassa osoittaa aukkoa, joka oli kuvaushetkellä hitsattu kiinni.

tuslentolaivueen MI-8-tyyppinen helikopteri HS-13 laskeutui paloaseman läheisyyteen noin klo 15. Sitä ennen ryhmälle oli kerätty pumppauskalustoa eri paloasemilta⁴⁰. Kun miehet ja kalusto olivat helikopterissa ja lähtövalmistelut aloitettu, ne keskeytettiin ja ohjaaja poistui koneen ulkopuolelle puhumaan NMT-puhelimella. Palattuaan hän ilmoitti, että helikopteriin tulee lisää pelastushenkilöstöä. Jonkin ajan kuluttua saapui paikalle pakettiautolla kaksi Helsingin palolaitoksen Eröttajan paloaseman pelastussukeltajaa varusteineen⁴¹. Helikopteri nousi ilmaan klo 16.16 ja laskeutui Hangon merivartioasemalle klo 17.30⁴².

Helikopteri HS-13 oli ollut aikaisemmin päivällä päivystyksessä (30 minuutin lähtövalmiudessa) Utissa. Ilmavoimien Esikunta oli kysynyt klo 12.30 Kuljetuslentolaivueen valmiutta lähettää apua Transgermanialle Utön läheisyyteen kuultuaan tilanteesta radiouutisista⁴³. Merivoimien Esikunta pyysi klo 13.45 helikopteria kuljettamaan LEKA-ryhmän Malmilta Utöhön. Hälytys Kuljetuslentolaivueessa annettiin klo 13.50 ja HS-13 nousi ilmaan Utista klo 14.16⁴⁴. Kun se saapui klo 15 aikaan Malmille LEKA-ryhmä oli helikopterin miehistön mukaan valmiina, mutta sillä ei ollut tietoa tehtävästään⁴⁵. Kun helikopterin päällikkö otti yhteyttä MRCC Helsinkiin, hän sai kohteeksi Utön⁴⁶. Helikopterin käynnistytksen jälkeen noin klo 15.40 tuli MRCC Helsingistä uusi tieto, että sen olikin mentävä Hankoon. Lisäksi sen tuli ottaa mukaan kaksi Helsingin palolaitoksen sukeltajaa, jotka olivat joutuneen tilan puutteen vuoksi jäämään pois aikaisemmin lähteneestä rajavartiolaitoksen helikopterista OH-HVE⁴⁷.

MRCC Helsinki neuvotteli pian klo 14 jälkeen MRCC Turun kanssa siitä, voisiko viimeksi mainittu luopua LEKA-komennuskunnan varauksesta Hangon hyväksi, koska Hangossa saattoi olla kysymys ihmishengistä. MRCC Turku suostui ehdotukseen ja MRCC Helsinki ilmoitti klo 14.25 Helsingin palolaitoksen hälytyskeskukselle, että LEKA-komennuskunta olisi varustettava Hangossa odottavaan tehtävään sopivin henkilöin ja varustein⁴⁸. Tämä tieto ei kuitenkaan välittynyt LEKA-ryhmälle, koska se oli vielä Hankoon saapuessaan siinä käsityksessä, että he ovat matkalla Transgermanialle. Myös varustus oli sen mukainen⁴⁹.

Hankolainen ammattisukeltaja oli kuullut onnettomuuspäivänä klo 14.30 Hangon Itäsatamassa palomiehiltä, että häntä ilmeisesti kaivataan merivartioasemalla. Palolaitokselta oli jo ensimmäistä hälytystä tehtäessä kysytty sukeltajia, joita sillä ei kuitenkaan omasta takaa ollut. Ammattisukeltaja soitti heti MRSC Hankoon alueupseerille, joka kutsui hänet paikalle. Varusteet haettuaan ammattisukeltaja ajoi merivartioasemalle. Ennen lähtöään hän soitti vielä tuntemalleen kirkkonummelaiselle ammattisukeltajalle ja pyysi tätä saapumaan varusteineen Hankoon⁵⁰.

MRCC Helsinki pyysi klo 18.25 MRCC Stockholmia lähettämään Hankoon helikopterin. MRCC Stockholm ilmoitti klo 19.25, että helikopteri on tulossa. MRCC Helsinki ilmoitti klo 19.55 MRCC Stockholmille, että välitöntä tarvetta ei ole ja meripelastuskeskukset sopi-

vat, että ruotsalainen helikopteri jää välittömään lähtövalmiuteen. Tämä lähtövalmius purettiin klo 22.36⁵¹.

MRCC Helsinki pyysi klo 18.35 Turussa ollutta rajavartiolaitoksen Super Puma-helikopteria OH-HVF Hankoon. Helikopteri saapui MRSC Hankoon klo 19.10⁵².

Myös ulkovartioalus Turva hälytettiin Hankoon, jonne se saapui klo 20.45⁵³.

6.1.4. Konepäällikön ja yliperämiehen pelastaminen Finnin pohjan läpi

Sukeltajista ensimmäisinä MRSC Hankoon saapuneet Suomenlahden merivartioston sukeltaja ja kaksi Helsingin palolaitoksen sukeltajaa ryhtyivät noin klo 15.45 suunnittelemaan aluksen sisällä mahdollisesti olevien pelastamista. Suunnittelussa oli mukana MRSC Hangon edustajana alueupseeri. Myös aluepäällikkö seurasi suunnittelua⁵⁴. Hankolainen ammattisukeltaja saapui paikalle pian neuvottelun alettua⁵⁵.

Hankolaisen ammattisukeltajan saavuttua paikalle suunnitteluun osallistuneet kysyivät hänen mielipidettään pelastustyön suorittamisesta. Ammattisukeltaja katsoi tällöin, ettei reiän tekoon aluksen pohjaan pitäisi ryhtyä ennen kuin aluksen rakenteen tunteva varustamon edustaja saadaan paikalle. Jos reikä tehtäisiin sopimattomaan paikkaan, alus saattaisi upota. Ammattisukeltaja ehdottikin siirtymistä aluksen pohjan päälle ja tilanteen tutkimista siellä⁵⁶.

Varustamon konetarkastaja ja Finnin vapaavuorolla ollut perämies saapuivat paikalle klo 16.20⁵⁷.

Helikopteri OH-HVE vei paikalla olleet neljä sukeltajaa onnettomuusaluksen pohjan päälle klo 16.45. Samalla sinne vietiin yhteysmieheksi Hangon merivartioaseman päällikkönä toiminut merivartiomestari. Alueupseeri määräsi Suomenlahden merivartioston sukeltajan ryhmän johtajaksi. Hän korosti kuitenkin ryhmälle, että sukellusoperatiivisissa ratkaisuissa ryhmän tuli tukeutua hankolaiseen ammattisukeltajaan, koska tällä oli kokemusta hylyn-sisäisistä sukellustöistä⁵⁸.

Paikalla miehet aloittivat valmistelut aluksen sisätiloihin sukeltamiseksi, jotta siellä mahdollisesti oleville voitaisiin toimittaa ilmaa ja valoa. Hankolainen ammattisukeltaja määräsi hankittavaksi paikalle tehokkaan kompressorin, generaattorin, tikkaita, köysiä, valaisimia ja muita tarvikkeita. Hän totesi jo alussa, että aluksen sisätiloihin oli mahdotonta sukeltaa ulkokautta kovan merenkäynnin vuoksi. Ainoa kysymykseen tuleva reitti oli puskijan ja proomun välinen rako⁵⁹.

Tarvikkeita odoteltaessa mainittu ammattisukeltaja ryhtyi koputtamaan puskijan pohjaa konehuoneen kohdalta saadakseen yhteyden aluksen sisällä mahdollisesti oleviin. Hän oli saanut tietää, että konehuoneen takaosassa ei ole kaksoispohjaa. Hän saikin koputuksiinsa vastauksen hieman klo 17 jälkeen. Pian hän sai myös huutoyhteyden sisällä oleviin, jolloin hänelle selvisi, että sisällä oli kaksi ihmistä. Sisällä oleville huudettiin, että sisätiloihin yritetään sukeltaa. Nämä kysyivät, olisiko mahdollista tehdä pohjaan reikä. Heille kerrottiin vaaroista, joita reiän teko saattoi aiheuttaa. Sisällä olevat ilmoittivat tällöin, että päätökset voidaan tehdä rauhassa, koska sisällä oli riittävästi ilmaa. Ilma oli tosin raskasta hengittää öljynkatkun ja kaasujen takia⁶⁰.

Kun tarvikkeet olivat saapuneet, hankolainen ammattisukeltaja ja toinen palolaitoksen sukeltajista laskeutuivat puskijan keulan ja proomun haarukan välisestä aukosta köysitikkailla välikuilussa olevalle tasanteelle sukeltaakseen sieltä aluksen sisätiloihin⁶¹. Tässä vaiheessa oli tarkoitus viedä sisällä oleville pelastautumispuku ja happilaite sekä tiedustella reitti sinne vedettävälle ilmaletkulle. Sukellus sisätiloihin tätä kautta osoittautui kuitenkin mahdottomaksi⁶².

Ennen sukellusyrityksen aloittamista hankolaiselta ammattisukeltajalta oli kysytty, tarvitsevatko aluksella olevat pelastajat lisävoimia. Hän arvioi, että tehtävästä selviydytään paikalla olleella miehistöllä⁶³.

Kun Helsingin palolaitoksen LEKA-ryhmä saapui MRSC Hankoon klo 17.30, se oletti yhä olevansa matkalla Utöön Transgermanialle. Kun ryhmän johtajana toiminut asemamestari ilmoittautui aluepäällikölle ja kysyi ryhmän tehtävää, aluepäällikkö soitti jonnekin. Puhelun jälkeen hän ilmoitti, että ryhmä jää Hankoon eikä sitä tarvita Utössä⁶⁴. Asemamestari käski mukana tulleiden kahden pelastussukeltajan tutustua seinällä olleisiin aluksen piirustuksiin. Hän pyrki myös itse saamaan mahdollisimman tarkan kuvan tilanteesta⁶⁵.

Hankolaisen ammattisukeltajan paikalle pyytämä kirkkonummelainen ammattisukeltaja saapui paikalle noin klo 18⁶⁶.

Pian LEKA-ryhmän jälkeen eli klo 18.05 saapuivat paikalle merivoimien sukeltajat. Johtajana toiminut kapteeniluutnantti ilmoittautui aluepäällikölle ja sai tältä tilannekatsauksen. Tässä vaiheessa hän sai tiedon, että kaksi sukeltajaa oli jo tehnyt sukellusyrityksen alukseen. Hän sai myös myöhemmin virheelliseksi osoittautuneen tiedon, että ilmaletku olisi onnistuttu viemään sisällä aluksessa olevien luo. Kapteeniluutnantti määräsi kokeneimman sukeltajansa sukellusvanhimmaksi, jonka tehtävänä oli johtaa ryhmän saamien sukellustehtävien suorittamista. Sukellusvanhimman tuli siis noudattaa toimintaa johtavan henkilön antamia käskyjä ja johtaa itse vain merivoimien sukeltajia. Kapteeniluutnantti oli Upinniemestä lähdettyäessä saanut tiedon, jonka mukaan toimintaa kaatuneella aluksella johtaisi palolaitos⁶⁷.

Noin klo 19.00 aluepäälikkö ja Suomenlahden Merivartioston komentaja olivat puhelimitse yhteydessä keskenään. Tämän jälkeen puhelimeen pyydettiin LEKA-ryhmän johtajana toiminut asemamestari. Tämä sai komentajalta tehtäväkseen ottaa johtovastuun aluksen luona tapahtuvasta toiminnasta. Komentaja ilmaisi vielä huolestumisensa aluksen sisällä olevienkestokyvystä⁶⁸.

Asemamestari otti tämän jälkeen johtoonsa mukanaan tulleet kaksi palolaitoksen pelastussukeltajaa, neljä merivoimien sukeltajaa ja kaksi oman ryhmänsä lentopelastajaa⁶⁹. Myös kirkkonummelainen ammattisukeltaja lähti mukaan, merivoimien sukeltajien johtajan todettua, että miehiä tarvitaan nimenomaan aluksella eikä asemalla⁷⁰. Asemamestari määräsi myös viestimiehet hoitamaan yhteydenpitoa alukselta MRSC Hankoon ja päinvastoin sekä MRSC Hangosta Helsingin pääpaloasemalle. Edelleen hän määräsi molemmat paikalla olleet helikopterit lentovalmiuteen. Merivoimien sukeltajien johtaja jäi MRSC Hankoon⁷¹.

Puolustusvoimien MI-8-helikopteri lähti viemään pelastajia alukselle klo 19.12. Kun helikopteri saapui Finn-Balticin pohjan päälle, sukellusyrityksen sisätiloihin tehneet sukeltajat olivat juuri puskijan ja proomun välisessä kuilussa palaamassa takaisin pohjan päälle. Kuiluun tuli voimakas aalto, joka vei toisen sukeltajan hetkeksi pinnan alle⁷².

Hankolainen ammattisukeltaja oli suunnitellut sukellusyrityksen epäonnistuttua poraavansa pienen reiän pohjan läpi miesten olinpaikkaan ja mittaavansa reiän läpi siellä olevan ilman kaasupitoisuuden. Jos pohjan alla oleva ilmatasku ei olisi pitänyt porauksen jälkeen vaan vesi olisi alkanut nousta sinne, reikä olisi ehditty sulkea tulpalla. Reiän läpi olisi myös saatu ilmaa sisällä oleville. Hänellä oli myöhemmin tarkoitus polttoleikata pohjaan aukko, jolle hän oli jo tiedustellut paikan⁷³. Hän lähti tämän jälkeen helikopterilla maihin hakemaan kasuanalysaattoria, porakonetta, polttoleikkausvälineitä ja muita jatkosuunnitelman toteuttamisessa tarpeellisia työvälineitä. Hän on kertonut, että radioliikenne oli tuolloin erittäin kuormitettu, mikä vaikutti päätökseen lähteä itse maihin tarvikkeita noutamaan. Hän ei liioin saanut tietoa, että hänen palveluksessaan olleita miehiä oli sillä välin saapunut merivartioasemalle. Hän palasi alukselle siinä vaiheessa, kun sisällä olleet oli jo saatu ulos eli noin klo 22⁷⁴.

LEKA-ryhmän johtajana toiminut asemamestari havaitsi heti paikalle tultuaan, että puskijan ja proomun välisessä saumakohdassa oli jatkuvaa liikettä⁷⁵. Saman havainnon oli tehnyt jo aikaisemmin hankolainen ammattisukeltaja. Viimeksi mainittu oli tehnyt tästä päätelmän, että alusyhdistelmä on jostakin kohdin kiinni pohjassa, jolloin uppoamisvaaraa ei enää olisi⁷⁶. Asemamestari päätteli puolestaan aluksen olevan kiinni pohjassa, koska se keinui sivusuuntaisesti⁷⁷.

Asemamestari tiedusteli palolaitoksen ja merivoimien sukeltajilta, voiko aluksen sisälle su-

keltaa ulkokautta. Nämä vastasivat kieltävästi⁷⁸.

Tämän jälkeen asemamestari kysyi MRSC Hangossa olleelta varustamon edustajalta, mistä kohdin pohjaa olisi paras yrittää päästä läpi. Hän kysyi myös varustamon edustajalta, mitä tapahtuu, jos pohjaan tehdään reikä. Varustamon edustaja ilmoitti tällöin, että reiän tekeminen on mahdollista⁷⁹. Suomenlahden Merivartioston komentaja oli saanut noin klo 19.30 yhteyden puskijan rakentaneen telakan teknilliseen johtajaan. Tämä oli neuvonut poraamaan pohjaan reiän ja selvittämään, onko sisällä yli- vai alipaine. Ylipaineen purkautuessa reikä olisi voitu tukkia tapilla. Teknillinen johtaja suositteli myös ulos tulevien kaasujen analyysia. Komentaja ilmoitti tiedot MRSC Hangon välityksellä pelastajille⁸⁰.

Varustamon edustaja ilmoitti sopivan aukon paikan, mutta aluksen sisältä kuuluvat koputukset osoittivat paikaksi hieman taaempaa ollutta kohta⁸¹. Paikka, johon aukko oli tarkoitus tehdä, oli merenkäynnin johdosta ajoittain veden alla. Asemamestari totesi, että aukon tekeminen onnistuu näissä oloissa vain polttomootorikäyttöisellä laikkaleikkurilla⁸². Hän pyysi niitä maista ja Hangon palolaitokselta tuotiinkin neljä leikkuria. Asemamestari halusi paikalle myös poran, 30 millimetrin teriä ja puutappeja paineenlaskureikien tekemistä varten⁸³. Sopivaa poraa ei kuitenkaan saatu missään vaiheessa paikalle.

Asemamestari teki muiden pelastajien kanssa neuvoteltuaan päätöksen puhkaista aukko laikalla. Aukon tarkan paikan hän määritteli sisällä olevien koputusten perusteella. Aukko tehtiin niin, että kaksi LEKA-ryhmän miestä käytti vuorotellen laikkaleikkuria, merivoimien sukeltajat pitivät heidät turvaköysien avulla paikallaan ja kirkkonummelainen sukeltaja hoiti valaistusta⁸⁴.

Kun laikka meni ensi kerran pohjan läpi ilma purkautui ulos niin voimakkaasti, että kuului suihkumoottorin ääntä muistuttava ääni. Sisällä olevat työnsivät syntyneeseen reikään haalarit purkauksen hillitsemiseksi, mutta purkaus imaisi ne mukanaan. Työ keskeytettiin hetkeksi, mutta kun asemamestari oli vielä varmistanut maista, että työtä uskaltaa jatkaa, sitä jatkettiin⁸⁵. Leikkaus osui ensin hieman sopimattomaan kohtaan palkin kohdalle, mutta sitten sisällä olevat ryhtyivät näyttämään muovitikulla leikkaussuuntaa, jolloin työ eteni nopeasti⁸⁶. Kun pohjalevyn pala saatiin kokonaan irti, se sinkoutui korkealle ilmaan ja lensi mereen⁸⁷.

Tehdystä aukosta tuli ensin ulos yliperämies ja sitten konepäällikkö⁸⁸. Heidät vietiin helikopterilla OH-HVF merivartioasemalle ja sieltä ambulanssilla Hangon terveyskeskukseen, missä he joutuivat olemaan muutamia päiviä tarkkailtavina.

6.2. Onnettomuuden uhrien etsinnät

Jo ensimmäisissä etsintäsukelluksissa kävi ilmi, että Finnin komentosiltatorni oli katkennut useammaksi pahoin ruhjoutuneeksi osaksi. Uhreja saattoi olla näissä osissa. Tämän vuoksi päätettiin, että aluksen sisätilat tutkitaan sukeltamalla siinä laajuudessa kuin se on mahdollista. Komentosiltatornin irronneet osat päätettiin tutkia sukeltamalla ja nostaa ylös uhrien löytämiseksi sekä erilaisten mittarien ja muiden laitteiden tutkimiseksi.

Uhrien etsinnöistä vastasi Hangon poliisilaitos. Uhrien kuolemansyyn tutkinnan poliisille kuuluvasta osasta huolehti keskusrikospoliisi. Onnettomuuden syyn tutkinta taas kuului tutkintalautakunnalle. Ensimmäisinä päivinä onnettomuuden jälkeen piti aluksesta tulevia öljyvuotoja torjua ja öljyvahinkojen laajenemisen uhkaa torjua tukkimalla todettuja ja mahdollisia vuotokohtia. Vastuu öljyntorjunnasta oli Hangon palolaitoksella.

Eri tehtävät vaativat runsaasti sukellustöitä. Näiden tehokkaaksi suorittamiseksi viranomaiset sopivat, että tutkintalautakunnan sukellusasiantuntija Mauno Kaivo toimii sukellustöiden koordinaattorina.

Tuuli esti etsintäsukellukset kokonaan 28 - 30.12.1990. Helsingin laivastoaseman sukeltajat pääsivät jatkamaan sukelluksia yhdessä sukelluskoordinaattorin kanssa 31.12.1990 ja niitä jatkettiin säiden salliessa 7.1.1991 saakka.

Paikalliset ammattisukeltajat huolehtivat sukellustöistä 9.1.1991 ja tämän jälkeen käytettävissä olivat 14.1.1991 saakka merivoimien miehittämän öljyntorjunta-alus Hallin sukeltajat.

Rannikkolaivaston sukeltajajoukkue Turusta ja emälaiva Pansio olivat sukellustöissä 14.1 - 18.1.1991. Paikalle saapui 17.1.1991 myös merivoimien kaapelialus Putsaari, jolla oli kolme sukeltajaa ja joka pystyi myös Finn-Balticin osien nostotöihin.

Tutkintalautakunta palkkasi töihin 27.1 - 27.2.1991 väliseksi ajaksi Kotkasta olevan hinaaja Teklan miehistöineen, joka suoritti sukellustöitä ja esineiden nostamista merestä.

Merivoimien sukeltajakurssi, jonka muodosti kuusi kantahenkilöstöön kuuluvaa kouluttajaa ja 21 varusmiestä suoritti onnettomuusalueella ruutu- ja kehäetsintää 20 - 23.5.1991.

Hangossa turisteille sukellusmatkoja järjestänyt sukellusvene Sub Nicolas oli 24.5. ja 31.5.1991 kumpanakin päivänä kuusi tuntia tutkintalautakunnan käytössä. Sukellusveneellä tehtiin etsintäsukelluksia Finn-Balticin ajalehtimisreitillä.

Merivoimat piti onnettomuusalueella 12 - 13.6.1991 kantahenkilöstöön kuuluville sukeltajille etsintäharjoituksen.

Merivoimien sukeltajakurssi suoritettiin jälleen 15 - 18.7.1991 välisenä aikana koulutusohjelman mukaista ruutu- ja kehäetsintää ajelehtimisreitillä.

Viimeinen sukellusoperaatio onnettomuusalueella tehtiin 23 - 26.9.1991, jolloin sukeltamassa oli merivoimien sukeltajakouluttajakurssi (neljä kouluttajaa ja 12 koulutettavaa). Paikalla oli myös Rannikkolaivaston tutkimusalus Isku vedenalaisine etsintälaitteineen⁸⁹.

Hangon Rannikkopatteristo ja Hangon merivartioasema tukivat sukellustöitä koko ajan antamalla käytettäväksi henkilöstöä, aluksia ja kalustoa. Lisäksi sukellustöissä käytettiin apuna vartiolaiva Tursaksen ja öljyntorjunta-alus Hallin vedenalaisia etsintälaitteita.

Onnettomuudessa surmansa saaneet löydettiin seuraavasti:

* I konemestari [REDACTED] 1.1.1991 etsintäsukelluksissa pahoin ruhjoutuneesta Finnin toimistosta.

* Kokki-stuertti [REDACTED] 4.1.1991 etsintäsukelluksissa Finnin sisältä porraskuilusta.

* Pursimies [REDACTED] ja sähkömies [REDACTED] 1.2.1991 Finn-Balticin kääntämisen jälkeen. [REDACTED] löydettiin oman hyttinsä suihkuhuoneesta ja [REDACTED] messiosaston yhteydessä olevasta varustamohytistä.

* I perämies [REDACTED] 18.2.1991 etsintä- ja aluksen osien nostosukellusten yhteydessä laitehuoneen jäännöksistä.

* Päälikkö [REDACTED] 24.5.1991 sukellusvene Sub Nicolasilla suoritettun etsintäsukelluksen yhteydessä pohjasta Finn-Balticin ajelehtimisreitiltä noin 400 metriä kaatumispaikasta pohjoiseen.

* Luotsi [REDACTED] 13.6.1991 merivoimien sukeltajien suorittamissa etsintäsukelluksissa pohjasta Finn-Balticin ajelehtimisreitiltä.

Kansikorjausmies [REDACTED] on yhä kadoksissa.

6.3. Öljyntorjunta

Alusyhdistelmän kaaduttua siitä pääsi välittömästi mereen öljyä lähinnä ilmaputkien kautta. Ennen kuin öljyntorjuntatoimiin päästiin, öljyä ehti ajautua rantaan. Välittömästi onnettomuuden jälkeen aloitettu öljyntorjuntatyö oli vaikeata kovan merenkäynnin ja tuulen takia.

Onnettomuuden jälkeen kumollaan olevasta aluksesta tuli öljyä jatkuvasti. Öljyn oletettiin pääsevän öljytankkien ilmaputkista. Vuodot yritettiin estää tukkimalla puukiiloilla ja pres-sususeilla sellaiset ilmaputket, joihin torjujat pääsivät käsiksi⁹⁰.

Alus ympäröitiin aluksi raskaalla meripuomilla (Expandi), mutta kovan merenkäynnin vuoksi puomi ei pysynyt paikallaan eikä pystynyt estämään öljyn pääsyä rannoille. Puomit vaihdettiin järeämpiin. Nämäkään puomit eivät kuitenkaan pysyneet paikallaan vaan niitä jouduttiin päivittäin ankuroimaan. Puomia siirrettäessä öljyä pääsi aina kulkeutumaan ran-nalle⁹¹.

Alus jouduttiin turvallisuussyistä siirtämään suojaan Ryssön saaren luo, vaikka alue onkin lintujen suojelualue ja siellä on toiminnassa oleva kalanviljelylaitos. Alus oli siirron ajan puomitettuna. Siirron jälkeen se ympäröitiin uudelleen kokonaan puomeilla, mutta puomi-tuksen tehoa vähensi edelleen kova merenkäynti. Puomirajauksen epäonnistuminen johti jatkuvaan torjuntatyöhön. Öljyä kerättiin vedenpinnalta jatkuvasti keräilyaluksiin.

Aluksesta vuotanutta öljyä yritettiin poistaa myös sen jälkeen, kun se oli hinattu kääntöpai-kalleen Tulliniemen edustalle. Öljyä tiedettiin olevan erityisesti puskija Finnin konehuo-neessa. Talvisen ankarat olosuhteet ja merenkäynti sekä aluksen rakenne estivät kuitenkin konehuoneen tyhjentämisen. Sen sijaan puskijan ja proomun välissä ollutta öljyä saatiin poistettua jo merellä.

Kääntöyritysten yhteydessä aluksesta vuoti jatkuvasti öljyä. Aluksen öljytankkeja ei ollut tyhjennetty ennen kääntöyrityksiä, mutta kaikin mahdollisin keinoin oli pyritty varmistu-maan, ettei öljyä pääsis mereen.

Kääntöyritysten aikana öljyä kerättiin useammalla öljyntorjunta-aluksella. Paikalla olivat valtion iso 60 metrin pituinen itsenäisesti öljyä keräävä torjunta-alus Halli, samoin itse-näisesti öljyä keräävä 24 metrin pituinen Oili 1 sekä Hangon kaupungin palolaitoksen öljyntorjuntaveneet, 15-metrinen itsenäisesti öljyä keräävä F-luokan alus ja 14-metrinen F-luokan alus ja lisäksi muita pienempiä yhteysaluksia. Torjuntatyö oli vaativaa, vaikka kään-tämisen yhteydessä tapahtuvaan öljyntorjuntaan voitiinkin varautua ennakolta. Operaatiota vaikeutti talviolosuhteiden lisäksi se, että osa toiminnasta tapahtui pimeänä aikana. Vai-keuksista huolimatta öljyntorjunta onnistui hyvin ja rantaan pääsi vain vähäinen määrä öljyä.

Torjuntatyön aikana öljyä kerättiin talteen kaikkiaan noin 35 tonnia. Kevällä 1991 puhdistettiin vielä Hangon kaupungin rantoja muun muassa keräämällä öljyyntyntä hiekkaa.

Öljyvahingon torjuntatyöstä Hangon kaupungille aiheutuneet kustannukset olivat yhteensä noin 1,3 miljoonaa markkaa, jonka öljysuojarahasto on kokonaan korvannut Hangon kaupungille, koska Finn-Balticin laivanisännistöyhtiöiden hallintoa hoitava FG-Shipping oli ilmoittanut torjuntatyön alkuvaiheissa Hangon kaupungille, että öljyvahinkojen torjuntakustannuksia ei korvata ennen kuin kokonaiskustannukset ovat selvillä. Valtiolle aiheutuneet kustannukset torjuntatyöstä olivat yhteensä noin 650.000 mk⁹².

7. MALMBERGET A FINES - RIKASTEEN TUOTANTO MALMIVAA- RASSA JA LASTAUS LAIVOIHIN LUULAJASSA

7.1. Mitä *Malmberget A Fines*-rikaste on?

Malmberget A Fines (MAF) on fosforipitoisuudeltaan alhainen rautarikaste. Valmiissa rikasteessa on 96,1 % magnetiittia (Fe_3O_4) ja 1,7 % hematitiittia (Fe_2O_3). Loppuosa on erilaisia metallioksidgeja. MAF:n rautapitoisuus on 70,7 %¹.

Valmistajan ilmoittama toimituskosteus on 3,5 %, kiintotiheys 5 t/m³ sekä tilavuuspaino 2,8 - 3,1 t/m³.

Sivulla 87 on mikroskooppikuva MAF-rikasteesta. Kuvan alla olevasta mitta-asteikosta saa kuvan rikasteen raekoosta.

7.2. Rikasteen tuotanto Malmivaarassa

MAF-rikaste valmistetaan LKAB:n Malmivaaran kaivoksen malmista. Jo kaivoksessa malmilohkareet murskataan läpimitaltaan noin 10 cm:n suuruisiksi kappaleiksi, jotka nostetaan maanpinnan lähellä oleviin kalliosiiloihin. Kalliosiiloista lohkarit siirretään hienomurskaamoon ja jauhetaan siellä murskeeksi. Tämän jälkeen hienempi osa murskeesta erotetaan MAF-rikasteen raaka-aineeksi (FAR eli Fines Anriknings Rågods)².

Raaka-aineesta erotetaan ensin kiviaineksia magneettisesti aineen ollessa kuivaa. Erotettu rautapitoisempi osa hienojauhetaan, jonka jälkeen siihen lisätään vettä magneettista märkäerottelua varten. Märkäerottelun jälkeen MAF-rikaste on valmista³.

Valmis MAF-rikaste siirretään kuivausrummulle. Kuivausrumpu on halkaisijaltaan noin 1,5 metriä oleva vaakasuorassa pyörivä teräslieriö. Märkä rikaste leviää rummun pinnalle noin 10 cm. paksuiksi kerrokseksi. Rummun pinnassa on muovipohjainen siiviläkangas, jonka läpi rikasteessa oleva vesi imeytyy rummun sisälle voimakkaan imun ansiosta. Kun suurin osa vedestä on imeytynyt pois, rikaste putoaa rummulta kuljetushihnalle. Tämä kuljetushihna vie rikasteen lastaussiiloihin⁴.

Kuljetushihnalla matkalla lastaussiiloon on mittauspiste, jossa rikastenäyte siirtyy automaattisesti tiettyinä hetkinä näyteastiaan. Kosteuden määrittämistä varten näyte on otettu yleensä neljä kertaa vuorokaudessa. Näyte on otettu pieneen teräslaattikkoon, joka on sitten pantu tunnin ajaksi uuniin 105^o:n lämpötilaan. Laatikko on punnittu ennen uuniin panemista ja sieltä ottamisen jälkeen, jolloin painojen erotus on ilmaissut haihtuneen veden määrän ja rikasteen kosteus näytteenottohetkellä on voitu laskea⁵.

Myöhemmin, vuoden 1991 lopulla, kuljetushihnalle on asennettu jatkuvatoiminen kosteusmittari, joka ilmoittaa koko ajan hihnalla kulkevan rikasteen kosteuden ja tallentaa sen muistiin.

Lastaussiilot on louhittu peruskallioon. Niitä on kuusi ja jokainen vetää noin 2 000 tonnia rikastetta. Niiden halkaisija on noin 3 metriä ja korkeus noin 10 metriä. Seinät ovat louhinnan jäljiltä epätasaiset ja ne on ruiskubetonoitu. Kussakin siilossa on kaksi teräksistä pohjaluukkua. Siilojen alla on rautatietunneli, johon junanvaunut ajetaan. Kun vaunu on ajettu siilon kohdalle, pohjaluukut avataan, jolloin vaunu täyttyy.

Malmivaaran kaivoksella oli 12.10.1990 tulipalo, jossa malmikiveä kaivoksesta maan pinnalle kuljettava kuljetushihnajärjestelmä tuhoutui. Rikastamon toiminta keskeytyi tulipalon takia vuorokaudeksi, mutta tuotanto laski pitemmäksi ajaksi noin 40 %. Tämä johtui siitä, että malmikivi jouduttiin kuljettamaan maan pinnalle kuorma-autoilla. Kun tuotanto laski 40 %, mitään varastoja ei ehtinyt kertyä, vaan rikaste oli toimitettava 1 - 2 vuorokauden kuluessa valmistumisestaan Luulajaan laivattavaksi⁶. Tilanne oli tämä myös Finn-Balticin onnettomuuden aikana.

7.3. Rikasteen lastaus Luulajassa

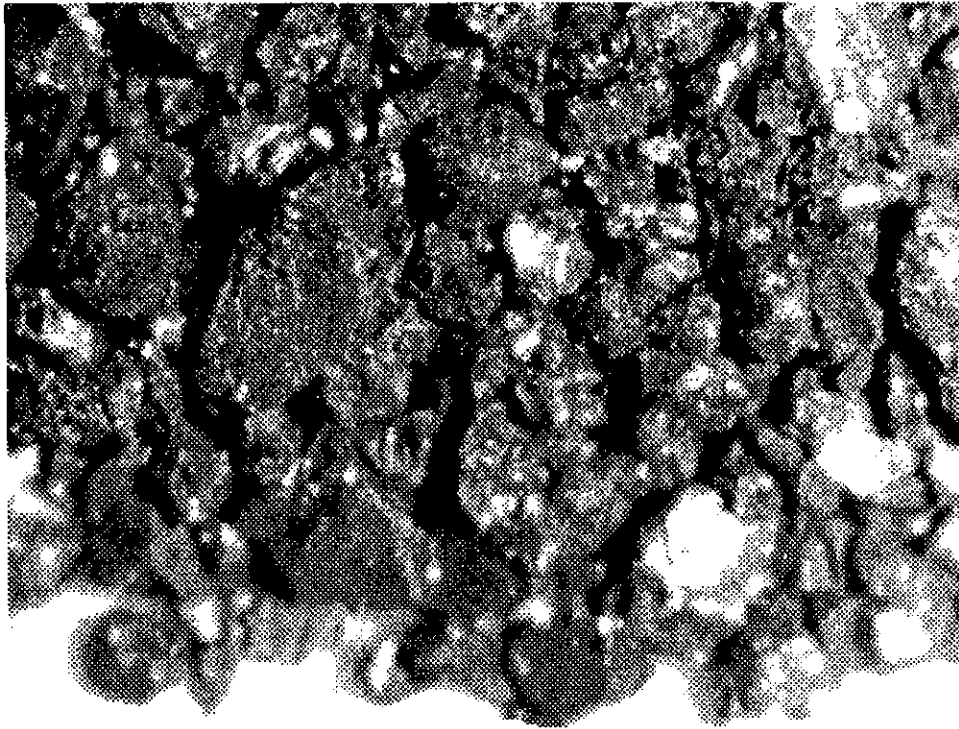
Luulajan malmisatama on LKAB-konserniin kuuluva itsenäinen tulosityksikkö, joka huolehtii Luulajassa LKAB:n tuotteiden varastoinnista ja lastauksesta laivoihin. Yleiskuva malmisatamasta ja sen laitteista on sivulla 88.

LKAB myy MAF-rikastetta laivalla kuljetettavaksi ehdolla Fob-Luulaja (Fob = free on board = vapaasti laivalla), jolloin riski tavaran tuhoutumisesta tai vahingoittumisesta siirtyy ostajalle, kun rikaste siirtyy Luulajan malmisataman lastauslaitteesta laivaan⁷.

Lastauksessa noudatetaan kansainvälisesti tunnettua OREVOY-vakiosopimusta, johon on tehty eräitä paikallisista oloista johtuvia muutoksia. OREVOY-sopimuksen ehdot määräävät muun muassa milloin rikastetta noutamaan tulevan laivan on ilmoitettava tulostaan ja milloin lastaus tapahtuu⁸.

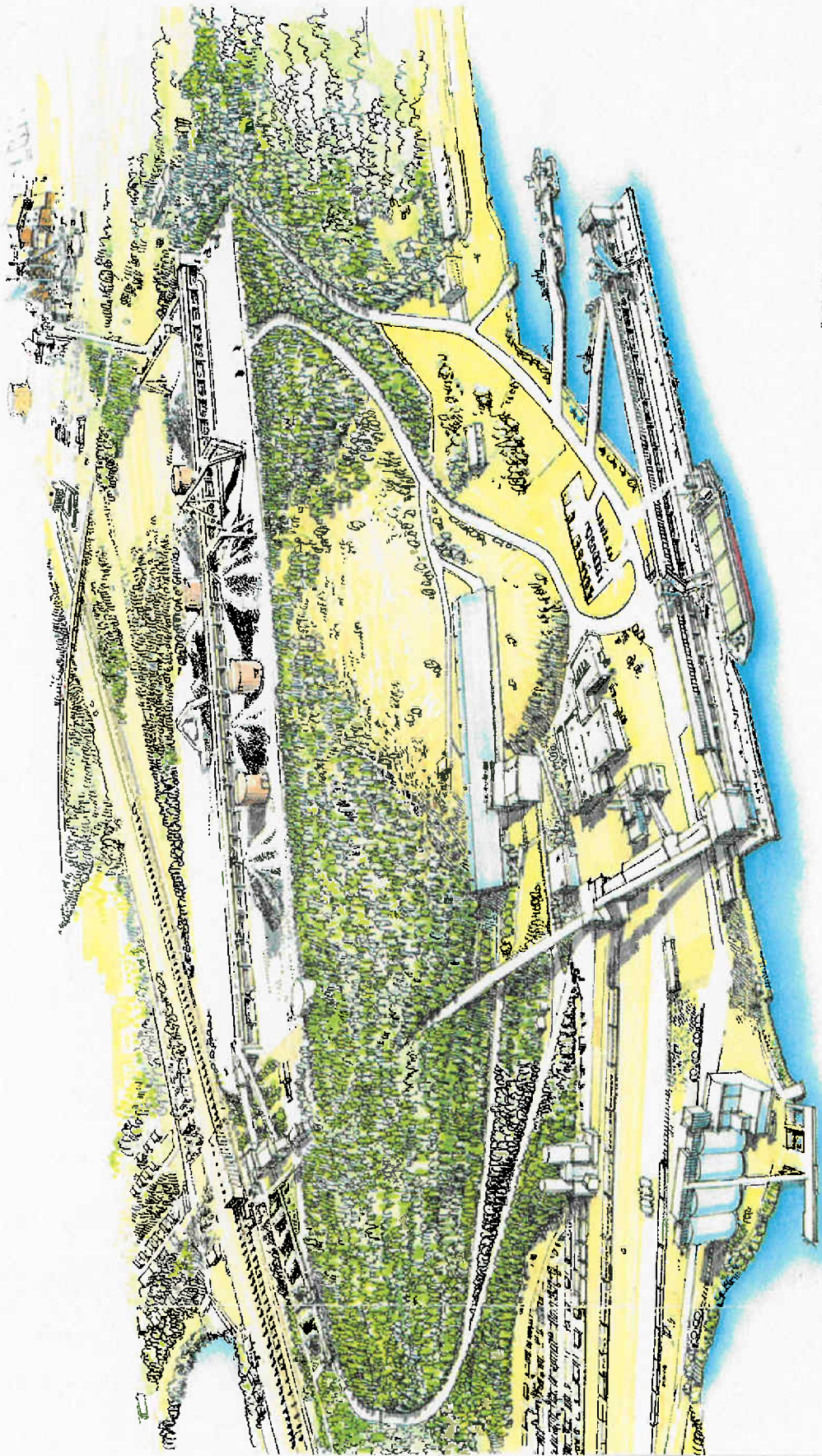
MAF-rikaste tuodaan Luulajaan Malmivaaran kaivoksen rikastamosta junalla. Jos rikaste välivarastoidaan Luulajassa, se pudotetaan junanvaunusta kuljetushihnalle. Varastoalueella on neljä siiloa, joihin rikaste ensi sijassa pyritään sijoittamaan, koska avovarasointi aiheuttaa pölyhaittoja ympäristölle. Jos siilot ovat täynnä, rikaste sijoitetaan ulos jollekin varastokentän varastopaikoista.

Kun rikasteen lastaus laivaan alkaa, rikaste valuu siilon tai ulkovarastopaikan pohjaluu-



0 mm 1 2 3 4

Mikroskooppikuva MAF-rikasteesta



Julkaistaan LKAB:n tuvalla

Yleiskuva Luulajan malmisatamasta

kusta suoraan kuljetushihnalle. Suoraan junasta laivaan menevä rikaste pudotetaan vau-
nusta hihnalle. Ennen laivaan lastaamista rikaste punnitaan ja siitä otetaan tarvittavat
näytteet⁹.

Rikaste pudotetaan laivaan tai proomuun lastauselevaattorista. Kuljetushihnan nopeutta
säättämällä rikastetta voidaan "heittää" aluksen leveyssuunnassa lähemmäksi tai kauem-
maksi. Niinpä lastauslaitteella oli helppo lastata rikaste Finnpusku-järjestelmän proomui-
hin poikittaisiksi harjanteiksi¹⁰.

Laivan puolesta lastausta valvova, laivan päällystöön kuuluva henkilö antaa ennen las-
tauksen aloittamista LKAB:lle lastaussuunnitelman. Suunitelma annetaan yhtiön pun-
nitsijalle, joka johtaa lastaustyötä LKAB:n puolesta laivan kannella tai proomussa. Las-
tattavan aluksen edustaja on myös jatkuvasti yhteydessä lastauslaitteen käyttäjään antaen
ohjeita muun muassa kasojen muodostamisesta aluksen lastitiloihin¹¹.

Finnpusku-järjestelmän puskijoilla on käytössä keskeytymätön merivahti. Kun puskija
antaa proomun lastattavaksi jääden itse paikalle, lastausta valvoo sillä hetkellä vahtivuo-
rossa oleva, päällystöön kuuluva henkilö¹². Järjestelmä poikkeaa tältä osin suomalaises-
sa kauppalaivastossa yleisestä järjestelmästä, jossa yliperämies on ensisijainen lastauksen
valvoja. Puskijoiden perämiehillä on yleensä merikapteenin koulutus.

Finnpusku-järjestelmän proomujen lastauksessa meneteltiin tuohon aikaan joskus myös
niin, että puskija jätti Luulajaan tyhjän proomun ja jatkoi pian matkaansa toisen proomun
kanssa. Tyhjä proomu lastattiin valmiiksi ja jätettiin odottamaan seuraavaa Luulajaan
saapuvaa puskijaa. Tällä tavalla toimittaessa laivanpäällystön suorittama lastauksen
suunnittelu ja valvonta jäi pois ja heidän työnsä rajoittui vain valmiin lastin tarkas-
tamiseen ja hyväksymiseen. Luulajassa on erityinen "talonmies", joka hoitaa sopimuksen
perusteella erilaisia tehtäviä sekä JIT-Transin että FG-Shippingin lukuun. Sopimuksessa
talonmiehelle ei kuitenkaan ole siirretty aluksen päällystölle kuuluvaa lastauksen valvon-
taa. FG-Shippingin lukuun talonmies huolehtii proomujen teknisen kunnon valvonnasta.
JIT-Transin lukuun hän huolehtii muun muassa proomun trimmauksesta lastauksen aika-
na ja sen jälkeen niin, että proomu voidaan kytkeä puskijaan. Hän huolehtii myös paino-
lastiveden pumppauksesta satamassa¹³. Talonmiehen tehtäviä hoitaa Norr Hamnservice
Aktiebolaget-niminen osakeyhtiö, jonka omistaja-toimitusjohtaja on merikapteeni.

7.4. Lastausta koskevat määräykset

Irtolastien kuljetusta varten on ohjeita Yhdistyneiden Kansakuntien alaisen Kansainvälisen Merenkulkujärjestön, IMO:n (International Maritime Organization) irtolastikoodissa "Code on Safe Practice for Solid Bulk Cargoes". Koodi on muodollisesti suositus ja se on kirjoitettu käsikirjan muotoon.

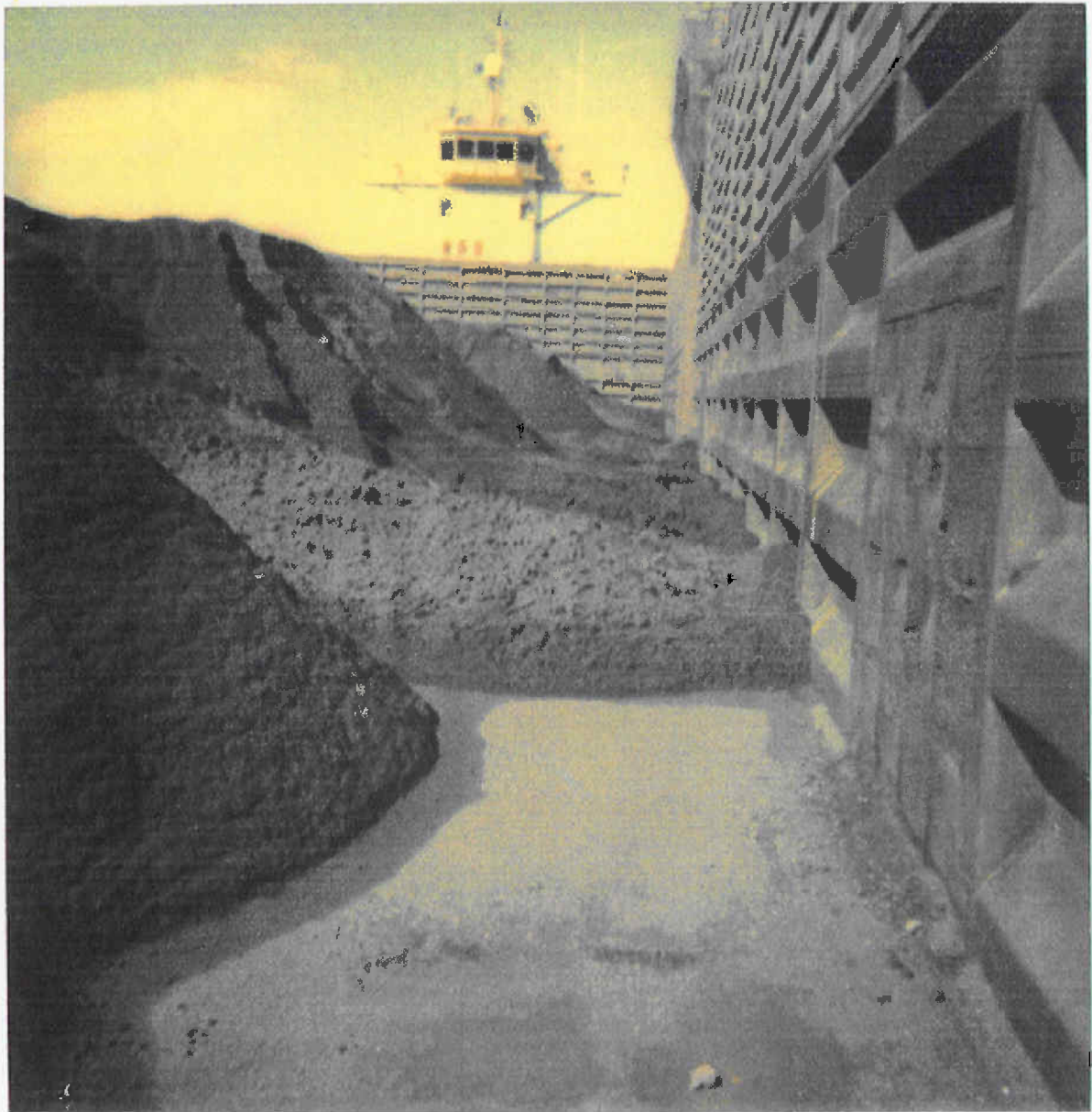
Merenkukkuhallitus on suosittanut koodin ohjeiden noudattamista suomalaisilla aluksilla ja Suomen satamissa, viimeksi kiertokirjeellään 4/90 31.1.1990.

Vaikka koodi onkin vain suositus, niin on otettava huomioon, että sen julkaisijana on valtioiden välinen järjestö ja sen laadintaan on osallistunut asiantuntijoita maailman johtavista merenkulku- ja raaka-aineviejämaista. Sen ohjeet perustuvat laajaan käytännön kokemukseen ja hyvään merimiestapaan.

Suomessa on voimassa asetus eräiden tavarain ja elävien eläinten kuljetuksesta aluksessa (455/58). Asetuksen aihepiiri on, kuten asetuksen nimestä käy ilmi, hieman sekava, mutta se sisältää säännöksiä muun muassa malmin kuljetuksesta. Säännökset ovat lyhyitä ja ylimalkaisia, mutta ne tukevat esimerkiksi malmin osalta ylempänä mainitun IMO:n koodin tarkempia ohjeita.

Asetusta sovelletaan suomalaiseen kauppa-alukseen muussa kuin sisävesi- ja sisäsaariliikenteessä sekä suomalaisessa satamassa lastaavaan ulkolaiseen kauppa-alukseen, jollei kansainvälisistä yleissopimuksista muuta johdu.

Asetuksen 11 §:n 2 momentissa säädetään, että "murskattua tai jauhattua malmia lastattaessa on lastin pinta tarpeen vaatiessa tasoitettava aluksen sivusta sivuun. Milloin malmin raesuuruuden, kosteuspitoisuuden tai muiden ominaisuuksien voidaan otaksua ilmeisesti aiheuttavan lastin siirtymistä matkalla, on lastisuojaan aluksen keskitasoon rakennettava luja ja hyvin tuettu tukiseinämä, joka ulottuu lastisuojan pohjasta riittävän korkealle lastin pinnan yläpuolelle".



Luulaja - Oxelösund 5-7/8-90
Tasku

Proomu TASKUn lastin reunojen sortuminen matkalla Luulajasta
Oxelösundiin 5-7/8 1990.

8. LASTIONGELMAT KULJETETTAESSA RAUTARIKASTETTA PUSKUPROOMUILLA

8.1. Lastien sortumiset 1987 - 90

Tutkimuksissa on käynyt ilmi, että kuljetettaessa Malmberget A Fines-rautarikastetta puskuproomuilla Luulajasta Suomen ja Ruotsin satamiin on tapahtunut useita lastien sortumisia ja liettymisiä.

Ensimmäinen tiedossa oleva lastin liettyminen tapahtui jo pian puskija Rautaruukin sekä kahden ensimmäisen proomun käyttöönoton jälkeen. Luulajasta vietiin koemielessä yksi MAF-rikastelasti Koverhariin hyvin huonon sään vallitessa. Tuulta oli matkalla vähintään 21 m/s ja satoi. Perillä rikastekasan reunojen havaittiin liettyneen ja jäljistä päätellen valuneen vähäisessä määrin mereen. Pahiten lasti oli kastunut lastitilan keulapäässä noin 20 metrin matkalla. Jo tuolloin todettiin, että roiskevettä lentää eniten lastitilan keulapään ja rampin väliselle alueelle¹.

Seuraava tiedossa oleva sortuma tapahtui 15 - 17.1.1988 puskija Finnin ja proomu Boardin ollessa matkalla Luulajasta Koverhariin. Hieman ennen Koverhariin saapumista todettiin, että alusyhdistelmä oli hieman kallellaan oikealle. Rikastelasti oli liettynyt matkalla valuen proomun laidoille. Proomu oikaistiin painolastilla. Koko matkan ajan oli ollut tyyntä ja poutaista².

Puskija Rautaruukin työntämän proomu Boardin lasti sortui 22 - 24.9.1989 matkalla Luulajasta Koverhariin. Lasti sortui rampista keulaan päin olevista kasoista sekä kahdesta perimmäisestä kasasta. Sortuma aiheutti 3 - 4 asteen kallistuman oikealle. Sää oli matkan aikana sumuinen. Tuulen suunta vaihteli etelän ja lännen väliltä ja sen nopeus oli 4 - 6 metriä sekunnissa. Aluksen nopeus oli keskimäärin 10 solmua. LKAB oli ilmoittanut lastin kosteusprosentin olevan 3,2 %³.

Huhti- ja toukokuussa 1990 tapahtui neljä eri lastin sortumista Raahen satamassa. Näistä ensimmäinen tapahtui 1.4.1990, kun proomu Kallan lastia purettiin. Vajaa kuukausi myöhemmin sattui proomuja purettaessa peräkkäisinä päivinä kaksi sortumaa. Proomu Taskun lastista sortui 24.4.1990 puolet ja seuraavana päivänä sortui yksi kasa proomu Balticin lastista. Viimeinen mainituista neljästä sortumasta tapahtui 16.5.1990⁴.

Puskija Finn saapui 28.5.1990 Luulajaan, jossa proomu Tasku oli valmiina odottamassa MAF-lastissa. Finnin silloinen päällikkö totesi proomun olevan kallistuneena neljä astetta vasempaan lastin siirtymisen vuoksi. Hän teki varustamon kehotuksesta LKAB:lle meri-

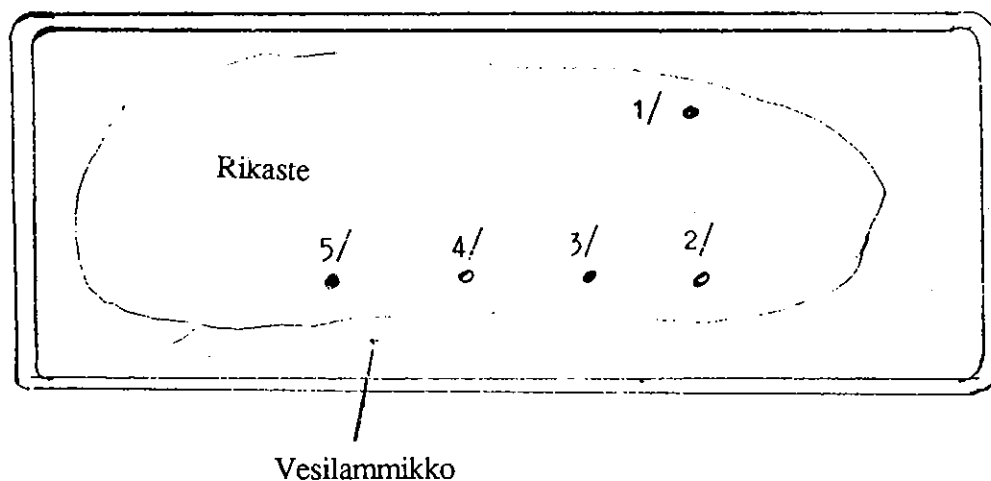
protestin. Hän kieltäytyi myös viemästä lastia alkuperäisen suunnitelman mukaisesti Tukholman eteläpuolelle Oxelösundiin, mutta suostui viemään sen Raahen. Rikaste ei tällä kertaa ollut lastitilassa poikittaisina harjanteina vaan kolmena suurena kekona. Kaikki keot olivat sortuneet jo Luulajassa⁵.

Myös kaksi päivää myöhemmin eli 30.5.1990 proomu Kallan MAF-lasti oli liettynyt Luulajan satamassa. Proomua noutamaan tulleen puskiija Finnin päällikkö teki jälleen meriprotestin ja vei lastin Oxelösundin sijasta Raahen⁶.

Lapis II-niminen proomu kallistui hieman ennen juhannusta Koverharin satamassa purkauksen alkuvaiheissa. Kallistuma syntyi proomua hinanneen hinaajan päällikön kertoman mukaan (hän ei ollut tapahtumahetkellä paikalla, mutta sai tiedot purkajien kertomana) sen vuoksi, että purkaminen aloitettiin virheellisesti lastitilan reunalta. Proomu saatiin oikenemaan itsestään, kun purkamista jatkettiin tasapainosta huolehtien. Mainittu hinaajan päällikkö on kertonut, että lastista valui merellä oltaessa vettä vaikka lastitilaan ei matkan aikana mennyt sade- tai roiskevettä⁷.

Heinäkuun lopussa tapahtui Raahen satamassa jälleen proomun kallistuminen juuri ennen purkauksen alkua⁸.

Rikastelasti, joka kuljetettiin Finnin työntämällä proomu Taskulla Luulajasta Oxelösundiin 5 - 7.8.1990 mutautui matkalla pahoin. Lastin kosteus mitattiin Oxelösundissa alla olevassa kuvassa olevista mittauspisteistä. Pisteessä 2 kosteus oli 6,1 % ja pisteessä 3 peräti 7,0 %. Kaikkien viiden mittauspisteen tulosten keskiarvo oli 4,7 %. Lastista Oxelösundin satamassa otettu Polaroid-kuva on sivulla 91⁹.



8.2. Lastiongelmien aiheuttamat toimenpiteet

Finnin silloinen päällikkö ilmoitti tammikuussa 1988 tapahtuneesta lastin sortumisesta kirjallisesti varustamolle. Hän vaati, että LKAB:lle on tehtävä selväksi, että liian suuren kosteuspitoisuuden omaavaa malmia, joka liettyy, ei voida kuljettaa¹⁰. Myös Koverharin lähellä syyskuussa 1989 tapahtuneesta sortumasta teki puskiyan päällikkö kirjallisen ilmoituksen varustamolle¹¹.

Viimeksi mainitun ilmoituksen perusteella varustamon turvallisuuspäällikkö lähetti 4.10.1989 lastin laivaajalle, JIT-Transille, kirjeen, jossa hän viittasi edellä mainittuihin kahteen lastin sortumiseen. Hän katsoi, että kysymyksessä oli todennäköisesti rikasteen liian suuri kosteusprosentti, jonka johdosta lasti liejuuntuu ja muuttuu herkästi siirtyväksi. Turvallisuuspäällikkö edellytti lastin laivaajan ehdottomasti pitävän huolta siitä, ettei proomuihin lastata rikastetta, jonka kosteusprosentti ylittää turvallisen rajan¹².

Rautaruukki Oy:n Raahessa oleva tutkimuskeskus otatti jo tammikuussa 1988 sattuneen sortuman jälkeen rikastenäytteitä, mutta ne eivät tuoneet asiaan valaistusta. Raahen satamassa 1.4.1990 tapahtunut sortuminen aiheutti, että tutkimuskeskus aloitti tarkemmat tutkimukset sortumisen syistä. Myös laivaajana toiminut Rautaruukin tytäryhtiö JIT-Trans pyysi tällaista tutkimusta¹³.

Rautaruukki Oy:n tutkimuskeskuksen raportti valmistui 3.5.1990. Siinä todettiin, että sopivissa olosuhteissa kekoihin lastatulla MAF-rikasteella näyttää olevan taipumus liikkua lastiruumassa matkan aikana. Laivan tärinä saa aikaan kosteuden siirtymisen ruuman pohjalle. Suuri kosteus karkeahkon rikasteen kanssa muodostaa voitelevan liukupinnan, joka kuljettaa lastia hallitsemattomasti vapaata pohjapintaa pitkin. Loppujohtopäätöksenä esitettiin, että kasojen tasoittamisella voitaneen vähentää lastin liikkumisongelmia¹⁴.

FG-Shippingin käyttötoiminnan päällikkö oli saanut 25.4.1990 yhtiön turvallisuuspäälliköltä tiedon Raahessa saman kuun aikana tapahtuneista sortumisista. Tällöin hän päätti lähteä pian Luulajaan kokeillakseen lasteja fyysisesti ja neuvotellakseen asiasta LKAB:n ja JIT-Transin edustajien kanssa. Matka toteutui 16.5.1990¹⁵. FG-Shippingin edustajat saivat aikaisemmin mainitun Rautaruukki Oy:n tutkimuskeskuksen raportin 15.5.1990¹⁶.

Luulajassa pidettiin 16.5.1991 kokous, jossa olivat edustettuina JIT-Trans, FG-Shipping ja LKAB. Kokouksessa todettiin FG-Shippingin käyttötoiminnan päällikön muistutpanojen mukaan, että

* MAF-lasti tulee levittää siten, että minimoidaan entistä enemmän lastin sortumisen.

- * Jos kasat ovat matalia, painopiste laskee ja painovoimavesi jakautuu tasaisemmin.
- * Pintavedelle annetaan valumistilaa.
- * Kosteuskokeita tulisi ottaa välittömästi ennen lastausta sekä purkamisen yhteydessä.
- * LKAB:n kannalta on ongelmana se, että kuljettimen heittoparaabeli ei ylety proomun lastitilan laitaan, ellei hihnaa ajeta kovinta vauhtia¹⁷.

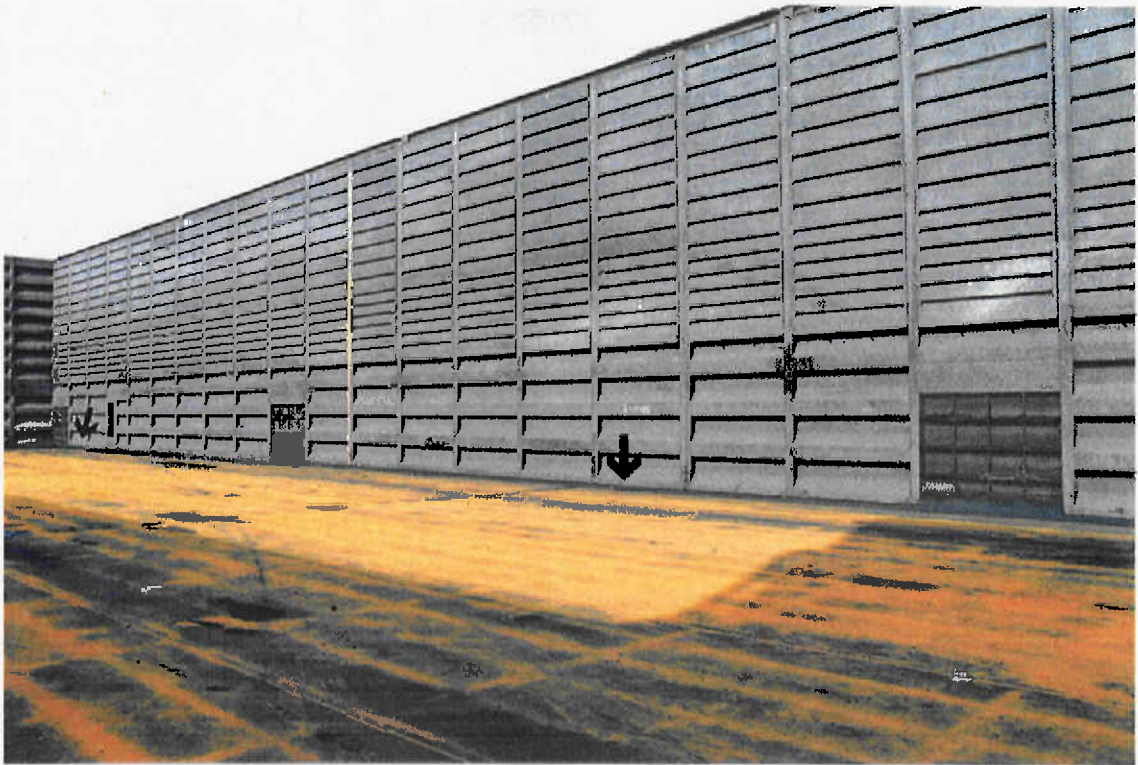
FG-Shippingin käyttötoiminnan päällikkö oli todennut satama-alueella tehdyn kiertokäynnin aikana, että välivarastoinnista satamassa oli luovuttu. MAF-rikaste tuli tuossa vaiheessa suoraan kaivoksen rikastuslaitoksesta 213 km:n matkan junalla satamaan. Se ajettiin junasta sataman siiloon, josta kuljetushihna-nosturijärjestelmä siirsi sen sitten alukseen. Joskus rikaste meni suoraan junasta kuljetushihnalle. Tämä kaikki merkitsi käyttötoiminnan päällikön mukaan sitä, että rikasteen valuma-aika oli minimoitu¹⁸.

Kotimatalla Luulajasta Helsinkiin FG-Shippingin käyttötoiminnan päällikkö ja turvallisuuspäällikkö kirjoittivat Luulajassa sovitun perusteella yhtiön aluksille annettavan lastausohjeen. Tämän 16.5.1990 päivätyn ohjeen mukaan MAF-rikaste tuli lastata poikittaisiksi harjanteiksi. Valuma-aukkojen kohdalle oli pyrittävä järjestämään välit. Sivuille oli jätettävä 30 cm:n levyinen vapaa valumatila¹⁹.

Puskuproomuilla kuljetettiin myös rikastepellettejä. Niistä todettiin, että ne tulee - kuten aikaisemminkin - lastata ja trimmata tasaisesti yli koko lastitilan²⁰.

Merikapteeni, joka toimi puskija Finnin päällikkönä lastin sortuessa 15 - 17.1.1988, otti pian uuden lastausohjeen antamisen jälkeen yhteyttä varustamoon. Hän ilmoitti, ettei hän voi hyväksyä ohjetta, koska nimenomaan MAF-rikasteen ja vastaavien osalta tilanne olisi muuttunut huonommaksi hänen käyttämäänsä lastaustapaan verrattuna. Mainittu päällikkö lastautti myös rikasteen poikittaisiksi harjanteiksi, mutta hän käytti lastitilan reunoilla vähintään yhden metrin vapaata valumatilaa lastausohjeen edellyttämän 30 cm:n levyisen tilan sijasta²¹. Hän kiinnitti vielä varustamolle lähettämässään 28.5.1990 päivätyssä kirjelmässä huomiota erinäisiin seikkoihin, jotka voivat estää malmin liettymistä²²:

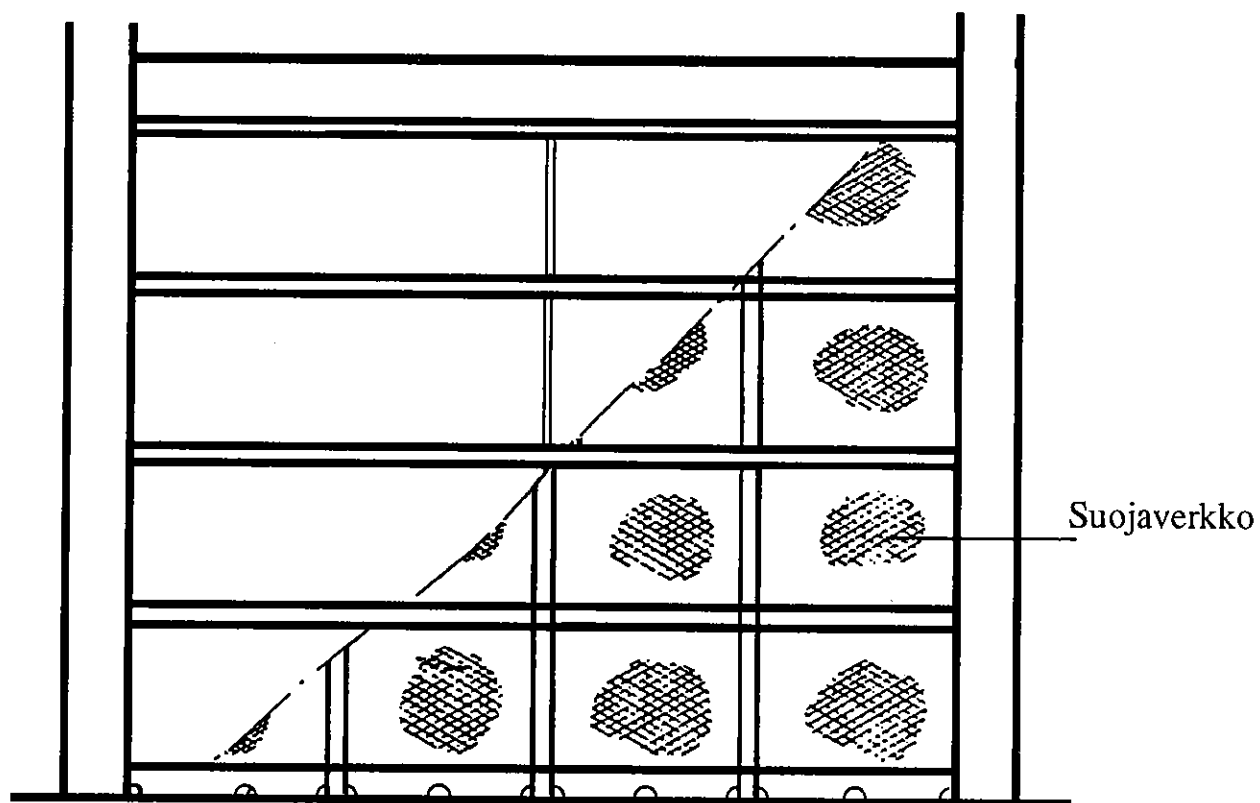
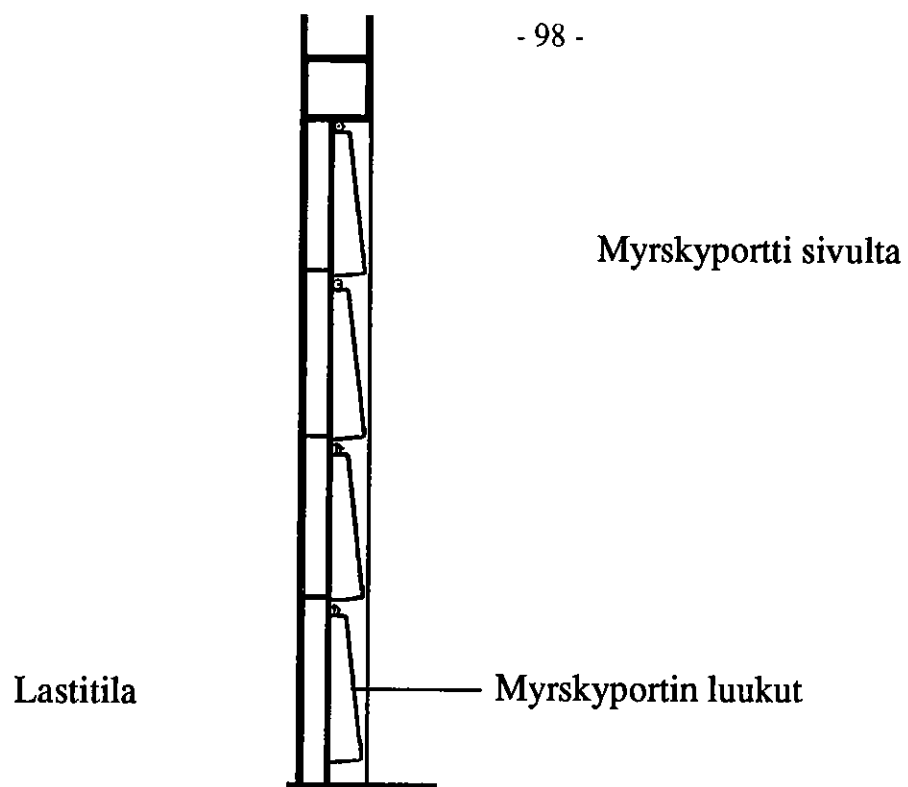
- * Malmi ei saa sisältää lastattaessa liikaa kosteutta.
- * Sadeveden on päästävä vapaasti pois laatikosta.



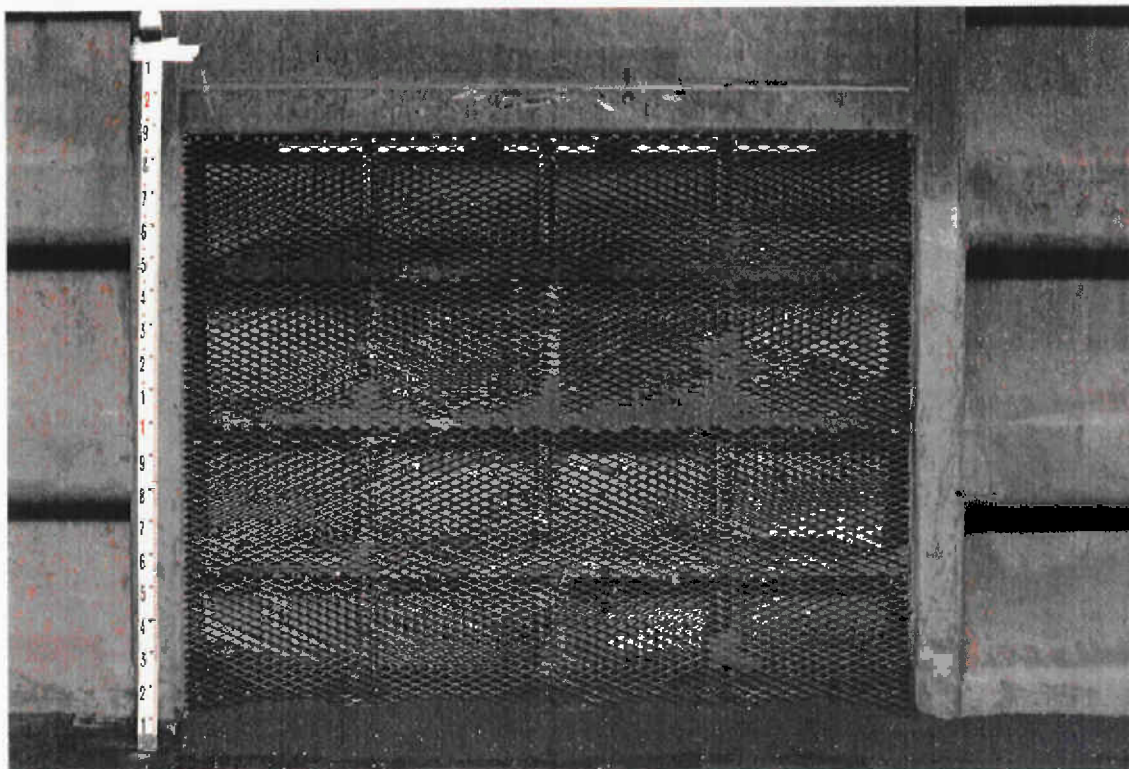
Proomun vasen laita lastausrampista taaksepäin. Kuvassa on kolme myrskyporttia ja kaksi spyykattia, joiden paikat on osoitettu nuolilla.



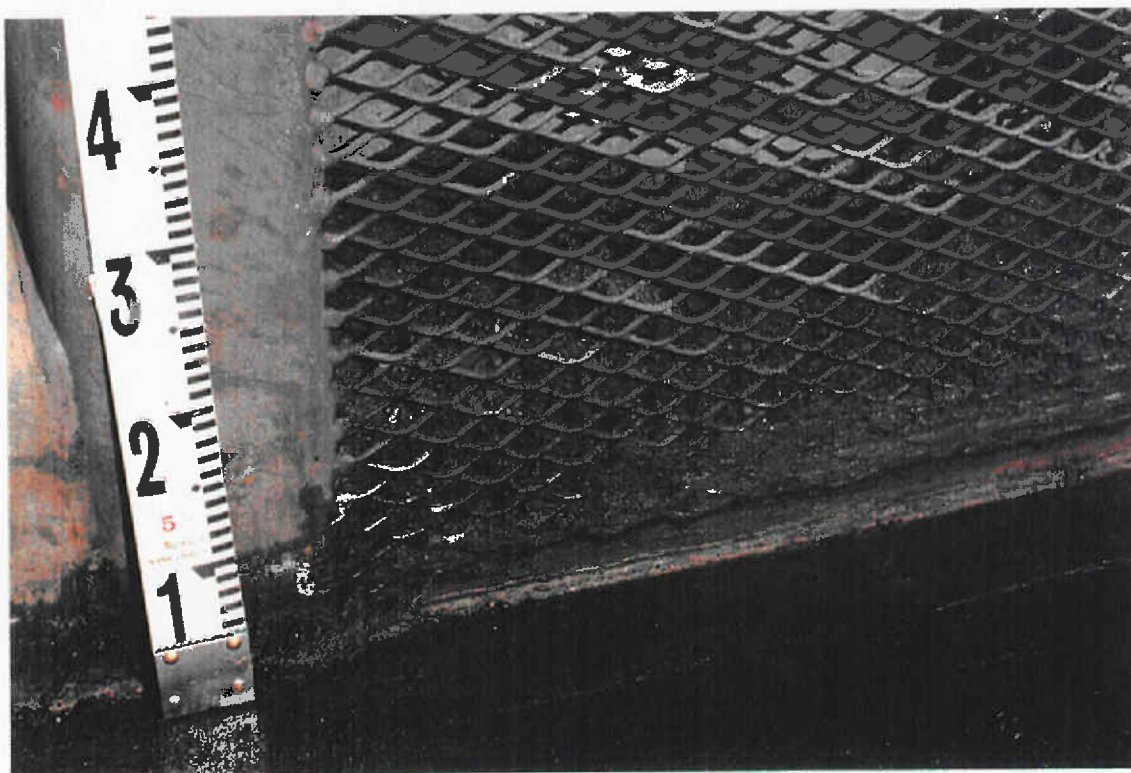
Proomun vasemman laidan takimmainen myrskyportti. Nuoli osoittaa lastitilan nurkassa olevan spyykatin paikan.



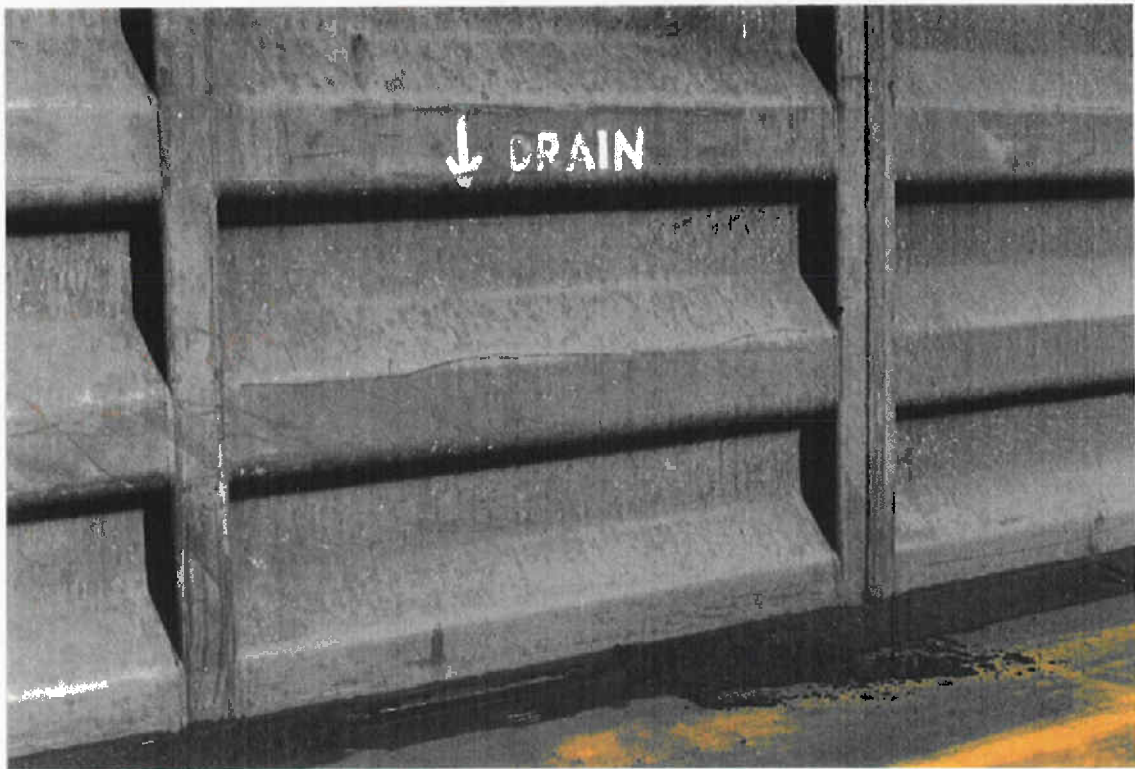
Leikkauskuva myrskyportista lastitilan puolelta.



Myrskyportti.



Myrskyportin alareuna.



Spyykatin paikka proomun lastitilan reunassa.



Spyykatti.

	22.	350
	21.	350
1.	20.	500
	19.	500
	18.	500
	17.	500
	16.	500
	15.	500
	14.	500
2.	13.	500
	12.	650
	11.	650
	10.	500
	9.	500
3.	24.	500
	23.	500
	8.	500
	7.	500
	6.	600
	5.	600
4.	4.	650
	3.	650
	2.	750
	1.	750

13000 T + 400 T
FOR TRIMMING

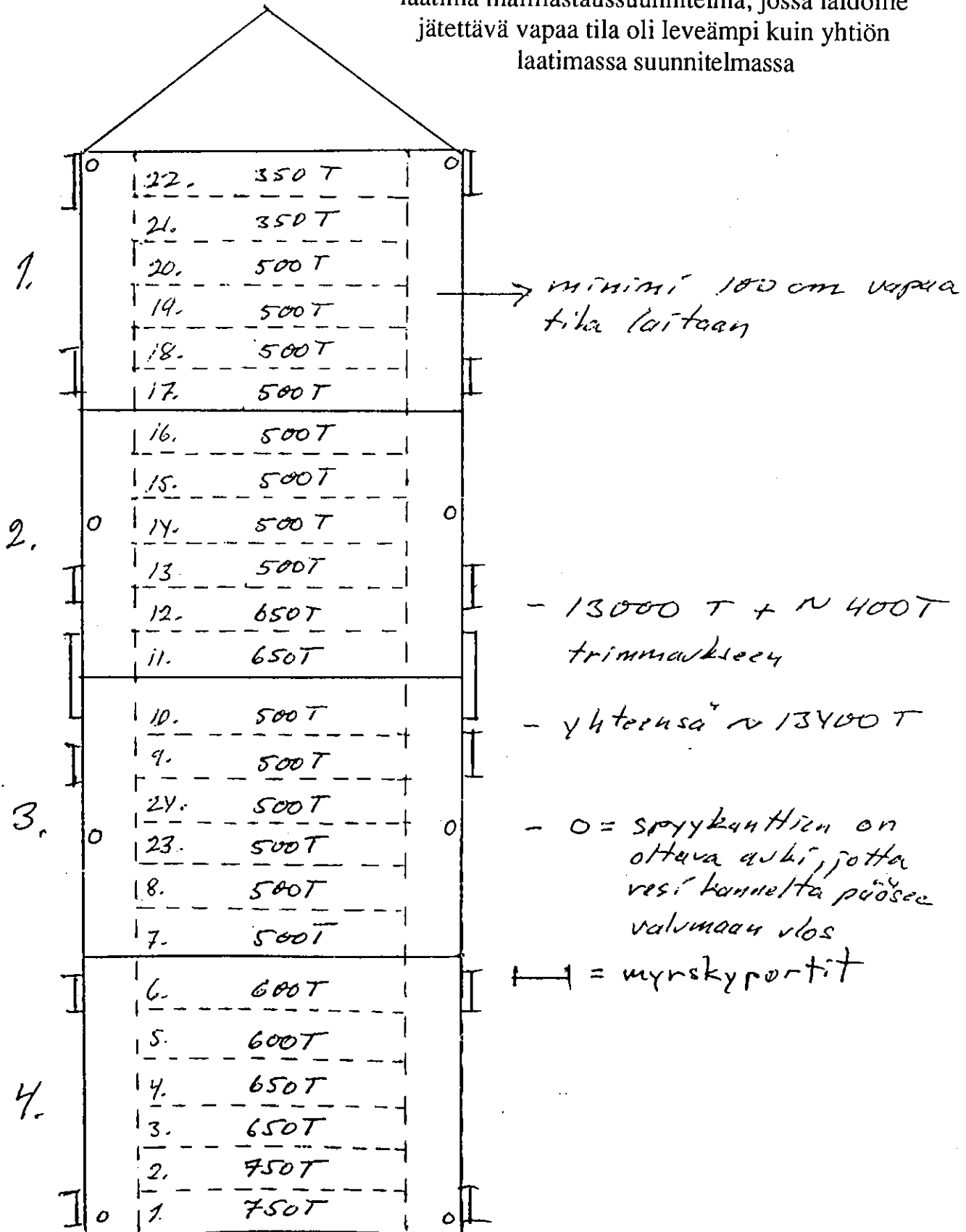
TOTAL ~ 13400 T

FG-Shippingin lastausohjeeseen 16.5.1990 sisältynyt
mallilastausuunnitelma

LASTIPLAANI LULEÄN MALMIN

LASTAAMISEKSI

Finnin päällikkönä toimineen merikapteenin laatima mallilastaussuunnitelma, jossa laidoille jätettävä vapaa tila oli leveämpi kuin yhtiön laatimassa suunnitelmassa



- * Merenkäynnissä yli tulevan veden on päästävä vapaasti pois laatikosta.
- * Siitä huolimatta, että harjanteet valuvat merenkäynnissä hiukan kohti laitoja, veden on päästävä vapaasti pois laatikosta eli valuma-aukkojen (spyykattien) on pysyttävä auki kaikissa olosuhteissa, koska myrskyporteissa on 8 cm korkea kynnyks (ks. kuvia s. 98 ja 99).

Varustamo ei muuttanut lastausohjetta päällikön kritiikin vuoksi, mutta käytännössä hänen ollessaan puski ja Finnin päällikkönä proomuun jätettiin hänen edellyttämänsä yli metrin levyinen valumatila²³. Varustamon oli sallittava päällikön pitää oma linjansa tässä kysymyksessä, koska merilain mukaan kysymyksen aluksen turvallisesta lastaustavasta ratkaisee viime kädessä päällikkö. Myös muut Finnin päälliköt seurasivat ainakin osittain kyseisen päällikön esimerkkiä.

Eri yrityksissä MAF-lastien kanssa tekemisissä olleet henkilöt olivat yleisesti sitä mieltä, että lastiongelmia johtuivat MAF-rikasteen liian suuresta kosteudesta jo lastattaessa²⁴. Keväällä 1990 proomut ryhdyttiin usein lastaamaan Luulajassa niin, että puski ei ollut lastattaessa vielä paikalla. Näin aluksen päällystön normaalisti suorittama lastauksen suunnittelu ja valvonta jäi pois. JIT-Trans ja FG-Shipping ryhtyivät toimenpiteisiin erityisen "talonmiehen" saamiseksi Luulajaan. Tämän tuli huolehtia proomun trimmauksesta lastauksen aikana ja jälkeen. Laivan päällystölle kuulunutta lastauksen valvonta-tehtävää hänelle kuitenkin nimenomaisesti annettu. Päätös talonmiehen valinnasta tehtiin Luulajassa 16.5.1990 pidetyn kokouksen yhteydessä²⁵. Onnettomuuslastin lastausta valvoi kuitenkin puski ja Rautaruukin yliperämies²⁶.

Kun edellä mainittu, lastausohjetta arvostellut Finnin päällikkö oli toukokuun 1990 lopussa kaksi kertaa kieltäytynyt viemästä MAF-rikasteella lastattua proomua Oxelösundiin lastin lietyttyä jo Luulajan satamassa ja toisaalta Rautaruukin tytäryhtiöllä JIT-Transilla oli sitova kuljetussopimus rikasteen toimittamisesta Oxelösundiin, Rautaruukissa huoletuttiin tilanteesta. Konsernin merikuljetusasiantuntija ryhtyikin tässä vaiheessa toimenpiteisiin lastien liettymisongelmien torjumiseksi²⁷.

Rautaruukin ja FG-Shippingin asiantuntijat neuvottelivat tilanteesta 4.6.1990. Tässä neuvottelussa pohdittiin aluksi eräitä teknillisiä ratkaisuja, jotka olisivat helpottaneet rikasteen kuljettamista siinäkin tapauksessa, että se on kostea. Tällaisia teknillisiä ratkaisuja olisivat olleet muun muassa erilaiset lastitilaan asetettavat välilapiot. Neuvottelun lopputulos oli kuitenkin, että kostea rikastetta ei voida hyväksyä²⁸.

Kesällä 1990 rikaste oli sekä Luulajassa että Raahessa tehtyjen havaintojen mukaan ilmeisesti varsin kuivaa. Kerran rikaste pölisi siinä määrin, että pöly vahingoitti proomun automatiikkaa²⁹.

Aikaisemmin mainittu, lastausohjetta arvostellut Finnin päällikkö oli päällikkönä myös 5 - 7.8.1990, jolloin proomu Taskun lasti liejuuntui pahoin matkalla Luulajasta Oxelösundiin. Hän lähetti valokuvia lastista JIT-Transille ja protestoi voimakkaasti malmin laattua³⁰. Hän kirjoitti:

"Asia on todella vakava ja sen hyssyttely on lopetettava. Mikäli JIT-Trans ei pikaisesti saa Luleån malmia laivauskelvolliseksi on meidän lopetettava koko malmin kuljetus."

Luulajassa pidettiin 29.8.1990 kokous, jossa olivat edustettuina Rautaruukki, JIT-Trans, Svenskt Stål AB (SSAB), LKAB, Oxelösundin satama, Hamnservice Norr ja FG-Shipping³¹. FG-Shippingin toisena edustajana oli lastaustavasta ja rikasteen kosteudesta kritiikkiä esittänyt puskija Finnin päällikkö. FG-Shipping halusi, että hän saisi esittää kritiikkinsä suoraan kaikille osapuolille³². Kokouksen esityslistalla oli myös kohta "MAF:n laatu, kosteus, proomujen lastaus, lastinsortumiset"³³.

Kokouksessa mainittu Finnin päällikkö totesi, että laivaväki voi hallita merimatkan aikana tulevan kosteuden, mutta ei tilannetta, jossa rikaste on ylikriittisen kosteaa jo lastattaessa. Hänen mielestään ei voida liioin hyväksyä proomun lastausta niin aikaisin, että se joutuu odottamaan puskijaa useita päiviä. Tämä antaa aikaa painovoimavesikerroksen muodostumiselle³⁴.

LKAB:n Luulajan malmisataman johtaja kertoi kokouksessa, että MAF-rikastetta oli vuosien 1989 ja 1990 taitteessa muutettu jonkin verran karkearakenteisemmaksi niin, että aine imee enemmän vettä eli se on vesihakuisempaa³⁵.

Myös useat Finn-Balticin onnettomuuden johdosta kuulustellut henkilöt ovat kertoneet, että MAF-rikasteen ominaisuudet muuttuivat jollakin tavoin vuodenvaihteen 1989 - 90 tienoilla³⁶. Rikaste oli niihin aikoihin tullut helpommin liettyväksi³⁷. Kun LKAB vastasi kirjeellään 19.4.1991 eräisiin tutkintalautakunnan yhtiölle esittämiin kysymyksiin, kirjeen liitteenä olleessa, rikasteiden ominaisuuksia kuvaavassa taulukossa oli merkintä "Ny MAF fr o m 1989-10". Tutkintalautakunnan tiedusteluun 3.6.1991 antamassaan vastauksessa yhtiö ilmoitti muuttaneensa ostajien toivomuksesta MAF-rikasteen raekokoa vuonna 1990. Uudessa MAF-rikasteessa karkeampien (läpimitaltaan yli 0,25 mm.) olevien hiukkasten määrä on lisääntynyt. Tämä toimenpide on parantanut rikasteen sintrausominaisuuksia³⁸.

Sintrauksessa hienojakoinen rikaste ja lisäaineet muutetaan polttamalla noin 1 300 asteen lämmössä huokoiseksi kiinteäksi kappaleeksi, joka murskataan ja laitetaan masuuniin. Sintraus on tarpeen masuunissa tapahtuvaan prosessiin olennaisesti kuuluvan kaasujen läpivirtauksen varmistamiseksi.

FG-Shipping sai tiedon MAF-rikasteen raekoon muuttumisesta mainitussa Luulajan kokouksessa. Yhtiön käyttötoiminnan johtaja on merkinnyt kokouksen aikana kynällä eri raekokojen osuuksia kuvaavan käyrän aikaisemman vuodelta 1988 olleen käyrän viereen LKAB:n rikasteen laadusta antamaan "Screen analysis"-nimiseen asiakirjaan. Rautaruuki oli yksi aloitteentekijöistä raekoon muuttamiselle³⁹.

FG-Shippingille ehdotettiin kokouksessa, että puskuproomuissa kokeiltaisiin salaojaputken asentamista aivan lastitilan reunaan keräämään vettä. Jo kokouksessa FG-Shippingin puolesta todettiin, että putkella saattaisi olla vaikutusta pellettejä kuljetettaessa, mutta ei MAF:n kohdalla. Yhtiö ei yleisesti ottaen pitänyt oikeina toimenpiteitä, joilla liian kostea rikaste sallittaisiin. Rikaste ei saa olla niin kosteaa, että lasti sortuu. Muut toimenpiteet ovat tämän rinnalla ylimääräisiä turvallisuustoimenpiteitä⁴⁰. Kun tämä periaate ei käynyt FG-Shippingin käsityksen mukaan riittävän selvästi ilmi kokouksen pöytäkirjan luonnoksesta, käyttötoiminnan johtaja uudisti vielä LKAB:lle 20.9.1990 lähettämässään tefefax-sanomassa yhtiön kannanottona, että rikaste ei saa sortua sen paremmin proomuissa kuin muissakaan aluksissa. Käytetty proctor-luku ei ole oikea menetelmä, jos se osoittaa sallittavan kosteuden, mutta siitä huolimatta lasti sortuu⁴¹.

Kokouksessa sovittiin myös, että LKAB saa kahden viikon toimitustauon, jotta MAF-rikaste ehditään sinä aikana välivarastoida ja kuivattaa⁴².

Merenkukkuhallituksessa vakavuusasioita hoitava toimistoinsinööri soitti 12.9.1990 FG-Shippingin käyttötoiminnan johtajalle ja kysyi lastiongelmista, koska oli kuullut niistä huhuja merenkulkijapiireistä. Käyttötoiminnan päällikkö informoi häntä suullisesti siihenastisista tapahtumista⁴³. Käyttötoiminnan johtaja ilmoitti samana päivänä suullisesti ja 20.9.1990 Luulajan kokouksen pöytäkirjaa koskevassa telekopiosanomassa myös kirjallisesti LKAB:n edustajille, että Suomen merenkulkuviranomaiset ovat kiinnostuneista asiasta. Telekopiosanomassa todettiin, että merenkukkuhallituksen edustaja oli sillä erää tyytynyt ilmoitukseen, että rikastekuljetusten kanssa tekemisissä olevat yhtiöt tutkivat asiaa⁴⁴.

Syksyllä 1990 aikaisemmin mainittu Finnin päällikkö pyysi siirtoa toiseen alukseen. Varustamo suostui pyyntöön. Kuulustelussa hän on kertonut pyynnön syyksi, että ei voinut hyväksyä Luulajassa 29.8.1990 pidetyn kokouksen lopputulosta⁴⁵. Yhtiön edustajille hän on asiasta keskustellessaan kuitenkin todennut olleen muitakin syitä, mutta Finn-Balticin onnettomuuden jälkeisenä päivänä hän on jälleen todennut MAF-kysymyk-

sen yksinomaiseksi syyksi⁴⁶. Finnin toiseksi päälliköksi tuli hänen tilalleen merikapteeni, joka oli aluksen päällikkönä myös onnettomuusmatkalla.

8.3. Puskija Rautaruukille ja proomu Kallalle 24.12.1990 Pohjanlahdella sattunut vaaratilanne

Puskija Rautaruukki lähti 22.12.1990 klo 01.45 Raahesta kohti Luulajaa tyhjänä olleen proomu Kallan kanssa. Luulajaan alusyhdistelmä saapui klo 09.00⁴⁷.

Kallaan lastattiin 22 - 23.12.1990 Oxelösundiin matkalla ollutta MAF-rikastetta 13 389 tonnia. Rautaruukin päällystö valvoi lastausta. Proomu lastattiin FG-Shippingin 16.5.1990 vahvistaman mallilastaus suunnitelman mukaisesti. Rikaste sijoitettiin lastitilan kannelle poikittaisiin kekoihin ja reunoille jätettiin 30 - 60 cm:n tyhjät tilat⁴⁸.

Rautaruukki-Kalla lähti Luulajasta 23.12.1990 klo 14.40 ja jätti luotsin klo 15.30 Larsgrundetin luona⁴⁹.

Alkumatkasta tuulen nopeus oli Rautaruukin päällikkönä kyseisellä matkalla toimineen göteborgilaisen merikapteenin kertoman mukaan noin 10 m/s, mutta Nordvalenin kohdalla se oli yltynyt jo nopeuteen 20 m/s. Merenkäynti muuttui tuulen yltyessä korkeaksi. Aaltojen korkeus oli 2 - 3 m. Tuuli kävi etelästä⁵⁰.

Nordvalen ohitettiin 24.12.1990 klo 03.08, mutta mitään erikoista ei siihen mennessä vielä havaittu. Kolmen tunnin kuluttua merenkäynti oli tullut yhä korkeammaksi ja aluksen liikkeet aallokossa voimistuivat ("det uppstod sättning och slingring"). Aallonkorkeus oli nyt 3 - 4 m. Päällikkö totesi, että aaltojen iskut keulaa vasten kävivät voimakkaammiksi. Samalla hän huomasi, että lasti sortui keulaosastaan oikealle laidalle. Alus sai 2 - 3 asteen kallistuman. Tämän vuoksi vasemman puolen painolastitankkiin pumpattiin 250 tonnia vettä. Tankki ei tullut täyteen. Tällä vesimäärällä alus saatiin oikaistuksi⁵¹.

Hetken kuluttua aallon iskettyä jälleen voimakkaasti keulaan, lasti siirtyi keulapäässä ja hieman myöskin peräpäässä vasemmalle. Nyt äsken osittain täytetty vasemman puolen painolastitankki jouduttiin tyhjentämään⁵².

Alusyhdistelmän nopeus pudotettiin klo 09.30 4 - 5 solmuun, jotta vesi ei pärskyisi keulan yli niin voimakkaasti. Tällä nopeudella ajettiin aina siihen asti, kunnes nopeus voitiin nostaa Ahvenanmerelle tultaessa 25.12.1990 klo 7.30 jälleen 13,5 solmuun⁵³. Nopeutta jouduttiin kuitenkin alentamaan uudelleen klo 10.45. Tällöin toinen kone pysäytettiin ja alus jatkoi matkaansa vastatuuleen 4 - 5 solmun nopeudella⁵⁴.

Kun päällikkö tuli vahtiin 26.12.1990 klo 04.00 tuulen nopeus oli 18 m/s ja aallonkorkeus 4 - 5 metriä. Alusyhdistelmä ei kyennyt kääntymään länteen kohti Oxelösundia menevälle väylälle normaalilla tavalla, vaan se joutui ensin ajamaan kääntymispaikan ohi etelään noin kahden tunnin ajan, kääntämään tämän jälkeen kurssiaan täydellä vauhdilla 180° ja palaamaan takaisin. Kääntyminen Oxelösundia kohti ei vielääkään onnistunut tavanomaisella paikalla, vaan alusyhdistelmän oli vielä kerran ajettava hieman pohjoiseen ja käännättävä ympäri⁵⁵.

Päällikkö piti kuulustelussa tapahtuman syynä sitä, että keulan yli lyöneiden aaltojen vuoksi lastitilaan tuli runsaasti roiskevettä, joka imeytyi rikasteeseen ja aiheutti sen liejuuntumisen. Hän on todennut, että roiskevettä ei tullut enää lastitilaan, kun nopeutta oli alennettu⁵⁶.

Mainittu päällikkö on edelleen kertonut, ettei rikaste ollut koskaan aikaisemmin liejuuntunut hänen uransa aikana. Hän on ollut merillä 25 vuotta ja Rautaruukin päällikkönä siitä lähtien, kun se siirtyi Ruotsin lipun alle marraskuussa 1989. Hänellä on kokemusta myös rikastekuljetuksista konventionaalisilla (umpinaisella lastiruumalla ja lastiluukuilla varustetuilla) aluksilla ja hän on todennut, että MAF-lastin käyttäytyminen on samanlaista molemmilla alustyypeillä⁵⁷.

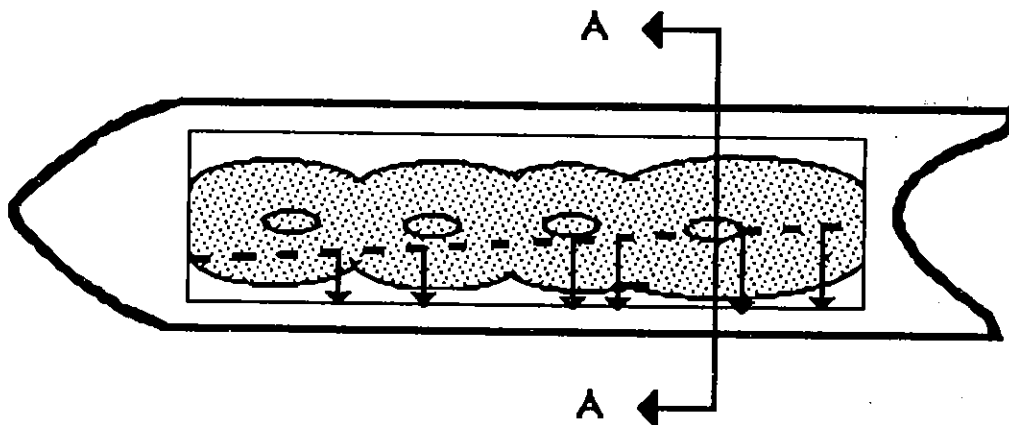
Kaksi Oxelösundin sataman nosturinkuljettajaa on kertonut, että heidän purkaessaan Kallan lastia 26 - 27.12.1990 rikaste oli hyvin märkää. Vettä valui nosturin kauhasta. Lastitilan peräosan harjanteet olivat valuneet ja lasti oli peräosastaan tasainen kuin tanssilattia. Nosturinkuljettajat ovat kertoneet myös, että tuohon aikaan MAF-lastit olivat yleisestikin kosteita⁵⁸.

9. RAUTARIKASTEIDEN OMINAISUUKSIA KOSKEVAT TUTKIMUKSET

9.1. Rautaruukki Oy:n ja LKAB:n tutkimukset

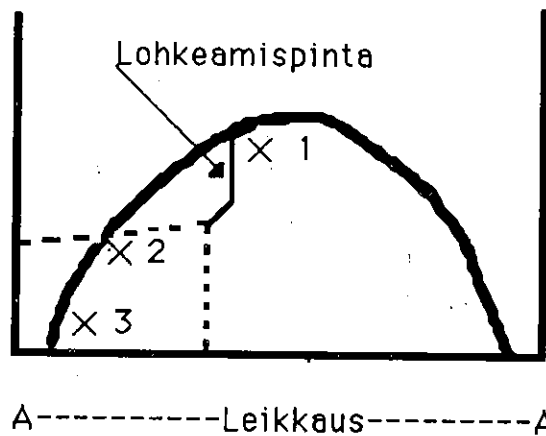
9.1.1. Rautaruukki Oy:n tutkimukset keväällä 1990

Kuten jo aikaisemmin todettiin, Rautaruukin tutkimuskeskus teki tutkimuksen proomu Kallan lastista, joka sortui Raahen satamassa 1.4.1990. Rikaste oli tuolloin lastattu Kallaan pitkittäissuuntaiseksi kasaksi, jossa oli neljä huippua. Lasti sortui kasan vasemmalta reunalta lähes koko lastitilan pituudelta¹.



Lastin sijoitus lastitilaan sekä lastin siirtyminen

Sortuman muoto käy ilmi seuraavasta poikkileikkauksesta²:



Sortuma sekä rikasteen kosteuden mittauspisteet

Pisteessä 1 ylhäällä lohkeamispinnan tuntumassa rikasteen kosteudeksi saatiin 2,6 %.

Pisteessä 2 siirtyneessä osassa siirtymäpinnan tuntumassa rikasteen kosteus oli 2,7 %.

Pisteessä 3 lastitilan pohjalla noin 10 cm pohjasta siirtyneen osan alla kosteus oli 8,2 %.

Koko lastin keskimääräinen kosteus oli 3,4 %³.

Rautaruukin tutkimuskeskus päätyi tulokseen, että proomun tärinä matkan aikana luo edellytyksen lastin liikkumiselle. Tätä tukevat laboratoriossa pienessä mittakaavassa suoritettut täristyskokeet⁴.

Tutkimuskeskus totesi, että sopivissa olosuhteissa "kekoihin" lastatulla MAF-rikasteella näyttää olevan taipumus liikkua lastiruumassa matkan aikana. Laivan tärinä saa aikaan kosteuden siirtymisen ruuman pohjalle. Suuri kosteus karkeahkon rikasteen kanssa muodostaa voitelevan liukupinnan, joka kuljettaa lastia hallitsemattomasti vapaata pohjapintaa pitkin. Loppujohtopäätöksenä esitettiin, että kasojen tasoittamisella voitaneen vähentää lastin liikkumisongelmia⁵.

9.1.2. Rautaruukki Oy:n tutkimukset onnettomuuden jälkeen

Rautaruukki Oy käynnisti pian Finn-Balticin onnettomuuden jälkeen joukon uusia MAF-rikasteen ominaisuuksia koskevia tutkimuksia. Yhtiö pyrki tutkimusten avulla selvittämään, millä edellytyksillä MAF-rikasteen kuljetuksia voitaisiin jatkaa - myös puskuproomuilla. FG-Shipping oli onnettomuudesta lähtien pidättäytynyt kokonaan MAF-kuljetuksista puskuproomuilla⁶.

Tutkimustensa pohjaksi yhtiö pani kahden suomalaisen tutkijan, professori Urmas **Runolinnan** ja tekniikan tohtori Risto Tapani **Hukin** 1950- ja 1960-luvuilla tekemät tutkimukset. Professori Runolinnan tutkimus "Fuktighetshaltens inflytande på egenkaperna hos finkorniga mineralkoncenrat" on julkaistu Tidskrift for Kjemi, Bergvesen og Metallurgi-nimisen aikakauskirjan numeroissa 5/1958 (s. 75 - 79) ja 6/1958 (s. 92 - 98). Tekniikan tohtori Hukin tutkimus "Mineraalien hienonnus ja rikastus" on ilmestynyt vuonna 1964⁷. Siinä toistetaan Runolinnan tutkimuksen keskeiset johtopäätökset. Runolinnalla osallistui aikanaan yhteispohjoismaiseen tutkimustyöhön rikasteiden laivauskosteudesta. Tämä tutkimustyö on tutkintalautakunnan erityisasiantuntija Knut L. Sandvikin lausunnon mukaan luonut pohjaa IMO:n myöhemmille suosituksille⁸.

Rautaruukin laatiman yhteenvedon⁹ mukaan Runolinnan ja Hukin tutkimuksissa on päädytty seuraaviin keskeisiin johtopäätöksiin (on huomattava, että Runolinnalla teki kokeensa

Otanmäen kaivoksen rikasteella, jonka kosteuskäyttäytyminen ei välttämättä ole sama kuin MAF-rikasteen):

* Rikaste on stabiileinta eli parhaiten paikallaan pysyvää silloin, kun sen irtotilavuuspaino on mahdollisimman pieni ja liikkuvinta silloin, kun irtotilavuuspaino on suurimmillaan.

Rikasteen irtotilavuuspainolla tarkoitetaan vapaana (puristamattomassa tilassa olevan) rikasteen painoa tilavuusyksikköä kohti (esimerkiksi kiloa kuutiodesimetriä tai tonnia kuutiometriä kohti). Painoon sisältyy näin ollen rikasteen osasten eli rakeiden välissä punnitushetkellä olevan ilman ja veden paino. Kun rikasteen irtotilavuuspaino määritellään laboratorio-olosuhteissa rikastetta täristetään ennen punnitusta tasaisen sekoitussuhteen saavuttamiseksi.

* Kun rikasteen kosteus lisääntyy nolasta noin neljään prosenttiin, sen huokoisuus kasvaa rakeiden flokkuoituuessa pintakosteuden vaikutuksesta.

Flokkuoitumisen tapahtuessa hienoimmat rakeet tarttuvat toisiinsa muodostaen eräänlaisia "paakkuja", jolloin rikasteen sisälle tulee enemmän vesi- ja ilmatilaa.

* Kosteusprosentin noustessa nolasta noin neljään prosenttiin, rikasteen irtotilavuuspaino pienenee.

* Kun rikasteen kosteusprosentti nousee noin neljästä prosentista ylöspäin, vesi alkaa täyttää rakeiden välisiä rakoja, ilmatilat pienenevät ja tilavuuspaino kasvaa.

* Täysin kuiva ja runsaasti vettä sisältävä rikaste on herkästi liikkuvaa. Turvallisin laivauskosteus on se kosteus, jonka vallitessa rikasteen tilavuuspaino on alhaisimmillaan.

Rautaruukki Oy:n tutkimuskeskus teki tutkimuksen rikasteen raekokojakauman ja irtotilavuuspainon suhteesta (Heinänen, Kyösti: Raekokojakaumaltaan erilaisten MAF-rikasteiden irtotilavuuspainon määrittäminen kosteuden funktiona. Tutkimusraportti TR00491. 6.2.1991). Tätä tutkimusta varten hankittiin neljää eri karkeusluokkaa olevaa MAF-rikastetta:

1) *Ns. uusi MAF-rikaste* eli lokakuussa 1989 markkinoille tullut rikaste, jossa hienojen rakeiden osuutta on vähennetty (läpimitaltaan alle 0,074 millimetriä olevien rakeiden osuus oli 3,1 %).

2) *Ns. normaali eli vanha MAF-rikaste*, joka oli markkinoilla lokakuuhun 1990 saakka (läpimitaltaan alle 0,074 mm olevien rakeiden osuus oli 6,3 %).

3) *Sattumanvarainen*, Rautaruukin Raahen tehtaiden varastokasasta 2.1.1991 otettu erä, joka oli vielä vanhaa MAF-rikastetta hienojakoisempaa (läpimitaltaan alle 0,074 mm olevien rakeiden osuus oli 9,7 %).

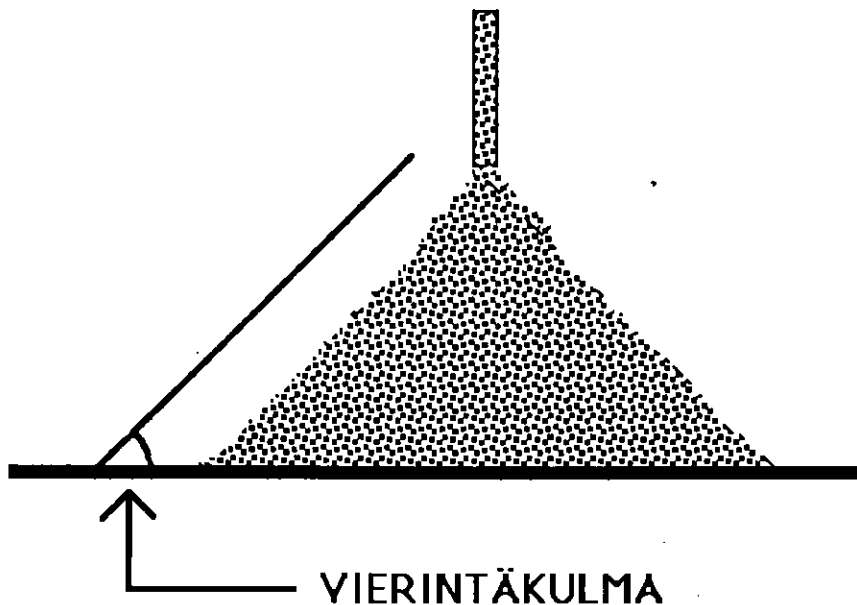
4) Erittäin hienojakoinen *keinotekoinen MAF-rikaste*, joka tehtiin erikseen kokeita varten (läpimitaltaan alle 0,074 mm olevien rakeiden osuus oli 15,5 %) ¹⁰.

Tutkimuksissa päädyttiin siihen, että kun rikaste muuttui hienojakoisemmaksi, sen irtotilavuuspaino sekä hyvin kuivana että hyvin kosteana kasvoi. Sen sijaan irtotilavuuspaino oli pienimmillään samassa kosteudessa kaikkia karkeusluokkia olevissa rikasteissa. Irtotilavuuspaino oli pienimmillään, kun rikasteen kosteus oli noin 1 - 2 % ¹¹. Hukin tutkimuksen perusteella MAF-rikasteen edullisin laivauskosteus olisi siis 1 - 2 %, mutta rikasteen karkeudella ei olisi merkitystä edullisinta laivauskosteutta määriteltäessä ¹². Tässä yhteydessä on huomattava, että edullisin laivauskosteus vaihtelee eri rikasteilla. Hukki määritteli Otanmäen kaivoksen magnetiitti- ja ilmeniittirikasteiden edullisimmaksi laivauskosteudeksi 1 - 7 %.

Tutkimuksesta käy ilmi, että edullisin laivauskosteus eli mahdollisimman pieni irtotilavuuspaino saavutetaan kaikkia karkeusluokkia edustavilla MAF-rikasteilla samassa kosteudessa. Karkeilla rikasteilla on esityksen mukaan "leveä minimi" eli se alue, jolla laivauskosteus on edullisin, näyttää olevan hieman laajempi kuin hienojakoisilla MAF-rikasteilla. Tämä johtuu kuitenkin tutkimuksen mukaan siitä, että karkeissa rikasteissa vesi lähtee liikkeelle jo 2.5 - 3 %:n kosteuspitoisuuksissa eikä näytteen kosteus pysy tasaisena koko tärytysaikaa ¹³.

Jo ennen raekoon vaikutusta MAF-rikasteen käyttäytymiseen koskevaa tutkimusta, Rautaruukin tutkimuskeskus oli tutkinut MAF-rikasteen vierintäkulmia eri kosteuspitoisuuksilla (Heinänen Kyösti ja Laine Matti: MAF-rikasteen vierimiskulman määrittäminen eri kosteuspitoisuuksilla. Tutkimusraportti TR00291. 10.1.1991) ¹⁴.

Vierintäkulma mitataan siten, että rikastetta syötetään ylhäältä tasaiselle alustalle samaan pisteeseen. Rautaruukin kokeissa rikaste syötettiin alustalle tärysyöttimellä. Alustalle alkaa muodostua rikastekeko. Vierintäkulma on keon juurelta huipulle kulkevan viivan ja vaakatason välinen kulma.



Kokeissa kävi ilmi, että MAF-rikasteen kosteuden noustessa 2,0 prosentista 5,5 prosenttiin vierintäkulma kasvoi 46 asteesta 50 asteeseen¹⁵.

Kosteuden ollessa alle 4,5 % keon sivut lohkeilivat ja vyöryivät alas. Kosteuden ylitettyä 4,5 % lohkeilua ei enää tapahtunut, vaan rikaste vieri tasaisesti keon sivuja pitkin¹⁶.

Kosteuden ollessa 4,7 % vesi alkoi vajota rikasteessa. Kosteuden ollessa 5,3 %, vesi alkoi nousta tärysyöttimessä niin, ettei kasauskokeita voitu enää jatkaa. Kosteuden ollessa 6,8 % vesi vajosi rikastekasan läpi noin kahdessa minuutissa¹⁷.

Rautaruukki tutki myös muiden käyttämiensä rikasteiden ominaisuuksia. Näistä tutkimuksista kaksi raporttia (Heinänen, Kyösti: Raahen terästehtaan käyttämien rautarikasteiden fysikaalisten ominaisuuksien määrittämisestä. Tutkimusraportti TR01791. 11.4.1991, sekä Heinänen, Kyösti: LKAB:n KBF-rikasteen vierintäkulmat ja irtotilavuuspainot)¹⁸.

Ensiksi mainitussa tutkimuksessa tutkittiin rikasteiden irtotilavuuspainon muuttumista kosteuden muuttuessa samalla tavalla kuin edellä mainitussa neljää eri MAF-rikasteen lajia koskevassa tutkimuksessa. Tutkimuksessa vertailtiin lokakuussa 1989 markkinoille tullutta uutta MAF-rikastetta, Pohjois-Venäjällä olevan Olenogorskin kaivoksen rikastetta (OLE) ja Malmivaaran kaivoksen MPF-rikastetta.

Irtotilavuuspainon ja kosteuden suhteista eri rikastelaaduilla laadittiin samanlainen graafinen kuvaus kuin eri MAF-laaduilla tehdyssä tutkimuksessakin. Se osoittaa, että alhaisen irtotilavuuspainon eli Runolinnan teorian mukaisen edullisen laivauskosteuden vyöhyke oli sekä OLE- että MPF-rikasteilla huomattavasti laajempi kuin MAF-rikasteella (ks. kuvaa seuraavalla sivulla).

Tutkittujen rikasteiden vierintäkulmat kasvoivat kosteuden lisääntyessä. Täysin kuivan MAF:n ja MPF:n vierintäkulma oli selvästi alle 40 astetta kun taas täysin kuivan OLE:n vierintäkulma oli 45 astetta²¹.

Kaikille rikasteille tehtiin LKAB:n laboratoriossa Malmivaarassa Proctor C-testi. Rikasteiden kriittisiksi kosteuksiksi eli liettymispisteiksi saatiin²²:

MAF	6,6 %
MPF	8,1 %
OLE	6,9 %

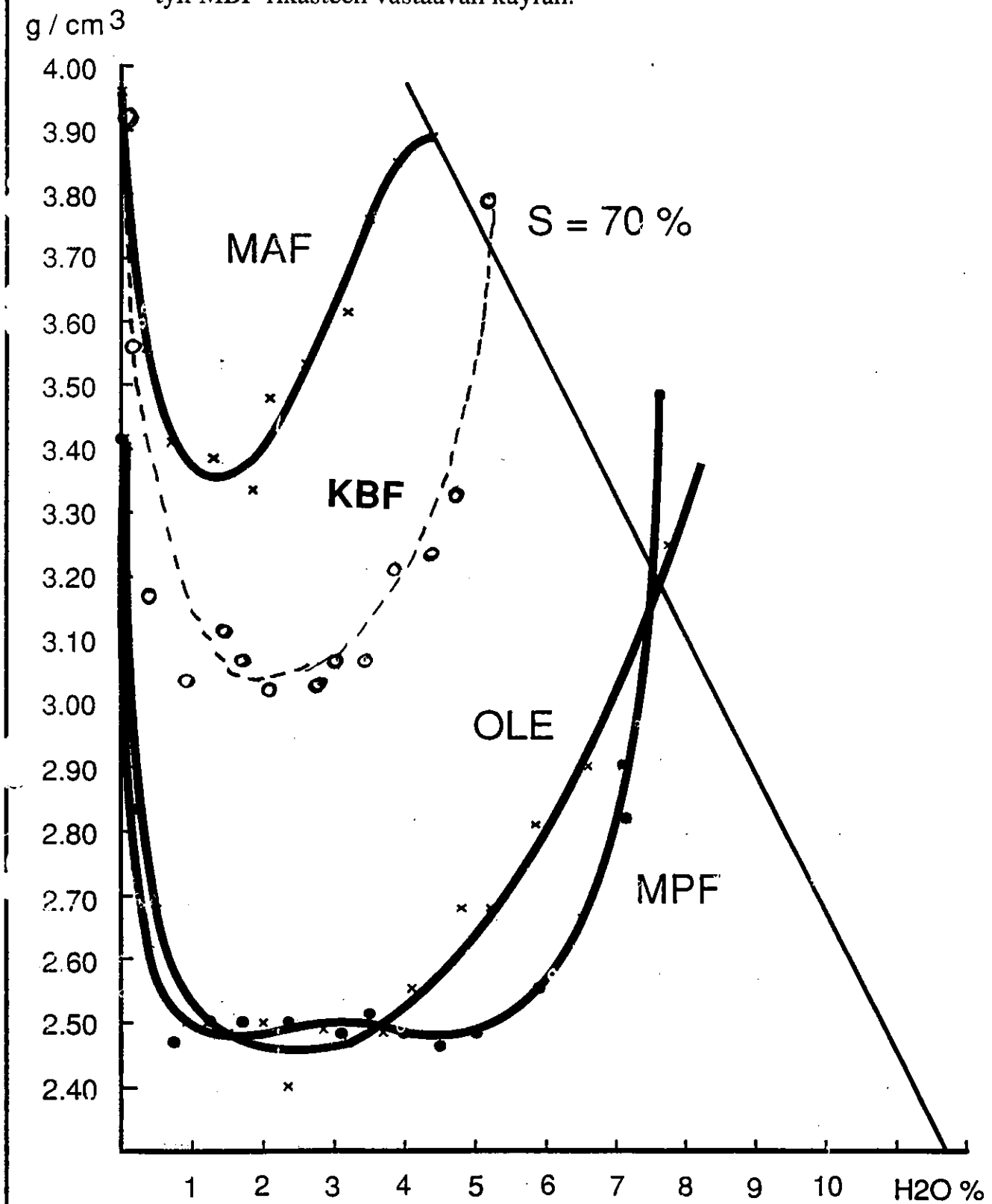
Jälkimmäisessä tutkimuksessa tehtiin vastaavat irtotilavuuspainon ja vierintäkulman määritykset LKAB:n Kiirunan kaivoksen *Kiruna B Fines* (KBF)-rikasteelle. Kuivan KBF-rikasteen vierintäkulma oli 37 astetta. Kosteuspitoisuuksilla 1 - 5 % se oli 50° - 52° ja kosteudella 6,6 % - lähellä liettymispistettä - 48°.²³

KBF-rikasteen kosteuden ja irtotilavuuspainon suhdetta kuvaava käyrä on piirretty seuraavalle sivulle samaan graafiseen esitykseen MAF-, MPF- ja OLE-rikasteiden vastaavien käyrien kanssa.

Rautaruukki teki vuoden 1991 ensimmäisellä puoliskolla MAF-rikastetta tuovien laivojen lastien vastaanottotarkastukset niin, että rikasteen kosteus mitattiin lastin pinnasta, keskeltä ja pohjaosasta. Tänä aikana MAF-rikastetta kuljetettiin vain tavanomaisilla eli konventionaalisilla, lastiluukuilla varustetuilla laivoilla. Osa lasteista oli mainittuna aikana ta-soitettu (trimmattu), osa aluksista taas käytti kekomaista lastaustapaa. Trimmatut lastit eivät kuitenkaan olleet täysin tasaisia, vaan lastauksessa käytettiin ns. perunapeltomallia, jossa korkeuserot lastin pinnalla ovat enintään 1,5 metriä ja joka näin täyttää IMO:n irtolastikoodin vaatimukset²⁴.

Tutkintalautakunta on laskenut Suomen merenkulkuhallituksessa laaditun yhteenvedon pohjalta lastien keskimääräiset kosteudet 30.4 - 30.6.1991 väliseltä tarkkailujaksolta. Juuri ennen tämän tarkkailujakson alkua LKAB ja Rautaruukki olivat sopineet MAF-rikasteen kuivaamisesta valmistusprosessissa niin, että keskimääräinen toimituskosteus olisi lähempänä 3 % kuin 3,5 %. Keskiarvot ja ääriarvot käyvät ilmi seuraavista taulukoista²⁵:

Rautaruukki Oy:n tutkimuskeskuksen gfaafinen esitys MAF-, OLE- ja MPF-rikasteiden irtotilavuuspainoista kosteuden funktiona. Tutkintalautakunta on sijoittanut jälkikäteen samaan esitykseen katkoviivalla merkityn MBF-rikasteen vastaavan käyrän.



Trimmaamattomat lastit (5 kpl):

Pinnasta	2,23
Keskeltä	2,62
Pohjalta	6,76

Suurin ja pienin yksittäisestä mittauspisteestä saatu kosteus oli:

	<i>Suurin</i>	<i>Pienin</i>
Pinnasta	2,65	2,00
Keskeltä	3,07	1,98
Pohjalta	8,11	5,05

Perunapeltomallin mukaisesti trimmatut lastit (7 kpl):

Pinnasta	2,04
Keskeltä	2,49
Pohjalta	4,46

Suurin ja pienin yksittäisestä mittauspisteestä saatu kosteus oli:

	<i>Suurin</i>	<i>Pienin</i>
Pinnasta	2,41	1,84
Keskeltä	3,19	1,90
Pohjalta	7,18	2,43

Vuoden 1991 ensimmäisen puoliskon aikana trimmatut lastit eivät sortuneet tai liikkuneet. Sen sijaan trimmaamattomissa lasteissa tapahtui useita sortumia, joiden syynä pidettiin huipun kuivumista²⁶.

Kekomaisen lastin pohjaosan kostumisilmiön kannalta tyypillinen oli M/S Mazdyn Luulajasta Raahen 16.5.1991 kuljettama 10 514 tonnin trimmaamaton lasti. MAF-rikasteen kosteus oli Raahessa²⁷:

<i>Lastiruuman numero</i>	<i>Pinnasta</i>	<i>Keskeltä</i>	<i>Pohjasta</i>
1	2,00	2,85	8,11
2	2,05	2,85	7,65
3	2,08	3,07	7,87

Tutkintaselostuksen painatuksen aikana tutkintalautakunta sai Rautaruukki-konsernin merikuljetusasiantuntija, merikapteeni Ulf von Bruun-Riegelsin laatiman katsauksen Luulajan ja Itämeren satamien välillä 19.1.1991 - 12.3.1992 kuljetettujen MAF-lastien kosteuksiin. Kustakin lastista on määritelty laivauskosteus sekä pohjakerroksen kosteus perillä. Vaikka LKAB on onnistunut edelleen alentamaan laivauskosteuksia, pohjakosteudet ovat jatkuvasti ylittäneet suurimman hyväksyttävän laivauskosteuden. Graafisen esityksen muotoon laadittu katsaus osoittaa lisäksi, etteivät laivauskosteus ja matkan päätyttyä pohjalta mitattu kosteus ole verrannollisia keskenään (ks. liite 7).

9.1.3. LKAB:n tutkimukset

LKAB teki alkuvuodesta 1991 MAF-rikasteen valumiskokeen. Koe liittyi tutkimusyhteistyöhön Rautaruukin kanssa.

Kokeessa täytettiin 10,2 cm läpimittainen ja 4,5 metriä korkea, pystyssä ollut putki MAF-rikasteella, jonka lähtökosteus oli 4,36 %. Putken alapäähän pantiin suodatin ja sen alle astia, johon rikasteesta valunut vesi kerättiin mittausta varten.

Rikasteesta alkoi tippua vettä kahdeksan tunnin kuluttua kokeen alkamisesta. Tippuminen jatkui 264 tuntia eli 11 vuorokautta. Siinä ajassa noin puolet rikasteen alun perin sisältämästä vedestä oli valunut ulos. Valuminen hidastui oleellisesti 120 tunnin eli viiden vuorokauden kuluttua kokeen alkamisesta²⁸.

9.1.4. Rautaruukki Oy:n ja LKAB:n tutkimusten vaikutus rikastekuljetuksiin

FG-Shippingin hallitus päätti 31.12.1990 yksimielisesti kehottaa JIT-Transia lisäselvitysten ajaksi keskeyttämään MAF-lastien kuljetukset puskuproomuyhdistelmillä. JIT-Trans suostui tähän. Päätöksen seurauksena MAF-kuljetukset päättyivät myös FG-Shippingin ruotsalaisen tytäryhtiön hoitaman, Ruotsin lipun alla purjehtivan puskija Rautaruukin osalta²⁹.

Kun MAF-rikasteen puskuproomukuljetukset oli vapaaehtoisesti keskeytetty, viranomaisilla ei ollut tarvetta kieltää niitä.

Kesäkuun alussa 1991 Suomen merenkulkuhallituksen tietoon tuli, että Finnpuskujärjestelmän proomujen kuljettamiseen soveliaaksi muunnetulla, Alfons Håkans Oy Ab:n omistamalla M/S Heraklesilla oli tarkoitus aloittaa rikastekuljetukset Luulajasta Raaheen. Merenkulkuhallitus ilmoitti 13.6.1991 Alfons Håkans Oy Ab:lle, että kuljetuksia ei tulla sallimaan Finn-Balticin tutkintalautakunnan työn ollessa kesken tai ennen kuin lastien

koostumuksesta on annettu merenkulkuhallitukselle erityinen selvitys sen osoittamiseksi, että ne eroavat oleellisesti Finn-Balticin lastista³⁰.

Tutkintalautakunta sai asiasta tiedon 13.6.1991. Lautakunta päätti kokouksessaan 14.6.1991 esittää suuronnettomuuksien tutkinnasta annetun asetuksen 14 §:n perusteella merenkulkuhallituksen harkittavaksi, että se kieltäisi toistaiseksi rautarikasteen kuljettamisen puskuproomuilla, kunnes kysymys kuljetusten turvallisuudesta saadaan selvitettyksi³¹.

Tieto MAF-rikasteen kuljetusten uudelleen aloittamisesta osoittautui erheelliseksi. Alfons Håkans Oy Ab ilmoitti 14.6.1991 merenkulkuhallitukselle ja tutkintalautakunnalle tutkintalautakunnan aloitteen tiedoksi saatuaan, että suunnitteilla oli vain muiden rikastelaatujen kuin MAF:n kuljettaminen³².

Merenkulkuhallitus lähetti käytyjen neuvottelujen jälkeen 17.6.1991 Rautaruukki Oy:lle kirjeen, jossa se totesi, että MAF-rikastetta ei saa toistaiseksi kuljettaa puskuproomuilla. Muita rikastelaatuja kuljetettaessa korostettiin IMO:n irtolastikoodin (Code on Safe Practice for Solid Bulk Cargoes) tarkkaa noudattamista. Lastit määrättiin trimmattaviksi tasaisiksi lastitilan laitoihin saakka. Rikasteen kosteudesta oli saatava ennen lastausta luotettava tieto. Kosteuden oli oltava vähintään 2 prosenttiyksikköä pienempi kuin suurin hyväksytty kosteus. Lastit tuli suojata roiskevedeltä³³.

Ruotsin Sjöfartsverket ilmoitti kirjeellään 17.6.1991 Luulajan malmisatamalle, että Sjöfartsverket hyväksyy konventionaalisten alusten MAF- ja MPF-lastin tasoittamisen ns. "perunapeltomallin" mukaisesti. Tässä mallissa sallitaan 1,5 metrin korkeuserot³⁴.

Merenkulkuhallitus lähetti Rautaruukki Oy:lle 17.7.1991 uuden kirjeen, jossa hyväksyttiin Ruotsin Sjöfartsverketin ruotsalaisille konventionaalisille aluksille sallima "perunapeltomalli". Kosteus piti edelleen selvittää ennen lastausta, mutta nyt riitti, että suurinta sallittua kosteutta ei ylitetty. MAF-rikasteen kuljetuskielto jäi voimaan³⁵.

MAF-rikasteen kuljetus puskuproomuilla ns. lyhyellä matkalla eli Luulajan ja Raahen välillä sallittiin merenkulkuhallituksen 21.8.1991 antamalla päätöksellä. Rautaruukki oli ennen päätöksen antamista toimittanut merenkulkuhallitukselle edellä selostettujen tutkimustensa tulokset. Kuljetuksia varten annettiin tiukennetut ehdot. Lastaus oli tehtävä avovarastosta, missä rikaste oli ollut varastoituna vähintään viikon ajan. Lastin kosteuspitoisuus ei saanut miltyään osin ylittää 3,5 %. Puskijan päällikön tai hänen määräämänsä oli valvottava lastausta. Tuulen nopeus ei saanut ylittää 10 m/s. Lisäksi tuli järjestää lastien kosteuden seuranta³⁶.

MAF-kuljetuksia Luulajan ja Raahen välillä koskevaa päätöstä tarkistettiin vielä meren-

kulkuhallituksen päätöksellä 15.10.1991. Avovaraston ohella rikastetta voitiin lastata siiloista, jos niissä olevassa rikasteessa ei esiintynyt riskialttiita kosteuspitaisuuksia. Uudessa päätöksessä hyväksyttiin 3,5 %:n keskikosteus lastissa, mutta kosteuden määrittämisestä sekä ennen lastausta että määräsatamassa annettiin entistä yksityiskohtaisemmat määräykset. Suurimmaksi sallituksi tuulen nopeudeksi määrättiin 14 m/s³⁷. Päätöksen antamista edelsi Luulajassa 9.10.1991 pidetty seurantakokous, johon myös Ruotsin merenkulkuviranomaiset osallistuivat.

Kuljetusmääräyksiä muutettiin vielä merenkulkuhallituksen päätöksellä 13.11.1991. Siiloista lastaaminen sallittiin, kunhan lastattavasta rikasteesta otettiin normaalit kosteusnäytteet. Siilossa olevan rikasteen märkää pohjaosaa ei saanut kuitenkaan ottaa lastiin³⁸.

Merenkulkuhallitus ilmoitti kirjeellään 28.11.1991 Rautaruukki Oy:lle, että se ei tule tekemään puskuproomuilla tapahtuvien MAF-kuljetusten laajentamista koskevia päätöksiä ennen tutkintalautakunnan työn valmistumista³⁹.

Ruotsin Sjöfartsverket antoi 20.12.1991 luvan tehdä ruotsalaisella puskija Rautaruukilla ja puskuproomulla koematkan Luulajasta Oxelösundiin MAF-lastissa. Luvassa edellytettiin, että alusyhdistelmän piti käyttää sellaista reittiä, että se oli korkeintaan 15 meripeninkulman päässä satamasta tai saaristosta, jonne saattoi hakeutua suojaan. Suojaan oli hakeuduttava, jos tuulen nopeuden odotettiin nousevan yli 14 m/s⁴⁰.

Koematkan tulosten perusteella Sjöfartsverket antoi 17.3.1992 toistaiseksi voimassa olevan luvan MAF-kuljetuksiin ruotsalaisella puskijalla ja puskuproomuilla Luulajasta Oxelösundiin. Luvassa oli samanlainen ehto reitin valinnasta ja suojaan hakeutumisesta kuin koematkaluvassakin⁴¹.

9.2. Warren Spring Laboratoryn Englannin merenkulkuviranomaisten toimeksiannosta tekemä tutkimus

Englannissa on käynnissä kolmivaiheinen tutkimus, jossa selvitetään kiinteiden irtolastien painuma- ja vakavuusasioita. Tämä tutkimus on käsiteltävänä Kansainvälisessä Merenkulkujärjestössä, IMO:ssa. Tutkimuksen ensimmäisen vaiheen tuloksia käsiteltiin IMO:n meriturvallisuuskomitean (Maritime Safety Committee, MSC) alaisen kontteja ja lasteja käsittelevän alakomitean (Sub-Committee on Containers and Cargoes, BC) 31. kokouksessa vuonna 1991. Tutkimuksen toinen vaihe on nyt päättynyt ja yhteenveto sen keskeisistä tuloksista on esitelty IMO:n meriturvallisuuskomitean, MSC:n 60. istunnossa huhtikuussa 1992. Asian käsittely jatkuu edellä mainitun alakomitean 32. kokouksessa vuoden 1993 alussa.

Tutkimuksessa käytettiin kanadalaista "Carol Lake Concentrate" (CLC)-rikastetta. Sen suurin laivauskosteus on noin 8 % ja irtotiheys noin 3 t/m³.

Tietokonesimulaatioissa laskelmien pohjana oli lasti, jonka laivauskosteus on 4 % ja joka lastataan 6 metriä korkeaksi laitoja vasten tasoitetuksi lastiksi 25 metrin levyiseen lastitilaan. Lastiin muodostui kosteusvyöhykkeitä, joiden yläosien rajat on merkitty sivulla 123 oleviin piirroksiin.

Tutkimuksen keskeiset johtopäätökset ovat⁴²:

- * Tietokonesimulaatioissa todettiin, että rautarikastelastin pohjaosaan muodostuu kyllästynyt kerros, vaikka lastauskosteus olisikin alle suurimman sallitun kuljetuskosteuden. Tämä tutkimustulos varmennettiin yhdellä laivan lastista tehdyllä mittauksella.

- * Veden liike lastiruumassa poikkeaa suuresti ideaalisesta kuivatusmallista, jossa liikavesi valuu rikasteen alaosaan ja poistuu.

- * Vaikka aluksen rungon tärinää on eräissä aikaisemmissa tutkimuksissa pidettykin veden liikettä rikasteessa lisäävänä tekijänä, tässä tutkimuksessa se todettiin merkitysettömäksi. Maan vetovoimalla on suurempi merkitys.

- * Tiukkaan pakatun rikasteen voitaisiin olettaa olevan lujempaa ja paremmin suojattua liikkumista vastaan. Rikasteen omasta painosta aiheutuva tiivistyminen oli pientä verrattuna tärytyksen avulla keinotekoisesti synnytettyyn tiivistykseen. Alun perin kostea rikaste pyrki pysymään varsin löysänä myös tärytettynä.

- * Löysä rikaste murtuu helpommin kuin tiivis, varsinkin jos matkan aikana tapahtuva pohjakerroksen kyllästyminen aiheuttaa huokospaineen kasvua ja pudottaa leikkauslujuutta entisestään.

Huokospaineella tarkoitetaan maan tai vastaavan rakeisen materiaalin huokostilassa (rakeiden välissä) olevassa vedessä tai ilmassa vallitsevaa painetta.

- * Kyllästyneet tai märät alueet leviävät ajan myötä.

- * Tutkimuksessa käytetyn rikasteen ja kansiteräksen välinen kitkakulma todettiin 3 - 6 astetta pienemmäksi kuin rikasteen sisäinen kitkakulma. Tämä aiheuttaa vaaran, että matala, lastitilan reunoja vasten tukematta jätetty lasti saattaa liukua kannen pintaa pitkin yhtenä kappaleena ennen kuin liukupinta ehtii syntyä lastin sisällä. Riittävän suuren massan liikkeelle lähteminen saattaa aiheuttaa laivan runkolevyjen repeytymisen tai jopa laivan kaatumisen.

Tutkimuksessa suhtaudutaan kriittisesti nykyiseen suurimman hyväksyttävän laivauskosteuden käsitteeseen, mikä lähtee siitä, että kuljetusta pidetään turvallisena, jos koko lastin keskikosteus on tuota määrää pienempi⁴³.

Lisäksi oletetaan, että kosteuspitoisuus pysyy vakiona ja yhtä suurena koko lastissa. Näin ei kuitenkaan ole. Ylemmät kerrokset kuivuvat ja alemmat kostuvat⁴⁴.

Rikasteissa, joissa suurin osa aineksista on raekooltaan 0,1 - 1,0 mm, veden vajoaminen on riittävän nopeata, jotta lastin pohja kyllästyy vedellä matkan aikana. Näin voin tapahtua, vaikka rikaste olisi lastattaessa kosteudeltaan huomattavasti alle suurimman sallitun laivauskosteuden⁴⁵.

IMO:lle tehdyissä ehdotuksissa englantilaiset pitävätkin nykyistä suurimman hyväksyttävän laivauskosteuden määrittämis menetelmää riittämättömänä ja joidenkin materiaalien osalta jopa vaarallisena. Tällaiset materiaalit tulisi lastata nykyistä kuivempina⁴⁶.

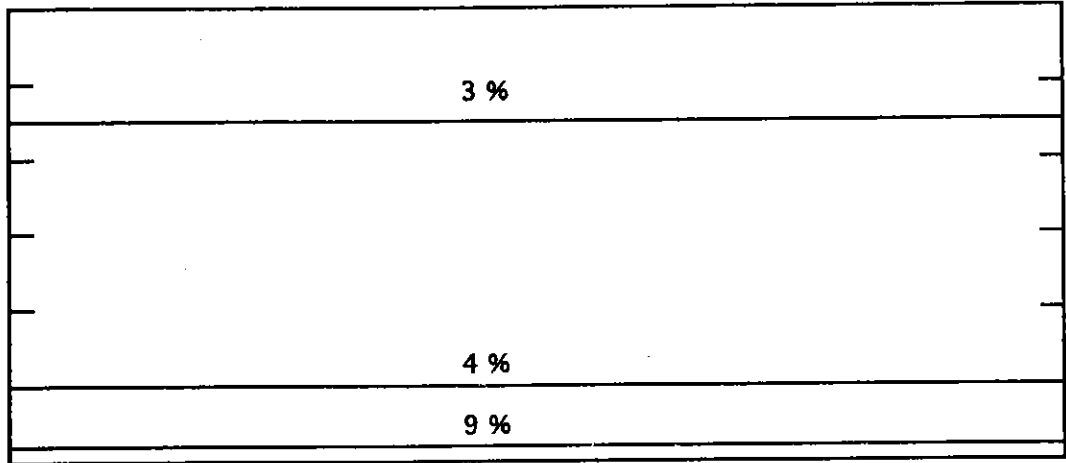
Ehdotuksissa korostetaan myös lastien laitoja vasten tasoittamisen tärkeyttä. Erityisesti varoitetaan matalista, laitoja vasten tukemattomista lasteista, jotka saattavat liikkua yhtenä massana⁴⁷.

Erilaisista virheellisistä lastaustavoista johtuvia lastin siirtymisvaaroja havainnollistetaan tutkimuksessa sivulla 124 olevilla piirroksilla⁴⁸.

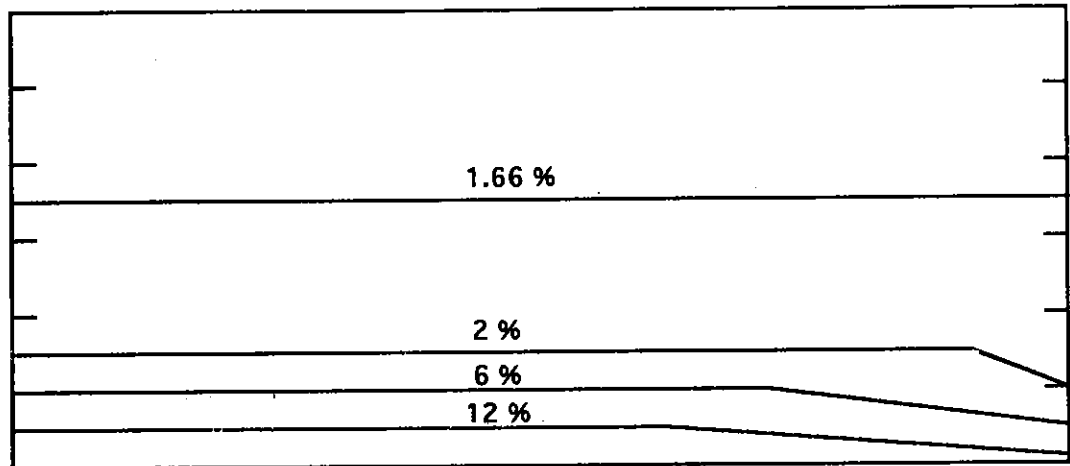
Kosteusvyöhykkeiden muodostuminen 6 metrin korkuiseen CLC-rikastelastiin

Lastauksen päättymi-
sestä kulunut aika

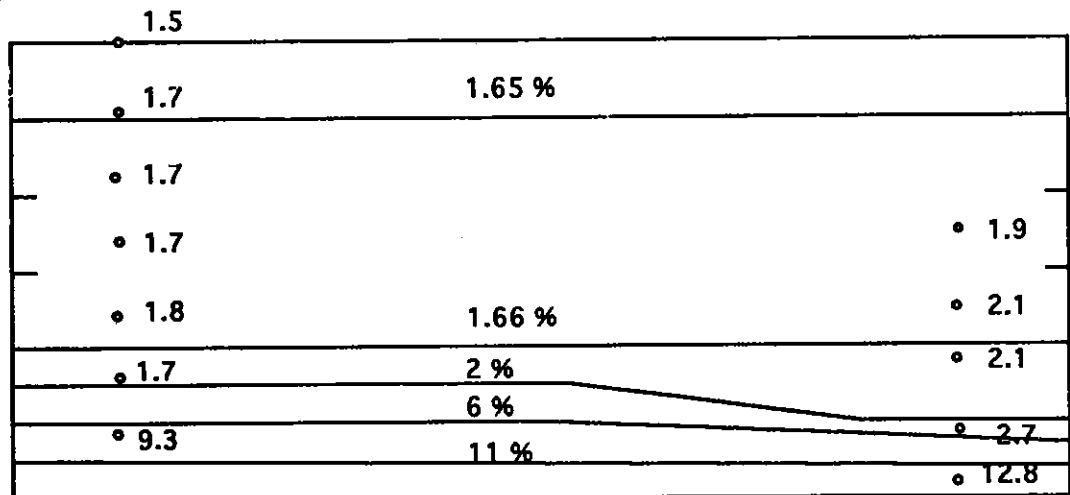
10 tuntia



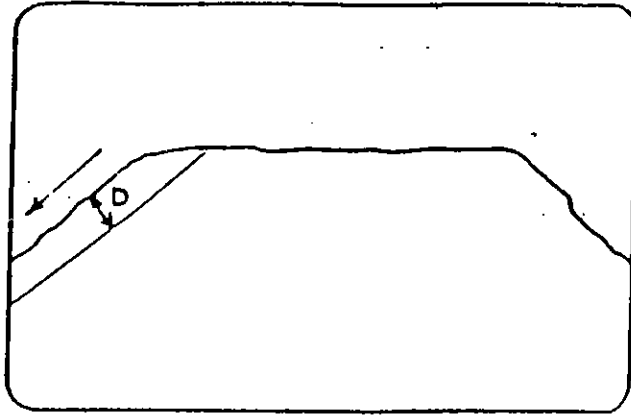
5 päivää



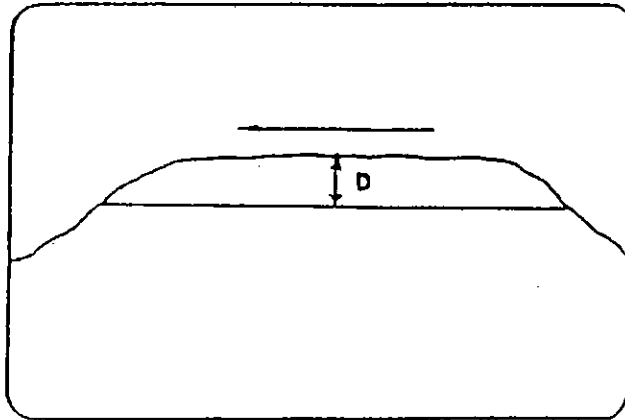
17 päivää



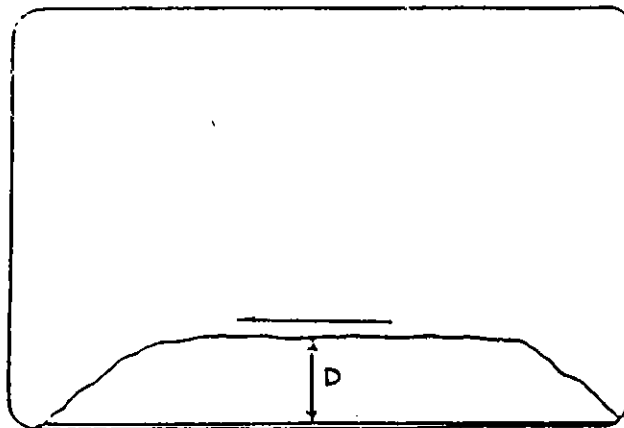
Tasoittamattomien lastien sortumistapoja



Rinteen paikallinen sortuminen



Huipun sortuminen



Matalan tasoittamattoman lastin siirtyminen yhtenä massana ("en masse")

10. ERÄÄT FINN-BALTICIN VAKAVUUTTA KOSKEVAT SELVITYKSET

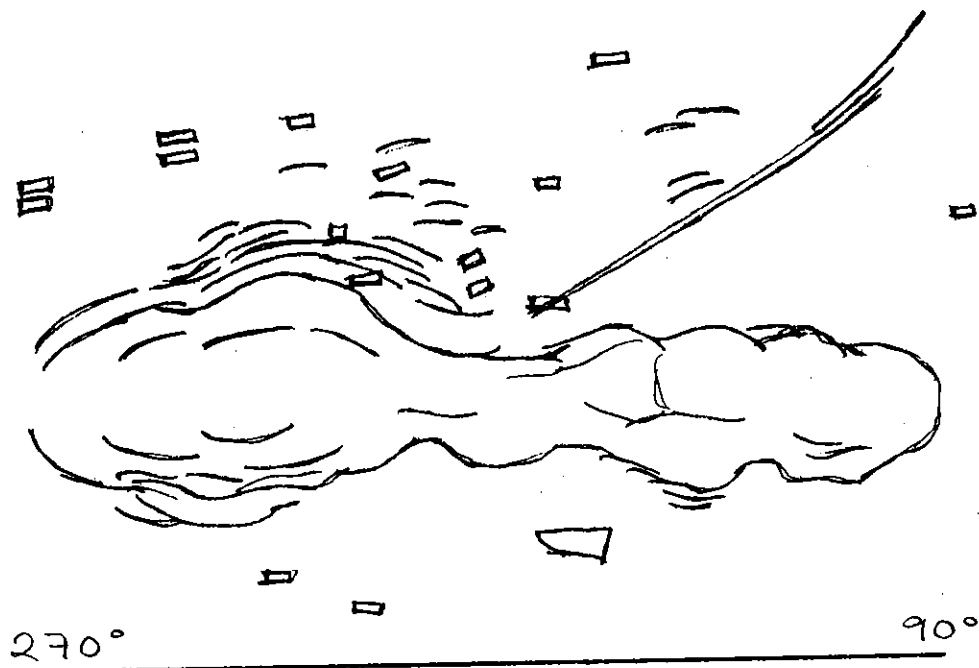
Vakuutusosakeyhtiö Pohjola toimitti 21.5.1991 tutkintalautakunnalle Insinööritoimisto Marine Consultingin 3.5.1991 päivätyn raportin "Selvitys pusku-proomuyhdistelmän Finn-Baltic kaatumisesta". Selvitystä on pidettävä aineistonsa puolesta puutteellisenä. Sen johdannossa asetetaan tavoitteeksi "selvitellä 27.12.-90 tapahtuneen kaatumisen teknisiä syitä, pusku-proomuyhdistelmän vakavuutta ja käyttöön jatkossa tulevia riskejä". Johdannossa todetaan kuitenkin edelleen, että "todelliseen lastiin ja vallinneisiin ympäristöolosuhteisiin ei oteta tässä kantaa, vaan tarkastellaan yhdistelmää vakavuusteknisenä kysymyksenä". Selvitys päättyy johtopäätökseen, että "todennäköisyys yhdistelmän uudelleen kaatumiseen on erittäin suuri eli todennäköisyys = 1". Tutkintalautakunta on katsonut, että selvityksen kannanotot ja päätelmät ovat siinä määrin epä johdonmukaisia, ettei siitä ole apua aluksen kaatumisen syyn analysoinnissa¹.

Finnin ja Balticin omistaneet laivanisännistöyhtiöt toimittivat 26.9.1991 tutkintalautakunnalle Göteborgista olevan Mariterm Ab-nimisen konsulttitoimiston selvityksen "Puscherpråmkombinationen "Finn-Baltic":s kantring. Kommentarer till Marine Consulting Oy:s Rapport P - 0391". Muistiossa on kiinnitetty huomiota yhteensä 40 väittämään, jotka ovat Marine Consulting Oy:n selvityksessä ja jotka Mariterm Oy:n käsityksen mukaan vaativat korjausta².

11. ANALYYSI

11.1. Onnettomuuspaikka ja -aika

Finn-Balticin kaatumispaikka voidaan määritellä meren pohjassa olevan rikastekasan perusteella. Se on 35 metrin syvyydessä paikassa, jonka sijainti on $59^{\circ} 47' 39,2''$ pohjoista leveyttä ja $22^{\circ} 59' 16,0''$ itäistä pituutta. Paikka on 0,1 meripeninkulmaa eli 210 metriä etelään Ryssön väylästä ja 0,3 meripeninkulmaa eli 650 metriä itään Hangon ulosmenoväylän ja Ryssön väylän risteyksestä. Kasa on noin 200 metrin pituinen ja länsi-itäsuuntainen. Sen länsi- ja itäpäässä on korkeammat harjanteet ja keskellä kapeampi ja matalampi osa. Sijainti koordinaatteina on määriteltä kasan keskikohdasta mittauspisteestä, joka on merkitty alla olevaan kuvaan.



Rikastekasan muoto pohjassa. Suorakaiteen muotoiset kappaleet ovat proomun reunakasetteja. Rikastekasasta viistosti ylöspäin lähtevä jälki on noin 3 metriä leveä raahausura meren pohjassa

Kasan sijainnista voidaan päätellä, että Finn-Baltic oli kaatumishetkellä ehtinyt kääntyä Ryssön väylälle ja edetä sitä pitkin noin kolme kertaa oman pituutensa. Kun kasan suunta on $90^{\circ} - 270^{\circ}$ ja Ryssön väylän $86^{\circ} - 266^{\circ}$, Finn-Baltic on edennyt Ryssön väylän suuntaisesti hieman keskiväylän eteläpuolella.

Finn-Baltic kaatui noin klo 12.25. Pelastusristeilijä Russarön päällikkö on kertonut, että kello oli noin 12.25, kun Hangon satamavouti antoi hänelle hätäilmoituksen. Sivulla 57 olevaan karttaan on piirretty onnettomuuden ensimmäisinä havainneiden silminnäkijöiden tähystyslinjat. Satamavoudin tähystyslinja, jonka suuntaa voidaan maalla olevien kiintopisteiden perusteella pitää tarkkana, suuntautuu suoraan kaatumispaikalle.

Hangon luotsiaseman päivystäjä on määritellyt Finn-Balticin paikan tutkalta klo 12.48. Myös tämä paikka on merkitty karttaan. Pelastusristeilijä Russaröllä olleet pelastajat ovat todenneet Finn-Balticin olleen Flatkubbin luona noin klo 13.15. Tämän jälkeen alusyhdistelmä ei enää ajelehtinut vapaasti vaan juuttui koko ajan yhä tiukemmin matalikkoon. Finn-Baltic oli ajelehtinut klo 12.48 mennessä noin kolmanneksen ajelehtimismatkastaan ja siihen mennessä oli kulunut myös suunnilleen kolmannes ajelehtimiseen kuluneesta ajasta edellyttäen, että kaatumishetki oli noin klo 12.25.

Finnin messin kello pysähtyi klo 12.29.48. Myös kellon pysähtymishetki tukee sitä, että Finn-Baltic olisi kaatunut noin klo 12.25. Vanhanaikaisista mekaanisista kelloista on todettu, että ne pysähtyvät melko välittömästi vedenpaineen vaikutuksesta joutuessaan muutaman metrin syvyyteen¹. Kelloseppäkoulun lausunnon mukaan paristokäyttöinen kvartsikello ei pysähdy välittömästi veden tunkeuduttua koneistoon². Toisaalta kaatumishetki ei voine olla kellon pysähtymisaikaa myöhempi.

MRSC Hangon päiväkirjaan hälytyksen tulohetkeksi on merkitty klo 12.50³. On kuitenkin ilmeistä, että hälytys on tullut viimeistään klo 12.40. Merkintä tällaisessa tilanteessa tehdään yleensä jälkikäteen, kun ensimmäinen tilaisuus tehdä merkintöjä päiväkirjaan tarjoutuu. Merivartioasemalta pelastusalus Russarölle lähetetyt miehet ovat Hangon luotsiaseman päivystäjän muistiinpanoissa olleiden, eräiden puhelujen ajankohtia koskevien merkintöjen perusteella olleet jo Russaröllä klo 13.00 - 13.03 välisenä aikana⁴. Jos hälytys olisi tullut vasta klo 12.50, he tuskin olisivat ehtineet ottaa vastaan tehtävänsä, pukeutua, varustautua ja siirtyä Russarölle tässä ajassa. Näillä aikaeroilla ei ole merkitystä pelastustoimien käynnistymisen kannalta.

11.2. Puskija Finnin ja proomu Balticin tutkimukset

11.2.1. Puskija Finnin ja proomu Balticin kunto ennen onnettomuutta

Alusyhdistelmä oli asianmukaisesti katsastettu ja miehitetty, ja sillä oli riittävä vakavuus. Alusyhdistelmän hengenpelastuslaitteet olivat säännösten mukaiset⁵.

Puskija Finnissä tai proomu Balticissa ei ole todettu olleen ennen onnettomuutta sellaista teknistä vikaa tai puutteellisuutta, joka olisi voinut vaikuttaa onnettomuuteen.

Proomu Balticin palleköleistä oli jo aikaisemmin irronnut pieniä paloja niin, että pallekölien kokonaispinta-ala oli vähentynyt noin 10 - 20 %⁶. Tällä seikalla ei kuitenkaan ollut tutkintalautakunnan käsityksen mukaan vaikutusta onnettomuuden syntyyn.

11.2.2. Kaatumisen yhteydessä syntyneet vauriot

Tutkintalautakunta pyrki selvittämään tarkoin aluksesta irronneiden osien sijainnin meren pohjassa. Tärkeimpien osien paikat pystyttiin selvittämään lukuun ottamatta proomu Balticin vasemman puoleista ajoramppia, joka on yhä tietyttömissä. Komentosillan katto- ja lattiaosat (ks. kuvia s. 64) nostettiin maihin mittarien, säätimien ja vastaavien osien tutkimiseksi.

Osien sijainnin ja Finn-Balticin pystyyn kääntämisen jälkeen tehtyjen katselmusten perusteella on määriteltävissä, mitkä vauriot syntyivät kaatumisen ja mitkä ajalehtimisen ja matalikolle ajautumisen yhteydessä.

Kaatumisen yhteydessä syntyivät seuraavat vauriot:

- * Proomu Balticin lastitilan vasemman laidan tukirakenteet leikkaantuivat kannen tasossa. Vasemman laidan lastausramppi irtosi mahdollisesti myös tässä vaiheessa, mutta rampin kehys jäi vielä kiinni. Laidan kiinteät levyt repeilivät alaosiastaan. Laidan irtonaiset levyt (kasetit) irtosivat uriltaan ja vajosivat pohjaan.
- * Puskija Finnin komentosillan ikkunat rikkoutuivat jo aluksen kaatuessa tai pian sen jälkeen. Tätä tukee komentosillalla olleiden aluksen päällikön ja luotsin ruumiiden löytyminen ajalehtimisreitien alkuosasta meren pohjasta.

11.2.3. Myöhemmin syntyneet vauriot

Muut alusyhdistelmän vauriot voidaan osoittaa matalikolle ajautumisen tai myöhemmin tehtyjen siirto- ja kääntämistöiden yhteydessä syntyneiksi.

Matalikolle ajautumisen yhteydessä syntyneet vauriot on lueteltu jo aikaisemmin jaksossa 4.4.

Siirtotöiden valmistelun yhteydessä jouduttiin tukkimaan puskijassa ja proomussa olleita aukkoja öljyvuotojen ja sisällä olleiden onnettomuuden uhrien ja esineiden mereen putoamisen estämiseksi. Alusyhdistelmän ulkoinen asu ei kuitenkaan muuttunut oleellisesti näiden töiden takia.

Kääntämistyön valmistelun yhteydessä varsin ehjäksi jäänyt proomun lastitilan oikea laita

jouduttiin poistamaan kokonaan muutaman metrin matkalta ajorampista perään päin. Proomun pohjaan ja laitoihin jouduttiin kiinnittämään erilaisia laitteita nostovaijerien asentamista varten.

11.2.4. Peräsinkoneen yksityiskohtaiset tutkimukset

Onnettomuuden jälkeisenä päivänä todettiin, että puskija Finnin peräsin oli kääntyneenä 45° eli ääriasentoonsa oikealle. Yksi silminnäkijä on kertonut peräsimen kääntyneen tähän asentoon onnettomuuspäivää seuranneen yön aikana⁷. Peräsinkoneen rakenne huomioon ottaen tämä vaikuttaa kuitenkin epätodennäköiseltä.

Finn-Balticin kääntämisen jälkeen tehdyissä peräsinkoneen yksityiskohtaisissa tutkimuksissa todettiin, että koneeseen kuuluva sähköinen rajakytkin oli pysäyttänyt oikealle kääntymässä olleen peräsimen ääriasentoonsa⁸.

Finnin peräsinkone oli Wärtsilä Oy:n valmistama ja tyyppiä DC 400/45°E. Peräsintä kääntää kaksi erillistä hydraulista pumppua. Peräsimen kääntäminen välillä 35° - 0° - 30° kestää koneen aikaisemman edustajan DeFinn Ky:n lausunnon mukaan yhdellä pumpulla 24 sekuntia. Kääntäminen välillä 0° - 45° eli suorasta asennosta jompaankumpaan ääriasentoon kestää 16 sekuntia. Jos käytetään molempia pumppuja niin kuin käytännössä yleensä tehdään, ajat lyhenevät puoleen eli 12 ja 8 sekuntiin⁹.

Kun Finn-Baltic teki juuri ennen onnettomuutta jyrkän käännöksen vasempaan Hangon ulosmenoväylältä Ryssön väylälle, on selvää, että siinä oli päällä Follow Up-ohjaus eli matkaohjaus. Sähköistä matkaohjausta käytettiin erittäin pienestä peräsinkulma-asteikolla varustetusta ruorista, joka oli sijoitettu komentosillan peräosassa olleeseen ohjauspylväseen. Kun ruoria kääntämällä valittiin haluttu peräsinkulma, peräsin kääntyi niin kauan kuin haluttu kulma oli saavutettu. Jos ruorimies irroitti otteensa ruorista, se ei palautunut neutraaliasentoon vaan jäi siihen asentoon, mihin se oli käännetty¹⁰.

Peräsinkoneen toimintakykyisyys sähkökatkoksen sattuessa oli turvattu niin, että toinen pumppu sai sähköä myös hätägeneraattorin kautta¹¹.

Finnin peräsimen oleminen oikealla ääriasennossa sähköiseen rajakytkimeen pysähtyneenä merkitsee, että:

* Peräsintä on käännetty ennen alusyhdistelmän kaatumista "kaikki oikealle".

* Kun Finn-Balticin ensimmäisen kallistumisen ja kaatumisen välinen aika on ollut onnettomuudesta pelastuneen konepäällikön mukaan noin 10 sekuntia, peräsin

on ehtinyt kääntyä ääriasentoonsa oikealle, vaikka ohjauskäsky ruorista olisi annettu vasta alusyhdistelmän ensimmäisen kallistumisen jälkeen¹².

Peräsinkoneen kaksoisjarrutusventtiilit ovat pitäneet kääntynyttä peräsintä paikallaan onnettomuuden jälkeen. Sen kääntämiseen tässä vaiheessa olisi tarvittu ulkoinen vääntömomentti, joka ylittää peräsinkoneen hydraulisen järjestelmän antaman kääntövoiman. Tämä vääntömomentti on 400 kNm 35 asteen peräsinkulmalla¹³. Finn-Balticin kääntynyttä ylösalaisin ja peräsimen jäätyä veden pinnan yläpuolelle on käytännössä lähes mahdotonta, että peräsimeen olisi voinut kohdistua niin suuri ulkoinen voima, että se olisi liikkunut onnettomuuden jälkeen.

11.2.5. Laitteiden, mittarien ja säätimien tutkimukset

Puskija Finnin sekä ylä- että alakomentosillalla olleet konekäskyvälittimet (telegrammit) osoittivat onnettomuuden jälkeen "täyttä vauhtia eteenpäin"¹⁴.

Tutkinnassa pyrittiin selvittämään myös aluksen mittarien ja säätimien onnettomuushetken näyttämät. Perehtyäkseen mittarien ja säätimien sijaintiin sekä siihen, millaisia ne olivat ehjinä, tutkintalautakunta matkusti 21 - 22.1.1991 Finnin sisaralus Rautaruukilla Raahesta Luulajaan ja tutustui aluksen varustukseen.

Finnin mittarien ja säätimien tutkimuksia vaikeutti komentosillan hajoaminen kahteen osaan sekä molempien osien ruhjoutuminen pohjaa vasten.

Komentosillan katto-osasta irroitettiin kahden VHF-meriradion käyttöpaneeli, tuulimittarin ja kaikuluotaimen näyttölaitteet sekä kaksi gyrokompassin näyttölaitetta. Lisäksi tutkittiin irronneena löydetty puskijan kytkentälaitteen asennonosoitin ja lokin käyttölaite¹⁵.

Tutkituista laitteista ei saatu selville niiden onnettomuushetken näyttämiä. Kaikissa tutkituissa laitteissa oli joko nestekide- tai erilaisia valodiodinäyttöjä. Näihin komponentteihin ei jää mitään pysyviä merkkejä onnettomuushetkellä vallinneesta näytöstä. Missään tutkitussa laitteessa ei ollut elektronista viimeisen näytön muistia¹⁶.

Näyttökomponenttien tai piirikorttien juotoksissa ei ollut havaittavissa mitään sellaista galvaanista korroosiota, jonka perusteella olisi voitu tehdä päätelmiä laitteen kaatumishetken näyttämästä. Sitä vastoin useiden laitteiden sähköliitinriviin kytkentäruuveissa oli hapettumaa tai värimuutosta. Tämän ilmiön perusteella voitaneen päätellä, että liitin on ollut veteen joutuessaan virrallinen. Muutaman liitinruuvien hapettumisesta oli kuitenkin epäjohdonmukaisuutta¹⁷.

11.3. Onnettomuuslasti

11.3.1. Lastin laivauskosteus

Joulukuussa 1990 MAF-rikasteen toimituksissa oli vaikeuksia Malmivaaran kaivoksella 12.10.1990 sattuneen tulipalon takia. Tuotantokapasiteetti oli alentunut 40 %:lla. Vaikka Luulajassa 29.8.1990 pidetyssä neuvottelussa FG-Shippingin edustajat olivat esiintyneiden lastiongelmien takia edellyttäneet rikasteen välivarastointia, siihen ei ollut käytännössä mahdollisuuksia. Proomu Balticiin 21.12.1990 lastatusta 13 398 tonnin MAF-erästä noin 2/3 osaa eli 8 535 tonnia tuotiin suoraan Malmivaaran rikastamolta ja noin 1/3 osaa eli 4 863 tonnia otettiin Luulajan malmisataman ulkovarastosta.

Suoraan rikastamosta laivaan toimitettu rikaste ehti tuohon aikaan olla Malmivaaran rikastamon lastaussiiloissa noin 1 - 2 vuorokautta. Junamatka Malmivaarasta Luulajaan kestää noin 5 tuntia. Tämän perusteella on todennäköistä, että Balticiin lastattu, suoraan junasta otettu 8 535 tonnin lastierä oli valmistettu 19 - 20.12.1990 tai aikaisintaan 18.12.1990 päivällä. Malmivaaran rikastamolla tehdyt kosteusmittaukset vaihtelivat 18.12.1990 klo 10.20 - 20.12.1990 klo 14.20 välisenä aikana välillä 4,3 - 4,9 % yhdeksän mittauksen keskiarvon ollessa 4,55 %¹⁸.

Lastaussiilot on louhittu kallioon. Niiden halkaisija on noin 3 metriä ja korkeus noin 10 metriä. Siiloissa rikasteessa oleva vesi valuu alaspäin ja vettä pääsee myös vuotamaan jonkin verran pois pohjaluukkujen raoista.

LKAB:n edustajien kertoman mukaan MAF-rikasteen kosteus alenee junamatkalla Malmivaarasta Luulajaan 0,5 - 1,0 prosenttiyksiköllä¹⁹.

Luulajan malmisataman kosteusmittauksessa Balticin lastin kosteudeksi saatiin 3,74 %²⁰. Kun sataman kuljetushihnalta otetaan näyte minuutin väliajoin, mittaustuloksen voidaan LKAB:n ilmoituksen mukaan katsoa edustavan hyvin lastin keskiarvokosteutta²¹. Mittaustulos 3,74 % on myös looginen, kun otetaan huomioon lähtökosteus Malmivaarassa, veden valuminen lastaussiilossa ja junamatkan aikana sekä se, että Balticin lastista 1/3 osaa oli ulkovarastosta otettua jo valunutta rikastetta, joka oli mitä ilmeisimmin kuivempaa kuin suoraan rikastamosta tuotu.

11.3.2. Matkan aikaiset havainnot

Ensimmäiset havainnot Balticin lastin tilan muuttumisesta tehtiin Raahessa 23.12.1990, jolloin satamahinaajan päällikkö havaitsi lastin levinneen. Osa rikastekasoista oli levinnyt laidoille asti. Satamahinaajan pursimies oli todennut proomun ollessa Raahessa, että vain

kasojen huiput olivat terveet²².

Raahen satamahinaajan laivaväen ja FG-Shippingin proomuhoitomiehen yhtäpitävien lausuntojen mukaan alusyhdistelmä oli jo 22.12.1990 sataman laiturissa kallistuneena pari astetta. Kallistuma oli ilmeisesti samaan suuntaan kuin se pieni kallistuma, jonka alusyhdistelmä sai Luulajassa lastauksen loppuvaiheissa, kun trimmaukseen tarkoitettu rikaste-erä sijoitettiin väärälle puolelle proomun lastitilaa.

Finnin laivaväki totesi lastin tilan muuttuneen jo Raahen satamassa. Konepäällikön mukaan harjanteet olivat sortuneet tasaisesti molemmille puolille²³.

Onnettomuuteen päättäneen matkan alussa Raahen luotsiaseman luotsi epäili, että proomussa ei ollut täyttä lastia, koska lasti vaikutti matalalta. Finnin päällikkö totesi tällöin, että lasti näytti pieneltä, koska se oli levinnyt kosteuden vuoksi²⁴.

Finnin yliperämies totesi 25.12.1990 klo 17, että rampin peräpuolella lastiharjanteet olivat sortuneet seinille 60 - 70 cm korkeudelle. Lastitilan keulapäässä ne olivat sortuneet kiinni laitoihin. Yliperämies oletti, että lasti olisi levinnyt hänen vahtivuoronsa aikana, mutta klo 18.00 vahtivuoroon Ulkokallan luona saapunut I perämies kertoi hänelle, että lasti oli ollut samanlaisessa tilassa jo Raahesta lähdettäessä²⁵.

Nordvalenin jälkeen yliperämies havaitsi, että keulapäässä ensimmäisinä olleet 3 - 4 harjannetta olivat sortuneet alkuperäisestä korkeudestaan puoleen. Muut keulapuolella olleet 8 harjannetta olivat liejuuntuneet vähän reunoistaan. Muilta osin lastin tila ei ollut muuttunut hänen edelliseen havainnointikertaansa verrattuna²⁶.

Tämän jälkeen yliperämies ei todennut lastin tilassa muita muutoksia kuin pientä liejuuntumista keulakasojen reunoissa²⁷.

11.3.3. Rautaruukki-Kallan vaaratilanne 24.12.1990

Rautaruukki-Kalla, joka lähti Luulajasta 23.12.1990 klo 14.40 MAF-lastissa Oxelösundiin, sai 24.12.1990 klo 06.15 Merenkurkun eteläpuolella 2 - 3 asteen kallistuman oikealle lastin siirryttyä keulapäässä. Kallistuma oikaistiin pumppaamalla painolastitankkiin 250 tonnia vettä. Hetkeä myöhemmin suuren aallon iskettyä voimakkaasti proomun keulaan, lastia sortui vasemmalle laidalle ja peräpäässä myös oikealle laidalle. Alusyhdistelmä saatiin oikaistua pumppaamalla hetkistä aikaisemmin otettu painolastivesi ulos²⁸.

Oxelösundissa lastia purettaessa vettä valui nosturin kauhasta. Oxelösundin sataman nosturinkuljettajat ovat kertoneet kuulusteluissa, että tuohon aikaan lastit olivat yleisesti kosteita²⁹.

11.4. Lastin kosteustilan muutokseen vaikuttavat tekijät

11.4.1. Rikastusprosessin yhteydessä rikasteeseen jääneen veden vajominen alaspäin

Rikasteissa olevalla kosteudella on taipumus vajota alaspäin. Vesi alkaa vajota alaspäin, kun sitä rikasteen rakeiden välissä pitävät kapillaarivoimat eivät enää jaksaa pitää sitä paikallaan.

Ilmiötä on käsitelty aikaisemmin jaksossa 9.1.1. selostetussa Rautaruukki Oy:n tutkimuskeskuksen tutkimuksessa proomu Kallan lastista 1.4.1990 sekä jaksossa 9.2. käsitellyssä englantilaisen Warren Spring Laboratoryn tutkimuksessa. Rautaruukki Oy:n tutkimuskeskuksen tutkimuksessa pidettiin aluksen tärinää kosteuden siirtymistä merkittävästi lisäävänä tekijänä. Karkean rikasteen kostean pohjaosan katsottiin muodostavan voitelevan liukupinnan, joka kuljettaa lastia hallitsemattomasti vapaata pohjapintaa pitkin.

LKAB:n ja Rautaruukin alkuvuonna 1991 tekemässä kokeessa rikaste, jonka kosteus oli 4,36 %, pantiin 10,2 cm läpimittaiseen ja 4,5 m korkeaan putkeen. Putken alapäästä alkoi tippua vettä kahdeksan tunnin kuluttua kokeen alkamisesta eli tässä vaiheessa putken alapäässä ollut rikaste oli kostunut ylhäältä valuvan veden vaikutuksesta. Tippumista kesti 264 tuntia eli 11 vuorokautta ja siinä vaiheessa puolet rikasteen alun perin sisältämästä kosteudesta oli valunut ulos. Viiden vuorokauden kuluttua kokeen alkamisesta tippuminen hidastui oleellisesti.

Englantilaisen tutkimuksen lähtökohtana oli kuusi metriä korkea tasoitettu CLC-rikastelasti. Lasti on hyvin tyypillinen konventionaalisille aluksille. Tässä lastissa kyllästynyt pohjakerros alkoi muodostua viimeistään 10 tunnin kuluttua lastauksen päättymisestä. Noin 17 päivän kuluttua, mikä vastaa valtamerentakaa matkaa, kyllästynyt kerros oli saavuttanut jo yli 0,5 metrin paksuuden. Suomalaisesta tutkimuksesta poiketen englantilaiset eivät pidä aluksen tärinää merkittävänä veden liikettä lisäävänä tekijänä.

11.4.2. Sadeveden määrä

Liitteessä 5 olevien säätietojen perusteella voidaan laskea, että proomu Balticin lastitilan kokoiselle alueelle ($110,4 \text{ m} \times 24,2 \text{ m} = 2\,671 \text{ m}^2$) on voinut sataa 21.12.1990 klo 17 - 27.12.1990 klo 12 välisenä aikana noin 15 millimetriä. Jos tämä vesimäärä olisi imeytynyt kokonaisuudessaan rikastelastiin, se olisi voinut nostaa lastin kosteutta enintään 0,3 prosenttiyksikköä.

11.4.3. Roiskeveden määrä

Arvio roiskeveden määrästä perustuu Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen laivatekniikan laboratorion tutkimusselostukseen (liite 1), josta tähän on otettu keskeiset johtopäätökset³⁰.

Finn-Baltic teki suuren osan matkastaan Raahesta Hangon edustalle kovassa vastatuulissa ja vastaisessa merenkäynnissä, jossa vettä lensi proomun lastitilaan, vaikka nopeutta oli roiskeveden vuoksi huomattavasti pienennetty³¹.

Vettä voi tulla merenkäynnin vaikutuksesta laivan kannelle periaatteessa kahdella eri tavalla - roiskeina tuulen mukana ja vetenä keulan painuessa aaltoon. Todennäköisyys, millä keula painuu aaltoon tietyssä merenkäynnissä pystytään määrittämään melko tarkasti keulan pystyliikkeestä vedenpinnan suhteen. Roiskeveden esiintymistodennäköisyys ja määrä ovat huomattavasti vaikeampia arvioida³².

Murtuvan aallon (murtuvia aaltoja voidaan hyvin kuvata kansanomaisella ilmaisulla "vaahtopäät") iskeytyessä keulaan vesi hajoaa hienojakoiseksi roiskeeksi, joka tuulen ja aluksen liikkeen yhteisvaikutuksesta lentää kannelle. Keulan muodolla on suuri vaikutus siihen, kuinka helposti roiskeita pääsee kannelle. Proomu Balticin pyöreä, pysty keula oli niille altis³³.

Finn-Baltic lähti Raahesta 25.12.1990 klo 13.00. Heti luotsimatkan päätyttyä ja aluksen päästyä avomerelle ja käännettyä kohti etelää roiskevettä alkoi tulla keulasta yli. Tällöin nopeus pudotettiin noin neljään solmuun. Alusyhdistelmän ohjattavuuden parantamiseksi nopeus nostettiin kuitenkin 25.12.1990 klo 18.00 noin kuuteen solmuun ja 26.12.1990 päivällä alus ajoi 6 - 7 solmun nopeudella. Tapaninpäivän iltana tuuli alkoi tyyntyä eikä vettä tullut enää puolen yön jälkeen keulan yli.

Tämän perusteella on arvioitu, että vettä roiskui lastitilaan 30 tunnin ajan 25.12 klo 15 - 26.12 klo 24. Laskelmissa on oletettu, että alus liikkui keskimäärin 7 solmun nopeudella vastaisessa tai sivuvastaisessa aallokossa. Merentutkimuslaitoksen lausunnon mukaan alusyhdistelmän kohtaaman aallokon merkitsevä aallonkorkeus oli 26.12.1990 aamupäivällä $H_S = 1,5$ m ja iltapäivällä $H_S = 1,8$ m³⁴.

Kun Finn-Balticin kurssi vaihteli vastaisen ja sivuvastaisen välillä ja aallokon keski periodi oli luultavasti lähempänä viittä kuin kuutta sekuntia, alusyhdistelmä kohtasi 25.12.1990 klo 15 - 26.12.1990 klo 24 välisenä aikana 25 000 - 30 000 aaltoa³⁵.

Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen laivatekniikan laboratorion laskelmissa voitiin erittäin varmasti todeta, että keulan ylitse ei ole tullut vettä suhteellisen pystyliikkeen vaiku-

tuksesta, vaan kaikki lastitilaan joutunut vesi on ollut peräisin joko tuulen mukana kulkeneista roiskeista tai sivukannelle nousseesta vedestä, joka on virrannut lastitilaan myrskyporttien kautta.

Tutkimuksessa laskettiin myös se todennäköisyys, millä vesi on voinut nousta suhteellisen pystyliikkeen vaikutuksesta sivukannelle ("kävelykannelle") heti keulakorokkeen takana. Tutkimuksen mukaan on hyvin mahdollista, että vettä on noussut muutaman kerran sivukannelle ja virrannut siitä lastitilaan myrskyporttien kautta aluksen tehdessä matkaa Pohjanlahdella. Tällä tavalla vettä on voinut päästä lastitilaan muutamia kuutiometrejä.

Laivatekniikan laboratorion tutkimuksen perusteella voidaan arvioida, että edellä mainittuna aikana vettä on roiskunut Finn-Balticin keulan yli keskimäärin 4 - 5 minuutin välein. Yhdestä keulan yli roiskuneesta aallosta on lentänyt Balticin lastitilaan keskimäärin 0,1 - 0,2 m³ vettä. Näin ollen sinne on voinut tulla vettä kaikkiaan 50 - 120 m³. Arvion tarkkuus huomioon ottaen tämä sisältää myös sen muutaman kuutiometrin vesimäärän, joka on voinut nousta sivukannelle ja virrata lastitilaan myrskyporttien kautta³⁶.

Noin 60 % roiskevedestä voidaan arvioida tulleen lastitilan keulimmaisesta kolmanneksen alueelle.

11.4.4. Veden poistumismahdollisuudet

Vesi voi poistua Finnpusku-järjestelmän proomujen lastitilasta myrskyporttien ja valuma-aukkojen (spyykattien) kautta. Myrskyportteja on kuusi kummallakin laidalla. Niiden koko on 217 x 185 cm (ks. myrskyportin kuvia s. 97 - 99). Valuma-aukkoja on neljä kummallakin laidalla ja niiden läpimitta on 110 mm.

Myrskyporttien vedenpoistokykyä rajoittaa niiden edessä lastitilan puolella oleva, 8,0 cm:n koruinen kynnyks. Myrskyporttien piirustusten mukaan kynnyksessä pitäisi olla valumareikiä. Niitä ei ole kuitenkaan syystä tai toisesta tehty. Lisäksi myrskyportin tiiveys kärsii talvisaikana sen alaosaan jäätyvän kivihiilipölyn, rikasteen tms. takia (ks. kuvia s. 97 ja 99 sekä piirustuksia s. 98).

Myös valuma-aukkojen (spyykattien) merkitys on erittäin vähäinen, koska lastitilassa ei ole lainkaan kansimutkaa ("kaatoa"), joka ohjaisi veden valuma-aukkoihin.

11.4.5. Tutkintalautakunnan arvio lastin kosteustilan muutoksista

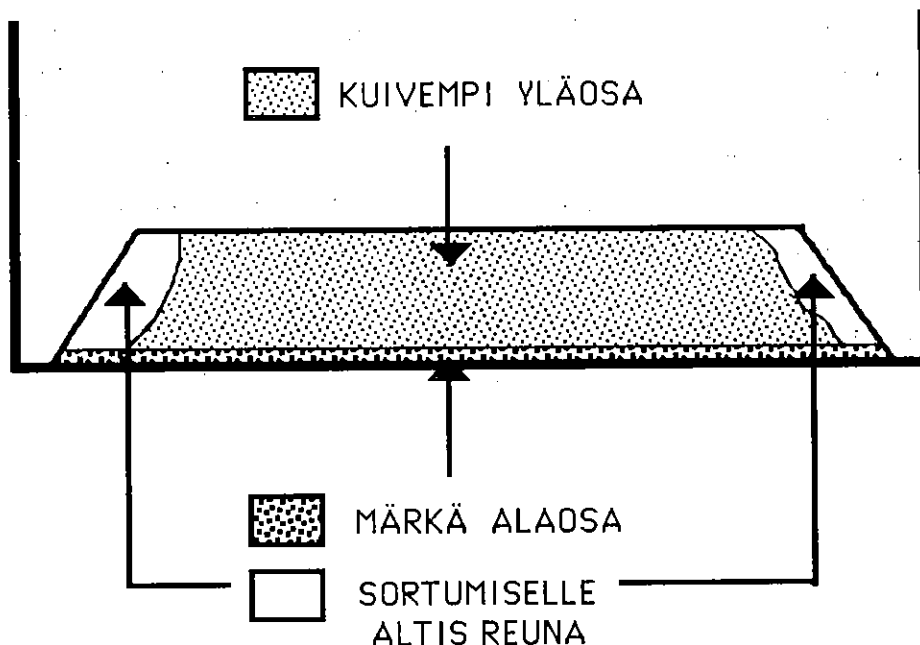
Proomu Balticin lasti levisi reunoiltaan ja painui kasaan jo Raahen satamassa. Sen pa-

remmin sade- kuin roiskevesikään ei ole voinut merkittävästi kostuttaa rikastetta ennen lastin leviämistä ja painumista. Ilmiöt aiheuttaneen kosteuden on täytynyt olla rikasteessa jo lastaushetkellä.

Sama ilmiö, harjanteiden reunojen valuminen lastitilan laidalle jätetyn 30 - 100 cm:n leveyisen valumatilan yli laitoja vasten, on havaittu puskuproomuissa useita kertoja vuoden 1987 jälkeen. Ilmiön syynä pidettiin aluksi yleisesti roiskevesiä. Merenkulkijain piirissä on ollut suhteellisen yleinen käsitys, että roiskevedet eivät imeydy lastin sisään, vaan rikaste pikemminkin hylkii vettä. Reunoilta löydettyjen kosteiden valumien on oletettu syntyneen niin, että roiskevesi on valunut alas rinnettä ja tuonut mukanaan rikasteen liettynyttä pintaosaa.

Luulajan ja Raahen välisellä lyhyellä matkalla sekä jo lähtösatamassa syntyneet samantaiset ilmiöt eivät selity roiskeveden tai muun ulkoisen veden vaikutuksella. Näille tapauksille on yhteistä, että leviämisilmiö ei ole alkanut lastauksen kestäessä, vaan vasta lastin oltua jonkin aikaa proomussa - joko liikkuvassa tai laituriin kiinnitetyssä. Liettymistä on esiintynyt harjanteiden alaosissa. Harjanteiden huippuja on kaikissa tapauksissa kuvattu "terveiksi".

Kun viimeksi mainituissa tapauksissa sade- ja roiskevesi eli ulkoa tullut vesi ei voi olla syynä lastin tilan muutokseen, jäljelle jää vain se mahdollisuus, että muutoksen on aiheuttanut rikasteessa itsessään rikastusprosessin jäljiltä oleva vesi. Edellä 9. luvussa selostettujen suomalais-ruotsalaisten ja englantilaisten tutkimusten valossa on ilmeistä, että alas vajoava vesi saavuttaa kasan pohjan noin 8 - 10 tunnissa sen kokoamisesta. Kun vesi ei pääse poistumaan puskuproomun lastitilasta kasan alta käytännössä juuri lainkaan, pohjalle muodostunut veden kyllästämä kerros alkaa paksuuntua. Myös rikasteharjanteen reunan alaosa kostuu muun pohjaosan kanssa. Kun harjanteen rinne jää ikäänkuin "vesipatjalle", sen stabiliteetti pettää helposti. Tilannetta voidaan havainnollistaa seuraavalla kuvalla.



Edellä kuvatuissa tapauksissa lastitilan reunoilta tavattu märkä rikaste on mitä ilmeisimmin ollut peräisin märän pohjakerroksen vaikutuksesta stabiliteettinsa menettäneestä kivistä rinteestä. Alas liu'uttuaan se on saanut itseensä vettä jouduttuaan kosketuksiin märän pohjakerroksen kanssa. Märkä pohjakerros leviää myös jossakin määrin sivulle päin.

Tyypillinen tällainen tapaus oli, kun Luulajan satamassa puskipöytä odottamassa ollut, valmiiksi MAF-rikasteella lastattu proomu Tasku kallistui 28.5.1990 jo satamassa ennen lähtöään. Proomu oli odottanut puskipöytää runsaasti yli sen noin 8 - 10 tunnin ajan, jonka kuluttua märän pohjakerroksen muodostuminen alkaa. Tässä tapauksessa rikaste oli lastattu proomuun kolmeksi suureksi keoksi, jolloin keon rinteestä saattoi samanaikaisesti sortua suuri määrä rikastetta.

Nyt tutkittavana olevassa Finn-Balticin tapauksessa puskipöytä Rautaruukki jätti proomu Balticin 22.12.1990 pian puolennyön jälkeen Raahen. Tällöin lasti todettiin olevan kunnossa. Proomun kallistuminen Raahen satamassa todettiin ensi kerran 22.12.1990 päivällä, jolloin oli kulunut noin 15 tuntia lastauksen päättymisestä. Tässä vaiheessa oli myös kulunut riittävä aika märän pohjakerroksen muodostumiselle.

Tutkintalautakunta pitää kolmen henkilön yhtäpitäviä ja loogisesti perusteltuja havaintoja proomu Balticin kallistumisesta Raahen satamassa luotettavina. Vaikka Finnin laivaväestä eloon jääneet eivät olekaan todenneet aluksen olleen lähtiessään kallellaan ja myös kallistuman aikaisemmin havainnut satamahinaajan päällikkö on todennut proomun tulleen oikaistuksi lähtöhetkeen mennessä, alus on silti voinut olla kallistuneena. Pois ei voida sulkea sitä mahdollisuutta, että lasti on "elänyt" koko ajan märän pohjakerroksen paksuuntuessa. Tällöin on voinut tapahtua eri puolilla lastia pieniä sortumia, joiden yhteisvaikutus on voinut olla alusta oikaiseva.

Luulajasta 23.12.1990 Oxelösundiin lähteneen Rautaruukki-Kallan lasti sortui keulapäästään noin 16 tunnin kuluttua lastauksen päättymisestä. Ennen aluksen kallistumiseen johtanutta sortumaa Rautaruukki-Kalla oli ehtinyt ajaa voimakkaassa vastatuulella ja aallokossa noin kolmen tunnin ajan. Tänä aikana proomu Kallan lastitilan keulaosaan on ehtinyt varmuudella tulla myös roiskevettä, mutta sen määrä ei kuitenkaan ilmeisesti ole ehtinyt nousta niin suureksi, että se riittäisi yksin selittämään lastinsiirtymän synnyn. Missään tapauksessa se ei selitä riittävästi hetkistä myöhemmin tapahtunutta laajamittaista lastin sortumista proomu Kallan lastitilan keula- ja peräpäässä.

Käsitystä, että myös Kallan lastissa 23 - 26.12.1990 oli märkä pohjakerros, tukevat vielä oxelösundilaisten nosturinkuljettajien havainnot kauhasta valuneesta vedestä.

Roiskevesi ja muu ulkoinen vesi imeytyy MAF-rikasteeseen ja vajoaa siinä alaspäin rikasteen sisäisen veden tapaan. Tutkintalautakunnan ja Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen Koverharissa 23.3.1992 suorittamissa kokeissa MAF-kasojä kasteltiin suihkuttamalla niiden päälle vettä paloruiskun sumusuuttimen läpi. Vesi painui välittömästi kasan sisään ja kun suihkutusta keskeytettiin, pinnalla oli nähtävissä 2 - 3 sekunnin kuluessa selvästi havaittava kuivuminen. Kasojen pohjalle muodostui liettynyt kerros, joka alkoi hiljalleen levitä sivuille. Sen sijaan kasan rinnettä pitkin vierähti alaspäin vain erittäin pieniä, yksittäisiä, täysin kastuneita rikastekasareita.

Finn-Balticin lastista keulassa ollut osa oli useiden silminnäkijähavaintojen mukaan pahiten liettynyt³⁷. Myös peräosa oli liettynyt. Lastin keskiosa oli parhaassa kunnossa. Finn-Balticin kaatumispaikalla meren pohjassa olevan rikastekasan muoto ja proomu Balticin saamat vauriot tukevat sitä käsitystä, että aluksen kaatuessa lastin keula- ja peräosa olivat ensiksi valuneet laitojen päälle ja murtaneet ne.

Seuraavassa taulukossa on laskettu proomu Balticin onnettomuuden aikaisen lastin kylästyneen pohjakerroksen korkeus eräillä reunaehdoilla. Nämä ovat:

- * Rikasteen kiintotiheys on 5,12 t/m³
- * Irtotiheys on noin 3,5 t/m³ (laskennallinen kuivatiheys 3,415 t/m³)
- * Huokosluku on 0,5
- * Lastin laskennallinen korkeus on 1,5 m
- * Lastitilaan tulleen roiskeveden määrä on 50 - 120 m³.
- * Vesi ei ole poistunut vaakasuuntaan
- * Kaikki vapaa vesi on ehtinyt vajota alaspäin (rikasteen yläosaan jää 2,5 % vettä)

<i>Rikasteen alkukosteus %</i>	<i>Vettä rikasteessa l/m³</i>	<i>Kyllästyneen kerroksen paksuus cm</i>	<i>Roiskeveden kylästyneen kerroksen paksuutta lisäävä vai- kutuksen cm</i>
3,5	120	21	10 - 24
4,0	137	32	10 - 24
4,5	154	42	10 - 24

Sadeveden paksuutta lisäävä vaikutus on ollut 4,5 cm.

11.5. Finn-Balticin kaatumistapahtuma

11.5.1. Alusyhdistelmän liikkeet Hangon edustalla

Pian luotsinvaihdon jälkeen Finn-Baltic kääntyi Hangon ulosmenoväylälle, jonka suunta on 139°. Tällöin se joutui oikealta puolelta tulevaan sivuvastaiseen merenkäyntiin, joka aiheutti jonkin verran keinuntaa sekä myös tylpän keulan vuoksi joitakin voimakkaita iskuja keulaan. Mikäli merenkäyntiin sisältyi myös maininkia, on jonkin verran esiintynyt myös jyskintää ja kohoilua.

Finn-Baltic eteni Hangon ulosmenoväylää noin seitsemän minuutin ajan kunnes aloitti käännöksen Ryssön väylälle, jonka suunta on 086°. Käännöksen jälkeen Finn-Baltic oli sivuaallokossa, jossa sen keinunta voimistui. Liitteessä 1 olevan Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen laivatekniikan laboratorion laskelman mukaan aaltojen synnyttämä keinunta on saattanut johtaa enimmillään noin 10 asteen hetkelliseen kallistumaan. Myös tuuli on pyrkinyt kallistamaan alusta vasemmalle, mutta sen kallistava vaikutus on aluksen erittäin suuren alkuvakavuuden vuoksi ollut vain noin asteen kolmasosa.

Finn-Baltic ehti edetä Ryssön väylää vain kolme aluksen mitta, kun ensimmäinen pysyvä kallistumaan johtanut lastin siirtyminen tapahtui. Onnettomuudesta pelastunut konepäällikkö on kertonut, että alusyhdistelmä sai ensin noin 2 asteen pysyvän kallistuman. Tällaisen kallistuman pystyi aiheuttamaan esimerkiksi lastin keulimmaisen neljänneksen siirtyminen kokonaisuudessaan metrin vasemmalle.

Aluksen pysyvä kallistuminen aiheuttaa normaalisti akuutin pelon lastin siirtymisestä lisää. Luonnollinen reaktio tällaisessa tilanteessa on pyrkiä kääntämään alus vasten tuulta ja merenkäyntiä. Kuten edellä peräsinkoneen yksityiskohtaisia tutkimuksia koskevassa jaksossa 11.2.4 todettiin, Finnin peräsin oli onnettomuuden jälkeen kääntyneenä ääri-asentoonsa oikealle. Peräsin ehti kääntyä tähän asentoon, vaikka ohjausliike oikealle olisi tehty vasta mainitun 2 asteen pysyvän kallistuman synnyttyä.

Kun peräsin lähti kääntymään oikealle, se aiheutti hetkeksi pienen oikealle kallistavan momentin, mutta heti alusyhdistelmän lähtiessä kääntymään oikealle kasvava keskipaikoisvoima tarttui sen varsin korkealla olleeseen painopisteeseen ja aiheutti yhdessä aallokosta johtuvan keinunnan ja tuulen kallistavan vaikutuksen kanssa lastin lisäsiirtymistä, joka ennen pitkää aiheutti koko lastin liikkumisen kohti vasenta laitaa. Aluksen kaatumiseen riitti onnettomuuslastin runsaan kahden metrin kokonaissiirtymä. Kaatumistapahtuma on, kuten liitteessä 1 esitetystä simuloinnista ilmenee, kestänyt vain noin 15 sekuntia.

Kaatumisen yhteydessä lastitilan laita vasten syöksynyt raskas rikaste aiheutti tukiristikkoiden leikkaantumisen kannen tasossa ja laidan levytyksen repeytymisen kolmiomaisiksi kielekkeiksi, jotka pysyivät kiinni kansilevyissä. Kuten aikaisemmin on todettu, proomu Balticin lastitilan vasen laita vaurioitui pahimmin keula- ja peräpäästään. Ajorampin etupuolella ollut neljännes pysyi paikoillaan loppuun asti. Sitä, että rikastelasti lähti voimakkaaimmin liikkeelle lastitilan keula- ja peräpäästä, tukee myös meren pohjassa olevan rikastekasan muoto.

11.5.2. Aluksen lastitilanne ja vakavuus

Seuraavassa on esitetty arvio Finn-Balticin lastitilanteesta ja vakavuudesta juuri ennen kaatumista. Nesteiden määrien osalta arvio perustuu aluksen Selma 2 -järjestelmän tulostukseen 25.12.1990 ja lastin osalta lastiasiakirjoihin. Muut painotiedot ja hydrostaattiset tiedot on otettu Hollming Oy:n laskemista aluksen vakavuustiedoista. Seuraavassa taulukossa ovat tiedot aluksen ja lastin painoista ja painopisteiden korkeudet perustasosta.

Kuorma	Määrä [ton]	Painopisteen korkeus [m]
Dieselöljy	66,2	1,50
Raskaspolttoöljy	283,6	4,40
Voiteluöljy	8,5	2,10
Makeavesi	62,3	3,60
Painolasti	221,0	4,30
Jäteöljy ja -vesi	15,0	0,70
Miehistö ja muona	5,0	14,00
Sekalaiset	70,0	9,40
Lasti	13 398,0	10,70
Aluksen kevytpaino	6 616,0	6,32
Uppouma	20 745,6	9,08

Aluksen uppouma 20 745,6 tonnia vastaa makeassa vedessä, jonka tiheys on 1.0025 ton/m^3 , syvyyttä 6.74 m, kun aluksen paperien mukaan proomu BALTIC:in syväys oli lastauksen päätyttyä 6.84 m. Ero on merkityksetön aluksen kaatumisen tai liikkeiden kannalta aalloissa. Seuraavassa aluksen hydrostaattiset tiedot on annettu syväydelle $T = 6.84 \text{ m}$.

Syväys, $T = 6,84 \text{ m}$

Alkuvaihtokeskus, $KM = 13,32 \text{ m}$

Vaihtokeskuskorkeus, $GM_0 = 4,24 \text{ m}$

Vapaiden nestepintojen aiheuttama korjaus, $GM_{\text{corr}} = 0,06 \text{ m}$

Korjattu vaihtokeskuskorkeus, $GM = 4,18 \text{ m}$

Kallistuskulma, ϕ	10°	20°	30°	40°	50°	60°
MS [m]	0,021	-0,046	-0,720	-1,797	-3,106	-4,427
GM ₀ sin ϕ	0,736	1,450	2,120	2,725	3,248	3,672
Nestepintakorjaus, DGZ	0,010	0,020	0,031	0,045	0,061	0,079
Vakavuusmomentti, GZ	0,750	1,323	1,276	0,793	0,021	-0,851

Kuten edellä esitetyistä luvuista voidaan todeta on vakavuuskäyrän pinta-ala 40 asteen kulmaan laskettuna noin 0,7 metriradiaania, kun vaatimustaso on 0,07. Käyrän maksimin paikka tosin hieman alittaa vaaditun 25 asteen arvon, mutta huomioiden vaadittuun nähden yli kuusinkertaisen pinta-ala-arvon, 28-kertaisen alkuvaihtokeskuskorkeuden ja lähes kuusinkertaisen vakavuusvarren 30 asteen kallistumalla ei tätä voida pitää merkittävänä puutteena. Oleellista tietenkin on, että vakavuusmääräykset edellyttävät lastin pysymistä paikallaan.

11.6. Tutkintalautakunnan käsitys Finn-Balticin kaatumisen syistä

Tutkinnan perusteella voidaan todeta, että onnettomuuden välittömänä syynä voidaan pitää ainakin 40 cm:n paksuisen, vedellä kyllästyneen kerroksen muodostumista rikastelastin pohjalle. Kyllästynyt kerros on alkanut muodostua lastauskosteudeltaan keskimäärin 3,74 % olleen lastin pohjalle jo lastausta seuranneena päivänä proomu Balticin odottaessa puskija Finniä Raahen satamassa.

Proomu Balticin lastitilaan on tullut 25.12.1990 klo 13.00 - 27.12.1990 klo 12.00 välisenä aikana roiskevettä vähintään 50 m³, minkä kyllästynyttä pohjakerrosta paksuntava vaikutus on ollut ainakin 10 cm. Tästä vedestä noin 60 % voidaan arvioida tulleen lastitilan keulimmaisesta kolmanneksen alueelle Lastauksen päättymisen ja onnettomuuden välisenä aikana lastitilaan satanut vesi on voinut paksuntaa kyllästynyttä pohjakerrosta noin 4,5 cm.

Kun Finn-Baltic on kääntynyt Hangon ulosmenoväylältä Ryssön väylälle, se on joutunut voimakkaaseen oikealta sivulta käyvään aallokkoon ja tuuleen. Alusyhdistelmän keinunta on lisääntynyt. Keinunnan lisääntyessä on mitä todennäköisimmin keulapään lasti siirtynyt yhtenä massana kyllästyneen pohjakerroksen ja kannen välistä liukupintaa pitkin vasempaan, jolloin alusyhdistelmä on saanut noin 2 asteen pysyvän kallistuman. Tässä vaiheessa alusyhdistelmän keula on peräsimen asennosta päätellen yritetty kääntää vasten tuulta ja aallokkoa, mikä on tällaisessa tilanteessa luonnollinen reaktio. Käännöksen alkaessa keskipakovoima on vaikuttanut lastin niin, että se on lähtenyt yhtenä massana liikkeelle pahimmin kostuneilta osiltaan eli keula- että peräpäästään. Lasti on liukunut päin lastitilan vasenta laitaa, jolloin alusyhdistelmä on kaatunut.

11.7. Pelastustoimet

11.7.1. Ihmishengen pelastaminen

Toimet ihmishenkien pelastamiseksi käynnistyivät 5 - 10 minuutin kuluessa onnettomuuden tapahtumisesta. Johtovastuussa ollut MRSC Hanko aloitti toimintansa noin klo 12.40 eli 15 minuutin kuluttua onnettomuudesta. Kun Finn-Baltic ei pystynyt tapahtumien äkillisyyden vuoksi antamaan hätäilmoitusta, myös pelastajille oli aluksi epäselvää, mitä itse asiassa oli tapahtunut.

MRSC Hanko aloitti tiedustelun ja klo 13.30 mennessä sille oli hahmottunut kuva tapahtuneesta.

MRSC Hanko organisoi aluksi pintaetsinnän merelle ja varmisti, että rannoilla käynnistyy maaetsintä. Yksiköiden hälyttäminen sujui nopeasti ja yksiköitä oli hyvin saatavissa, vaikkakin ankara merenkäynti esti pienempien alusten lähtemisen välittömästi merelle.

Saatuaan noin klo 13.40 tiedon Finnin miehityksestä MRSC Hanko varautui toiminnassaan myös siihen, että kaatuneen alusyhdistelmän sisällä saattoi olla ihmisiä elossa. Alusyhdistelmän sisällä tapahtuvien pelastustoimien käynnistämistä hidasti aluksi se seikka, että sukeltajia ei ollut välittömästi saatavissa. Niitä ryhdyttiin kuitenkin heti hankkimaan Upinniimestä ja pääkaupunkiseudulta.

Hangossa eri viranomaisten yhteistyö sujui kitkattomasti ja pelastustoimiin hälytetyt viranomaiset ja kansalaiset osoittivat aloitteellisuutta.

Pääkaupunkiseudulla avun antamista Hankoon haittasivat eräät tietokatkokset. Helsingin palolaitoksen lentopelastuskomennuskunta LEKA lähti Hankoon helikopterilla klo 16.16 ja saapui perille klo 17.30. Vielä Hankoon saapuessaan he luulivat olevansa matkalla Utön lähellä merihädässä olleelle M/S Transgermanialle. Myös heidän varustuksensa oli sen mukainen. MRCC Helsingin klo 14.25 Helsingin palolaitokselle antama viesti, että LEKA-ryhmän on lähdettävä Utön sijasta Hankoon, ei välittynyt komennuskunnalle. Myöskään helikopterin ohjaaja, jolle MRCC Helsinki ilmoitti klo 15.40 LEKA:n tehtävän muuttumisesta, ei ilmoittanut tästä helikopterissa olleelle ryhmälle.

Ensimmäisenä helikopterina Hankoon klo 13.54 lähtenyt Rajavartiolaitoksen helikopteri joutui palaamaan kaksi kertaa kesken matkansa Helsinkiin noutamaan lisää pelastajia.

Myöhemmin illan aikana johtamistoimintoja MRSC Hangossa häiritsi tiedotusvälineiden edustajien pysyttäytyminen lohkokeskuksen välittömässä läheisyydessä. Tässä tilanteessa olisi ollut tarpeen esimerkiksi nimetä erityinen tiedottaja vapauttamaan pelastustoimien

johto päätehtävänsä. Myöhemmin MRSC Hanko sai MRCC Helsingiltä ohjeen järjestää erityisiä tiedotustilaisuuksia, jolloin asia saatiin hallintaan.

Julkisuudessa on esitetty arvostelua Finn-Balticin pohjan päällä suoritettujen pelastustoimien johtamisjärjestelyistä. On väitetty, että hankolaisen ammattisukeltajan johdolla laadittu, erilaiset riskitekijät huomioon ottanut suunnitelma Finnin sisällä olleiden ylipärimiehen ja konepäällikön pelastamiseksi jätettiin toteuttamatta ja tämän osaoperaation johtaminen siirrettiin suunnitelman laatijan tietämättä häneltä LEKA-ryhmän johtajalle³⁸.

Kun neljän sukeltajan ja viestimiehen muodostama ryhmä vietiin klo 16.45 Finn-Balticin pohjan päälle, MRSC Hanko nimesi ryhmän johtajaksi Rajavartiolaitoksen sukeltajan. Hankolainen ammattisukeltaja määrättiin asiantuntijaksi ja muille sukeltajille terotettiin, että heidän tuli seurata tarkoin asiantuntijan ohjeita, koska tällä oli kokemusta hylynsisäisestä sukeltamisesta.

Kun LEKA-ryhmä ja merivoimien sukeltajat saapuivat Hankoon, MRSC Hangolla ei ollut aluksi antaa heille tehtävää. MRSC Hanko oli kysynyt Finn-Balticilla olleelta neljän sukeltajan ryhmältä tarvitsevatko he lisävoimia. Tällöin he olivat ilmoittaneet suoriutuvansa tehtävästään alkuperäisellä vahvuudella.

LEKA-ryhmän johtajana toiminut asemamestari sai tehtävän johtaa aluksella tapahtunutta toimintaa MRCC Helsingissä työskennelleeltä Suomenlahden Merivartioston komentajalta. Tämä antoi johtamistehtävän asemamestarille ilmeisesti tietämättömänä MRSC Hangon pari tuntia aikaisemmin Suomenlahden Merivartiostoon kuuluvalla sukeltajalle antamasta vastaavasta tehtävästä.

Kun Finn-Balticille klo 16.45 viety ryhmä totesi aluksen sisälle sukeltamisen mahdottomaksi, hankolainen ammattisukeltaja teki suunnitelman aukon polttoleikkaamisesta pohjaan sisällä olleiden pelastamiseksi. Hän lähti noin klo 19.15 eli pian sen jälkeen, kun LEKA-ryhmä ja merivoimien sukeltajat olivat saapuneet Finn-Balticin pohjan päälle, hakemaan maista välineitä suunnitelman toteuttamista varten. Hän palasi takaisin noin klo 22.00, jolloin sisällä olleet oli jo saatu ulos. Ennen ammattisukeltajan lähtöä välineitä noutamaan ei käyty keskusteluja hänen sekä Finn-Balticille juuri saapuneiden LEKA-miesten ja sukeltajain kesken tehtävien siirtämisestä tai johtamisjärjestelyistä.

LEKA-ryhmän johtaja sai johtamistehtävän toimivaltaiselta viranomaiselta, otti sen vastaan ja suoritti sen asianmukaisesti. Arvostelua voidaan esittää siitä, että MRCC Helsinki antoi johtamistehtävän perehtymättä riittävästi alaisensa lohkokeskuksen, MRSC Hangon, aikaisemmin tekemiin järjestelyihin. Tällä ei kuitenkaan ollut mitään kielteistä vaikutusta pelastustoimien onnistumiseen.

Hankolainen ammattisukeltaja määrättiin Finn-Balticille asiantuntijaksi, ei ryhmän johtajaksi. Noin 2,5 tunnin matka välineitä noutamaan olisi joka tapauksessa katkaissut aktiivisen johtamisen, jos hän olisi toiminut johtajana. Kun hän ei myöskään lähtiessään selvästi ilmaissut paikalle saapuneille LEKA-ryhmälle tai merivoimien sukeltajille, että näiden olisi tullut hänen suunnitelmansa toteuttamiseksi ryhtyä joihinkin toimenpiteisiin tai pidättäytyä sellaisista, LEKA-ryhmän ja merivoimien sukeltajien sekä muiden heidän kanssaan työskennelleiden voidaan katsoa menettelleen asianmukaisesti.

Kun yliperämies ja konepäällikkö oli saatu ulos aluksen sisältä, heidän kanssaan keskusteltiin jo matkalla sairaalaan siitä, voisiko aluksen sisällä vielä olla joku elossa. Pelastuneilla oli varsin selkeä kuva eri henkilöiden olinpaikoista alusyhdistelmän kaatumishetkellä sekä veden noususta ylösalaisin kääntyneen aluksen sisätiloihin. Näiden tietojen perusteella näytti inhimillisen kokemuksen valossa varmalta, ettei sisältä ollut enää ketään pelastettavissa.

Pian sisällä olleiden pelastamisen jälkeen puski- ja proomun välinen sauma alkoi "elää" merenkäynnissä. Tämä synnytti epäilyn, että alusyhdistelmän osat irtoaisivat toisistaan. Proomun pohjan päällä olleet pelastajat olivat välittömässä hengenvaarassa.

Näiden tietojen pohjalta aluepäällikkö antoi klo 22.30 käskyn, että pelastajien on poistuttava Finn-Balticilta, jolloin myös pelastustoimet ihmishenkien pelastamiseksi käytännössä päättyivät³⁹. Päätöstä voidaan pitää oikeana.

Pelastustoimia häiritsi VHF-radioiden huono kuuluvuus⁴⁰.

Kokonaisuudessaan pelastustoimet sujuivat vaikeissa olosuhteissa hyvin.

11.7.2. Öljyntorjunta

Öljyntorjunta onnistui olosuhteet huomioon ottaen hyvin. Hangon palolaitos pääsi aloittamaan torjuntatyöt heti onnettomuudesta tiedon saatuaan. Torjuntatyötä vaikeuttivat alusyhdistelmän kääntämisyritysten tekeminen myös yöaikaan, jolloin myös öljyntorjuntaa oli suoritettava pimeässä.

Öljyntorjuntatyötä hankaloittaa ja sen kustannuksia lisää öljyvaaraa aiheuttavien pelastustoimien tekeminen yöaikana. Tätä tulisi välttää, jollei kysymys ole ihmishenkien pelastamisesta. Tässä tapauksessa onnettomuusaluksen kääntämistöitä tehtiin myös yöllä ennen muuta taloudellisista syistä (muun muassa nosturialuksen korkea vuokra), mikä puolestaan edellytti hankalia ja kalliita öljyntorjuntatoimia.

11.8. Inhimilliset tekijät ja organisaatioiden toiminta

11.8.1. Inhimillisten tekijäin ja organisaatioiden toiminnan suhde

Vakavan merionnettomuuden tapahduttua osoitetaan helposti laivaväen tai laivan maaorganisaation toimineen virheellisesti. Vastuullisten henkilöiden ammatillinen pätevyys on tosin viime vuosina jatkuvasti lisääntynyt, mutta samalla ovat lisääntyneet myös vaatimukset tehtävien hoidossa.

Eri maiden merenkulkuviranomaisten vähitellen hyväksymän käsityksen mukaan, mihin myös tutkintalautakunta voi yhtyä, inhimillisten tekijäin vaikutus onnettomuuteen ei ilmene pelkästään onnettomuuden yhteydessä toimineiden henkilöiden kautta, vaikka tehtävän suorittaneella onkin aina tekijänvastuu.

Onnettomuus on hyvin harvoin yhden yksittäisen teon tai laiminlyönnin seuraus. Kun onnettomuuksia on eri tahoilla analysoitu, on voitu todeta, että onnettomuus on ollut usein päätepiste sarjalle tapahtumia, joiden hallinta ei kaikilta osin edes ole sen henkilön mahdollisuuksien rajoissa, jonka virhearvioinnin katsotaan olleen onnettomuuden välittömänä syynä. Eräissä inhimillisten tekijöiden osuutta onnettomuuksissa koskevissa tutkimuksissa onkin todettu, että suuren osan virheellisistä päätöksistä ja laiminlyönneistä, jotka ovat myötävaikuttaneet onnettomuuden syntyyn, tekevät yrityksen johto ja sen maaorganisaatio.

11.8.2. Inhimilliset tekijät

Kiistattomana voidaan pitää sitä, että kaikki puskija Finnillä palvelleet olivat ainakin josakin määrin tietoisia MAF-rikasteen kuljetuksissa esiintyneistä lastiongelmista. Sen sijaan heillä ei ollut täsmällistä kuvaa ongelmien syistä. Pääsyyinä pidettiin rikasteen liian suurta kosteuspitoisuutta jo lastaushetkellä. Näyttää ei kuitenkaan ole siitä, että LKAB olisi lastannut Finnpusku-järjestelmän käyttöönottamisen ja Finn-Balticin onnettomuuden välisenä aikana puskuproomuihin rikastetta, jonka kosteuspitoisuus olisi ylittänyt suurimman hyväksyttävän laivauskosteuden, eikä esiin ole tullut edes syitä, joiden perusteella tätä olisi syytä epäillä.

Uudempi tutkimus on osoittanut, että käytössä olevat suurimman hyväksyttävän laivauskosteuden määrittävät ja lastattavan rikasteen kosteuspitoisuuden mittausmenetelmät eivät takaa kuljetuksen turvallisuutta. Suurin hyväksyttävä laivauskosteus ylittyy heti, kun rikasteessa alaspäin valuva vesi saavuttaa pohjan tason.

Yksipuolinen pitäytyminen siinä käsityksessä, että ongelmat aiheutuivat lähtökohtaisesti

liian kosteasta rikasteesta aiheutti, että jo harkittavinakin olleista teknillisistä parannuksista (esimerkiksi rikastelastin kuivattaminen salaojien tms. avulla sekä pitkittäissuuntaisten välilaipioiden asentaminen) luovuttiin. Kaiken lisäksi Finnpusku-proomuissa aluksi käytetty kekomainen lastaustapa ja lastiongelmien ilmaannuttua käyttöön otettu lastaus harjanteiksi olivat molemmat sellaisia, joita voidaan nykyisen tutkimustiedon valossa pitää ehdottomasti virheellisinä.

Lastiongelmien seurauksena yksi Finnin päälliköistä teki kaksi kertaa meriprotestin ja kieltäytyi viemästä jo satamassa sortunutta MAF-lastia Luulajasta Oxelösundiin mutta suostui molemmilla kerroilla viemään valmiiksi lastatun proomun Perämeren yli Raahen. Muu laivaväki on esittänyt eri vaiheissa päälliköille arvostelua, mutta kieltäytymisiin arvostelu ei ole johtanut.

Kun Finn-Baltic lähti Raahesta Koverhariin 25.12.1990, useimmat laivaväkeen kuuluvista olivat varmuudella tietoisia lastin senhetkisestä tilasta ja myös odotettavissa olevista riskeistä kuten kovasta tuulesta.

Laivaväen omaiset ovat kertoneet, että palvelu Finnillä oli fyysisesti rankkaa. Tämä näkyi poikkeuksellisen voimakkaana väsymystilana työssäolojakson päättyessä. Sen sijaan tutkinnassa ei ole tullut ilmi sellaisia seikkoja, että jonkun onnettomuushetkellä merenkulun turvallisuuden kannalta tärkeässä tehtävässä olleen viretila olisi ollut väsymyksen tai muun vastaavan syyn takia poikkeuksellisen huono.

Finnin työaikakirjanpidosta syksyiltä 1990 käy ilmi, että laivaväen viikottainen työaika Finnillä on vaihdellut 80 - 96 tunnin välillä. Keskimääräinen työaika päivää kohti on vaihdellut 11 -14 tunnin välillä. Päällikön työtuntien määrä ei käy ilmi kirjanpidosta, koska päällikkö ei ollut merityöaikalain alainen.

Vahtityötä tehneiden työpäivät olivat yhtä pitkiä kuin muullakin laivaväellä. Asiasta oli sovittu työehtosopimuksella, mikä on merityöaikalain mukaan mahdollista.

Työaikakirjanpidon perusteella voidaan todeta edelleen, että merityöaikalain edellyttämä vuorokautinen, vähintään 6 tunnin pituinen yhtäjaksoinen lepoaika on pääsääntöisesti pidetty.

Vaikka palvelu puskijoilla oli fyysisesti rankkaa, merimiehet hakeutuivat niihin mielellään. Tähän vaikuttivat muun muassa palkkaus sekä alusten pysyminen koko ajan Itämerellä, jolloin vuorottelu kyettiin hoitamaan joustavasti. Puskijoille oli tunnusomaista hyvä sisäinen henki laivaväen kesken ja päälliköiden demokraattinen johtamistapa.

11.8.3. Organisaatioiden toiminta

Finnpusku-järjestelmän kuljetustaloudellinen perusidea on, että miehitetyn puskijan sata-massaoloaika saadaan minimoiduksi ja merilläoloaika maksimoiduksi. Äärimmilleen vietynä tämä johtaa kuitenkin turvallisuusriskien lisääntymiseen. Muun muassa perinteisesti hyvään merimiestapaan kuuluva, aluksen päällystön suorittama lastauksen huolellinen valvonta jää pois, jos puskija vain hakee satamasta valmiiksi lastatun proomun. Maailmassa on kylläkin useita proomukuljetusjärjestelmiä, joissa hinaaja tai puskija hakee liki säännönmukaisesti satamasta valmiiksi lastatun proomun, jolloin sen päällystön tehtäväksi jää vain todeta, että valmis lasti on asianmukaisella tavalla lastattu ja kiinnitetty. Kun on kysymys niin vaarallisesta kuljetettavasta kuin rautarikaste, tämän tavan yleistyminen ei ole suotavaa.

Finnpusku-järjestelmä oli alun perin useiden suomalaisten yritysten yhteinen kuljetusjärjestelmä, mutta muuttui pian valmistumisensa jälkeen leimallisesti osaksi Rautaruukki-konsernin kuljetusjärjestelmää.

Puskijat ja proomut omistavissa laivanisännistöyhtiöissä on nykyisin mukana vain Rautaruukki-konsernin määräysvallassa olevia yhtiöitä. Aluksia käyttää JIT-Trans, joka on Rautaruukki-konserniin kuuluva kuljetusliike. JIT-Trans huolehtii Rautaruukki-konsernin kuljetuksista, mutta ottaa vastaan kuljetustehtäviä myös ulkopuolisilta. Merkittävä ulkopuolinen kuljetustehtävä on ollut Finnpusku-järjestelmän aluksilla tapahtunut rikasteen kuljettaminen Luulajasta SSAB:n tehtaille Oxelösundiin.

JIT-Trans on vuokrannut Finnpusku-järjestelmän alukset laivanisännistöyhtiöiltä bareboat-sopimuksin. Sen paremmin JIT-Transiin kuin muuallekaan Rautaruukki-konserniin ei ole katsottu tarkoituksenmukaiseksi palkata merihenkilöstöä, varsinkin kun se edellyttää myös merenkulullista osaamista omaavan johtoportaahan muodostamista. Tästä syystä on päädytty ostopalveluihin. FG-Shipping on huolehtinut Finnpusku-alusten varustamolle kuuluvista tehtävistä erillisen sopimuksen nojalla. Finnlines-konsernilla, johon myös FG-Shipping kuuluu, on pitkäaikainen kokemus juuri tällaisesta hoitovarustamotoiminnasta.

Finnpusku-järjestelmän kuljetustaloudellisen perusidean toteuttaminen on vaatinut lisäksi eräiden alusten lastauksiin ja purkauksiin liittyvien tehtävien antamista satamissa toimiville itsenäisille yrittäjille, "talonmiehille". Talonmiehet suorittavat palveluksia sekä JIT-Transille että FG-Shippingille.

Kuljetustaloudelliset ja niiden ohella verotekniset syyt ovat näin synnyttäneet rakenteen, jossa yhden taloudellisesti intressoidun tahon, Rautaruukki-konsernin, toimintoja on

jaettu useihin erillisiin, sopimuksin toisiinsa sidottuihin yhtiöihin. Tämä on merenkulussa nykyisin yleistä.

FG-Shippingiä voidaan pitää Finnpusku-järjestelmässä selkeästi erillisenä organisaationa. FG-Shippingin ja Rautaruukki-konsernin yhtiöiden suhde oli tavanomainen sopimussuhde. FG-Shipping protestoi ongelmia aiheuttaneista lasteista JIT-Transille. Myös Finnin laivaväki oli selkeästi samaistunut työnantajansa, FG-Shippingiin.

Finnlines-konsernin ja FG-Shippingin turvallisuusorganisaatioita onnettomuutta edeltävinä aikoina voidaan sinänsä pitää riittävinä ja toimivina. Turvallisuusasenteet yhtiöissä olivat asialliset.

LKAB pitäytyi eri vastuukysymyksissä johdonmukaisesti kansainvälisten vakiosopimusten sisällössä. LKAB luovutti rikasteen Luulajassa laivaan FOB-ehdoin ja antoi sopimusten mukaisen vakuutuksen, että rikasteen kosteus ei ylittänyt 6,5 %.

LKAB:n sisällä vastuu oli jaettu niin, että Luulajan malmisatama vastasi lastattavan tavaran turvallisuudesta siltä osin kuin se oli yhtiön vastuulla. Malmivaaran rikastamo on korostanut johdonmukaisesti sitä, että sen suorittamat kosteusmittaukset tehdään vain laadunvalvonnan vuoksi. Lisäksi yhtiössä on korostettu, että rikasteen suuri kosteus merkitsee epätaloudellista veden kuljettamista kaivoksilta satamaan. Laivauskosteuden valvonnan uskominen yksin malmisataman vastuulle merkitsi muun muassa, että tietojen vaihto rikasteen kosteudesta valmistumishetkellä ja rikasteen varastoinnista Malmivaarassa ennen junakuljetusta oli rikastamon ja malmisataman välillä onnettomuutta edeltäneenä aikana vähäistä. Kosteuden mittausmenetelmiä sekä rikastamossa että malmisatamassa onnettomuuden tapahtumista edeltävänä aikana voidaan pitää yllättävän vanhan aikaisina ottaen huomioon yhtiön muun teknologian taso.

Koko kuljetusjärjestelmän toimintojen hajautuminen useisiin eri yhtiöihin hidastaa ongelmien syntyessä helposti toimenpiteiden käynnistämistä.

Tammikuussa 1988 sattunut, järjestyksessä toinen tiedossa oleva lastin sortuminen aiheutti, että Rautaruukin tutkimuskeskus otatti Koverhariin tulleista lasteista näytteitä. Siinä vaiheessa koko ongelma oli kuitenkin niin hahmottomaton, ettei näytteiden perusteella voitu tehdä johtopäätöksiä.

Syyskuussa 1989 tapahtunut kolmas sortuminen aiheutti, että FG-Shipping esitti sortumien johdosta vastalauseen JIT-Transille.

Rautaruukin tutkimuskeskus aloitti tutkimukset ja FG-Shipping sekä JIT-Trans päättivät käynnistää neuvottelut LKAB:n kanssa huhtikuussa 1990 sen jälkeen, kun lastit olivat

alkaneet sortua myös satamissa. Luulajassa 16.5.1990 pidetyssä kokouksessa sovitut toimenpiteet eivät kuitenkaan välittömästi lopettaneet ongelmia. Finnin päällikön kieltäytyminen viemästä kahta jo lähtösatamassa sortunutta lastia Oxelösundiin aiheutti Rautaruukki-konsernin piirissä pelon, että SSAB:n kanssa tehdyn kuljetussopimuksen täyttäminen joutuisi vaikeuksiin. Tämän vuoksi ryhdyttiin toimenpiteisiin uuden kokouksen järjestämiseksi ja suunniteltiin keinoja ongelmien ratkaisemiseksi.

Ongelmat jatkuivat kuitenkin edelleen kesällä 1990. Luulajassa 29.8.1990 pidetyssä uudessa kokouksessa FG-Shipping edellytti käyttötoiminnan päällikön kertomuksen mukaan, että rikaste välivarastoidaan sen kuivumisen edistämiseksi. Tätä varten LKAB sai myös kahden viikon toimitustauon. Tästä ei kuitenkaan ole merkintää kokouksen pöytäkirjassa. Käytännössä vaatimusta ei liioin voitu noudattaa Malmivaaran kaivoksella 12.10.1990 tapahtuneen tulipalon jälkeen, jolloin rikaste jouduttiin 40 %:n suuruisen tuotannon alentumisen takia lähettämään Luulajaan laivattavaksi 1 - 2 vuorokauden kuluessa valmistumisestaan.

Tutkinnan perusteella eri organisaatioiden toiminnasta voidaan tehdä seuraavat johtopäätökset:

- * Perusvaikeutena esiintyneiden lastiongelmien käsittelyssä voidaan pitää sitä, että rikasteen kosteuskäyttäytymistä ei tunnettu riittävästi onnettomuutta edeltäneenä aikana. Uudemmat tutkimustulokset ovat antaneet siihen lisävalaistusta, mutta edelleen on asioita, esimerkiksi märän pohjakerroksen muodostuminen, joista ei ole riittävästi tietoja.
- * Ongelmien syynä pidettiin lähtökohtaisesti sitä, että rikaste on ollut jo lastattaessa liian kosteaa. Mitään näyttöä ei ole kuitenkaan siitä, että aluksiin olisi lastattu sellaisia rikastelasteja, jotka olisivat lastaushetkellä ylittäneet suurimman hyväksyttävän laivauskosteuden. On mahdollista, että lasteissa olisi ollut niiden kokonaismäärään nähden vähäisiä osia (kasanpohjia, siilojen pohjalla olleita eriä), joissa tämä kosteus on ylitetty. Uudemmassa tutkimuksessa on kuitenkin osoitettu, että märkä pohjakerros voi muodostua, vaikka suurinta hyväksyttävää laivauskosteutta ei ylitetäkään.
- * Käsitys, että ongelmien alkusyy on ollut jo lastattaessa liian kostea rikaste, on aiheuttanut, että rikasteen kuljetusturvallisuuteen vaikuttaviin teknisiin parannuksiin (välilapiot, salaojat, katteet) ei ole panostettu riittävästi.
- * Käsitys Finnpusku-järjestelmän lastitilan vedenpoistolaitteiden (myrskyportit ja spyykatit) vedenpoistokyvystä on ollut ylioptimistinen. Tämä käsitys on vaikut-

tanut siihen, että lastit on jätetty tasaamatta laitoja vasten ja lastitilan reunoille on varta vasten haluttu jättää tyhjä valumatila. FG-Shippingin ja sen palveluksessa olleen puskija Finnin päällikön eriävät käsitykset purkuproomun lastaustavasta koskivat nimenomaan tämän valumatilan leveyttä. Molemmat käsitykset perustuvat virheelliseen käsitykseen lastitilan vedenpoistolaitteiden vedenpoistokyvystä. Useat tutkimukset onnettomuuden jälkeen ovat toisistaan riippumatta päätyneet korostamaan IMO:n irtolastikoodin mukaisen lastin laitoja vasten tasoittamisen välttämättömyyttä.

* Riittämätön ja osin virheellinen tieto rautarikasteen kosteuskäyttäytymisestä on aiheuttanut, että eri organisaatioiden suorittamilla toimenpiteillä ei ole päästy tavoiteltuun tulokseen eli lastien vakavuuden säilyttämiseen kuljetusten aikana.

12. SUOSITUKSET

12.1. Rautarikasteen kuljetuksia koskevat määräykset

Rautarikasteiden merikuljetusten vaarat ovat maailmanlaajuinen ongelma. Liitteeseen 6 on otettu "Hazardous Cargo Bulletin"-nimisen aikakauskirjan julkaisemista onnettomuustiedoista vuosilta 1990 - 1991 tiedot kaikista niistä onnettomuuksista, joissa lastina on ollut rautarikaste (lehti itse käyttää nimitystä "iron ore") tai sitä vastaava tuote. Vain osassa näistä onnettomuuksista on kuitenkin tapahtunut lastin siirtyminen. Alusten kaatoamisten ja vuotojen syntymisen kohdalla on muistettava myös, että rikasteita kuljetetaan paljon myös vanhoilla ja huonokuntoisilla aluksilla.

Tilastot antavat kuitenkin aihetta vakavaan huolestumiseen. Tästä syystä Suomen merenkulkuviranomaisten olisi kehitettävä rautarikastekuljetuksia koskevia määräyksiä. Kansainvälisellä tasolla Suomen olisi toimittava aloitteellisesti IMO:ssa sen kehittäessä irtolastikoodia. Kansallisella tasolla olisi luotava velvoittavat määräykset näistä asioista. Tässä yhteydessä olisi otettava huomioon puskuproomuilla tapahtuvien kuljetusten erityispiirteet.

Tutkintalautakunnan työn loppuvaiheissa varmistui, että rautarikastelastin pohjalle syntyy vähitellen kostea pohjakerros, joka aiheuttaa helposti laitoja vasten tukematta jätetyn lastin rinteiden sortumisen. Lisäksi matala, tukematta jätetty lasti voi liukua sivusuuntaan yhtenä massana. Kyllästyneen pohjakerroksen muodostumisen ovat osoittaneet viime aikoina useat toisistaan riippumattomat tutkimukset ja kokeet (Warren Spring Laboratoryn tutkimukset, Rautaruukin tutkimuskeskuksen tutkimukset keväällä 1990, LKAB:n valumiskoe vuonna 1991 sekä Rautaruukki-konsernin yhtiöiden tekemät MAF-lastien vastaanottotarkastukset tulosatamissa vuosina 1991 - 1992). Myös tutkintalautakunnan teettämät kokeet tukevat otaksumaa tällaisen pohjakerroksen syntymisestä.

Tutkimustulokset aiheuttavat, että IMO:n irtolastikoodi olisi otettava monilta osin kriittisen tarkastelun kohteeksi. Asian suuren maailmantaloudellisen merkityksen vuoksi tehtävien johtopäätösten tulisi kuitenkin pohjautua perusteellisempiin tutkimuksiin kuin mitä tähän mennessä on tehty.

Edellä olevan perusteella tutkintalautakunta esittää, että

1) Suomi panostaisi pikaisesti meritse kuljetettavien malmirikastelastien kosteustilan muutosten tutkimukseen niin, että käytettäväksi saataisiin tiedot kaikkien maahamme meritse tuotavien rikastelaatujen kosteuskäyttäytymisestä.

2) *Suomi toimisi yhteistyössä muiden merenkulkumaiden kanssa aktiivisesti IMO:n irtolastikoodin kehittämiseksi rikastekuljetusten osalta niin, että näihin kuljetuksiin liittyviä riskejä voitaisiin merkittävästi vähentää uusimpien tutkimustulosten pohjalta. Tässä yhteydessä olisi otettava tarkasteltavaksi muun muassa:*

- *voidaanko nykyistä suurinta hyväksyttävää laivauskosteutta pitää riittävänä turvallisuustakeena;*
- *olisiko siirryttävä ennen lastausta tapahtuvasta rikasteen kosteuden mittaamisesta reaaliaikaiseen mittausjärjestelmään; ja*
- *onko edellytettävä nykyistä enemmän rikasteiden kuivattamista ennen merikuljetusta ja onko aluksia parannettava niin, että rikasteessa olevaa vettä voidaan nykyistä paremmin poistaa merimatkan aikana.*

Asetus eräiden tavarain ja elävien eläinten kuljetuksesta aluksessa (455/58) on annettu vuonna 1958. Asetuksen malmin kuljetusta koskeva 5 luku ei ole ristiriidassa IMO:n irtolastikoodin kanssa. Luku on kuitenkin hyvin ylimalkainen sisältäen vain yhden pykälän.

IMO:n irtolastikoodi on suositus. Vaikka IMO ja merenkulkuhallitus ovatkin kehottaneet noudattamaan sitä, sillä ei ole samaa painoarvoa kuin säädöksellä. Tutkintalautakunta esittää, että

3) Vuonna 1958 annettu asetus eräiden tavarain ja elävien eläinten kuljetuksesta nykyaikaistettaisiin ja siihen otettaisiin keskeiset kansallisesti velvoittavat normit myös rikastekuljetusten turvallisuudesta.

Rautarikaste oli tilaston mukaan vuosina 1986 - 1990 Finnpusku-proomujen eniten kuljettama tuote. Kuten tästä tutkintaselostuksesta käy ilmi, rikastekuljetuksia ei voida pitää riskittöminä konventionaalisilla aluksillakaan, mutta rikasteen kuljetus kansilastina aiheuttaa eräitä lisäriskejä. Rikaste on kuljetuksen aikana avoimessa tilassa, johon sade- ja roiskevedet pääsevät. Erityisesti roiskevedet voivat aiheuttaa matkan aikana vaarallisen määrän pohjakerroksen muodostumisen tai edistää sitä. On huomattava, että rikastekuljetuksiin käytettyjen konventionaalisten alusten lastiluukkujen tiiviyydestä pidetään erityistä huolta.

Puskuproomun kansilastina kuljetettava rikastelasti on mitä ilmeisimmin sellainen sivuilla 122 ja 124 tarkoitettu matala lasti, joka varsinkin laitoja vasten tasoittamattomana saattaa liikkua sivusuuntaan yhtenä massana.

Kysymys rikastekuljetusten sallimisesta puskuproomuilla kansilastina ja siihen ehkä liit-

tyvistä rajoituksista ja ehdoista on tarkoituksenmukaista ratkaista edelleen merenkulkuhallituksen yksittäispäätöksillä. Kysymys on käytännössä ratkaistava jo ennen kuin IMO:n irtolastikoodia tai irtolastien kuljettamista koskevaa lainsäädäntöä ehditään muuttaa.

Tutkintalautakunta esittää, että

4) Merenkulkuhallitus harkitsisi uudelleen rikastekuljetusten sallimisen kansilastina puskuproomuilla. Tässä yhteydessä olisi kiinnitettävä huomiota erityisesti seuraaviin seikkoihin:

- rikasteen lastauskosteus ja varastointiaika ennen lastausta;
- sade- ja roiskeveden vaikutus;
- kuljetuksen kesto aika lastauksesta purkaukseen;
- lastauksen valvonta;
- veden poisto lastista;
- lastin tukeminen; ja
- kuljetuksen aikainen kosteuden seuranta.

Kysymystä ratkaistaessa olisi oltava yhteistyössä Ruotsin merenkulkuviranomaisten kanssa.

12.2. Taltiointilaitteen käyttöönottaminen

Vuosien mittaan maailman merillä on tapahtunut lukuisia irtolastia kuljettavien alusten tuhoutumisia, joiden yhteydessä ei ole saatu mitään hätäilmoitusta. Näin kävi myös Finn-Balticin tapauksessa.

Tutkintalautakunta ehdottaa, että

5) Selvitettäisiin, onko mahdollista ottaa aluksissa käyttöön lentokoneiden ja junien veturien ohjaamoäänittimiä vastaava laite, joka taltioisi lyhyeksi ajaksi komentosillalla käydyt keskustelut, käskyjenannot yms. taikka kuluntaltioimislaite (ns. musta laatikko). Selvityksen jälkeen tämän tyyppinen laite voitaisiin määrätä pakolliseksi irtolastia kuljettavissa aluksissa.

12.3. Harjoitusopas (Training manual)

Harjoitusoppaan (*training manual*) tarkoitus on antaa laivaväelle tarvittavaa tietoa pelastuslaitteistojen käytöstä sekä siitä, miten toimia merionnettomuuden sattuessa.

Ihmishengen turvallisuudesta merellä 1974 tehdyn kansainvälisen yleissopimuksen (SOLAS 1974) III luvun mukaan tällainen opas vaaditaan sopimuksen piiriin kuuluvilta aluksilta. Puskija Finn ei kuulunut sopimuksen piiriin pienen kokonsa vuoksi. Proomu Baltic olisi taas kokonsa puolesta kuulunut sopimuksen piiriin, mutta se ei kuulunut siihen, koska se ei kulkenut omalla konevoimalla. Tällaisiin alusyhdistelmiin sovelletaan kuitenkin eräitä muita yleissopimuksen määräyksiä.

Finnpusku-alusyhdistelmä on teknisesti kehittynyt ja vastaa monissa suhteissa kooltaan koko alusyhdistelmää vastaavia kauppa-aluksia. Vaikka pelastusharjoitukset olivatkin Finnilä asianmukaisesti järjestetty, niiden tulisi perustua samanlaiseen harjoitusmateriaaliin kuin muillakin vastaavan kokoluokan aluksilla. Tutkintalautakunta esittää, että

6) Ihmishegen turvallisuudesta merellä 1974 tehdyn kansainvälisen yleissopimuksen (SOLAS 1974) III luvun mukainen harjoitusopas saatettaisiin pakolliseksi myös Finnpusku-alusyhdistelmissä ja muissa vastaavissa alusyhdistelmissä.

12.4. Hylyn sisällä tapahtuvat pelastustoimet

Pelastustoimien yhteydessä kävi ilmi, että kahden laivaväkeen kuuluneen päästyä Finn-Balticin kaatumisen jälkeen pelastautumaan Finnin pohjan alle muodostuneeseen ilmataskuun pelastajilla ei ollut varmoja tietoja aluksen käyttäytymisestä sen jälkeen, kun pohjaan tehdään reikä, sekä vaarallisten kaasujen muodostumisesta aluksen sisällä. Tässä tapauksessa pelastustyötä helpotti se, että Finnin piirustukset saatiin nopeasti paikalle ja aluksen rakentaneen telakan edustajat pystyivät antamaan toimintaohjeita.

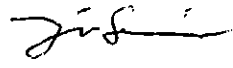
Tutkintalautakunta esittää, että

7) Pelastajien koulutusta varten laadittaisiin koti- ja ulkomaisten kokemusten pohjalta opetuspaketti hylänsisäisistä pelastustoimista.

Suoritettuaan tehtävänsä tutkintalautakunta jättää kunnioittaen tutkintaselostuksen
Valtioneuvostolle.

Helsingissä 22 päivänä kesäkuuta 1992.

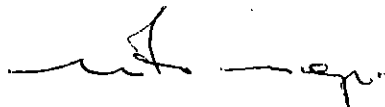

Kari Lehtola

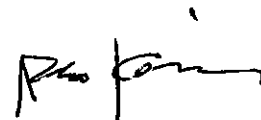

Juhani Sukselainen

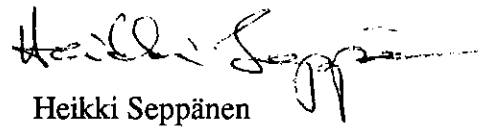

Simo Aarnio

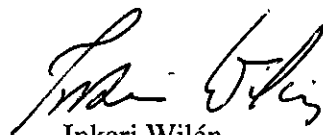

Ulla Kaarikivi-Laine


Harri Rahikka


Risto Repo


Asko Koivunen


Heikki Seppänen


Inkeri Wilén


Pirjo Valkama-Joutsen

LÄHDEVIITTAUKSET

2. ONNETTOMUUDEN TUTKINTA

- 1 Liite 82.
- 2 Liite 83.

3. ALUSYHDISTELMÄ FINN-BALTIC

- 1 Liite 30, s. 7.
- 2 Liite 33, osasto 2, s. 1.
- 3 Liite 33, osasto 5, s. 4.
- 4 Liite 33, osasto 1, s. 1.
- 5 Liite 33, osasto 7, Det norske Veritasin luokitustodistus.
- 6 Liite 33, osasto 1, s. 1.
- 7 Liite 33, osasto 8, Det norske Veritasin luokitustodistus.
- 8 Liite 33, osasto 1, s. 1.
- 9 Liite 33, osasto 7, Det norske Veritasin luokitustodistuksen liite, s. 3.
- 10 Liite 84.
- 11 Tarkistettu FG-Shippingin teknillisen tarkastajan kanssa laivan asiakirjoista.
- 12 Liite 33, osasto 1, yleisjärjestelypiirustukset.
- 13 Tarkistettu FG-Shippingin teknillisen tarkastajan kanssa laivan asiakirjoista.
- 14 ETPK, s. 58.
- 15 Liite 30, s. 7.
- 16 Liite 30, s. 7.
- 17 Liite 30, s. 8.
- 18 Liite 30, s. 8 - 9, liitteessä 32 oleva hoitosopimus (Liite D).
- 19 Liite 21.

4. TAPAHTUMAT ENNEN ONNETTOMUUTTA

- 1 Liite 38, s. 4 ja liite 13, s. 17.
- 2 Liite 38, s. 8 ja liite 13, s. 5 ja 17.
- 3 Liite 38, s. 4.
- 4 Liite 38, s. 9 ja 12.
- 5 Liite 13, s. 17.
- 6 Liite 13, s. 17 - 18.

- 7 Liite 13, s. 18.
- 8 Liite 38, s. 7 - 9 ja 12.
- 9 Liite 9, s. 11.
- 10 Liite 9, s. 11 ja 17.
- 11 Liite 9, s. 17.
- 12 Liite 9, s. 27.
- 13 Liite 9, s. 51.
- 14 Liite 9, s. 51.
- 15 Liite 9, s. 51.
- 16 Liite 45.
- 17 Liite 9, s. 11. Arvion 1 - 2 vrk:n varastointiajasta esittivät tutkintalautakunnan edustajille Malmivaaran kaivoksen edustajat tutustumiskäynnillä 21.1.1992.
- 18 Liite 9, s. 22.
- 19 Liite 9, s. 26.
- 20 Liite 64.
- 21 Liite 13, s. 18.
- 22 Liite 13, s. 17.
- 23 Liite 38, s. 14.
- 24 Liite 9, s. 34.
- 25 Liite 13, s. 18.
- 26 Liite 33, osasto 8, Balticin kansainvälinen lastiviivakirja n:o 1737, s. 1.
- 27 Liite 13, s. 19.
- 28 Liite 9, s. 32 ja liite 13, s. 19.
- 29 Liite 13, s. 19.
- 30 ETPK, s. 377 - 379.
- 31 ETPK, s. 429.
- 32 ETPK, s. 430.
- 33 ETPK, s. 430.
- 34 ETPK, s. 379 ja 430.
- 35 ETPK, s. 520 - 522.
- 36 ETPK, s. 376.
- 37 ETPK, s. 377.
- 38 ETPK, s. 73 - 74.
- 39 ETPK, s. 377.
- 40 ETPK, s. 375.
- 41 ETPK, s. 377 ja 428.
- 42 ETPK, s. 428.
- 43 ETPK, s. 377 - 378 ja 429.
- 44 ETPK, s. 429.
- 45 ETPK, s. 378.
- 46 ETPK, s. 429.

- 47 ETPK, s. 377
- 48 Liite 31.
- 49 ETPK, s. 407.
- 50 ETPK, s. 407.
- 51 ETPK, s. 407, liite 5 s. aaaa
- 52 ETPK, s. 407.
- 53 ETPK, s. 408.
- 54 ETPK, s. 57 ja 63.
- 55 Liite 13, s. 5 - 9.
- 56 Liite 83, s. 2.
- 57 ETPK, s. 375.
- 58 Liite 13, s. 5 - 6.
- 59 Liite 83, s. 2.
- 60 Liite 13, s. 10.
- 61 Liite 13, s. 10.
- 62 Liite 83, s. 2.
- 63 Liite 13, s. 12.
- 64 Liite 83, s. 2.
- 65 Liite 13, s. 12.
- 66 Tutkintalautakunnan sääasiantuntija tarkistanut säähavaintoilmoituksista.
- 67 Liite 13, s. 13.
- 68 ETPK, s. 426 - 427.
- 69 ETPK, s. 463 - 464.
- 70 ETPK, s. 464. Onnettomuudessa kuolleen konemestarin veli on kylläkin kertonut konemestarin soittaneen hänelle 27.12.1990 klo 12 ja epäilleen päästääkö lainkaan Koverhariin vai pitääkö jäädä odottamaan myrskyn laantumista. Ks. ETPK, s. 38. Eloon jääneen ylikonemestarin mukaan päällikkö teki hieman ennen puoltapäivää päätöksen mennä Koverhariin välittömästi ja sisäkautta. Ks. ETPK, s. 80.
- 71 Liite 13, s. 15. Saman ovat useat FG-Shippingiä lähellä olleet henkilöt kertoneet tutkintalautakunnalle onnettomuutta seuranneina päivinä.
- 72 Mainittu luotsiharjoittelija oli tosiasiallisesti hyvin kokenut luotsi, joka oli siirtynyt Turun luotsiasemalle vasta äskettäin hänen toimipaikkanaan aikaisemmin olleen luotsiaseman tultua lakkautetuksi.
- 73 ETPK, s. 330 ja 386.
- 74 ETPK, s. 330 - 331 ja 386 - 387.
- 75 Tutkintalautakunnan sääasiantuntija tarkistanut säähavaintoilmoituksista.

5. ONNETTOMUUS

- 1 ETPK, s. 397 ja liite 11, s. 2.
- 2 ETPK, s. 398.
- 3 ETPK, s. 382 - 383, 388 - 389 ja 535 - 536.
- 4 ETPK, s. 536.
- 5 ETPK, s. 388.
- 6 ETPK, s. 389.
- 7 ETPK, s. 419.
- 8 ETPK, s. 419 - 420.
- 9 ETPK, s. 448 - 449.
- 10 ETPK, s. 449.
- 11 ETPK, s. 449 - 450.
- 12 Todettu katselmuksessa luotsiasemalla 3.2.1991.
- 13 ETPK, s. 58 ja 65 sekä liite 13, s. 15 - 16.
- 14 ETPK, s. 58.
- 15 ETPK, s. 58.
- 16 ETPK, s. 81.
- 17 ETPK, s. 533 - 534.
- 18 ETPK, s. 341 - 342.
- 19 ETPK, s. 58 ja 81.
- 20 ETPK, s. 81, reitin kuvaus laadittu paikkatutkimuksen perusteella.
- 21 ETPK, s. 81.
- 22 ETPK, s. 58 - 59.
- 23 ETPK, s. 59 ja 81.
- 24 ETPK, s. 59.
- 25 ETPK, s. 60 ja 81.
- 26 ETPK, s. 60 ja 82.
- 27 ETPK, s. 69.
- 28 Havaittu vedenalaisissa kuvauksissa. Ks. piirrosta s. 127.
- 29 Liite 17, s. 15 ja 24.
- 30 Liite 17, s. 15 ja 24.
- 31 Liite 17, s. 15 ja 24.
- 32 Liite 17, s. 15 ja 24.
- 33 ETPK, s. 58.
- 34 Ks. tankkikaavio s. 31 ja kuvat öljyletkuista s. 34.

6. PELASTUSTOIMET

- 1 Katsauksen meripelastusjärjestelmään on laatinut pelastustarkastaja Markku Haranne.
- 2 ETPK, s. 58.
- 3 ETPK, s. 409 - 410 ja 533 - 534.
- 4 ETPK, s. 409 - 410.
- 5 ETPK, s. 344 - 345 ja 516 - 517.
- 6 ETPK, s. 345 ja 517.
- 7 ETPK, s.345, tietoja täsmennetty aluepääällikön ja alueupseerin haastatteluilla
- 8 ETPK, s. 350.
- 9 ETPK, s. 449 - 450 ja 517.
- 10 ETPK, s. 450.
- 11 ETPK, s. 518.
- 12 ETPK, s. 450.
- 13 ETPK, s. 345, 352 ja 518.
- 14 ETPK, s. 518.
- 15 ETPK, s. 345, 349 ja 518.
- 16 ETPK, s. 518.
- 17 ETPK, s. 363 ja 367.
- 18 ETPK, s. 367.
- 19 ETPK, s. 345, 352 ja 518.
- 20 ETPK, s. 450, 455 ja 470.
- 21 ETPK, s. 346.
- 22 Liite 77, s. 1 ja liite 78, s. 1.
- 23 ETPK, s. 352 ja 518.
- 24 ETPK, s. 352 ja 518.
- 25 ETPK, s. 352.
- 26 Puuttuu.
- 27 Liite 78, s. 1 - 2.
- 28 ETPK, s. 364 ja 367.
- 29 ETPK, s. 364 ja 367.
- 30 ETPK, s. 364 ja 368.
- 31 ETPK, s. 364 ja 368.
- 32 ETPK, s. 364.
- 33 ETPK, s. 364 ja 368.
- 34 ETPK, s. 346.
- 35 ETPK, s. 345.
- 36 ETPK, s. 325 - 326.
- 37 ETPK, s. 346.

- 38 ETPK, s. 501 - 502.
- 39 ETPK, s. 501 - 502.
- 40 ETPK, s. 501 - 502.
- 41 ETPK, s. 502.
- 42 ETPK, s. 502 ja liite 79.
- 43 Liite 79.
- 44 Liite 79.
- 45 Liite 79.
- 46 Liite 79.
- 47 Liite 79.
- 48 Liite 78, s. 2.
- 49 ETPK, s. 502, liite 78, s. 5.
- 50 ETPK, s. 335, 544 ja 550.
- 51 Liite 77.
- 52 Liite 77, s. 1.
- 53 Liite 77, s. 2.
- 54 ETPK, s. 544. Täsmennetty aluepäällikön ja alueupseerin haastatteluissa.
- 55 ETPK, s. 544 - 545 ja 550. Täsmennettu aluepäällikön ja alueupseerin haastatteluissa.
- 56 ETPK, s. 544 - 545 ja 550.
- 57 ETPK, s. 346.
- 58 ETPK, s. 545 ja 550. Täsmennettu aluepäällikön ja alueupseerin haastatteluisa.
- 59 ETPK, s. 544 - 545 ja 551.
- 60 ETPK, s. 545 - 547 ja 551.
- 61 ETPK, s. 546 ja 551.
- 62 ETPK, s. 546.
- 63 ETPK, s. 551.
- 64 ETPK, s. 502 - 503.
- 65 ETPK, s. 502 - 503.
- 66 ETPK, s. 336.
- 67 ETPK, s. 325 - 326.
- 68 ETPK, s. 503 ja liite 78, s. 3.
- 69 ETPK, s. 503.
- 70 ETPK, s. 336.
- 71 ETPK, s. 503.
- 72 ETPK, s. 504.
- 73 ETPK, s. 547 - 548 ja 552 - 553.
- 74 ETPK, s. 547 - 548 ja 552 - 553.
- 75 ETPK, s. 504.
- 76 ETPK, s. 547.

- 77 ETPK, s. 505.
- 78 ETPK, s. 504.
- 79 ETPK, s. 504 - 505.
- 80 Liite 78, s. 4.
- 81 ETPK, s. 60 ja 506.
- 82 ETPK, s. 505.
- 83 ETPK, s. 505.
- 84 ETPK, s. 337 ja liite 78, s. 4.
- 85 ETPK, s. 505.
- 86 ETPK, s. 60 ja 506.
- 87 ETPK, s. 506.
- 88 ETPK, s. 60.
- 89 ETPK, s. Tiedot onnettomuuksien uhrien etsinnöistä pohjautuvat tutkintalautakunnan sukellusasiantuntija raportteihin (liite 17) ja muistiinpanoihin.
- 90 Liite 11, s. 4 ja 5.
- 91 Tutkintalautakunnan havainto.
- 92 Hangon kaupungin hakemus öljynsuojarahastolle ja öljynsuojarahaston johtokunnan päätökset 4.2.1991 n:o 29/91, 22.4.1991 n:o 127/91, 16.9.1991 n:o 253/91 ja 27.4.1992 n:o 88/92.

7. MALMBERGET A FINES-RIKASTEEN TUOTANTO MALMIVAARASSA JA LASTAUS LAIVOIHIN LUULAJASSA

- 1 Liite 49, s. 11.
- 2 Liite 9, s. 3. Valmistusprosessi käyty läpi tutkintalautakunnan edustajien tutustumismatkalla Malmivaarassa 21.1.1992.
- 3 Liite 9, s. 3, liite 49, s. 8 - 9.
- 4 Havainto tutustumiskäynnillä 21.1.1992.
- 5 Havainto tutustumiskäynnillä 21.1.1992.
- 6 Malmivaaran kaivoksen edustajat kertoneet haastattelussa 21.1.1992. Luulajan malmisataman johtaja arvioi varastointiajaksi Malmivaarassa noin 2 vuorokautta, ks. liite 9, s. 11.
- 7 Liite 30, s. 13.
- 8 Liite 30, s. 15 - 17.
- 9 Liite 9, s. 19.
- 10 ETPK, s. 191.
- 11 Yksityiskohtaisia kuvauksia lastausrutiinista on liitteessä 9, s. 16 sekä 24 - 33.
- 12 Liite 13, s. 6 ja ETPK, s. 73.
- 13 Talonmiessopimus on liitteessä 32 (Liite K).

8. LASTIONGELMAT KULJETTAESSA RAUTARIKASTETTA PUSKU- PROO MUILLA

- 1 Liite 27.
- 2 ETPK, s. 476 ja 478 (sivulla 478 oleva asiakirja samoin kuin muut lasti-
ongelmia koskevat asiakirjat on liitetty useiden muidenkin henkilöiden kuu-
lustelukertomuksiin).
- 3 ETPK, s. 476 ja 479.
- 4 ETPK, s. 484 ja 488.
- 5 ETPK, s. 477 ja 493.
- 6 ETPK, s. 477 ja 494.
- 7 ETPK, s. 194.
- 8 ETPK, s. 194.
- 9 Kuva on Finnin arkistosta.
- 10 ETPK, s. 478 ja 481.
- 11 ETPK, s. 479.
- 12 ETPK, s. 480.
- 13 ETPK, s. 422 - 423.
- 14 ETPK, s. 482 - 487.
- 15 ETPK, s. 182 ja 189 - 191.
- 16 ETPK, s. 182.
- 17 ETPK, s. 190 - 191.
- 18 ETPK, s. 191.
- 19 ETPK, s. 191 ja 218. Ohje on myös liitteenä 28. Mallilastaussuunnitelman
kuva on tämän tutkintaselostuksen sivulla 101.
- 20 Ks. s. 101.
- 21 ETPK, s. 183 sekä 476 - 477. Ks. myös s. 102.
- 22 ETPK, s. 476 - 477 ja 490.
- 23 ETPK, s. 183.
- 24 Tässä yhteydessä ei ole väitetty, että rikasteen kosteus ylittäisi hyväksyttävän
lastauskosteuden, mutta on todettu, että rikaste on ollut märempää kuin aikai-
semmin.
- 25 ETPK, s. 191.
- 26 Liite 9, s. 31 - 32.
- 27 ETPK, s. 563.
- 28 ETPK, s. 193.
- 29 ETPK, s.
- 30 ETPK, s. 477 ja 495.
- 31 ETPK, s. 195 - 196 ja 477.
- 32 ETPK, s. 195.

- 33 ETPK, s. 255.
- 34 ETPK, s. 195
- 35 ETPK, s. 195
- 36 Esim. ETPK, s. 404 ja 440.
- 37 ETPK, s. 440.
- 38 Liite 42.
- 39 ETPK, s. 195 ja 256. Tieto, että Rautaruukki olisi ollut aloitteentekijänä ei käy ilmi ko. kuulustelupöytäkirjasta, vaan on tullut lautakunnan tietoon tutkinnan aikana suullisesti
- 40 ETPK, s. 195 - 196.
- 41 ETPK, s. 261.
- 42 ETPK, s. 195.
- 43 ETPK, s. 176 - 177 ja 196.
- 44 ETPK, s. 196 ja 261.
- 45 ETPK, s. 477.
- 46 ETPK, s. 196 - 198.
- 47 ETPK, s. 510.
- 48 ETPK, s. 510.
- 49 ETPK, s. 510.
- 50 ETPK, s. 510.
- 51 ETPK, s. 510.
- 52 ETPK, s. 510.
- 53 ETPK, s. 510.
- 54 ETPK, s. 510.
- 55 ETPK, s. 511.
- 56 ETPK, s. 511.
- 57 ETPK, s. 511.
- 58 Liite 10, s. 2 - 4.

9. RAUTARIKASTEIDEN OMINAISUUKSIA KOSKEVAT TUTKIMUKSET

- 1 ETPK, s. 484. Tutkintaselostuksessa oleva kuva on piirretty uudelleen Rautaruukin tutkimuskeskuksen tutkimusraportissa olleen alkuperäisen piirroksen pohjalta.
- 2 Ks. kuvan valmistusmenelmän selostusta alaviitteen 1 kohdalla.
- 3 ETPK, s. 485.
- 4 ETPK, s. 485.
- 5 ETPK, s. 483.
- 6 Liite 67.

- 7 Liite 50.
- 8 Liite 4, s. 2.
- 9 Liite 63, s. 1.
- 10 Liite 57, s. 1.
- 11 Liite 57, s. 4.
- 12 Liite 57, s. 6.
- 13 Liite 57, s. 6.
- 14 Liite 56.
- 15 Liite 56, s. 1.
- 16 Liite 56, s. 3.
- 17 Liite 56, s. 3.
- 18 Liitteet 58 ja 59.
- 21 Liite 59, s. 1.
- 22 Liite 59, s. 5.
- 23 Liite 58, s. 1.
- 24 Liite 63, s. 4 - 5 ja liite 7.
- 25 Liite 73, s. 5.
- 26 Liite 63, s. 4.
- 27 Liite 73, s. 5.
- 28 Liite 62, s. 1.
- 29 Liite 67.
- 30 Liite 65.
- 31 Liite 66.
- 32 Tieto annettu puhelimitse 14.6.1991.
- 33 Liite 68.
- 34 Liite 69.
- 35 Liite 70.
- 36 Liite 71.
- 37 Liite 72.
- 38 Liite 73.
- 39 Liite 74.
- 40 Liite 75.
- 41 Liite 76.
- 42 Liite 51, s. 1 - 2.
- 43 Liite 51, s. 2.
- 44 Liite 51, s. 2.
- 45 Liite 51, s. 2.
- 46 Liite 51, s. 2.
- 47 Liite 51, s. 9.
- 48 Piirros laadittu liitteessä 51 olleen alkuperäisen piirroksen pohjalta.

10. ERÄÄT FINN-BALTICIN VAKAVUUTTA KOSKEVAT SELVITYKSET

- 1 Liite 47.
- 2 Liite 48.

11. ANALYYSI

- 1 Liite 81.
- 2 Liite 80.
- 3 ETPK, s. 352.
- 4 ETPK, s. 455.
- 5 Liite 15, s. 8.
- 6 Tutkintalautakunnan havaintoihin pohjautuva arvio. Havainnot tehty alusyhdistelmän ollessa suojapaikassa ennen kääntämistä.
- 7 ETPK, s. 411. Myös Finnin ylikonemestari suhtautui epäilyksin peräsimen asennosta tehtäviin johtopäätöksiin, ks. ETPK, s. 65 - 66.
- 8 Liite 16.
- 9 Liite 16.
- 10 Liite 16.
- 11 Liite 16.
- 12 Konepäällikön alkuperäinen aika-arvio oli (ETPK, s. 65 - 66), mutta myöhemmin hän on todennut, että arvio on mieluummin lähempänä 10 kuin 15 sekuntia.
- 13 Liite 16.
- 14 Havainto kääntämisen jälkeen.
- 15 Liite 14, s. 1.
- 16 Liite 14, s. 4.
- 17 Liite 14, s. 5.
- 18 Ks. s. 39.
- 19 Todettu tutkintalautakunnalle Malmivaarassa 21.1.1992.
- 20 Liite 38, s. 13.
- 21 Liite 45.
- 22 ETPK, s. 429.
- 23 ETPK, s. 63.
- 24 ETPK, s. 407.
- 25 Liite 13, s.9 - 10.

- 26 Liite 13, s. 12.
- 27 Liite 13, s. 13.
- 28 ETPK, s. 510.
- 29 Liite 9, s. 2 - 3.
- 30 Liite 1.
- 31 Liite 1, s. 5.
- 32 Liite 1, s. 5.
- 33 Liite 1, s. 5.
- 34 Liite 1, s. 6.
- 35 Liite 1, s. 6.
- 36 Liite 1, s. 10.
- 37 Liite 13, s. 13.
- 38 ETPK, s. 550 - 553, Länsiväylä n:o 2/1991.
- 39 ETPK, s. 348.
- 40 ETPK, s. 350.

LIITELUETTELO

TUTKINTASELOSTUKSEEN OTETUT LIITTEET

- 1 M/S Finn-Balticin onnettomuusmatka. Roiskevesi, keinunta Hangon edustalla ja kaatuminen. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen laivatekniikan laboratorion tutkimusselostus n:o LAI-1103/92
- 2 MAF-rikasteen luokitus- ja lujuusominaisuuksien määrittäminen ja vakavuuslaskelmien teko. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratorion tutkimusselostus n:o TGL1315/92.
- 3 Selvitys siitä, kehittykö MAF-rikastenäytteeseen huokospainetta ja vaikuttaako syklinen kuormitus kyllästetyn rikastekasan vakavuuskäyttäytymiseen. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratorion tutkimusselostus n:o TGL1388/92
- 4 Tutkintalautakunnan professori *Knud L. Sandvikille* esittämät kysymykset ja Sandvikin vastaukset.
- 5 *Westermarck Christian*: Katsaus sääolosuhteisiin 21.12 - 27.12.1990.
- 6 *Hazardous Cargo Bulletinin* julkaisemiin luetteloihin perustuva katsaus rautarikastelastissa olleille aluksille vuosina 1990 - 1991 tapahtuneista merionnettomuuksista.
- 7 Trend of MAF average moisture and drainage on voyage from Luleå to Northern Baltic. Merikapteeni Ulf von Bruun-Riegelsin laatima graafinen esitys.

MUUT LIITTEET

Poliisin esitutkintapöytäkirjat

- 8 Keskusrikospoliisin esitutkintapöytäkirja N:o 7002/S/1294/90. 5.2.1992.

Useat kuulustellut ovat luovuttaneet poliisille kuulustelun yhteydessä esitutkintalain 22 §:n 2 momentissa tarkoitettuja kirjallisia selvityksiä, jotka on otettu esitut-

kintapöytäkirjaan asianomaisen kuulustelukertomuksen jälkeen. Keskeisimmät näistä ovat:

Asiakirja:

*Esitutkintapöytä-
kirjan sivut:*

Finnin yliperämiehen merenkulkuhallitukselle jättämän meri-onnettomuutta koskevan lisäilmoituksen ja siihen liitetyn kirjallisen selvityksen jäljennös. 24.4.1991.....	85 - 100
Oy JIT-Trans Ab:n merikuljetusosaston päällikön muistio Finn-Balticin onnettomuuden tutkintalautakunnalle liitteineen. 21.10.1991.....	105 - 137
FG-Shipping Oy Ab:n turvallisuuspäällikön muistio "MS Finn/Baltic haveri 27.12.1990 Hangon ulkopuolella" liitteineen. 16.5.1991.....	141 - 171
Merenkulkuhallituksen vakavuuskysymyksiä käsittelevän toimistoinsinöörin muistio "Bestämmelser om fartygs stabilitet och transport av malmkoncentrat". 13.12.1991.....	178 - 180
FG-Shipping Oy Ab:n käyttötoiminnan päällikön kirjallinen selvitys "Finn/Baltic-onnettomuus. Selvitys kerätyistä faktioista ja Finn-Pusku-liikennejärjestelmään kuuluvien asioiden käsittely vuonna 1990. 8.5.1991.....	187 - 261
FG-Shipping Oy Ab:n aikaisemman turvallisuuspäällikön kirjallinen lausunto liitteineen. 9.5.1990.....	271 - 279
Oy JIT-Trans Ltd:n toimitusjohtajan muistio liitteineen. 23.10.1991.....	285 - 287
FG-Shipping Oy Ab:n toimitusjohtajan muistio liitteineen. 16.5.1991.....	294 - 324
Suomenlahden merivartioston Hangon merivartioalueen aluepäällikön selvitys meripelastustoimista liitteineen. 6.1.1991.....	349 - 357
Hangon palopäällikön toimintaselostus. 7.2.1991.....	367 - 369

Hangon luotsiaseman luotsipäivystäjänä onnettomuuden
tapahtuma-aikana toimineen luotsin muistiinpanot..... 454 - 456

Aikaisemmin Finnin päällikkönä toimineen merikapteenin luovuttamia
asiakirjoja, jotka koskevat aikaisempia lastiongelmia kuljettaessa
rautarikastetta puskuproomuilla..... 478 - 496

Puskija Rautaruukin päällikön kuulustelupöytäkirjaan liittyvä ote
Rautaruukin laivapäiväkirjasta 23 - 26.12.1990..... 512 - 515

Pelastustoimiin osallistuneen hankolaisen ammattisukeltajan
toimintaselostus..... 550 - 553

- 9 Luulajan poliisin tutkintapöytäkirja n:o AA 61-1173-91 liitteineen. 13.12.1991.
- 10 Nyköpingin poliisin tutkintapöytäkirja n:o 06/A 456-92. 30.1.1992
- 11 Muistiot eräistä tarkistusluonteisista henkilöiden kuulemisista, joita ei ole tehty kuulustelun muodossa.

Merenkulkuhallitukselle jätetyt ilmoitukset onnettomuudesta

- 12 Merikapteeni Olli Lommin merenkulkuhallitukselle 10.1.1991 tekemä ilmoitus merionnettomuudesta.
- 13 Lisäilmoitus merionnettomuudesta. 24.4.1991. Ilmoituksen on antanut merenkulkuhallitukselle merikapteeni Olli Lommi ja siihen on liitetty Lommin oma kertomus onnettomuusmatkasta sekä merikapteeni Hermann Rungen kertomus Rautaruukki-Balticin matkasta 21.12.1990 Luulajasta Raaheen.

Erityisasiantuntijain tutkimukset

- 14 *Lähteenmäki Esko*: Finn-aluksen komentosillan jäännöksistä irroitettujen laitteiden tutkimus valokuvaliitteineen. 9.1.1992.
- 15 *Janson Jan*: Tarkastusraportti Finnin ja Balticin hengenpelastuslaitteista. 21.10.1991.

- 16 *Ylikojola Kari*: Lausunto puskija Finnin peräsinkoneesta. Lausunnon liitteenä on erityisasiantuntija Ylikojolan asian johdosta käymä kirjeenvaihto.
- 17 *Kaivo Mauno*: Työraportit 27.2.1991 ja 10.10.1991 liitteineen.

Laiva-asiakirjat

- 18 Proomu Balticin valvontakansio 26.5.1987
- 19 M/S Finnin valvontakansio 26.5.1987
- 20 Merenkulkuhallituksen päätös M/S Finnin miehityksestä n:o KD 756/76/87/1.7.1987 liitteineen.
- 21 Finnin miehitystodistus, KD 1206/87/1.7.1992
- 22 Kansainvälinen lastiviivakirja n:o 1743/24.6.1987.
- 23 Finnin miehistöluettelo 27.4.1987 - 27.12.1990.
- 24 Miehitystä ja vuorottelua koskeva sopimus. M/S Rautaruukki ja uudisrakennus n:o 0263 (Finn).
- 25 Jäljennökset Finn-Balticin konepäiväkirjasta 22 - 27.12.1990 sekä Selma-tietojärjestelmän tulosteista 25.12.1990.

Eräät muut puskija Finniä ja proomu Balticia koskevat asiakirjat

- 26 Säätoelektroniikka SEL Ky:n asiantuntijalausunto Finn-Baltic-yhdistelmäaluksen SELMA-järjestelmästä.
- 27 Rautaruukki Oy:n kirje 26.1.1987 Oy Finnlines Ltd:lle puskualusten lastitilan kattamisesta.
- 28 FG-Shipping Oy Ab:n lastausohje "Pusku-proomujen lastaus Luulajassa" 16.5.1990 ja siihen liitetty mallilastausuunnitelma.
- 29 Merikapteeni Harri Hiisivuoren FG-Shippingille laatimat muistiot "Havaintoja Bulkín katteen käytöstä. 6.3.1989" ja "Puskija", päiväämätön.

FG-Shipping Oy Ab:n tutkintalautakunnalle jättämät asiakirjat

- 30 Puskija Finn ja proomu Baltic merionnettomuus Hangon edustalla 27.12.1991. Alustava selvitys FG-Shippingistä ja sen toiminnasta. puskujärjestelmästä ja puskuproomuliikenteestä sekä siihen liittyvistä määräyksistä ja sopimuksista.
- 31 Merikorttisarja, jolle on merkitty Finn-Balticin oletettu matkareitti, aikataulu, luotausmatkat sekä sää ja aallokkotietoja.
- 32 Liiteeseen 30 liittyvä asiakirjavihko, johon on koottu keskeiset asiakirjat FG-Shippingistä sekä tärkeimmät Finn-Balticiin liittyvät sopimukset.
- 33 Kansio, jossa on puskuproomujärjestelmään liittyvää teknistä aineistoa. Kansiossa on seuraavat alaosastot:
 1. Finn-Balticin tekniset päätiedot ja yleisjärjestelypiirrokset.
 2. Puskuproomujärjestelmät.
 3. Kansiproomut.
 4. Puskuproomujärjestelmien kehitys Finnlines/FG-Shippingissä.
 5. Finnpusku-järjestelmän kehitys ja hankinta.
 6. Finnpusku-järjestelmän suunnitteluvaiheen eräitä tutkimus- ja painopistealueita
 7. Finnpusku-järjestelmän puskiijat.
 8. Finnpusku-järjestelmän proomut.
 9. Teknisiä käyttökokemuksia Finnpusku-järjestelmästä ja parannustoimenpiteet.
 10. Finnpuskusta pidettyjä esitelmää.

Eräät Rautaruukki-konsernin tutkintalautakunnalle toimittamat asiakirjat

- 34 JIT-Trans. Organisaatiokaavio.
- 35 Kaavio (Luulajasta Koverhariin tapahtuvien rikastekuljetusten) osapuolista ja sopimuksista. 5.1.1991.
- 36 LKAB:n ja Dalsbruk Oy Ab:n välinen sopimus rikastetoimituksista 1.1 - 31.12.1990.
- 37 Tilasto puskuproomukuljetuksista 1986 - 1990. 2.1.1991.

Tutkintalautakunnan ja Luossavaara-Kiirunavaara AB:n (LKAB) välinen kirjeenvaihto

- 38 LKAB:n tutkintalautakunnalle telefaxilla 28.12.1990 toimittama asiakirjavihko Finn-Balticin lastista ja lastauksesta. Asiakirjavihkossa ovat seuraavat asiakirjat:
1. Dalsbruk Oy AB:n ja LKAB:n välillä sovittu laivausohje.
 2. JIT-Trans Ltd Oy:n LKAB:lle lähettämä ilmoitus Rautaruukki-Balticin saapumisesta.
 3. Jäljennös LKAB:n puskiija Rautaruukin päällikölle antamasta lastisertifikaatista.
 4. Statement of facts.
 5. Konossementti.
 6. Telex-sanomia koskien Rautaruukki-Balticin lähtöä Luulajasta Raaheen 21.12.1990.
 7. Lastauslaitteiden tietojärjestelmän tulosteita.
 8. Kosteusmittaustodistus.
- 39 Tutkintalautakunnan kirje 25.3.1991 Luulajan malmissatamalle.
- 40 Luulajan malmissataman vastauskirje tutkintalautakunnalle 19.4.1991 liitteineen.
- 41 Tutkintalautakunnan telefax-sanoma Luulajan malmissatamalle 17.5.1991.
- 42 LKAB:n kirje 3.6.1991 tutkintalautakunnalle.
- 43 LKAB:n kirje 11.11.1991 tutkintalautakunnalle.
- 44 Tutkintalautakunnan kirje 27.2.1992 Luulajan malmissatamalle.
- 45 Minelcon kirje 2.3.1992 tutkintalautakunnalle.
- 46 Minelcon kirje 4.3.1992 tutkintalautakunnalle.

Puskiija Finnin ja proomu Balticin vakavuutta koskevat asiakirjat

- 47 Selvitys pusku-proomu-yhdistelmän "Finn-Baltic" kaatumisesta. P 0391. 3.5.1991. Selvityksen on laatinut MC Marine Consulting Oy Pohjola-Yhtiöiden toimeksiannosta. Selvityksessä on 6 liitettä ja lisäksi siihen on liitetty Vakuutus-osa-yritys Pohjolan lähetekirjelmä tutkintalautakunnalle.

- 48 MariTerm AB: Pusherpråmkombinationen "Finn-Baltic:s kantring. Kommentarer till Marine Consulting Oy:s rapport P-0391". 26.9.1991.

Rautarikasteen ominaisuuksia käsittelevät asiakirjat

- 49 LKAB Products 1991.
- 50 Ote (sivut 587 - 589) *R.T.Hukin* teoksesta "Mineraalien hienonnus ja rikastus". 1964
- 51 Code of safe practice for solid bulk cargoes. Development of new criteria on liquefaction and sliding failure. Englannin työpaperi IMO:n Maritime Safety Committeeen 60. istuntoa varten. 10.1.1992.
- 52 *Atkinson J.H. - Taylor R.N.*: Report to Warren Springs Laboratory and Department of Transportation. Iron Ore Concentrate Cargo. GE/88/9.
- 53 *Kruszewski A*: Iron Ore Concentrate Cargo Tests: Part two. LR 846 (MP/BM).
- 54 *Sandvik Knut L. - Rein Arvid*: Safe transport at sea of bulk mineral cargoes.
- 55 *Edelmann G*: Finnpuskuyhdistelmän kaatuminen Hangon edustalla 27.12.1990. Muistio 28.12.1990. Muistion liitteenä on lehtiartikkelisarja.
- 56 *Heinänen Kyösti - Laine Matti*: MAF-rikasteen vierimiskulman määrittäminen eri kosteuspitoisuuksilla. Rautaruukki Oy:n tutkimuskeskuksen tutkimusraportti TR00291. 10.1.1991.
- 57 *Heinänen Kyösti*: Raekokojakaumaltaan erilaisten MAF-rikasteiden irtotilavuuspainon määrittäminen kosteuden funktiona. Rautaruukki Oy:n tutkimuskeskuksen tutkimusraportti TR00491. 6.2.1991.
- 58 *Heinänen Kyösti*: LKAB:n KBF-rikasteen vierintäkulmat ja irtotilavuuspainot. Rautaruukki Oy:n tutkimuskeskuksen tutkimusraportti SV02291 7.6.1991.
- 59 *Heinänen Kyösti*: Raahan terästehtaan käyttämien rautarikasteiden fysikaalisten ominaisuuksien määrittäminen. Rautaruukki Oy:n tutkimuskeskuksen tutkimusraportti TR01791 11.4.1991
- 60 *v. Bruun-Riegels U*: Raaka-ainekuljetukset proomuilla. Muistio 29.5.1991.

- 61 v. *Bruun-Riegels U*: MAF-rikasteen kuljetukset. Selvitys FG-Shippingin hallitukselle 16.7.1991.
- 62 Neuvottelu MAF-rikasteen laadusta ja tutkimusyhteistyöstä LKAB:n edustajien kanssa. Rautaruukki Oy:n muistio 14.3.1991.
- 63 v. *Bruun-Riegels U*: Selvitys Finn-Baltic-onnettomuuden tutkintalautakunnalle. Selvitysmuistio 16.7.1991.
- 64 LKAB:n Malmivaaran rikastamon 20.1.1992 antama todistus MAF-rikasteen valmistusmääristä ja kosteuspitoisuuksista 15 - 23.12.1990.

Kuljetusten uudelleen aloittamiseen liittyvät asiakirjat

- 65 Merenkulkuhallituksen telekopiosanoma M/S Heraklekselle 13.6.1991 koskien rautarikasteen kuljettamista proomu-puskijayhdistelmällä
- 66 Finn-Balticin tutkintalautakunnan kirje merenkulkuhallitukselle 14.6.1991
- 67 FG-Shipping Oy Ab:n kirje Finn-Balticin tutkintalautakunnalle 14.6.1991 ja siihen liitetty ote yhtiön johtoryhmän kokouksen pöytäkirjasta 4/31.12.1990
- 68 Merenkulkuhallituksen kirje Rautaruukki Oy:lle rautarikasteiden kuljetuksista 17.6.1991.
- 69 Ruotsin Sjöfartsverketin kirje LKAB:n Luulajan malmisatamalle rikasteen lastauksesta 17.6.1991.
- 70 Merenkulkuhallituksen päätös n:o 3/311/91/16.7.1991 rautarikasteen kuljetuksesta.
- 71 Merenkulkuhallituksen päätös n:o 3/311/91/21.8.1991 MAF-rikasteen kuljetuksesta kansilastiproomuilla välillä Luulaja - Raahе.
- 72 Merenkulkuhallituksen päätös n:o 3/311/91/15.10.1991 MAF-rikasteen kuljetuksesta kansilastiproomuilla välillä Luulaja - Raahе.

- 73 Merenkulkuhallituksen päätös n:o 3/311/91/13.11.1991 MAF-rikasteen kuljettuksesta kansilastiproomuilla välillä Luulaja - Raahen ja rikasteen lastaamisesta siiloista. Päätöksen liitteinä on kaksi toimistoinsinööri Gunnar Edelmännin laatimaa muistiota.
- 74 Merenkulkuhallituksen kirje n:o 8/311/91/28.11.1991 Rautaruukki Oy:lle.
- 75 Ruotsin Sjöfartsverketin kirje 20.12.1991 JIT-Transit Ltd:lle koematkasta, jonka aikana MAF-rikastetta kuljetetaan Luulajasta Oxelösundiin ruotsalaisella puskijalla ja puskuproomulla.
- 76 Ruotsin Sjöfartsverketin kirje 17.3.1992 JIT-Transit Ltd:lle, jolla annettiin lupa kuljettaa ruotsalaisella puskijalla ja puskuproomuilla MAF-rikastetta Luulajasta Oxelösundiin.

Pelastustoimiin liittyvät asiakirjat

- 77 Suomenlahden Merivartioston esikunnan toimenpideluettelo pelastustoimista Finn-Balticin onnettomuuden yhteydessä.
- 78 Suomenlahden Merivartioston komentajan raportti Hangon onnettomuudesta 27.12.1990.
- 79 HS-13:n osallistuminen Finn-Balticin pelastusoperaatioon 27 - 28.12.1990. Ilmavoimien esikunnan laatima muistio.

Muut tutkinta-asiakirjat:

- 80 Kelloseppäkoulun lausunto Finn-Balticin kellon tutkimuksista. 29.3.1992.
- 81 Kelloseppäkoulun lausunto 27.10.1978 Viikinki-veneen tutkintatoimikunnalle erään taskukellon tutkimuksista.
- 82 Merentutkimuslaitoksen lausunto n:o 86/22/91/18.2.1991 meriveden lämpötilasta, aallokosta ja virtauksista Finn-Balticin onnettomuusalueella.
- 83 Merentutkimuslaitoksen lausunto n:o 116/24/91/27.12.1991 aallokosta Finn-Balticin matkareitillä. Lausuntoon liitetään tutkintalautakunnan merentutkimuslaitokselle lähettämä tilauskirje.

- 84 Det norske Veritas'in telefax-sanoma 8.3.1991 proomu Balticin luokitustodistuksen liitteen tulkinnasta ja sen epävirallinen suomennos.
- 85 Jäljennökset Rautaruukki-Balticin konepäiväkirjasta sekä Selma-tietojärjestelmän tulosteista 21 - 22.12.1990

Hallinnolliset asiakirjat

- 86 Oikeusministeriön kirje n:o 13/061/91 OM/3.1.1991 tutkintalautakunnan asettamisesta.
- 87 Oikeusministeriön kirje n:o 13/061/90 OM/10.1.1991 eron myöntämisestä tutkintalautakunnan jäsenyydestä dipl.ins. Timo T. Korhoselle.



M/S FINN-BALTICIN ONNETTOMUUSMATKA
Roiskevesi, keinunta Hangon edustalla ja kaatuminen

LAI-1103/92

VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSKESKUS

Laivatekniikan laboratorio

Espoo, kesäkuu 1992

Laivatekniikan laboratorio

Tilaaaja Suuronnettomuustutkinnan suunnittelukunta
Oikeusministeriö
00811 HELSINKI

Tilaus Varatuomari Kari Lehtola
Suuronnettomuustutkinnan puheenjohtaja

Tehtävä M/s FINN-BALTIC:in onnettomuusmatka.
Alukseen tullut roiskevesi, keinunta Hangon edustalla ja kaatuminen.

Yhteenveto Laskelmien perusteella m/s FINN-BALTIC:in lastitilaan ei onnettomuusmatkan aikana tullut vettä sen seurauksena, että aluksen keula olisi painunut aaltoihin. Vettä lensi aluksen lastitilaan Pohjanlahdella roiskeina aluksen keulaan murtuneista aalloista 50 - 120 kuutiometriä. Tästä vesimäärästä muutama kuutiometri on virrannut lastitilaan myrskyporttien kautta sivukannelta.

Hangon edustalla vallinneessa yli kolmen metrin korkuisessa (merkitsevä korkeus) sivuaallokossa aluksen suurin keinumiskulma (amplitudi) on voinut olla noin kymmenen astetta. Silloin lastiin on vaikuttanut 0.20g ... 0.25g poikittaishiihtyvyys, joka sisältää sekä putoamishiihtyvyyden että edestakaisen poikittaishiihtyksen vaikutuksen.

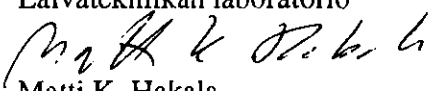
Simuloitu aluksen kaatuminen vastaa varsin hyvin yliperämies Lommin kertomusta tapahtumien kulusta. Aluksen kallistusliikkeessä on havaittavissa oikeenemistä ja pysähtymistä muutamaksi sekunniksi hänen kertomuksensa mukaisesti. Kun koko lastin oletetaan liikkuvan ja lastin painopisteen maksimisiirtymä on neljä metriä, mikä se on hyvinkin voinut olla todellisuudessa, saadaan aluksen kallistumiseen 50, 90 ja 180 astetta kuluviksi ajoiksi:

Kallistuskulma [°]	50	90	180
Aika [s]	7,3	9,3	23,3

Kaatumiseen kuluva aika ei ole kovin herkkä lastin painopisteen maksimisiirtymän muutoksille. Alus on menettänyt vakavuutensa eli hydrostaattinen vakavuusmomenttivarso on nolla, kun alus on kallistunut noin 50 astetta.

Espoo, 8. kesäkuuta 1992

VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSKESKUS
Laivatekniikan laboratorio


Matti K. Hakala
Laboratorionjohtajan varamies


Tuomo Karppinen
Erikoistutkija


Göran Granholm
Tutkija

SISÄLLYS

	Sivu
1 JOHDANTO	4
2 ARVIO MERENKÄYNNIN VAIKUTUKSESTA LAIVAAN POHJAN- LAHDELLA TULLEEN VEDEN MÄÄRÄSTÄ	5
2.1 Johdanto	5
2.2 Keulan aaltoon painumisen todennäköisyys	6
2.3 Veden nousun todennäköisyys sivukannelle keulassa	8
2.4 Lastitilaan lentänyt roiskevesi	9
2.5 Yhteenveto	10
3 ALUKSEN KEINUNTA JA POIKITTAISLIIKE HANGON EDUSTALLA	11
3.1 Lähtötiedot	11
3.2 Aluksen keinunta	12
3.3 Poikittaisliikkeen aiheuttama vaakakiihtyvyys lastin tasolla	15
3.4 Yhteenveto	15
4 LAIVAN KAAATUMISEN DYNAMIIKKA JA SEN SIMULOIMINEN	16
4.1 Johdanto	16
4.2 Tulokset	17
4.3 Päätelmät	19
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	21
6 KIRJALLISUUSVIITTEET	22

Liite: Aluksen lastitilanne ja vakavuus

1 JOHDANTO

M/s FINN-BALTIC kaatui Hangon edustalla jouduttuaan kovaan sivutuuleen ja korkeaan merenkäyntiin. Sitä ennen alus oli tehnyt matkaa puolitoista vuorokautta kovassa vastatuuleessa ja vastaisessa merenkäynnissä, jossa roiskevettä lensi keulasta alukseen sisään.

Tässä raportissa on aluksi arvioitu aluksen lastitilaan onnettomuusmatkan aikana joutuneen veden määrä. Arvio perustuu Merentutkimuslaitokselta saatuihin tietoihin aluksen matkan aikana vallinneesta merenkäynnistä ja Sapone'n (1990) amerikkalaisella hävittäjälaivan mallilla tekemiin kokeisiin, joissa mitattiin aallokossa alukseen sisään roiskeina lentäneen veden määrä. Niin kutsutun strip-teorian (Raff, 1972) avulla on lisäksi laskettu aluksen keulan pystyliike vedenpinnan suhteen ja arvioitu todennäköisyyttä, millä vettä on voinut tulla alukseen sen seurauksena, että keula on painunut aaltoihin. Strip-teorian avulla on laskettu myös laivan keinunta Hangon edustalla juuri ennen kaatumista vallinneessa merenkäynnissä. Tulosten perusteella on arvioitu aluksen todennäköinen suurin keinuamisamplitudi.

Lopuksi on vielä simuloitu m/s FINN-BALTIC:in kaatuminen käyttäen Zoborowski'in ja Taylan'in (1989) esittämää matemaattista mallia. Tämän keinunnan liikeyhtälön kertoimet on arvioitu aluksen vakavuustietojen, strip-teorialla tehtyjen laskelmien ja muille aluksille tehtyjen mallikokeiden perusteella. Alusta kallistavana momenttina on käsitelty liikkuvan lastin aiheuttamaa momenttia. Simuloitua kaatumista ja siihen kulunutta aikaa on verrattu yliperämies Olli Lommin kertomukseen tapahtumien kulusta.

2 ARVIO MERENKÄYNNIN VAIKUTUKSESTA LAIVAAN POHJAN- LAHDELLA TULLEEN VEDEN MÄÄRÄSTÄ

2.1 Johdanto

Seuraavassa on arvioitu m/s FINN-BALTIC:in lastitilaan merenkäynnin vaikutuksesta joutuneen veden määrä välittömästi kohtalokasta onnettomuutta edeltäneellä matkalla Raahesta Hangon edustalle. Suuren osan tästä matkasta, lähes kaksi vuorokautta, alus teki kovassa vastatuulella ja vastaisessa merenkäynnissä, jossa vettä lensi sisään alukseen, vaikka nopeutta oli roiskeveden vuoksi huomattavasti pienennetty.

Vettä voi tulla merenkäynnin vaikutuksesta laivan kannelle periaatteessa kahdella eri tavalla: (1) roiskeina tuulen mukana ja (2) vetenä keulan painuessa aaltoon. Todennäköisyys, millä keula painuu aaltoon tietyssä merenkäynnissä pystytään melko tarkasti määrittämään keulan pystyliikkeestä vedenpinnan suhteen. Roiskeveden esiintymistodennäköisyys on huomattavasti vaikeampi arvioida.

Pärskeitä syntyy murtuvien aaltojen iskeytyessä aluksen keulaan. Siten roiskeveden todennäköisyys liittyy murtuvien aaltojen esiintymistodennäköisyyteen ko. merenkäynnissä. Aallon iskeytyessä keulaan vesi hajoaa hienojakoiseksi sumuksi, joka tuulen ja aluksen liikkeen yhteisvaikutuksesta lentää kannelle. Keulan muodolla on suuri vaikutus siihen kuinka helposti roiskeita pääsee kannelle. M/s FINN-BALTIC:in pyöreä, pysty keula, on altis roiskeille.

Ensimmäiseksi on laskettu m/s FINN-BALTIC:in liikkeet onnettomuutta edeltäneellä matkalla vallinneessa merenkäynnissä, jonka suuruuden on arvioinut Merentutkimuslaitos. Keulan suhteellisesta pystyliikkeestä on arvioitu todennäköisyys, millä vesi olisi voinut nousta keulapartaan yli. Samoin on arvioitu todennäköisyys, millä vettä olisi voinut tulla sivukannelle heti keulakorokkeen takaa, jossa varalaita on selvästi matalampi kuin aivan keulassa. Seuraavaksi on laskettu aluksen matkalla kohtaamien aaltojen lukumäärä ja arvioitu murtuvien aaltojen osuus kaikista aalloista. Aluksen lastitilaan päässeän roiskeveden keskimääräinen tilavuus yhtä tapahtumaa kohti on arvioitu amerikkalaisen hävittäjälaivan julkaistujen mallikoetulosten perusteella.

2.2 Keulan aaltoon painumisen todennäköisyys

Alus lähti Raahesta 25. joulukuuta 1990 klo 13. Heti aluksen päästyä avomerelle ja käännettyä kohti etelää roiskevettä alkoi tulla keulasta yli ja nopeus pudotettiin noin neljään solmuun. Pian kuitenkin nopeutta lisättiin kuuteen solmuun ja koko seuraavan päivän alus ajoi vastatuulella 6 - 7 solmun nopeudella aaltojen iskiessä vettä lastitilaan aina silloin tällöin. Illalla 26. joulukuuta tuuli alkoi tyynytä eikä puolen yön jälkeen vettä enää tullut keulan yli.

Edellisen perusteella on arvioitu, että vettä pärski ruumaan kolmenkymmenen tunnin ajan, alkaen 25.12 klo 15 ja päättyen 26.12 klo 24. Laskelmissa on lisäksi oletettu, että alus liikkui keskimääräisellä nopeudella 7 solmua vastaisessa tai sivuvastaisessa aallokossa. Merentutkimuslaitoksen arvion mukaan aamupäivällä 26.12 aallokon merkitsevä korkeus oli $H_s = 1.5$ m ja iltapäivällä $H_s = 1.8$ m. Tuulen nopeus vaihteli välillä 8 - 15 m/s.

Merkitsevän aallonkorkeuden perusteella voidaan arvioida, että aallokon keskipериоди oli 5 - 6 s. Aluksen nopeudesta, kurssista aallokon suhteen ja aallokon keskipериодista voidaan laskea aluksen 30 tunnin aikana kohtaamien aaltojen lukumäärä. Saadaan:

Taulukko 1. Aaltokohtaamisia 30 tunnissa [kpl], kun nopeus on 7 kn.

Aallokon keskipериоди [s]	Vasta- aallokko (180°)	Sivuvasta- aallokko (135°)
5	31 765	28 421
6	25 116	22 979

Koska aluksen kurssi vaihteli vastaisen ja sivuvastaisen välillä ja aallokon keskipериоди oli luultavasti lähempänä viittä kuin kuutta sekuntia, kohtasi alus 25 000 - 30 000 aaltoa 25.12 klo 15 - 26.12 klo 24 välisenä aikana.

Aluksen keulan äärimmäisen kärjen pystyliike vedenpinnan suhteen laskettiin erittäin paljon käytetyllä ja luotettavaksi tunnetulla SCORES-ohjelmalla, jonka manuaalin on kirjoittanut Raff (1972). Ohjelmassa sovelletaan nk. alkuperäistä strip-teoriaa ja liikkeet epäsäännöllisessä aallokossa lasketaan lineaarisen superpositioperiaatteen avulla.

Keulan kärjen suhteellinen pystyliike laskettiin neljässä eri merenkäynnissä, joiden merkitsevät korkeudet olivat $H_s = 1,5$ m ja 2,0 m ja keskiperiodit $T_1 = 5$ ja 6 s. Nopeudeksi oletettiin 7 kn ja kursseiksi vasta- ja sivuvasta-aallokko. SCORES-ohjelmassa pitkäharjaisen aallokon spektrinä käytetään kaksiparametrista ISSC-spektriä. Seuraavassa taulukossa on annettu keulan suhteellisen pystyliikkeen RMS-arvo eli keskihajonta metreissä.

Taulukko 2. Keulan suhteellisen pystyliikkeen RMS-arvo, kun nopeus on 7 kn.

		SUHT. PYSTYL. RMS [m]	
H_s [m]	T_1 [s]	Vasta-aallokko	Sivuvasta-aallokko
1,5	5,0	0,41	0,44
	6,0	0,48	0,54
2,0	5,0	0,54	0,58
	6,0	0,64	0,72

Epäsäännöllisessä aallokossa laivan liikeamplitudit noudattavat varsin hyvin Rayleigh'n jakautumaa. Silloin todennäköisyys, millä vesi nousee keulassa partaan yli eli suhteellinen pystyliike keulassa ylittää aluksen varalaidan, F , on

$$P(Z > F) = \exp(-F^2/2RMS^2). \quad (1)$$

Taulukosta 2 nähdään, että suhteellisen pystyliikkeen RMS oli likimain 0,6 m. Tuulen ja liikkeen vaikutuksesta suhteellinen pystyliike on voinut kasvaa korkeintaan 50 % eli oletetaan $RMS = 0,9$ m. Keulan varalaita oli 8,5 m. Keula-aalto pienentää varalaitaa jonkin verran, tuskin kuitenkaan enempää kuin 1,5 m. Arvoilla $RMS = 0,9$ m ja $F = 7$ m saadaan kaavasta (1) keulan kastumisen todennäköisyydeksi $7,3 \times 10^{-14}$. Koska matkan aikana kohdattiin vain noin 3×10^4 aaltoa, ei vesi ole käynyt lähelläkään keulaparrasta suhteellisen pystyliikkeen vaikutuksesta. Jotta edes teoriassa keulan kastuminen olisi ollut mahdollista, olisi aluksen täytynyt kohdata 10^{10} -kertainen määrä aaltoja. Suhteellisen pystyliikkeen todennäköisin maksimiampplitudi (expected maximum) kohdattaessa 30 000 aaltoa on ollut 4,2 m eli vesi on korkeintaan käynyt noin kolmen metrin päässä keulapartaan reunasta. Seuraavassa taulukossa on vielä annettu todennäköisyyksiä, millä suhteellinen pystyliike keulassa on ylittänyt tietyn varalaidan arvon.

Taulukko 3. Varalaidan ylittymisen todennäköisyys.

Varalaita F [m]	Ylitys- tod.näk. $P(Z > F)$
3,0	$3,9 \times 10^{-3}$
4,0	$5,1 \times 10^{-5}$
5,0	$2,0 \times 10^{-7}$
6,0	$2,2 \times 10^{-10}$
7,0	$7,3 \times 10^{-14}$

Edellisen perusteella voidaan erittäin varmasti todeta, että keulan ylitse ei ole tullut vettä suhteellisen pystyliikkeen vaikutuksesta vaan kaikki lastitilaan joutunut vesi on ollut peräisin joko tuulen mukana kulkeneista pärskeistä tai sivukannelle nousseesta vedestä, joka on virrannut lastitilaan myrskyporttien kautta.

2.3 Veden nousun todennäköisyys sivukannelle keulassa

Todennäköisyys, millä vesi on noussut suhteellisen pystyliikkeen vaikutuksesta sivukannelle välittömästi keulakorokkeen takana, on laskettu kaavalla (1) käyttäen SCORES-ohjelmalla rakennekaaren #168 kohdalla laskettua suhteellisen pystyliikkeen RMS-arvoa ja varalaitaa $F = 3,0$ m. Seuraavassa taulukossa on annettu SCORES-ohjelmalla laskettuja tuloksia.

Taulukko 4. Suhteellisen pystyliikkeen RMS-arvo välittömästi keulakorokkeen takana rakennekaarella #168, kun nopeus on 7 kn.

		SUHT. PYSTYL. RMS [m]	
H_s [m]	T_1 [s]	Vasta-aallokko	Sivuvasta-aallokko
1,5	5,0	0,39	0,37
	6,0	0,43	0,40
2,0	5,0	0,52	0,49
	6,0	0,58	0,54

Edellisen taulukon perusteella suhteellisen pystyliikkeen RMS-arvo on ollut noin 0,5 m välittömästi keulakorokkeen takana. Jos oletetaan RMS-arvoksi 0,75 m, sisältää se myös dynaamisten tekijöiden liikettä kasvattavan vaikutuksen. Arvoilla $RMS = 0,75$ m ja $F = 3,0$ m saadaan kaavasta (1) todennäköisyydeksi, millä vesi on noussut suhteellisen pystyliikkeen vaikutuksesta sivukannelle $3,4 \times 10^{-4}$. Toisin sanoen vesi on voinut nousta sivukannelle keskimäärin yhden kerran, kun alus on kohdannut 34 000 aaltoa. Suhteellisen

pystyliikkeen todennäköisimmäksi maksimiamplitudiksi saadaan 3,5 m. Siten on ollut hyvin mahdollista, että vettä on noussut muutaman kerran sivukannelle ja virrannut siitä lastitilaan myrskyporttien kautta aluksen tehdessä matkaa Pohjanlahdella. Tällä tavalla vettä on voinut päästä lastitilaan muutamia kuutiometrejä.

2.4 Lastitilaan lentänyt roiskevesi

Tuulen mukana aluksen kannelle lentäviä roiskeita syntyy, kun hyvin jyrkkä aalto iskeytyy aluksen keulaan. Sapone'n (1990) hävittäjän mallilla tekemien kokeiden perusteella roiskeita syntyi säännöllisissä aalloissa, joiden pituus oli alle puolet aluksen pituudesta ja kaltevuus eli korkeus per pituus noin 1/11. Sapone'n kokeissa aallot ovat toisin sanoen olleet hyvin lähellä murtumista. Vastaavia murtuvia aaltoja on varmasti esiintynyt myös m/s FINN-BALTIC:in matkan aikana.

Murtuvien aaltojen lukumäärä voidaan arvioida Holthuijsen'in ja Herbers'in (1986) täysmittakaavahavaintojen perusteella, jotka on tehty varsin samankaltaisissa olosuhteissa kuin mitkä vallitsivat Selkämerellä 25. ja 26. joulukuuta 1990. Holthuijsen ja Herbers mittasivat aallokkoa avomerellä ja laskivat kaikki aallonmittauspoijun alta kulkeneet vaahtopäiset aallot olosuhteissa, joissa tuulen nopeus oli 8 - 12 m/s ja merkitsevä aallon korkeus H_s 1,5 - 2,0 m. Murtuvien aaltojen osuus aalloista vaihteli välillä 0,10 - 0,16 siten, että alempi arvo vastaa tuulen nopeutta 8 m/s ja ylempi arvo tuulen nopeutta 12 m/s. Kaikista havaituista aalloista, joita oli yhteensä 8717, murtuvia oli 1027 eli 12 %. Holthuijsen ja Herbers esittävät myös muita täysmittakaavahavaintoja, joissa murtuvien aaltojen osuus vaihtelee välillä 0,02 - 0,2.

Holthuijsen'in ja Herbers'in (1986) esittämien täysmittakaavahavaintojen perusteella voidaan olettaa, että m/s FINN-BALTIC:in kohtaamista aalloista yksi kymmenesosa (1/10) oli murtuvia. Koska tässä luvussa ovat mukana kaikki vähänkin vaahtopäiset aallot, mm. matalat muurtuvat aallot, ei joka kymmenes aalto ole voinut heittää vettä aluksen lastitilaan. Kohtuudella voitaneen olettaa, että vettä on tullut ruumaan joka viidennestä (1/5) aluksen kohtaamasta murtuvasta aallosta eli joka viidennestäkymmenennestä (1/50) aallosta. Toisin sanoen vettä on pärskinyt partaan yli keskimäärin 4 - 5 minuutin välein. Tämä on niin usein, että siihen kiinnitetään huomiota, mutta se tuskin aiheuttaa mitään toimenpiteitä kuten esimerkiksi nopeuden pienentämisen tai kurssin muuttamisen.

Yhdestä aallosta keskimäärin kannelle lentävän veden määrää on vaikea arvioida. Teoreettista menetelmää ei ole tiedossa ja käytössä ovat vain Sapone'n (1990) mallikoetu-

lokset. Sapone'n mittauksissa yhdestä aallosta aluksen kannelle pärskineen veden määrä vaihteli muutamasta litrasta kolmeensataan litraan täydessä mittakaavassa. Vesimäärä kasvoi, kun tuulen suunta muuttui vastaisesta 15 astetta sivulle. Erittäin voimakkaasti vesimäärä kasvoi, kun keula muuttui pystymmäksi.

Suurimmat vesimäärät mitattiin keulalla, jossa oli taite. Taitteen yläpuolelta keula oli sivuilta pystysuora. Keularanka sojotti kuitenkin melko jyrkästi eteenpäin, kun taas m/s FINN-BALTIC:in keula on hyvin tylppä ja pysty. Keulamuodon perusteella voi olettaa, että m/s FINN-BALTIC:in keulasta pärskivät lentää enemmän kannelle kuin Sapone'n tutkiman hävittäjän keulasta, vaikka m/s FINN-BALTIC:in varalaita keulassa on noin yksi metriä korkeampi kuin ko. hävittäjän keulavaralaita. Toisaalta Sapone'n kokeissa aallon korkeus oli 5,0 m, kun m/s FINN-BALTIC:in matkan aikana Selkämerellä korkeimmat aallot ovat voineet olla noin 4,0 m korkeita.

Arvioidaan varovaisesti, että yhdestä aallosta on lentänyt m/s FINN-BALTIC:in lastitilaan keskimäärin 0,1 - 0,2 m³ vettä. Jos Sapone'n tuloksia skaalataan aluksen leveyttä, syvyyttä, pituutta ja varalaitaa käyttäen, näyttäisi mahdolliselta, että m/s FINN-BALTIC:iin on voinut yhdellä kerralla lentää vettä jopa yli yksi kuutiometri. Kun otetaan huomioon aluksen kohtaamien murtuvien aaltojen lukumäärä, voidaan arvioida m/s FINN-BALTIC:in lastitilaan 25.12 klo 15 - 26.12 klo 24 aalloista pärskineen veden kokonaismäärä.

Taulukko 4. Ruumaan aalloista pärskineen veden kokonaismäärä.

Aaltoja [kpl]	Murtuvia aaltoja [kpl]	Pärskiviä aaltoja [kpl]	Vettä ruumaan yhteensä
25 000	2 500	500	50 - 100 m ³
30 000	3 000	600	60 - 120 m ³

Lopputulokseksi saadaan, että aluksen kaatumista edeltäneen matkan aikana on vettä tullut aalloista lastitilaan 50 - 120 m³. Arvion tarkkuuden rajoissa tämä sisältää myös ne pari kuutiometriä vettä, jotka ovat voineet nousta sivukannelle ja virrata siitä lastitilaan myrskyporttien kautta.

2.5 Yhteenveto

Laskelmien perusteella vettä ei ole voinut tulla m/s FINN-BALTIC:in lastitilaan kohtalokkaan matkan aikana sen seurauksena, että keula olisi painunut aaltoon. Tämä olisi edellyttänyt huomattavasti suurempaa keulan pystyliikettä vedenpinnan suhteen kuin mitä

aluksella oli kaatumista edeltäneen matkan aikana vallinneessa merenkäynnissä. Sen sijaan vesi on voinut nousta muutaman kerran Pohjanlahdella aluksen sivukannelle välittömästi keulakorokkeen takaa, jossa varalaita on huomattavasti matalampi kuin aivan keulassa. Sivukannelta vesi on päässyt virtaamaan lastitilaan myrskyporttien kautta. Kuitenkin melkein kaikki aalloista lastitilaan joutuneesta vedestä on ollut peräisin aluksen keulaan iskeytyneistä murtuvista aalloista. Hienojakoiseksi pirstoutunut vesi on lentänyt alukseen tuulen mukana.

Lastitilaan aalloista lentäneen veden kokonaismäärä on arvioitu aluksen kohtaamien murtuvien aaltojen lukumäärän ja yhdestä aallosta lastitilaan keskimäärin lentävän vesimäärän perusteella. Murtuvien aaltojen lukumäärä on arvioitu julkaistujen täysmittakaavahavaintojen perusteella ja keskimääräinen vesimäärä julkaistujen hävittäjälaivan mallikoetulosten perusteella. Lopputulokseksi saatiin, että aluksen kaatumista edeltäneen matkan aikana on Pohjanlahdella vettä tullut aalloista lastitilaan 50 - 120 m³. Tästä vesimäärästä muutama kuutiometri on virrannut lastitilaan myrskyporttien kautta sivukannelta.

3 ALUKSEN KEINUNTA JA POIKITTAISLIIKE HANGON EDUSTALLA

3.1 Lähtötiedot

Hangon edustalla m/s FINN-BALTIC kääntyi Ryssön linjalle ja sen jälkeen myrskyinen tuuli tuli suoraan aluksen oikealta sivulta. Pian käännöksen jälkeen alus kaatui. Seuraavassa esitetään SCORES-ohjelmalla laskettuihin tuloksiin perustuva arvio aluksen keinunnasta juuri ennen kaatumista.

Merentutkimuslaitoksen antaman arvion mukaan (Mälkki, 1991) merkitsevä aallonkorkeus on Hangon edustalla onnettomuuspäivänä ollut luultavasti yli kolme metriä. Aallokon merkitsevä periodi on ollut noin 7 sekuntia, eli keski periodi $T_1 = 5,5$ s, mutta myös melko loiva Pohjoiselta Itämereltä tullut maininki on voinut päästä onnettomuusalueelle. Mainingin keski periodi on ollut noin 8,5 sekuntia. Aallokon suunta on ollut likimain suoraan aluksen sivulta.

Aluksen keinunta ja poikittaisliike on laskettu SCORES-ohjelmalla kolmella eri kurssilla aallokon suuntaan nähden: sivumyötäinen aallokko, jonka suunta poikkeaa 60 astetta aluksen kulkusuunnasta, sivuaallokko (90°) ja sivuvastainen aallokko (120°). Merkitse-

väksi aallonkorkeudeksi on oletettu 3,5 m ja keskipiodiksi sekä 5,5 s että 6,5 s. Lisäksi on laskettu aluksen keinunta mainingissa, jonka merkitsevä korkeus on 1,0 m ja keskipiodi 8,5 s. Aallokko on oletettu pitkäharjaiseksi. Aaltospektrinä on käytetty kaksiparametrasta ISSC-spektriä. Aluksen nopeudeksi eteenpäin on asetettu 13 kn.

Vakavuuslaskujen perusteella aluksen alkuvaihtokeskuskorkeus, GM, on ollut noin 4,2 m onnettomuushetken lastitilanteessa. Tässä arvossa ei ole otettu huomioon lastin kastumisen vaikutusta alkuvakavuuteen, vaan arvo on kuivalle malmilastille, jonka tiheys on 3,2 ton/m³. Malmikekojen sortuminen alentaa lastin painopistettä ja siten suurentaa alkuvaihtokeskuskorkeutta. Toisaalta, jos osan lastia oletetaan nesteytyneen, on tästä johtuva vapaan nestepinnan aiheuttama korjaus alkuvakavuuteen niin suuri, että alkuvaihtokeskuskorkeus pienenee hyvin oleellisesti. Tarkemman arvion puuttuessa on SCORES-laskelmissa käytetty arvoa GM = 4,2 m. Tässä on siis oletettu, että lasti ei liikkunut aluksen keinuessa ennen kohtalokasta kallistumista. Alkuvaihtokeskuskorkeuden vaikutusta keinuntaan on tutkittu toistamalla laskut arvolla GM = 4,6 m. Aluksen poikittaiseksi (keinunnan) hitaussäteeksi on oletettu 0,38 kertaa aluksen leveys, mikä on yleisesti käytetty arvo. Seuraavassa taulukossa on annettu SCORES-ohjelman laskema aluksen keinunnan ominaisperiodi.

Taulukko 5. Keinunnan ominaisperiodi.

GM [m]	Keinunnan ominaisp. [s]
4,2	11,3
4,6	10,8

3.2 Aluksen keinunta

Keinuntaan vaikuttaa hyvin merkittävästi aluksen keinunnan vaimennuskerroin, jonka arvoa ei ole helppo arvioida ilman mallikokeita. Tässä keinunnan kriittinen vaimennus on arvioitu Laivatekniikan laboratoriossa aikaisemmin kahdelle kuljetusalukselle sivuaallokossa nollanopeudella tehtyjen mallikokeiden perusteella. Toinen aluksista on lauttamainen ja sen leveys-syväys suhde on suurempi kuin m/s FINN-BALTIC:in. Toisella aluksella on hyvin pyörät palteet ja pieni leveys-syväys suhde. M/s FINN-BALTIC:in keinunnan vaimennuskerroin on ilmeisesti lähempänä jälkimmäistä, pyöreäpalteista alusta, jonka kriittinen vaimennus, C_c , on noin 0,07. Lauttamaisen aluksen keinunnan kriittinen vaimennus $C_c = 0,1$. Laskennassa on käytetty näitä kahta kriittisen vaimennuksen arvoa. Seuraavassa taulukossa on annettu m/s FINN-BALTIC:in dimensioton keinumi-

samplitudi eri kriittisen vaimennuksen arvoilla likimain keinunnan resonanssissa eli kun aallon periodi on ollut 10,5 s. Keinumiskulma θ on tehty dimensiottomaksi jakamalla se aallon suurimmalla kaltevuudella, joka on aaltoluku k kertaa aallon amplitudi A .

Taulukko 6. Dimensioton keinunnan amplitudi resonanssissa.

GM [m]	Kriittinen vaimennus	Dimensioton keinumisk. θ/kA
4,2	0,1	4,4
4,2	0,07	7,3
4,6	0,1	4,6

Taulukossa 6 olevat keinunnan arvot vastaavat hyvin kahden edellä mainitun aluksen mallikoetuloksia. Dimensioton keinumisamplitudin arvo 7 lähellä resonanssia on tyyppillinen alukselle, jonka rungon keinunnan vaimennus ei ole kovin suuri. Nopeus eteenpäin lisää keinunnan vaimennusta, mutta m/s FINN-BALTIC:in kokoisen aluksen keinuntaan ei 13 kn nopeudella ole kovin voimakasta vaikutusta. Tällä nopeudella aluksen keinunnan kriittinen vaimennus on luultavasti ollut lähempänä arvoa 0.1 kuin arvoa 0.07.

Pitkäharjaisessa sivuaallokossa nopeus eteenpäin vaikuttaa aluksen keinuntaan ainoastaan keinunnan vaimennuksen kautta. Jos oletetaan, että aluksen kriittinen vaimennus ei muutu nopeuden muuttuessa, saadaan sivuaallokossa sama keinunta eri nopeuksilla. Kurssin muuttuessa sivumyötäiseksi tai sivuvastaiseksi nopeus vaikuttaa keinuntaan myös aaltojen kohtaamistaajuuden muuttuessa nopeuden muutosten mukana.

Aluksen keinunnan kannalta kaikkein pahimmassa tapauksessa Itämereltä mahdollisesti onnettomuusalueelle tullut maininki on ollut puhdas säännöllinen aalto, jonka periodi on ollut sama kuin aluksen keinunnan ominaisperiodi. Käytännössä tällaisen mainingin esiintymistodennäköisyys on hyvin pieni, mutta keinunnan arviointi tässä tilanteessa antaa yhden ylärajan aluksen suurimmalle mahdolliselle keinumiskulmalle juuri ennen kaatumista. Silloin aluksen keinunnan amplitudi on taulukossa 6 olevien tulosten perusteella ollut noin seitsemän kertaa aallon suurin kaltevuus. Kun säännöllisen aallon periodi on 10,5 s ja aallon amplitudi 0,5 m, on aallon suurin kaltevuus 30 metriä syvässä vedessä 1,2 astetta. Aallon amplitudin kasvaessa kaksinkertaiseksi myös kaltevuus kaksinkertaistuu. Itämereltä tulleen mainingin vaikutuksesta alus on siis pahimmassa tapauksessa voinut keinua noin kymmenen astetta, jos mainingin korkeus on ollut noin yksi metri.

M/s FINN-BALTIC:in keinunnan todennäköisin maksimiamplitudi on arvioitu SCORES-ohjelmalla alukselle lasketuista keinunnan RMS-arvoista seuraavalla kaavalla (Price & Bishop, 1974, s. 183):

$$E[X_{\max}] = 1,414\text{RMS}\{(\ln N)^{1/2} + 0,2886(\ln N)^{-1/2}\} \quad (2)$$

olettaen, että alus ehti kohdata ennen kaatumistaan sivuaallokossa sata aaltoa, eli $N = 100$. Joka tapauksessa alus kaatui pian kääntyttyään sivu-aallokkoon ja sata aaltokohtaamista vastaa noin kymmenen minuutin pituista aikaa. Jos sadan aaltokohtaamisen sijasta alus olisi kohdannut 300 aaltoa, kasvaisi keinunnan todennäköisin maksimiamplitudi 10 %.

Seuraavassa taulukossa on annettu m/s FINN-BALTIC:in suurin todennäköinen keinumiskulma sivuaallokossa merenkäynnissä, joka vastaa Merentutkimuslaitoksen arviota onnettomuushetken olosuhteista Hangon edustalla. Laskelmissa käytetty aluksen lastitilanne on määriteltä edellä ja taulukossa 7 on annettu tuloksia kahdelle eri alkuvaihtokeskuskorkeuden ja keinunnan kriittisen vaimennuksen arvolle.

Taulukko 7. M/s FINN-BALTIC:in keinunnan todennäköisin maksimiamplitudi asteissa nopeudella 7 kn sivuaallokossa Hangon edustalla.

Kurssi [°]	H_s [m]/ T_1 [s]	GM = 4,6 m $C_c = 0,1$	GM = 4,2 m $C_c = 0,1$	GM = 4,2 m $C_c = 0,07$
90	3,5/5,5	7,1	5,7	6,6

Edellinen taulukko osoittaa, että keinunta kasvaa vaimennuksen pienentyessä ja alkuvaihtokeskuskorkeuden kasvaessa, mikä aiheuttaa keinunnan ominaisperiodin lyhenemisen. Ominaisperiodin lyhentyessä aallokossa on keinunnan resonanssin ympäristössä enemmän energiaa herättämässä keinuntaa. Aallokon keskipiodin, T_1 , pitenemisellä on sama vaikutus aluksen keinuntaan kuin alkuvaihtokeskuskorkeuden kasvulla. Jos aallokon keskipiodiksi oletetaan 6,5 s, kasvaa suurin todennäköinen keinumiskulma 70 - 100 % taulukossa 7 annetuista arvoista. Tässä merenkäynnissä suurin keinumiskulma olisi voinut olla yli 13 astetta.

Sivumyötäisessä aallokossa, jonka suunta poikkeaa 30 astetta suorasta sivuaallokosta, aaltojen kohtaamistajuus olisi ollut lähempänä keinunnan ominaistajuutta kuin sivuaallokossa ja keinumiskulmat olisivat olleet noin 20 % suurempia kuin taulukossa 7. Jos kurssi olisi kasvanut vielä enemmän myötäiseksi, lähelle 45 astetta, olisi alus kohdannut aaltoja likimain keinunnan ominaistajuudella. Silloin keinunta olisi ollut selvästi suurempaa kuin sivuaallokossa. Kurssin kääntyessä sivuaallokosta 30 astetta sivuvas-

taiseksi keinunta pienenee viidesosaan sivuaallokon keinumiskulmista. Sivulta tulevassa mainingissa, jonka merkitsevä korkeus on yksi metri ja keskipери 8,5 s, aluksen suurin keinumiskulma olisi ollut noin 30 - 40 % taulukossa 7 annettuja arvoja pienempi.

3.3 Poikittaishiihteen aiheuttama vaakakiihtyvyys lastin tasolla

Aluksen kallistuessa putoamiskiihtyvyys alkaa vaikuttaa lastiin kannen suunnassa poikittain. Tämän lisäksi lastiin vaikuttaa poikittaishiihtyvyyksiä, jotka johtuvat aluksen keinumasta ja edestakaisesta poikittaishiihtyksestä (sway). Keinumasta johtuva poikittaishiihtyvyyden komponentti on m/s FINN-BALTIC:in lastin painopisteen korkeudella ollut vähäinen, koska lastin painopiste on korkeussuunnassa lähellä aluksen painopistettä. Jos alus on keinahtanut 10 astetta, on tämä keinahdus voinut aiheuttaa lastin painopisteen korkeudella suuruusluokkaa 0,02g olevan poikittaishiihtyvyyden.

Poikittaishiihtyvyydestä johtuva suurin poikittaishiihtyvyys on ollut selvästi suurempi kuin keinumasta johtuva. Kun aallokon merkitsevä korkeus on 3,5 m ja keskipери 5,5 s, on poikittaishiihtyvyyden todennäköisin maksimiampplitudi ollut sivuaallokossa sadan aaltokohtaamisen aikana noin 0,10g. Tähän arvoon on aallokon periodin pitenemisellä 6,5 sekuntiin vain vähän vaikutusta. Kurssin muutos pois sivuaallokosta pienentää poikittaishiihtyvyyttä merkittävästi.

Pitkissä aalloissa poikittaishiihtyvyyden kiihtyvyys ja keinunta ovat likimain samassa vaiheessa. Toisin sanoen keinumasta johtuva putoamiskiihtyvyyden poikittaishiihtyvyyskomponentti ja poikittaishiihtyvyyden kiihtyvyys vaikuttavat samaan suuntaan ja siten vahvistavat toisiaan. Lyhyissä aalloissa ne ovat vastakkaisessa vaiheessa ja poikittaishiihtyvyyden resultantti on pienempi kuin kumpikaan komponentti. Todennäköisyys, että m/s FINN-BALTIC:in tapauksessa keinumasta ja poikittaishiihtyvyydestä johtuvat poikittaishiihtyvyyden komponentit olisivat kohtalokkaan keinahduksen aikana olleet samassa vaiheessa, ei ole kovin suuri.

3.4 Yhteenveto

Aaltojen synnyttämän keinumien vaikutuksesta m/s FINN-BALTIC:in suurin keinumiskulma on voinut olla noin 10 astetta Hangon edustalla ennen kaatumista. Tämä arvio perustuu olettamuksiin, että alkuvaihtokeskuskorkeus on ollut neljän ja viiden metrin välillä eikä lastin kastumisella ole ollut vaikutusta keinumien keinoon. Aluksen kallistuessa 10 astetta sen lastiin vaikuttaa putoamiskiihtyvyydestä johtuva 0.17g suuruinen poikittaishiihtyvyys.

kiihtyvyys. Kun tähän lisätään edestakaisesta poikittaisliikkeestä johtuva kiihtyvyys, on suurin lastiin vaikuttanut poikittaiskiihtyvyys voinut olla 0.20g ... 0,25g. Tässä on oletettu, että poikittaisliikkeen kiihtyvyys ja putoamiskiihtyvyydestä johtuva komponentti ovat vahvistaneet toisiaan. Lastiin vaikuttaisi 0,25g kiihtyvyys noin 15 asteen kulmassa vaakatasosta olevalla kaltevalla tasolla.

4 LAIVAN KAAATUMISEN DYNAMIIKKA JA SEN SIMULOIMINEN

4.1 Johdanto

M/s FINN-BALTIC:in kaatumistapahtuman dynamiikkaa on kuvattu matemaattisella mallilla, jonka avulla tapahtuman kulkua on simuloitu. Kaatumisen on oletettu johtuneen kansilastin poikittaisesta siirtymisestä ja siitä aiheutuneesta kaatavasta momentista. Lastin liikkeellelähdön herätteenä on oletettu tietty kriittinen kallistuskulma ϕ_0 , jolla lastin ja kannen välinen kitka ylittyy. Tätä kallistuskulmaa vastaa siis tietty lepokitkakertoimen arvo. Liikkeellelähdön jälkeen lasti liikkuu kannella painovoiman vaikutuksesta kallistuskulman ja annetun liukukitkakertoimen määräämällä kiihtyvyydellä. Laivalle kirjoitetaan liikeyhtälö, jossa kallistavan momentin lisäksi huomioidaan hitaus-, vaimennus- ja oikaisevat momentit. Oikaisevan momentin laskemisessa käytetään hyväksi ns. GZ-käyrää, joka kuvaa oikaisevan momenttivarren pituutta kallistuskulman funktiona. Laivan oletetaan menettävän vakavuutensa pisteessä, jossa GZ-käyrän arvo on nolla (angle of vanishing stability, ϕ_v). M/s FINN-BALTIC:in GZ-käyrä onnettomuuspäivän lastitilanteessa on raportin liitteessä.

Liikeyhtälö on muodostettu viitteen (Zoborowski & Taylan, 1989) esittämällä tavalla siten, että tuuli ja aallokko kallistavan momentin lähteinä on korvattu lastin siirtymisestä aiheutuvalla momentilla. Yhtälö on muotoa

$$(I_{xx} + \delta I_{xx})\phi'' + B_1\phi' + B_2\phi + \Delta(C_1\phi + C_3\phi^3 + C_5\phi^5) = g m_i s \cos \phi, \quad (3)$$

jossa	I_{xx}	=	poikittainen massahitautsmomentti
	δI_{xx}	=	lisätty massahitautsmomentti
	ϕ	=	kallistuskulma
	Δ	=	uppouma
	B_1, B_2	=	lineaarinen ja epälineaarinen vaimennuskerroin

C_1, C_2, C_3	=	palautusmomenttikertoimia
m_l	=	lastin massa
s	=	lastin painopisteen siirtymä

Palautusmomenttikertoimien C_1 ja C_2 laskemisessa käytetään hyväksi GZ-käyrän rajoittamaa pinta-alaa ja kulmaa, jossa vakavuus häviää, ϕ_v .

Aallokon tai tuulen vaikutuksia kallistavaan momenttiin ei ole otettu huomioon. Poikittainen massahitausmomentti on laskelmien yksinkertaistamiseksi oletettu vakioksi siitä huolimatta, että todellisuudessa se on muuttunut ajan funktiona lastin liukuessa pitkin aluksen kantta.

Kun kallistuskulman ja -nopeuden alkuarvot on annettu, voidaan liikeyhtälö integroida askelittain aikatasossa esimerkiksi Eulerin menetelmällä. Tuloksena saadaan kallistuskulman aikahistoria.

4.2 Tulokset

Simulointi on suoritettu PC:llä Matlab-ohjelmistoympäristössä. Laaditun ohjelman numeerista toimivuutta testaattiin ensin ilman hydrodynaamista vaimennusta ja lastin pysyessä paikallaan. Tällä varmennettiin, ettei ratkaisu divergoi valitulla aika-askeleella. Lisäämällä simulointiin vaimennus voitiin silmämääräisesti todeta vaimennuskerrointen olevan oikein valitut. Myös simuloinnin kautta saatu keinunnan periodi vastasi tarkasti eksplisiittisesti laskettua keinunnan ominaisperiodia. Kaatumistapahtumaan keinunnan vaimennuksella on vain vähän vaikutusta.

Simuloinnin avulla yritettiin rekonstruoida laivan kaatuminen yliperämies Olli Lommin (1991) tapahtumasta antamaan lausunnon mukaisesti. Lausunnon mukaan tapahtui ensin 6-8 asteen heilahdus vasempaan. Hetken päästä kallistus kasvoi 10-12 asteeseen, pysähtyi hetkeksi, jonka jälkeen tapahtui laivan kaatuminen. Ensimmäisestä kallistumasta siihen, kun hyttiventtiili murskaantui, kului Lommin arvion mukaan noin 7 sekuntia.

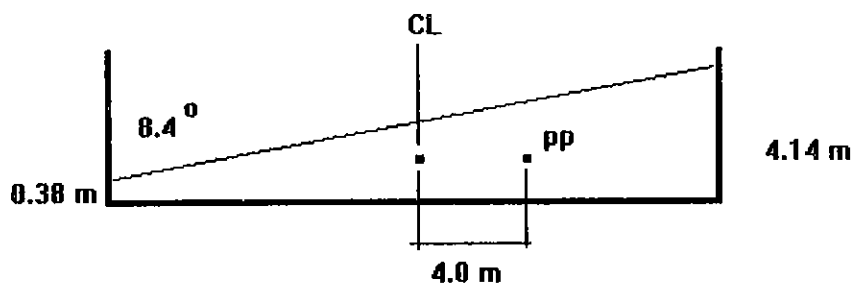
Simuloinnin ensimmäisessä vaiheessa päätettiin kokeilla tilannetta, jossa lasti lähtee liikelle 10 asteen kallistuksella, mikä vastaa lepokitkakerrointa noin 0,176. Liukukitkakerroimeelle valittiin arvot 0, 0,1 ja 0,15. Kaatumista simuloitiin myös alkukallistuksen

arvolla $\phi_0 = 8$ astetta, mikä vastaa lepokitkakertoimen arvoa 0,140. Koska lasti liikkuu suhteellisen nopeasti on asetettava ehto lastin maksimisiirtymälle, että kallistavan momentin varsi ei kasvaisi epärealistisen suureksi.

Kaatumiseen kuluva aika määriteltiin siten, että $t = 0$ simuloinnin alussa, kun kallistuskulma on ϕ_0 ja lasti lähtee liukumaan. Simulointia jatketaan kunnes kallistuskulma ylittää arvon ϕ_c , jolloin vakavuus menetetään. Tähän pisteeseen ajan otto lopetetaan.

Koska selvityksissä oli käynyt ilmi, että lastin liukuminen todennäköisesti on alkanut keulasta, simuloitiin myös tilannetta, jossa vain osa lasista liikkuu. Oletettiin esimerkiksi, että vain puolet lastin massasta siirtyy aiheuttaen kallistavan momentin. Alkukallistuksen arvolla $\phi_0 = 10$ astetta ja kitkakertomen ollessa 0,1, voitiin todeta aluksen kaatuvan, kun lastin painopiste siirtyy 3,5 m. Kaatuminen tapahtuu tällöin 14,2 sekunnissa. Tämän yksinkertaisen tarkastelun heikkoutena voidaan pitää sitä, että toisen puolen lastista on oletettu pysyvän paikallaan kallistuksesta riippumatta.

Kaikissa edellä mainituissa laivan kaatumiseen johtavissa simulointitilanteissa laivan kallistusliikkeet noudattavat hyvin samantapaista käyrää. Aluksi laiva oikenee alkukallistuksesta, joissakin tilanteissa lähelle vaakatasoa (0 astetta), jonka jälkeen alus kallistuu uudelleen samalle puolelle. Kallistuksen ollessa noin 30 - 40 astetta kallistusnopeus pienenee hieman, mutta kiihtyy lopussa voimakkaasti.



Kuva 1. Lastin painopisteen siirtymä.

Oletetaan, että lasti liikkuessaan deformatuu kuvan 1 osoittamalla tavalla. Silloin voidaan geometrisen tarkastelun avulla todeta, että lastin painopisteen siirtyminen noin 4 metriä on varsin todennäköistä, kun otetaan huomioon lastitilan reunojen korkeus 9,0 m. Tästä syystä on suoritettu simuloinnin herkkyyssanalyysi käyttäen maksimisiirtymiä 3, 4 ja 5

metriä. Tulokset on esitetty kuvassa 2. Kaatumiseen kuluva aika vaihtelee välillä 7,1 - 7,8 sekuntia. Kaatumisprosessi ei siis ole kovin herkkä lastin painopisteen maksimisiirtymän vaihteluille 4 metrin tuntumassa.

Näissä simuloinneissa on käytetty liukukitkakertoimen arvoa 0,1. Jos käytetään kitkakerrointa 0,15, pitenee kaatumiseen kuluva aika joitakin sekunteja. Kitkakertoimen asettaminen nolaksi vaikuttaa tuloksiin hyvin vähän.

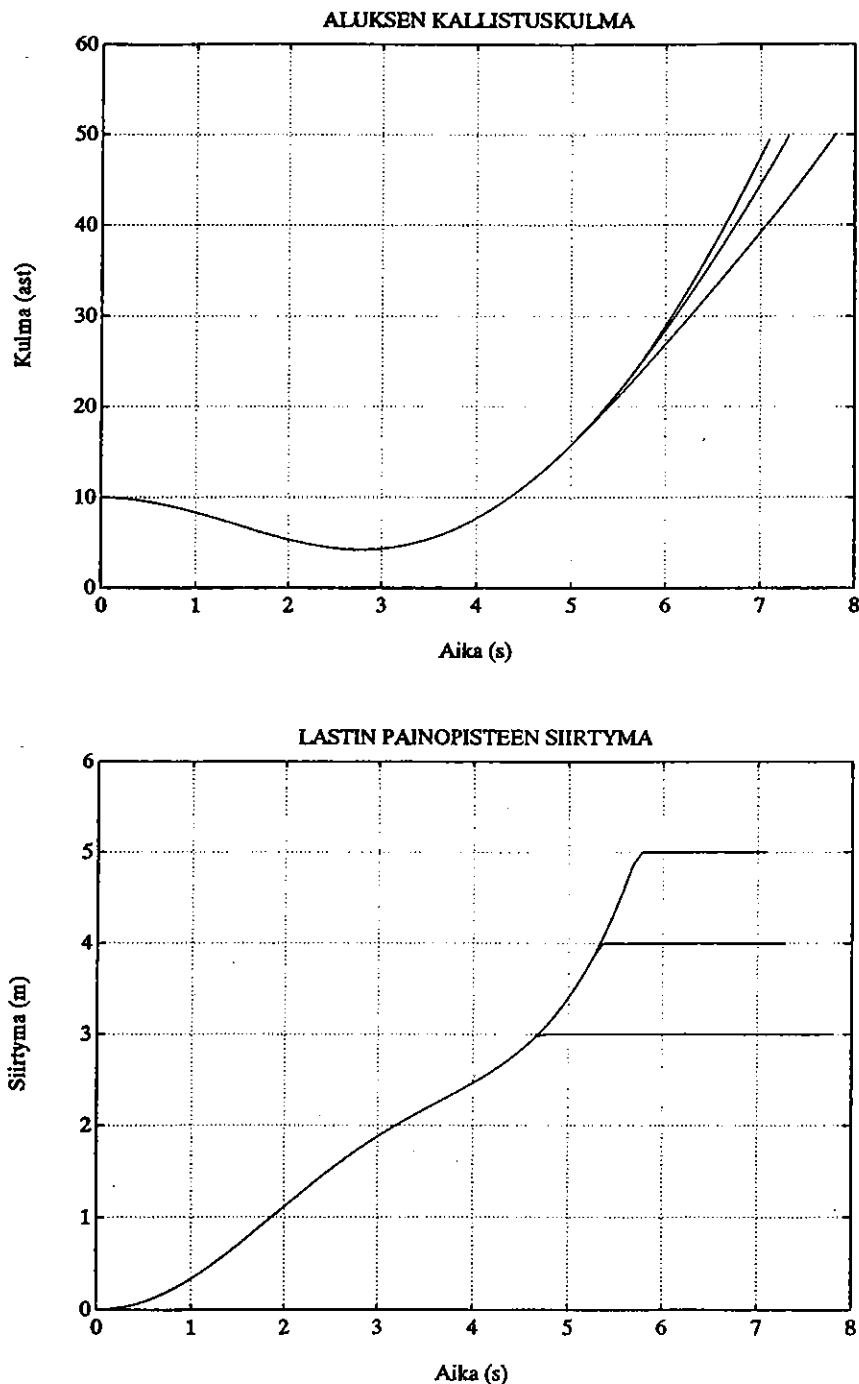
Kaatumiskriteerinä on edellä käytetty kulman ϕ , ylittymistä. Suurilla kallistuskulmilla piste, jonka suhteen kaatuminen tapahtuu, muuttuu eikä esitetty malli enää päde. Lisäksi osa lastista alkaa liukua laidan yli, jolloin aluksen uppouma ja hitaussäde muuttuvat. Yhdeksänkymmenen (90) asteen kaatumiskriteeriä kokeiltiin siten, että kulman ϕ , jälkeen kallistusliikkeen oletettiin jatkuvan samalla kulmanopeudella kaltevuuteen 90 astetta asti. Tällä kaatumiskriteerillä kaatumiseen kuluva aika oli lastin maksimisiirtymällä 3, 4 ja 5 metriä vastaavasti 10,4, 9,3 ja 8,9 sekuntia. Samalla tavalla arvioitiin myös laivan kaatumiseen 180 astetta eli pyörähtämiseen kokonaan ympäri kuluva aika. Lastin maksimisiirtymällä 3, 4 ja 5 metriä 180 asteen pyörähtämiseen kului aikaa 28,2, 23,3 ja 21,1 sekuntia, vastaavasti.

4.3 Päätelmät

M/s FINN-BALTIC:in kaatumista simuloivien laskelmien perusteella voidaan todeta, että tapahtuman keston suhteen tulokset vastaavat hyvin yliperämies Lommin arviota. Laivan kaatuminen voi siis hyvin tapahtua alle kymmenessä sekunnissa. Laivan liikkeet noudattavat kuvausta myös siinä suhteessa, että voidaan katsoa liikkeen oikeenevan ja pysähtyvän pariaksi sekunniksi tietylle kallistuksen tasolle. On selvää, että laivan liikkeisiin todellisuudessa on vaikuttanut sekä tuuli että varsinkin aallokko, aiheuttaen kallistuskiihtyvyyksiä, joita pelkällä lastin siirtymisellä ei voida saada aikaan.

Vakavuuden menettäminen edellyttää koko lastin painopisteen siirtymistä noin kaksi metriä sivusuunnassa. Jos kaatumisen oletetaan tapahtuneen alle kymmenessä sekunnissa, siirtymän on oltava jonkin verran tätä suurempi. Geometrian perusteella lastin painopisteen siirtyminen on hyvinkin voinut olla noin 4 metriä. Simuloinnissa käytetty malli ei ole herkkä siirtymän maksimiarvoille neljän metrin tuntumassa ja kaatumiseen kuluva aika riippuu vain vähän siirtymän maksimiarvosta.

Simuloinnissa lastin on oletettu siirtyvän liukumalla laivan kannella. Tätä oletusta voidaan pitää realistisena, jos kaatumiseen kulunutta aikaa pidetään keskeisenä, koska muunlaiset lastin siirtymis- tai murtumismekanismit antanevat huomattavasti hitaamman kallistusmomentin kasvun. Lastin liikkeitä yksityiskohtaisemmin kuvaavien mallien käyttöönottamisella ei myöskään voida oleellisesti muuttaa kaatumistapahtuman simuloitua aikahistoriaa, jos halutaan pitää kiinni tapahtuman kokonaiskestosta, koska laivan hitaus ja vaimenuus tasoittavat liikettä voimakkaasti.



Kuva 2. Aluksen kallistuskulma ja lastin painopisteen siirtymä ajan funktiona, kun lastin painopisteen maksimisiirtymä on 3, 4 ja 5 metriä.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Eräänä mahdollisena osatekijänä m/s FINN-BALTIC:in kaatumisessa on pidetty lastin kastumista ja osittaista liejuuntumista, jonka johdosta lasti on lähtenyt liikkumaan pitkin kantta aluksen keinuessa. Eräänä lastin kosteutta lisäävänä tekijänä oli veden lentäminen lastitilaan merenkäynnin ja tuulen vaikutuksesta. Tässä raportissa esitettyjen laskelmien perusteella m/s FINN-BALTIC:in lastitilaan on vettä voinut tulla vain roiskeena tai vähän myrskyporttien kautta sivukansilta. Yhteensä lastitilaan on lentänyt vettä 50 - 120 kuutiometriä, josta miltei kaikki on peräisin aluksen keulaan iskeytyneiden aaltojen aiheuttamasta roiskeesta. Aluksen keulan pystyliike oli onnettomuusmatkan aikana niin vähäistä, että aluksen keula ei painunut matkan aikana kertaakaan aaltoon.

Juuri ennen kaatumistaan Hangon edustalla alus joutui yli kolme metriä korkeaan sivuaallokkoon. Tässä merenkäynnissä aluksen suurimmat keinumiskulmat (amplitudit) ovat voineet olla noin kymmenen astetta. Silloin lastiin vaikuttanut poikittaiskiihtyvyys on ollut 0.20g - 0.25g, jossa on otettu huomioon myös poikittaisliikkeen aiheuttama kiihtyvyys. Arvio perustuu laskelmiin, joissa keinunnan vaimennuskerroin on arvioitu muille aluksille tehtyjen mallikokeiden perusteella.

Osittain liejuuntunut aluksen lasti on voinut lähteä liikkeelle aluksen keinahtaessa syvään. Kaltevalla kannella liukuvan lastin aiheuttama momentti on hyvin pian kasvanut riittävän suureksi kaataakseen aluksen. Tätä tapahtumaa on simuloitu aluksen keinuntaa kuvaavan, epälineaarisen, matemaattisen mallin avulla. Alusta kallistavana momenttina on ollut pelkkä liikkuvan lastin aiheuttamaa momentti ja siten aallokon ja tuulen vaikutus on jätetty pois. Tästä huolimatta simuloinnin tulokset vastaavat varsin hyvin yliperämies Lommin kuvausta tapahtumien kulusta.

Kun oletetaan, että lasti lähtee liikkeelle aluksen kallistuskulman ollessa 10 astetta ja käytetään realistista liukukitkan arvoa, alus on kallistunut 50 astetta eli niin paljon, että sen vakavuus häviää, kun aikaa on kulunut 7 - 8 sekuntia. Yhdeksänkymmenen asteen kallistuman alus on saanut alle kymmenessä sekuntissa ja on pyörähtänyt kokonaan ympäri (180 astetta) 20 - 30 sekuntissa. Simuloinnissa on oletettu koko lastin liikkuvan. Simuloidussa laivan kallistusliikkeessä on havaittavissa oikenemista ja pysähtymistä pariksi sekunniksi tietylle kallistuksen tasolle aivan niin kuin yliperämies Lommi on kertonut.

6 KIRJALLISUUSVIITTEET

Holthuijsen, L. H. & Herbers, T. H. C. 1986. Statistics of breaking waves observed as whitecaps in the open sea. *Journal of Physical Oceanography*, 16, February, pp. 290 - 297.

Mälkki, P. 1991. Ylijohtaja Pentti Mälkin ja osastonjohtaja Hannu Grönvallin allekirjoittama, 18.2.1991 päivätty Merentutkimuslaitoksen kirje, jonka liitteenä on arvio Finn-Balticin onnettomuusalueen meriveden lämpötilasta, aallokosta ja virtauksista.

Price, W. G. & Bishop, R. D. E. 1974. Probabilistic theory of ship dynamics. Chapman and Hall, London. 311 p.

Raff, A. I. 1972. Program SCORES - Ship structural response in waves. Report SSC-230, U.S. Coast Guard Headquarters, Washington D.C. 63 p.

Sapone, D. T. 1990. A sensitivity study of bow variants on the distribution of sea spray in regular head seas. AD-A226 655. Master's thesis at MIT, September. 110 p.

Zoborowski, A. & Taylan, M. 1989. Evaluation of Small Vessels' Roll Motion Stability Reserve for Resonance Conditions. SNAME Spring Meeting/STAR Symposium, New Orleans, Louisiana, April 12-15.

Lommi, O. 1991. M/s FINN-BALTIC:in yliperämiehen, merikapteeni Olli Lommin Helsingissä, 24.4.1991 päivätty kertomus FINN-BALTIC:in onnettomuudesta.

LIITE

Aluksen lastitilanne ja vakavuus

Seuraavassa on esitetty arvio m/s FINN-BALTIC:in lastitilanteesta ja vakavuudesta juuri ennen kaatumista. Nesteiden määrien osalta arvio perustuu SELMA-tulostukseen 25.12.1990 ja lastin osalta lastiasiakirjoihin. Lastin painopisteen korkeus on arvioitu lastaustavan perusteella. Muut painotiedot ja hydrostaattiset tiedot on otettu Hollming Oy:n laskemista aluksen vakavuustiedoista. Seuraavassa taulukossa ovat tiedot aluksen ja lastin painoista ja painopisteiden korkeudet perustasosta.

Kuorma	Määrä [ton]	Painopisteen korkeus [m]
Dieselöljy	66,2	1,50
Raskaspolttoöljy	283,6	4,40
Voiteluöljy	8,5	2,10
Makeavesi	62,3	3,60
Painolasti	221,0	4,30
Jäteöljy ja -vesi	15,0	0,70
Miehistö ja muona	5,0	14,00
Sekalaiset	70,0	9,40
Lasti	13 398,0	10,70
Aluksen kevytpaino	6 616,0	6,32
Uppouma	20 745,6	9,08

Aluksen uppouma 20 745,6 tonnia vastaa makeassa vedessä, jonka tiheys on 1.0025 ton/m^3 , syvyyttä 6.74 m, kun aluksen paperien mukaan proomu BALTIC:in syväys oli lastauksen päätyttyä 6.84 m. Ero on merkityksetön aluksen kaatumisen tai liikkeiden kannalta aalloissa. Seuraavassa aluksen hydrostaattiset tiedot on annettu syväydelle $T = 6.84 \text{ m}$.

Syväys, $T = 6,84 \text{ m}$

Alkuvaihtokeskus, $KM = 13,32 \text{ m}$

Vaihtokeskuskorkeus, $GM_0 = 4,24 \text{ m}$

Vapaiden nestepintojen aiheuttama korjaus, $GM_{\text{corr}} = 0,06 \text{ m}$

Korjattu vaihtokeskuskorkeus, $GM = 4,18 \text{ m}$

Kallistuskulma, ϕ	10°	20°	30°	40°	50°	60°
MS [m]	0,021	-0,046	-0,720	-1,797	-3,106	-4,427
$GM_0 \sin \phi$	0,736	1,450	2,120	2,725	3,248	3,672
Nestepintakorjaus, DGZ	0,010	0,020	0,031	0,045	0,061	0,079
Vakavuusmomenttivarsi, GZ	0,750	1,323	1,276	0,793	0,021	-0,851

LITE N:O 2

Tilaaaja: VTT, Laivalaboratorio

Tilaus: 21.1.1992 / J. Sukselainen

Tehtävä: MAF -rikasteen luokitus- ja lujuusominaisuuksien määrittäminen ja vakavuuslaskelmien teko.

Työnumero: TGL 2403

1. Laboratoriokokeet

VTT:n TGL -laboratorion edustajat hakivat rikastenäytettä VTT:n laivalaboratorion tiloista 27.1. 1992. Näyte kuivatettiin ja sille tehtiin seuraavat kokeet:

- rakeisuusmäärittäminen
- rasialeikkauskokeet rikasteen ja teräslevyn välisen kitkakertoimen määrittämiseksi
- kolmiakselikokeet rikasteen sisäisen kitkakulman ja koheesion määrittämiseksi

Näytteen raekokojakautuma on esitetty liitteessä 1. Rikasteen ja teräslevyn välisen kitkakertoimen määrittämiseksi tehtyjen kokeiden tulokset on esitetty liitteissä 2-7. Rasialeikkauskokeessa rikasteella täytettyä ja pystysuoralla kuormalla kuormitettua 305*305 mm² rasiaa vedettiin vakionopeudella pitkin tasaista maalaamatonta teräslevyä. Liikuttamiseen tarvittu vaakavoima ja siirtymä mitattiin. Kokeita tehtiin kaksi sarjaa: ensimmäisessä sarjassa näytteen vesipitoisuus oli n. 2,5 % ja jälkimmäisessä näyte kyllästettiin rasissa sullomisen jälkeen. Kukin sarja tehtiin kolmella eri pystyjännityksen arvolla, jotka vastaavat kuljetustilanteessa kannen pinnassa vallitsevaa pystyjännitysalueita.

Kolmiakselikokeessa rikasteesta valmistettu näytesylinteri kuormitettiin pystysuunnassa vakionopeudella murtoon asti. Koe tehtiin kolmella eri sellipaineen arvolla (20, 40 ja 80 kPa), jotka vastaavat rikasteessa vallitsevaa jännitystila-aluetta. Kokeen aikana aksiaalinen puristusvoima ja siirtymä sekä näytteen vaakasuuntainen laajeneminen mitattiin. Koetuloksista määritettiin murtohetken pääjännitysten arvot ja niistä edelleen materiaalin kitkakulman ja koheesion arvot. Kokeita tehtiin kaksi sarjaa: ensimmäisessä sarjassa näytteen vesipitoisuus oli n. 2,5 % ja jälkimmäisessä näyte kylästettiin muotettiin sullomisen jälkeen. Kitkakulman ja koheesion määrittämiseksi tehtyjen kokeiden tulokset on esitetty liitteissä 8-11.

2. Laboratoriokokeiden tulokset

Tehtyjen rasialeikkaus- ja kolmiakselikokeiden tulokset on esitetty taulukossa 1. Rasialeikkauskokeiden tuloksista on esitetty vain ns. jäännösjännityksistä (maksimin jälkeisistä jännityksistä) laskettu kitkakerroin - kitkakulma.

Taulukko 1. Rasialeikkauskokeiden tulokset. Kitkakulma ja koheesio.

Koetyyppi	Kosteus-tila (%)	Kitkakulma (aste)	Koheesio (Adheesio) (kPa)
Rasialeikkauskoe	2,5	22,5	0,5
	kyllästetty	20,1	1,2
Kolmiakselikoe	2,5	45,1	6,1
	kyllästetty	43,4	7,1

Koetulosten perusteella voidaan todeta, että kosteustila vaikuttaa vain vähän kitkakulman ja koheesion arvoihin. Rasialeikkauskokeen tulos vastaa Atkinsonin ja Taylorin (1988) raportissa käytettyä alaraja-arvoa. Kolmiakselikokeen perusteella rikasteen kitkakulma on varsin korkea ja koheesio pieni. Tulos vastaa hyvin Rautaruukin omissa kokeissaan määrittämiä vierimiskulman arvoja (K. Heinänen, TR00291).

3. Vakavuuslaskelmat

3.1 Taustaa laskelmille

Tässä tutkimuksessa vakavuuslaskelmat on tehty Atkinsonin ja Taylorin tutkimusraportissa esitetyllä likimääräisellä vakavuuden laskentatavalla. Laskentatapaukset ja laskennan periaate sekä merkinnät on esitetty kuvassa 1 (liitteessä 12). Atkinsonin ja Taylorin esittämässä tapauksissa malmi ulottuu osittain lastitilan laidasta laitaan.

Ensimmäisessä tapauksessa (kuva 1a) lasketaan ohuen rikaste-lastin vakavuus rikasteen ja kannen välillä tapahtuvaa liukumista vastaan ottamatta mukaan lastin päätyjen tuentavaikutusta.

Toisessa laskentatapauksessa (kuva 1b) lasketaan paksumman malmikerroksen pintakerroksen vakavuutta rikasteessa kannen suuntaisesti tapahtuvaa liukumista vastaan. Tässäkään tapauksessa ei päätyvaikutusta oteta laskelmissa huomioon.

Kolmannessa laskentatapauksessa (kuva 1c) lasketaan paksumman ja korkeamman rikastekasan luiskien vakavuutta kasan luiskan suuntaista liukumista vastaan. Päätyvaikutusta ei huomioida.

Vakavuustarkastelujen perusteella Atkinson ja Taylor toteavat, että heidän alkuarvoillaan, ohuella rikastelastilla (tapaus 1a) on suurempi potentiaalinen vakavuusongelma kuin muilla kuormaustavoilla, eli vakavuuden menetys rikasteen ja kannen välillä on todennäköisempää kuin muissa liukupinnoissa. Tässä yhteydessä todettakoon kuitenkin, että pelkästään lastin kerrospaksuus ei vaikuta kuorman varmuustasoon. Vakavuus kerroksen liukumista vastaan on riippumaton kerroksen paksuudesta, mikäli lastitilan sivuseinämien lastin sivusiirtymistä estävä vaikutus jätetään huomioimatta ja adheesio (koheesio) on nolla.

3.2 Tehdyt vakavuuslaskelmat

Tässä selvityksessä on laskettu Atkinsonin ja Taylorin laskentatapaukset 1a, 1b ja 1c. Tavoitteena on ollut menetelmän tarkkuuden ja mitattujen lujuusparametrien puitteissa tuottaa tietoa MAF -rikasteen varmuustasosta rikasteen liukumalla tapahtuvaa siirtymistä vastaan. Rikastekasa ei pysy staattisessakaan kuormitustilanteessa paikallaan, ellei aluksen kallistuma ole pienempi kuin rikasteen ja kannen välisen kitkakulman arvo (mitattu arvo n. 20 astetta). Mahdollinen huokospaineen kehittyminen pienentää edelleen aluksen "sallittua" kallistumista. Tapauksessa 1b vakavuus menetetään vasta kun kallistuma ylittää malmin sisäisen kitkakulman (samoin olettamuksin ja mikäli alempi kerros ei voi siirtyä).

Työssä on laskettu taulukossa 2 esitetyt laskentatapaukset. Tehokkaiden jännitysten menetelmässä leikkauslujuus lasketaan huokospaineesta (u) riippuvana suureena, kokonaisjännitysmenetelmässä sitä vastoin ei. Taulukossa 2 sana "teho" tarkoittaa tehokkaitten jännitysten menetelmällä tehtyä vakavuustarkastelua, ja sana "koko" tarkoittaa kokonaisjänni-

tysmenetelmällä tehtyä vakavuustarkastelua. Laskelmissa (1a ja 1b) vaakakiihtyvyyden arvo on ollut kolmasosa pystykiihtyvyyden arvosta ($h=v/3$), eli sama kuin Atkinsonilla ja Taylorilla. Tapauksessa 1c vaakakiihtyvyyden arvo on $h=v*18/25$.

Taulukko 2. Tehdyt vakavuustarkastelut.

Laskenta- tapaus No/Tyyppi	Mene- telmä	U (-)	Kitka- kulma (aste)	c (kPa)	D (m)	L (m)	Tuki	Alkukal- tevuus (aste)	Liite
1/1a	teho	0,0	20	0,0	-	-	-	-	13
2/1a	"-	0,1	20	0,0	-	-	-	-	14
3/1a	"-	0,2	20	0,0	-	-	-	-	15
4/1a	teho	-	20	0,0	1,5	16	PP	-	16
5/1a	"-	-	20	0,0	1,5	16	LP	-	17
6/1b	koko	-	45	0,0	1,5	-	-	-	18
7/1b	"-	-	45	6,0	1,5	-	-	-	19
8/1c	koko	-	45	6,0	0,5	-	-	20	20
9/1c	"-	-	45	6,0	0,5	-	-	40	21
10/1c	"-	-	45	6,0	1,0	-	-	20	22
11/1c	"-	-	45	6,0	1,0	-	-	40	23

$U=u/(rgD)$; $C=c/(rgD)$; r =rikasteen tiheys
PP= passiivipaine; LP= lepopaine

Laskennassa on tapauksessa 1a (liitteet 13-15) käytetty kitkakulman arvona 20,0 astetta ja koheesion arvona 0,0 kPa.

Laskentatapauksessa 1a oletetaan kuitenkin, että vettä on niin vähän, että massan tilavuuspainon laskennassa ei tarvitse huomioida nostetta. Työssä on vakavuudet laskettu vain huokospainesuhteen U arvoilla 0,0, 0,1 ja 0,2. Tämä ei merkitse sitä, etteikö suurempia arvoja voisi todellisuudessa esiintyä, jolloin varmuustasot vastaavasti pienenevät.

Laskentatapauksessa 1a on myös laskettu mitä lastin tukeutuminen lastitilan seiniin vaikuttaisi kuorman vakavuuteen (liitteet 16-17). Tuentatapa "PP" tarkoittaa, että liukuvan kuorman päätypintaan vaikuttaa likimäärin täyttä passiivi-

painetta vastaava tukivoima, ja "LP" tarkoittaa vastaavasti täyttä lepopainetta vastaavaa reaktiovoimaa. Passiivipaine tarkoittaa reaktiovoiman maksimia, joka voi kehittyä vasta suurehkojen (senttimetrejä) siirtymien jälkeen. Lepopaine vastaa siirtymättömässä lastissa vallitsevaa reaktiovoimaa, joka on vain murto-osa passiivipaineen vastaavasta arvosta. Passiivipaineen kehittyminen vaatii siirtymiä, jotka kyllästyneessä massassa saattavat aiheuttaa huokospaineen kehittymistä.

Laskentatapauksessa 1b on laskettu kasan yläosan varmuus kannen suuntaista liukumaa vastaan (liitteet 18-19). Varmuus on laskettu 1,5 m kerrospaksuudelle koheesioarvoilla 0,0 ja 6,0 kPa.

Luiskan vakavuutta on tutkittu tapauksessa 1c (liitteet 20-23) laskemalla eri paksuisten liukuvien kerrosten vakavuudet kahdella eri luiskan alkukaltevuuden arvolla. Kaikki laskentatapaukset on tulosten vertailun helpottamiseksi piirretty samaan akselistoon, poiketen hieman Atkinsonin ja Taylorin esitystavasta.

Suhteellisina pysty- ja vaakakiihtyvyyksien arvoina on käytetty samoja arvoja kuin Atkinsonin ja Taylorin raportissa. Käytettyjen arvojen ja todellisuudessa esiintyvien arvojen välisestä vastaavuudesta ei ole tietoa.

3.3 Tulosten tarkastelu

Tulosten perusteella voidaan todeta, että liukumisvaara on suuri, eli vakavuustaso pieni, kun murtuma tapahtuu rikastekuorman ja kannen välillä (kerrospaksuudesta riippumatta). Lisäksi vakavuustaso selvästi alenee kun huokospaineen arvo kasvaa (liitteet 13-15).

Kuorman päätyjen tuenta vaikuttaa vakavuutta lisäävästi. Laskettaessa tuenta likimäärin täyttä passiivipainetta vastaavana nousee varmuustaso selvästi (liite 16).

Liukumisvaara kuorman sisällä on selvästi pienempi kuin kuorman ja kannen välisessä pinnassa. Toisaalta varmuus kasan luiskien liukumista vastaan on pieni. Varmuustaso on riippuvainen kasan luiskien alkukaltevuudesta. Laskennassa ei huomioida liukuvan kappaleen päätyvaikutusta, joka matalilla kasoilla nostaisi varmuutta. Matalassa luiskassa uuteen tasapainotilaan siirtyvät massamäärät ovat pieniä koko lastin siirtymiseen verrattuna. Lastin vapaat luiskat ovat alttiina kuivumisesta ja laivan kallisteluista aiheutuville paikallisille materiaalin vierimisille. Kuorman luiskat pyrkivät sisäisen kitkakulman ja laivan kallistuman määräämään tasapainotilaan. Käytännössä luiskat tasoittuvat selvästi materiaalin kitkakulmaa pienempään kaltevuuteen.

4. Johtopäätökset

Tässä työssä tehtyjen lujuusparametrien määritysten ja vakavuuslaskelmien perusteella voidaan sanoa, että vapaasti läjitetyn MAF -rikastekuorman (tapaus 1a, reunat tukematta) varmuus liukumalla tapahtuvaa siirtymistä vastaan on pieni, mikäli laskelmissa käytetyt oletusarvot ovat likimäärin oikeita.

Muista laskentatapauksista tapauksessa 1b varmuus liukumista vastaan on selvästi suurempi ja tapauksessa 1c varmuus liukumista vastaan on varsin pieni, mutta myös siirtyvä massamäärä matalaksi trimmatulla lastilla on pieni. IMO:n raportissa (1991) todetaan, että myös tapausten 1b ja 1c kaltaisia liukumia on saatu syntymään laboratoriokokeissa, mutta tällöin käytetyn materiaalin sisäinen kitkakulma on ollut selvästi MAF - rikasteen kitkakulmaa pienempi.

Taulukossa 3 on esitetty varmuusluku F_s lastin liukumista vastaan eri laskentatapauksissa seuraavilla vakioarvoilla: suhteellinen pystykiihtyvyys $v = 0,3 \cdot g$, vaakakihti-
vyys $h = v/3$ (tapauksessa 1c, $h = v \cdot 18/25$) ja laivan kokonaiskallistuma

on 10 astetta. Taulukossa 3 on esitetty myös varmuuslukua $F_s = 1,5$ vastaava laivan suurin kallistuma eri laskentatapauksissa samoilla kiihtyvyyksisarvoilla kuin edellä.

Taulukko 3. Varmuusluku lastin siirtymistä vastaan ja laivan suurin kallistuma eri laskentatapauksissa vakioilla lähtöarvoilla.

Laskenta- tapaus No/Tyyppi	Mene- telmä	Varmuusluku F_s $v=0,3 \cdot g$ $i=10$ ast.	Suurin kalte- vuuskulma i (aste) $F_s=1,5$	Liite
1/1a	teho	1,11	5,7	13
2/1a	---	0,95	4,1	14
3/1a	---	0,78	2,3	15
4/1a	teho	1,62	11,9	16
5/1a	---	1,17	6,6	17
6/1b	koko	>2,5	n. 25,4	18
7/1b	---	>2,5	n. 34,3	19
8/1c	koko	1,58	32,0 (20)	20
9/1c	---	0,94	n. 30,0 (40)	21
10/1c	---	1,25	24,2 (20)	22
11/1c	---	0,68	n. 15,0 (40)	23

Kaltevuuskulma i = laivan+luiskan kaltevuus, suluissa luiskan alkukaltevuus

Lastin sijoittamista lastitilaan tulisi muuttaa siten, että mahdollisuuksien mukaan voitaisiin hyödyntää reunojen liikkettä vastustava tukivoima. Tällöin on myös estettävä lastin alaosan kyllästymisen kuljetuksen aikana esim. kuivatuksesta huolehtimalla. Samalla estetään luiskien paikalliset sortumat.

Tässä työssä ei ole tutkittu materiaaliin kohdistuvan tärinän aiheuttamaa nesteytymistäipumusta eikä nesteytymisen vaikutusta vakavuuteen.

5. Ehdotus jatko- ja täydennystutkimustarpeista

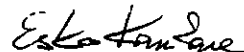
Tässä työssä suoritettujen materiaaliominaisuuksien ja vakuustasojen määrittämisen lisäksi tulisi määrittää myös seuraavat asiat: laivojen todelliset kiihtyvyyshierponentit, huokospaineen arvo lastin ja kannen rajapinnassa, kosteustilan muutokset lastissa pystysuunnassa matkan aikana sekä odotettavissa olevat laivojen kallistumat (ilman lastin siirtymistä). Kuljetuksen aikainen varmuustaso (sallittava riskitaso) olisi myös asetettava esim. viranomaisten toimesta.

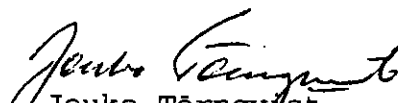
Edellä mainittujen lisäksi tulisi tutkia massan kuivattamista lastitilassa kuorman alle ja sivuille asennetuin kuivatusjärjestelmin, esim. talon- ja tienrakennuksessa käytettävien salaojamattojen avulla. Mikäli lastin kuivatusta ei voida järjestää, tulisi lastin nesteytymisvaaraa tutkia esim. dynaamisen kolmiakselikokeen avulla. Dynaamisen kolmiakselikokeen avulla voidaan selvittää tiiviiden, vesipitoisuuden ja huokospaineen väliset riippuvaisuudet.

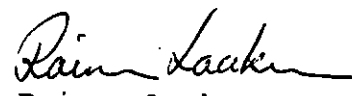
Espoossa 21.2.1992

Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratorio

Laboratorion johtaja


Esko Kankare


Jouko Törnqvist
Erikoistutkija


Rainer Laaksoen
Tutkija

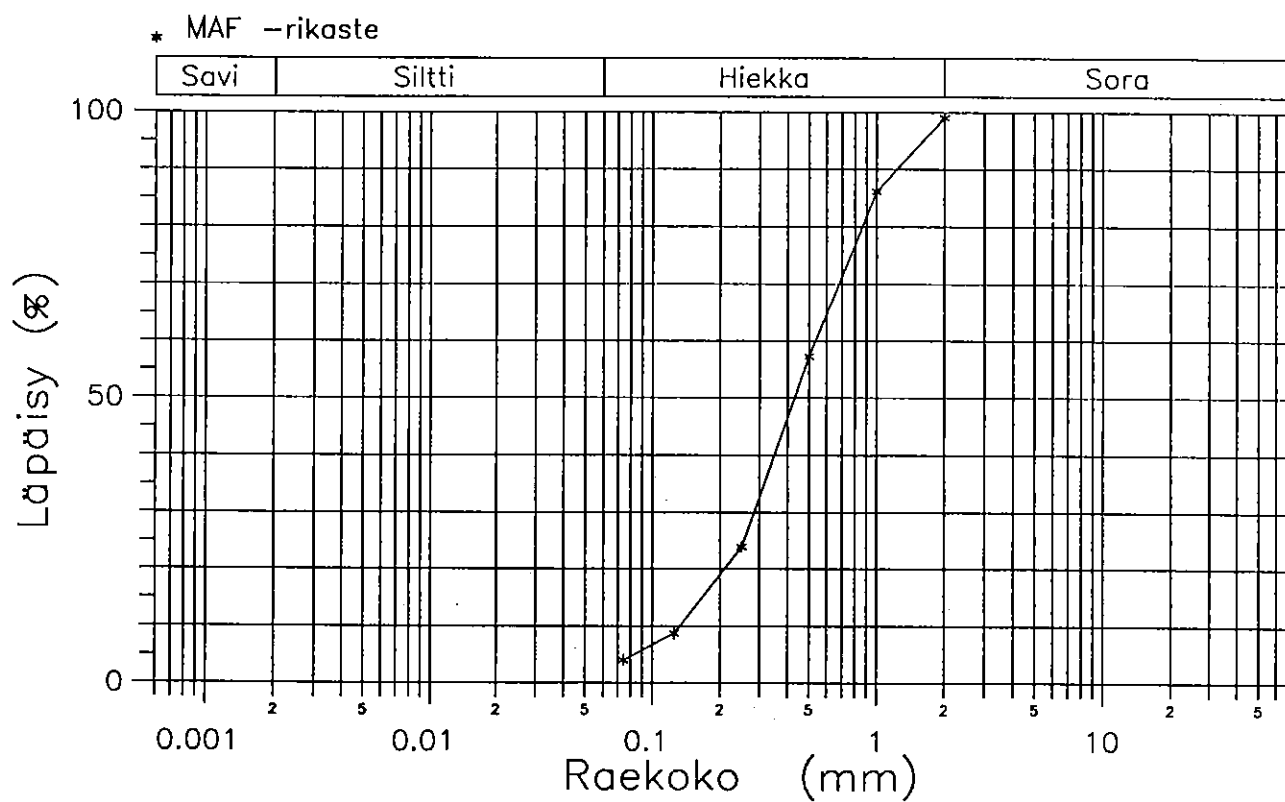
Kirjallisuus: Atkinson, J.H., Taylor, R.N., Report to Warren Springs Laboratory and Department of Transportation. Iron Ore Concentrate Cargo. GE/88/9.

Heinänen, K., Maf-rikasteen vierimiskulman määrittäminen eri kosteuspiitoisuuksilla. TR00291.

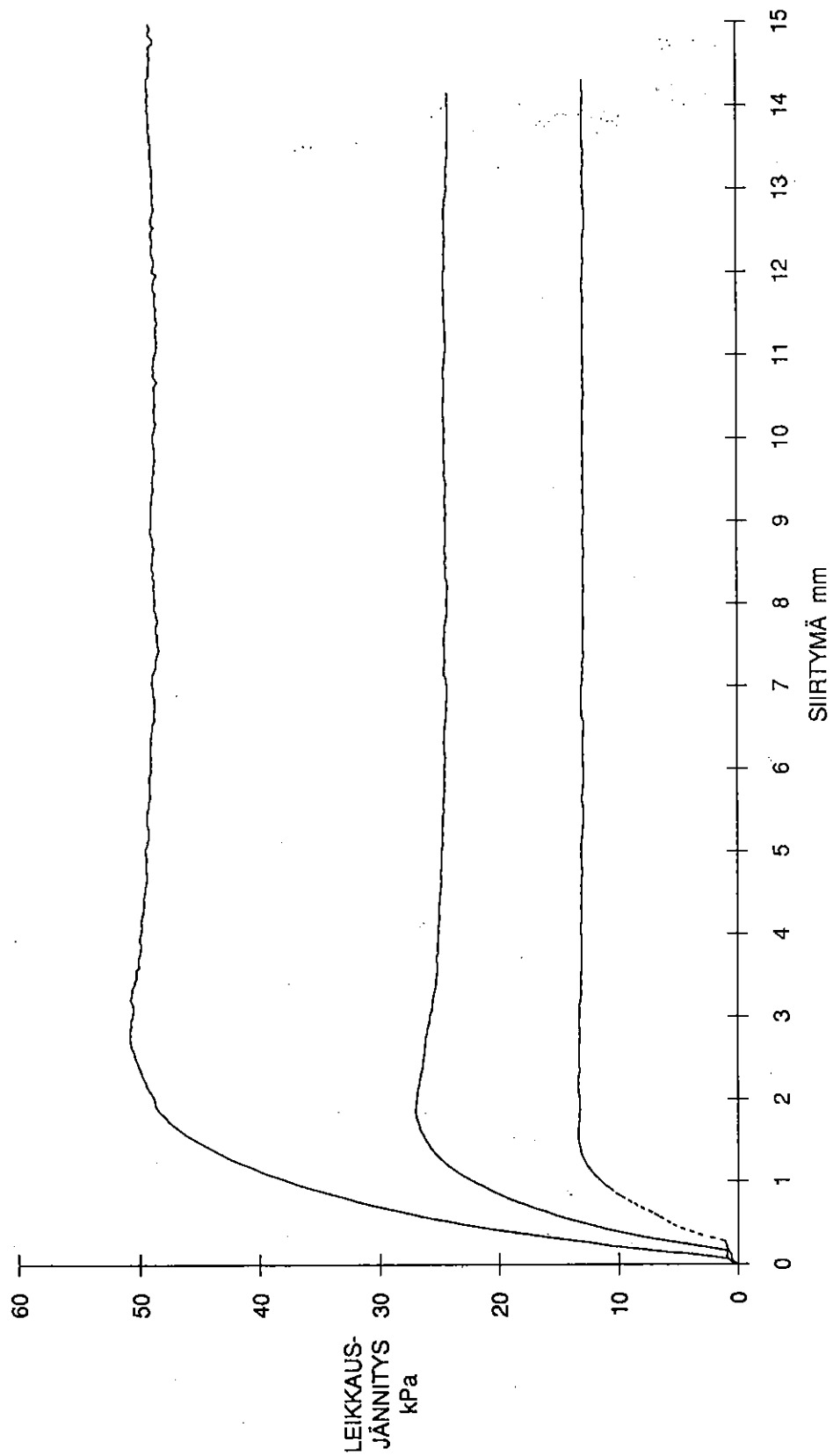
IMO, Maritime Safety Committee, Code of safe practice for solid bulk cargoes. Development of new criteria on liquefaction and sliding failure. MSC60/20/2. Jan. 10, 1992.

- Liitteet: TGL1315/92.1 Tutkitun materiaalin rakeisuuskäyrä.
TGL1315/92.2-7 Rasialeikkauskokeiden muodonmuutos-
-leikkauslujuuskäyrät sekä lujuusparametrien määrittäyskuvat.
TGL1315/92.8-11 Kolmiakselikokeiden muodonmuutos-leikkauslujuuskäyrät sekä lujuusparametrien määrittäyskuvat.
TGL1315/92.12 Eri laskentatapaukset ja merkinnät.
TGL1315/92.13-23 Eri laskentatapauksien tulokset. Varmuusluku suhteellisen pystykihtyvyyden ja kallistuman suhteen.

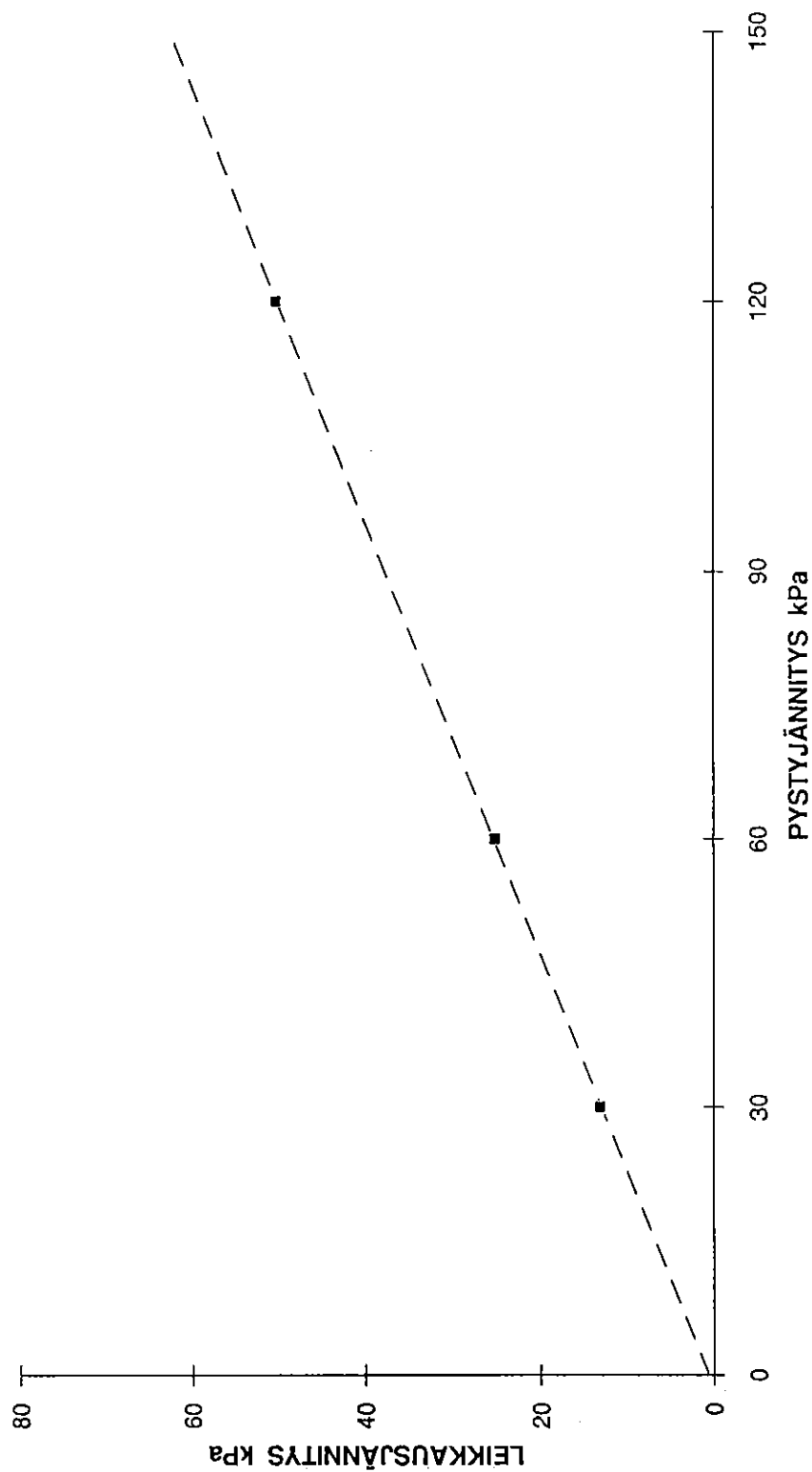
MAF – rikaste rakeisuus



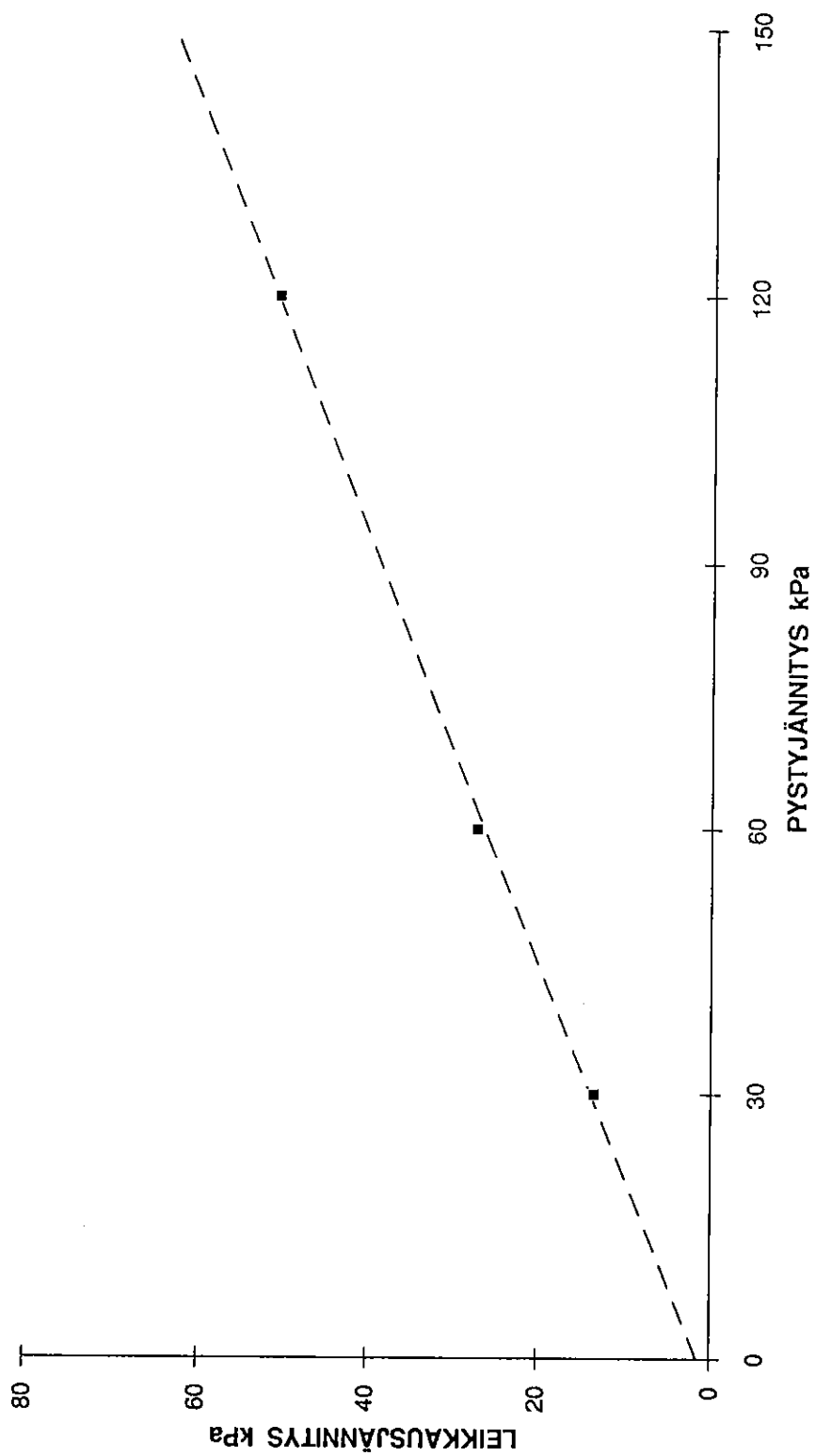
MAF
RASIALEIKKAUSKOE $w = 2.5\%$



MAF
RASIALEIKKAUSKOE
KITKAKULMA 22.5 astetta KOHEESIO 0.5 kPa
Laskettu residuaalijännityskohdista



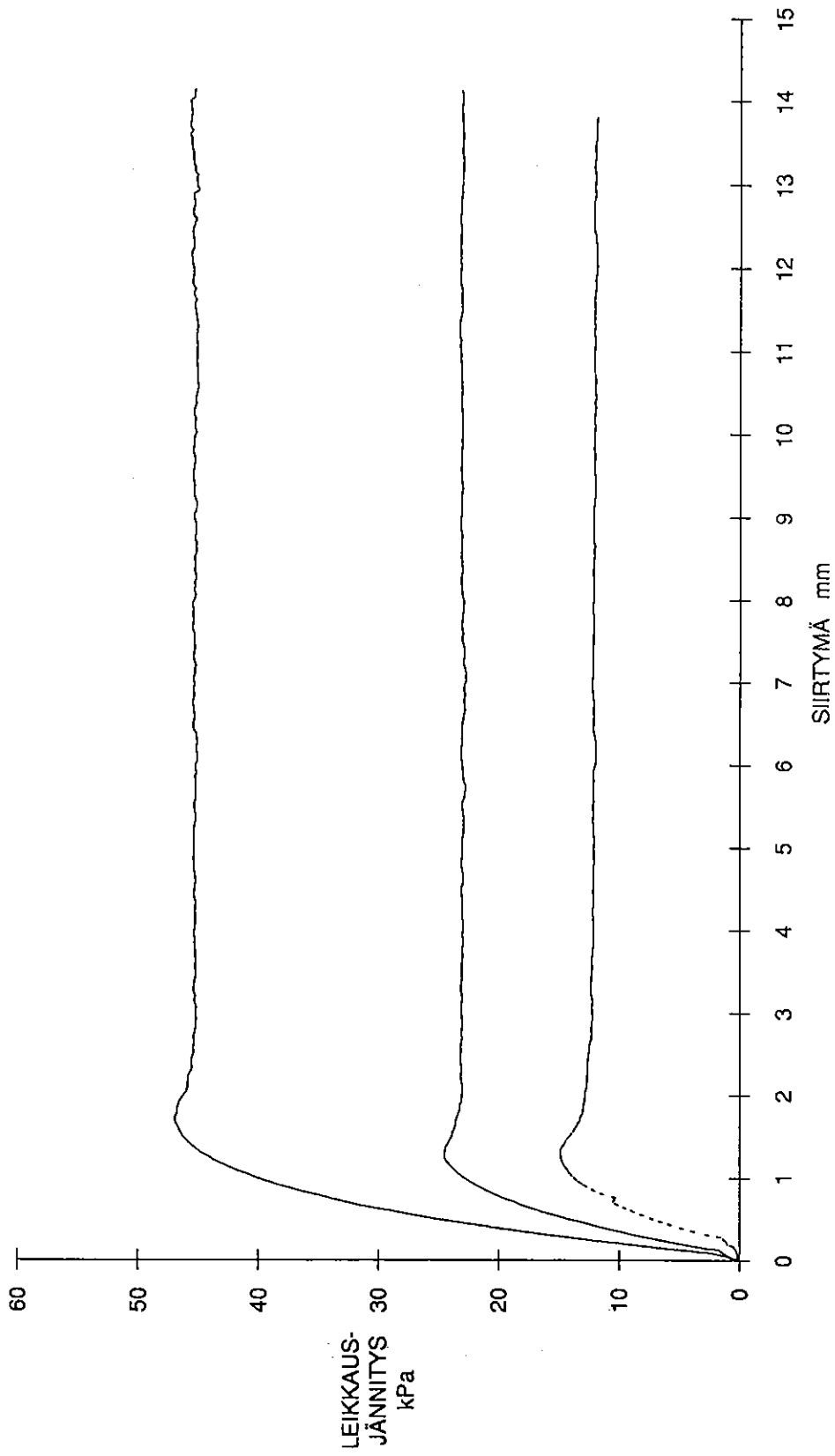
MAF
RASIALEIKKAUSKOE
KITKAKULMA 22.4 astetta KOHEESIO 1.5 kPa
Laskettu huippujännityskohdista



VALTION TEKNILLINEN
TUTKIMUSKESKUS
Tie-, geo- ja liikenne-
tekniikan laboratorio

LIITE TGL1315/92.4

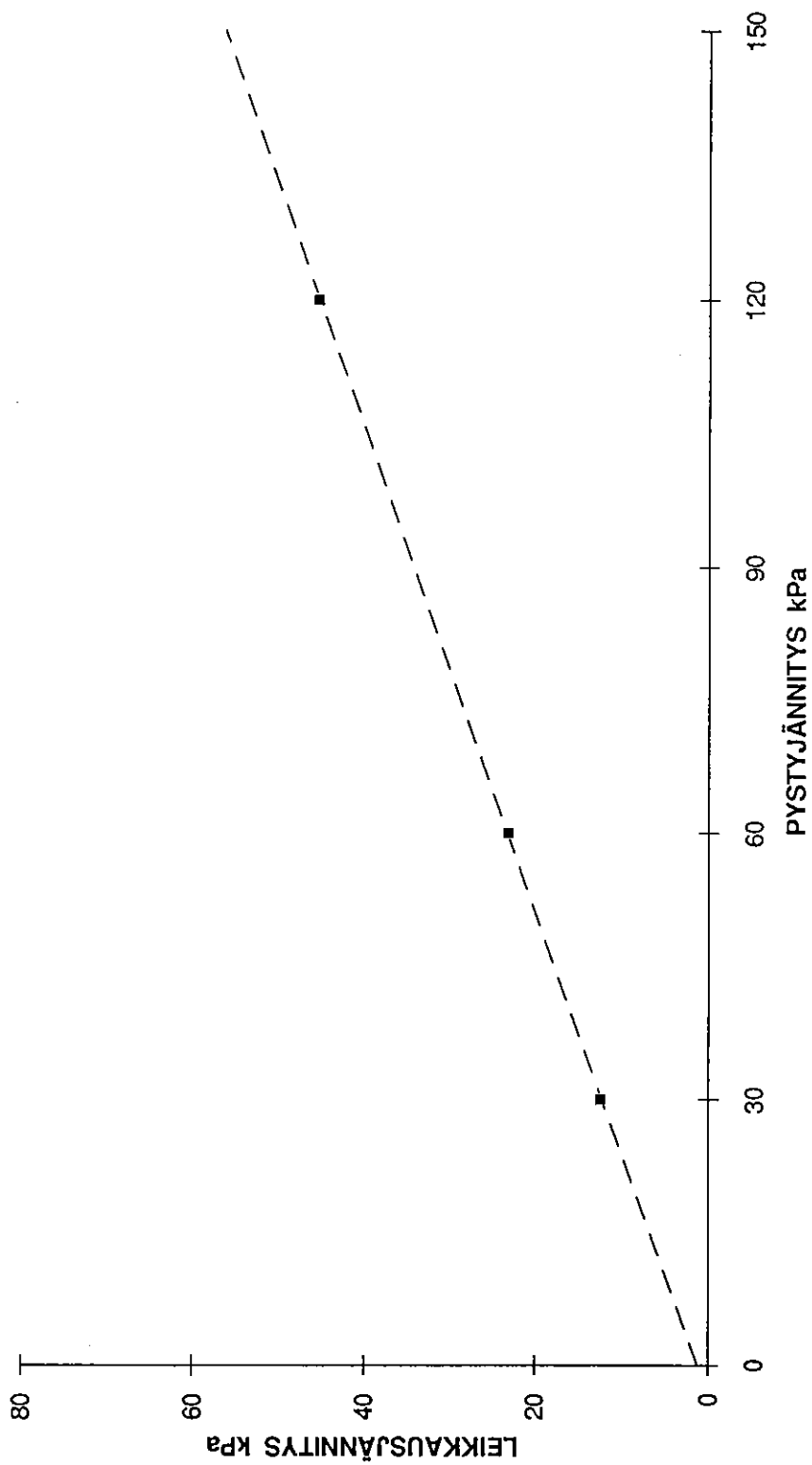
MAF
RASIALEIKKAUSKOE KYLLÄSTETTYNÄ



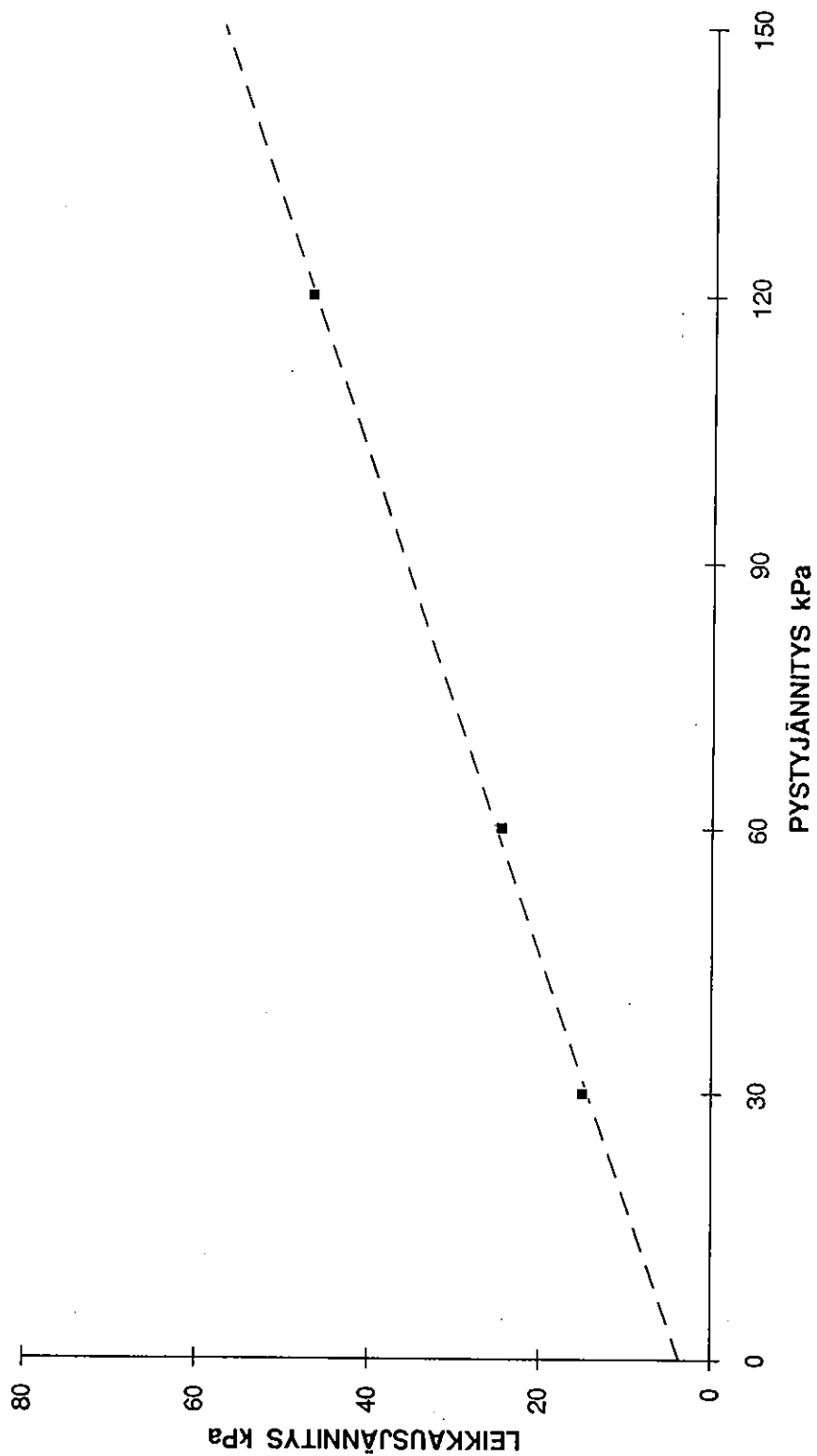
MAF
RASIALEIKKAUSKOE KYLLÄSTETTYNÄ
KITKAKULMA 20.1 astetta KOHEESIO 1.2 kPa
Laskettu residuaalijännityskohdista

VALTION TEKNILLINEN
TUTKIMUSKESKUS
Tie-, geo- ja liikenne-
tekniikan laboratorio

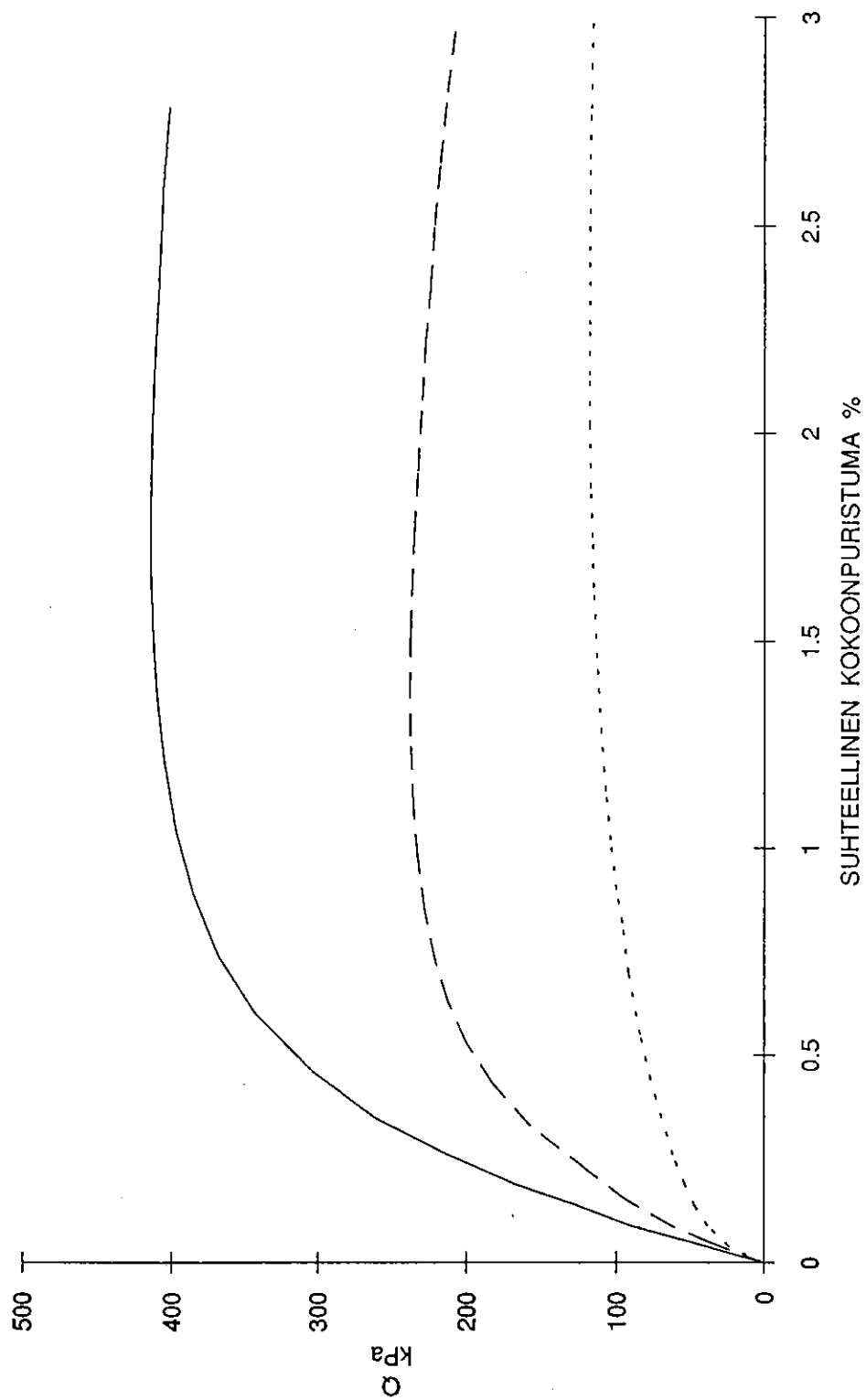
LIITE TGL1315/92.6



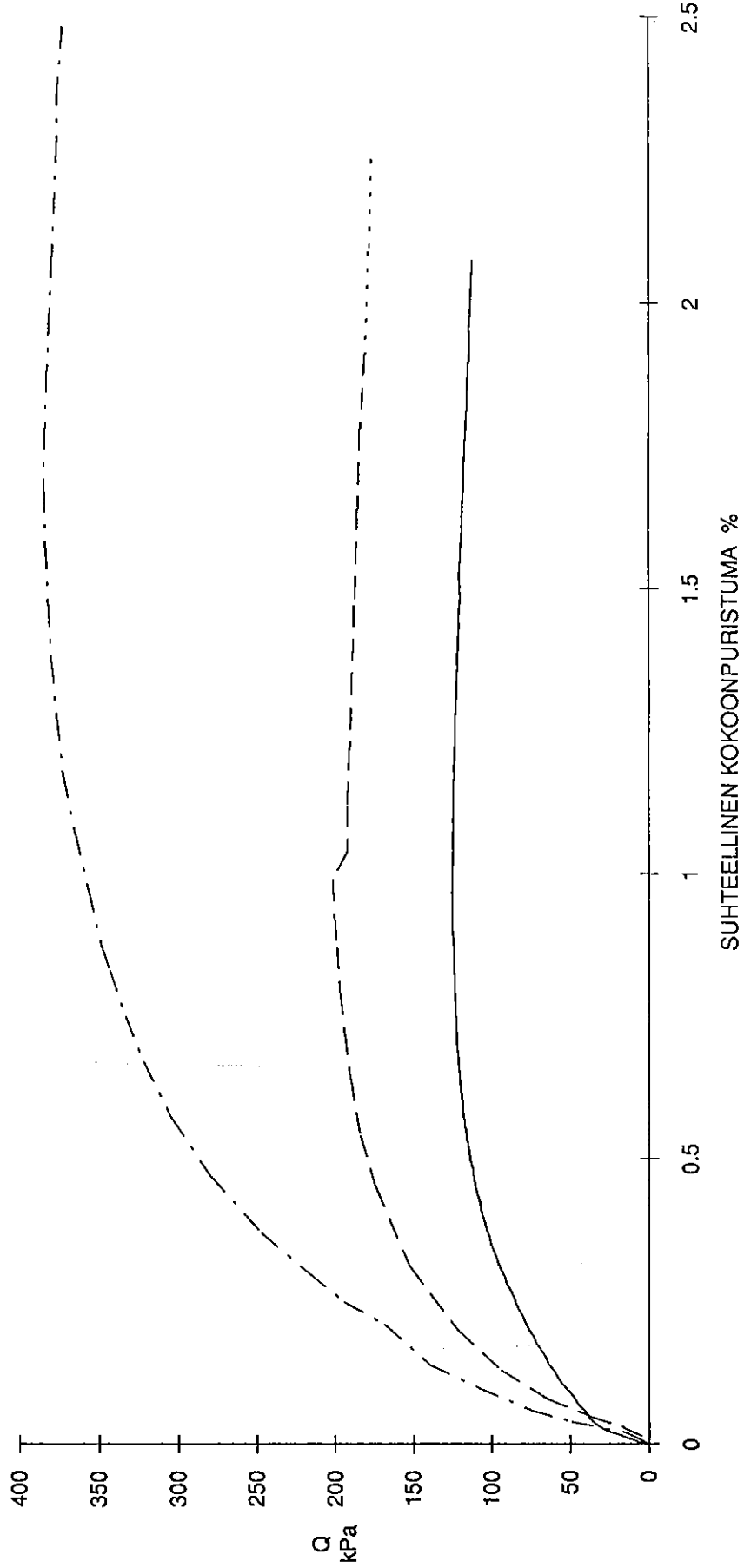
MAF
RASIALEIKKAUSKOE KYLLÄSTETTYNÄ
KITKAKULMA 19.7 astetta KOHEESIO 3.6 kPa
Laskettu huippujännityskohdista



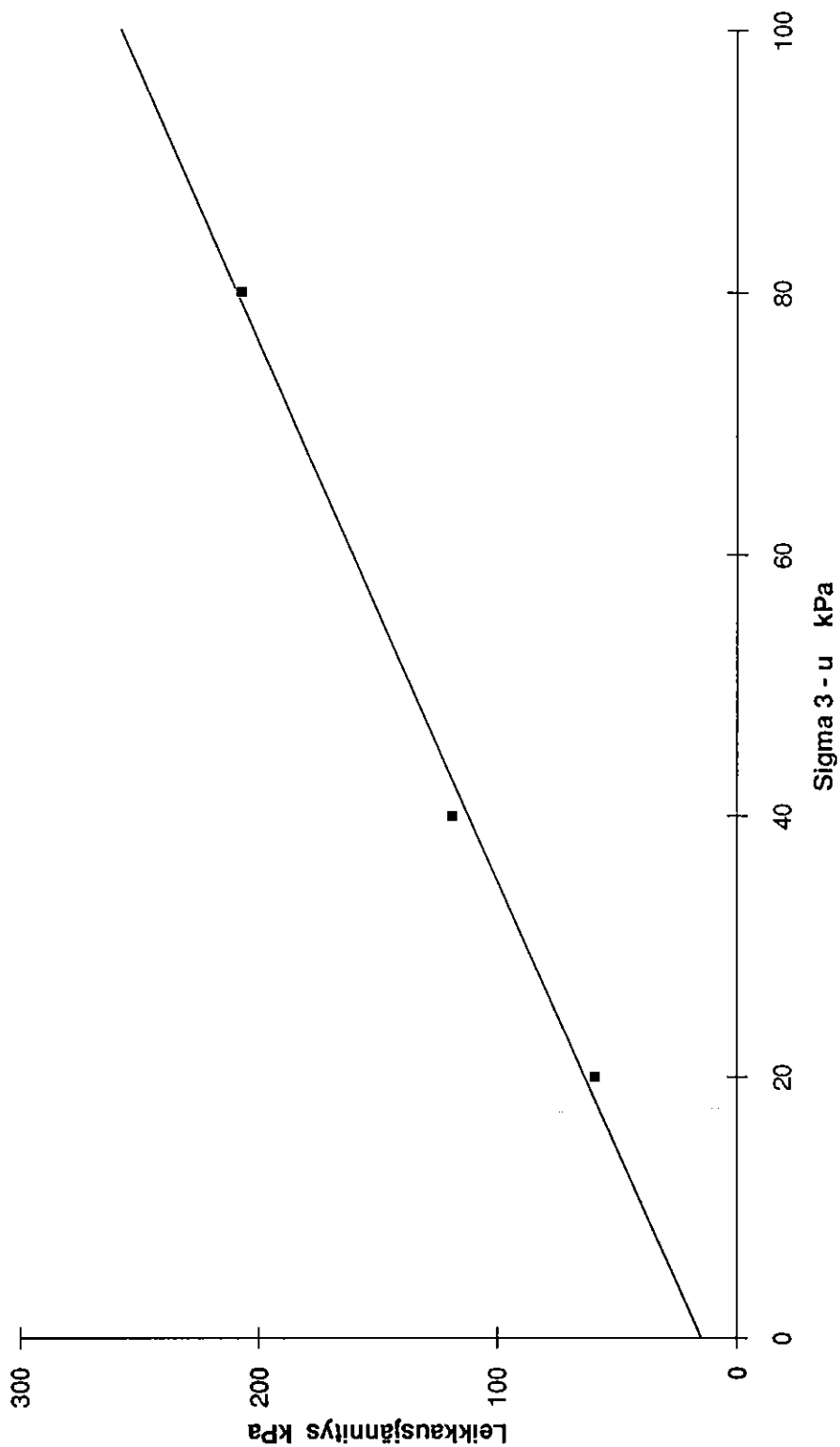
MAF
KOLMIAKSIAALIKOE $w = 2.5\%$



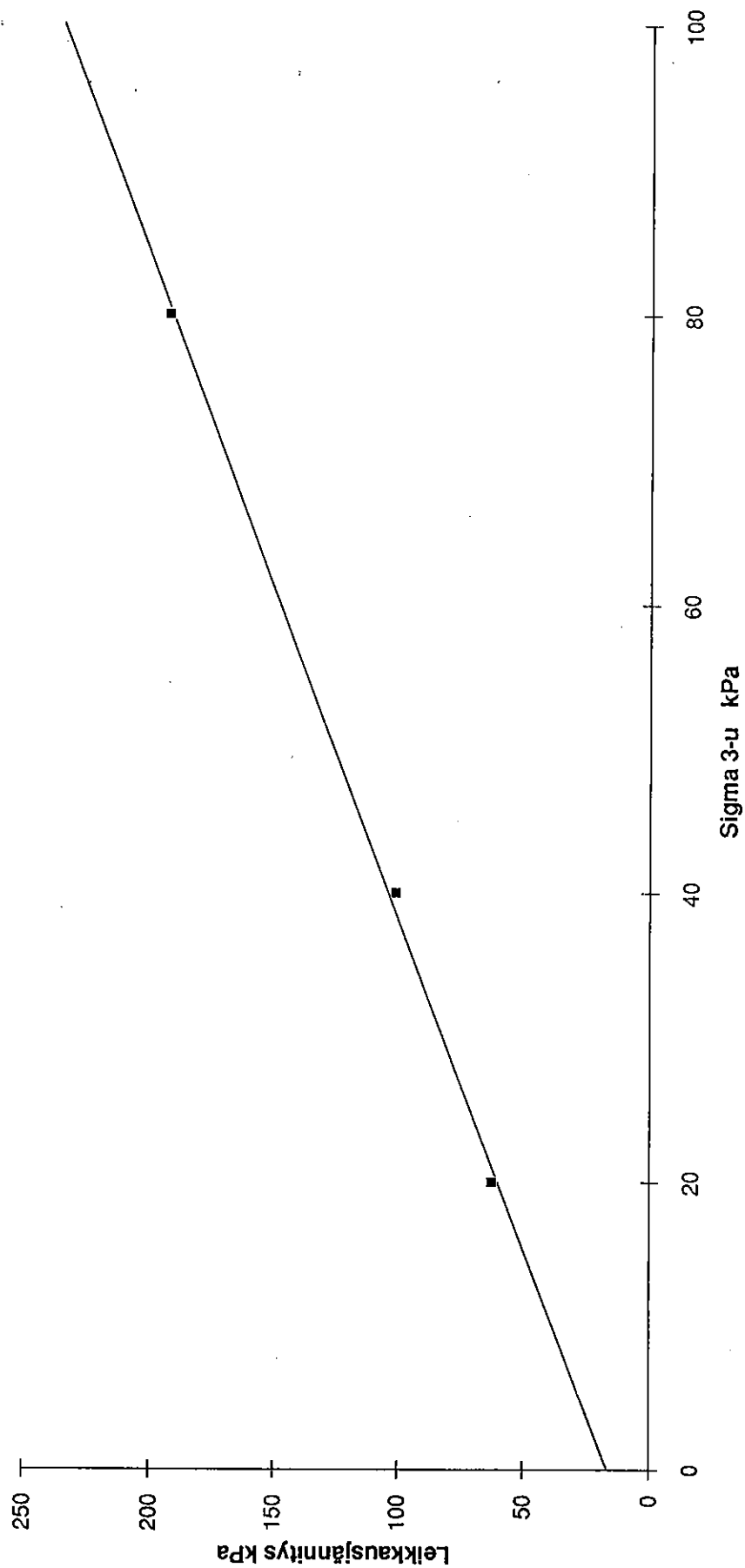
MAF
KOLMIAKSAALIKOE KYLLÄSTETTY NÄYTE

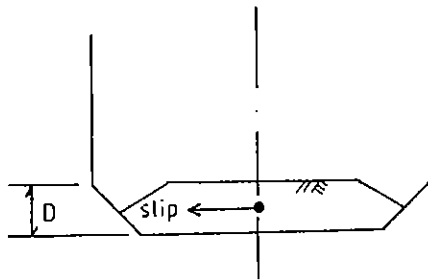


MAF
KOLMIAKSIAALIKOE $w = 2.5\%$
Kitkakulma = 45.1 astetta Koheesio = 6.1 kPa

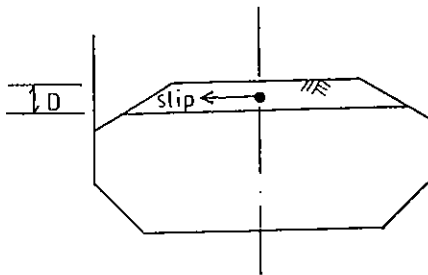


MAF
KOLMIAKSAALIKOE KYLLÄSTETTY NÄYTE
Kitkakulma = 43.4 astetta Koheesio = 7.1 kPa

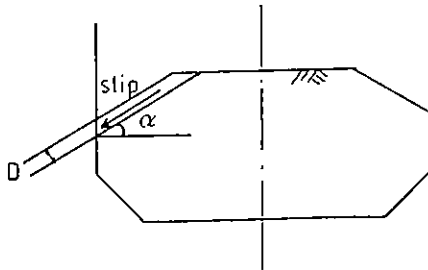




a) Shallow loading

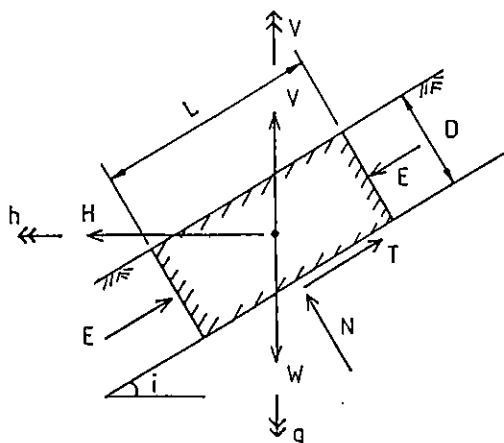


b) deep loading (bulk movement)



c) deep loading local slip
(α on luiskan alkukaltevuus)

Merkinnät:



i on laivan kokonaiskaltevuus

Kuva 1. Liukumekanismit
matalassa ja syvässä
rikastelastissa.

a) Ohueksi lastattu.

b) Syväksi lastattu.

c) Syväksi lastattu,
paikallinen liukuma.

(Atkinson, Taylor 1988)

$$\begin{aligned} w &= \rho g L D & U &= u L \\ H &= \rho h L D & C &= c L \\ v &= \rho v L D \end{aligned}$$

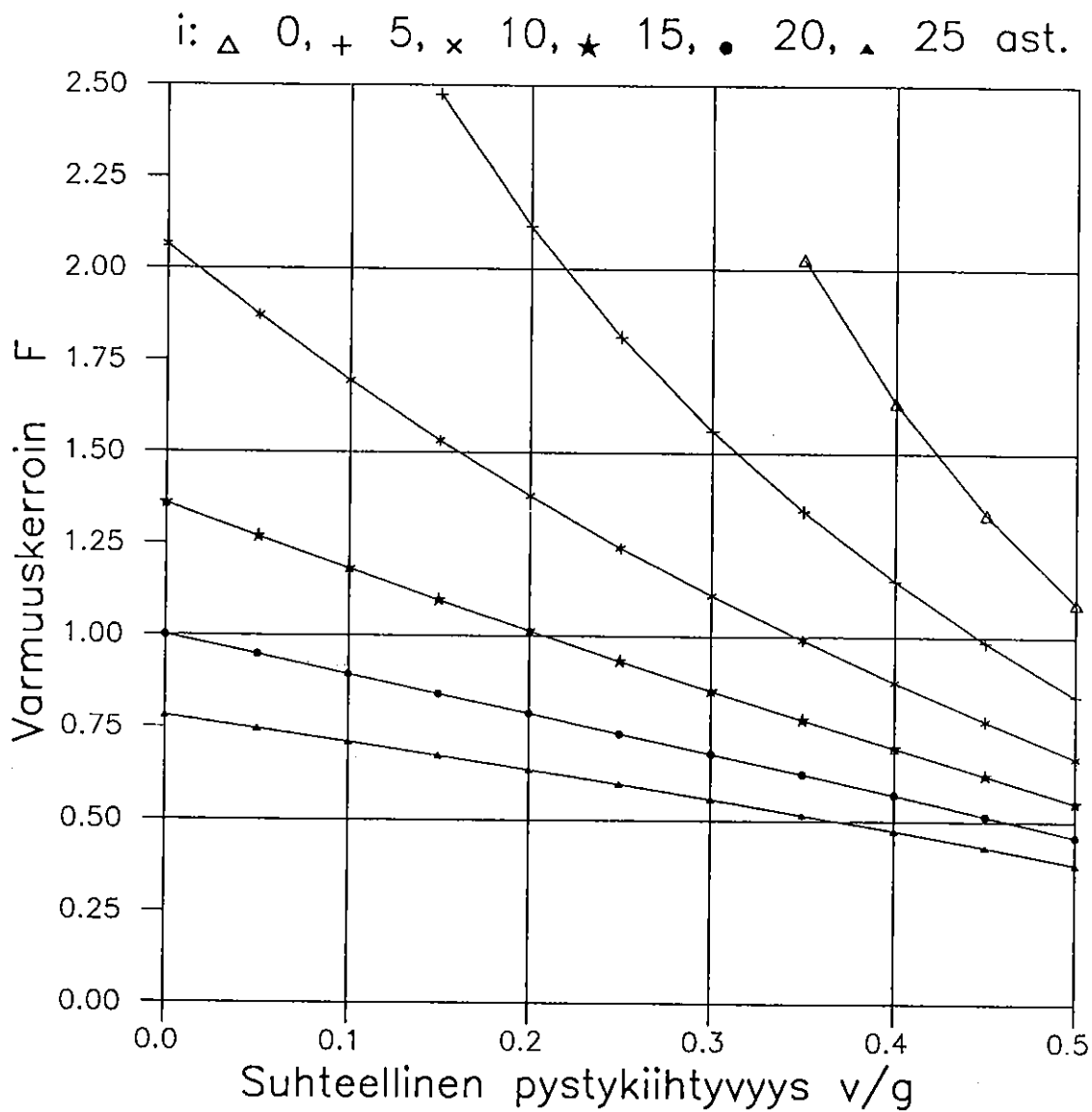
$$T_a = (N - U) \tan \alpha \quad \text{or} \quad c + N \tan \alpha$$

$$T_m = w \sin i - v \sin i + H \cos i$$

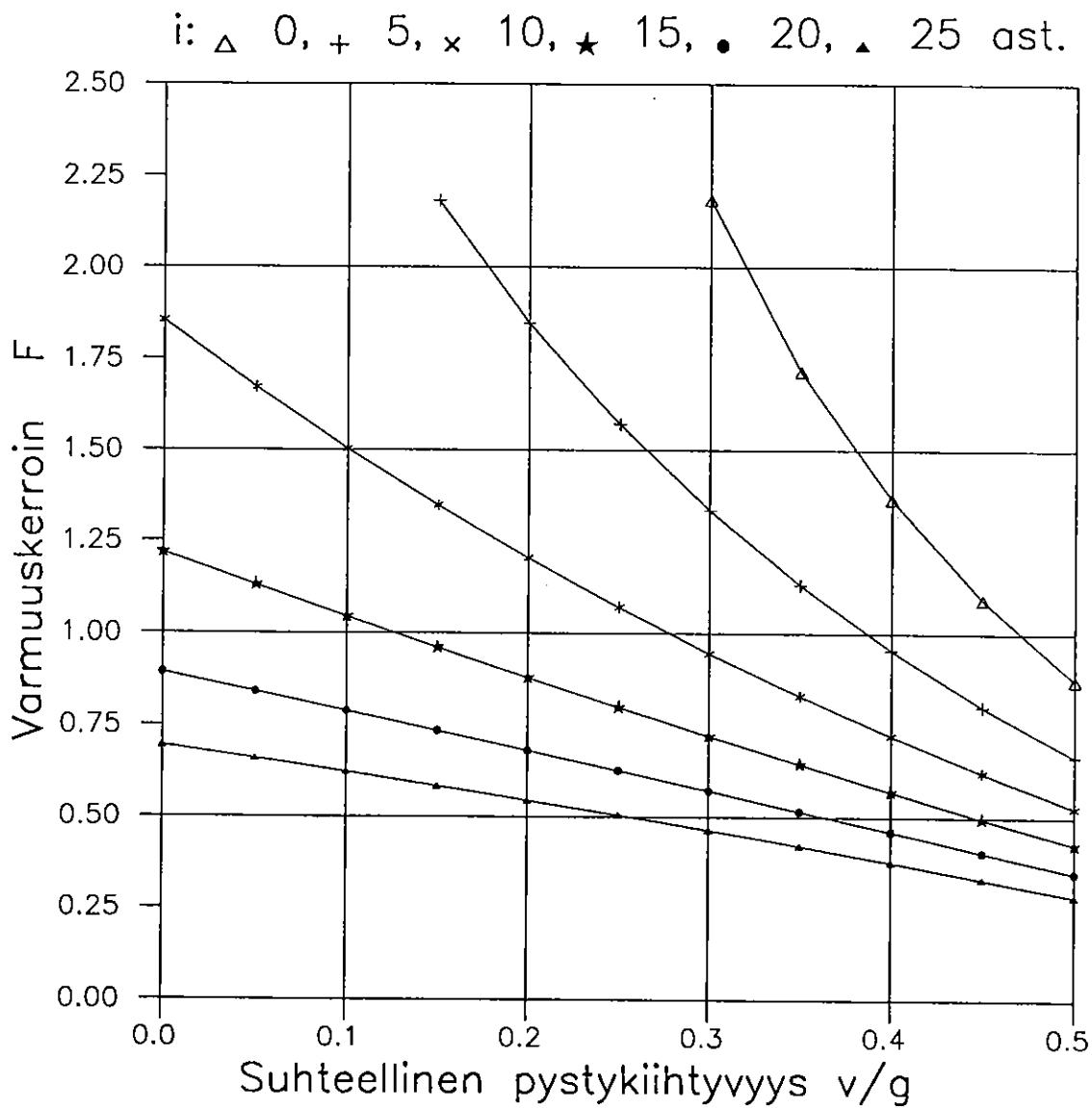
$$N = w \cos i - v \cos i - H \sin i$$

$$F_s = \frac{T_a}{T_m}$$

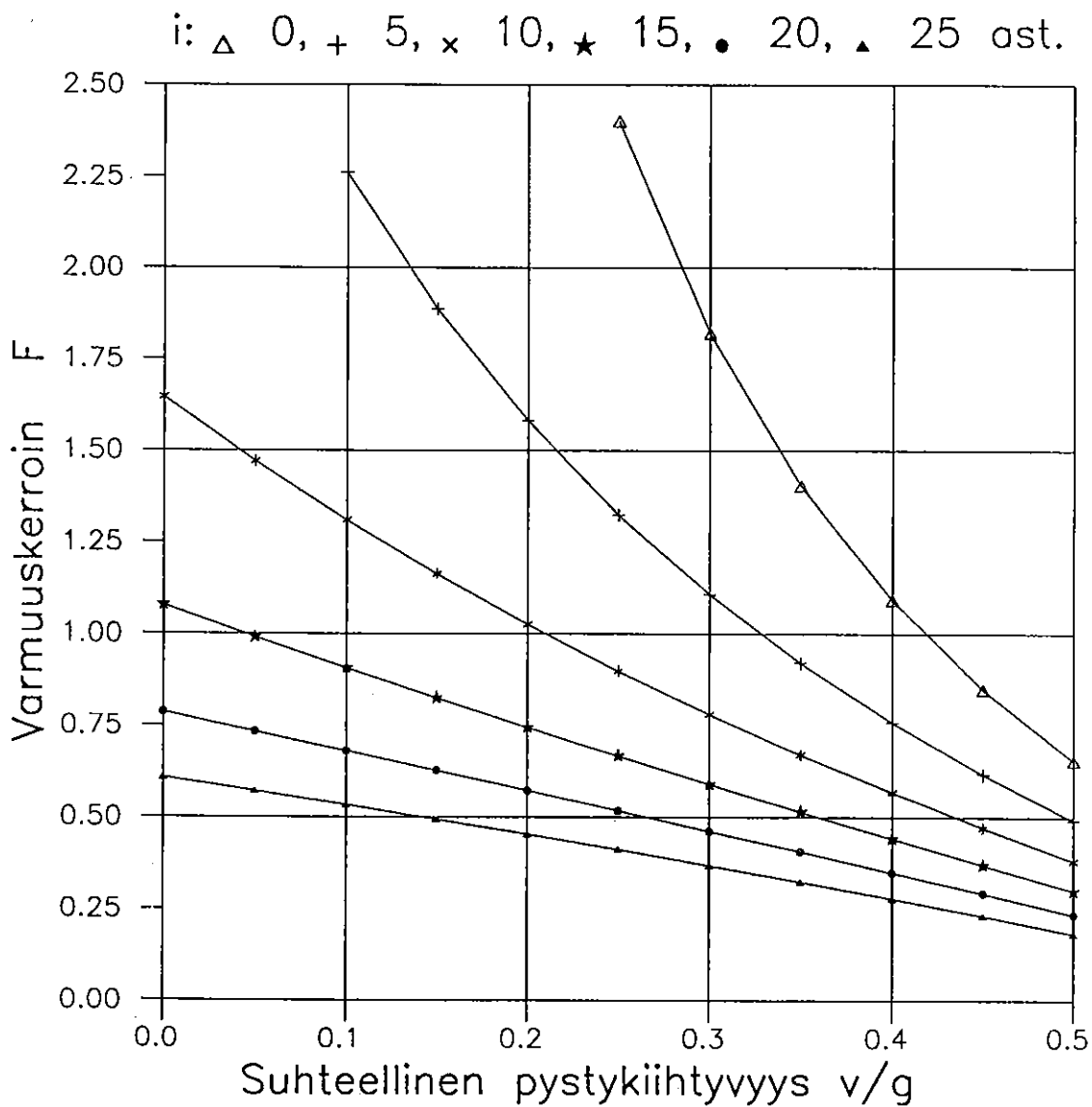
MAF -rikasteen vakavuustarkastelu
Kitkakulma $\varphi' = 20$ ast.
 $u/\rho g D = 0.0$
Ei vaakatukea
Kyllästynyt rikaste



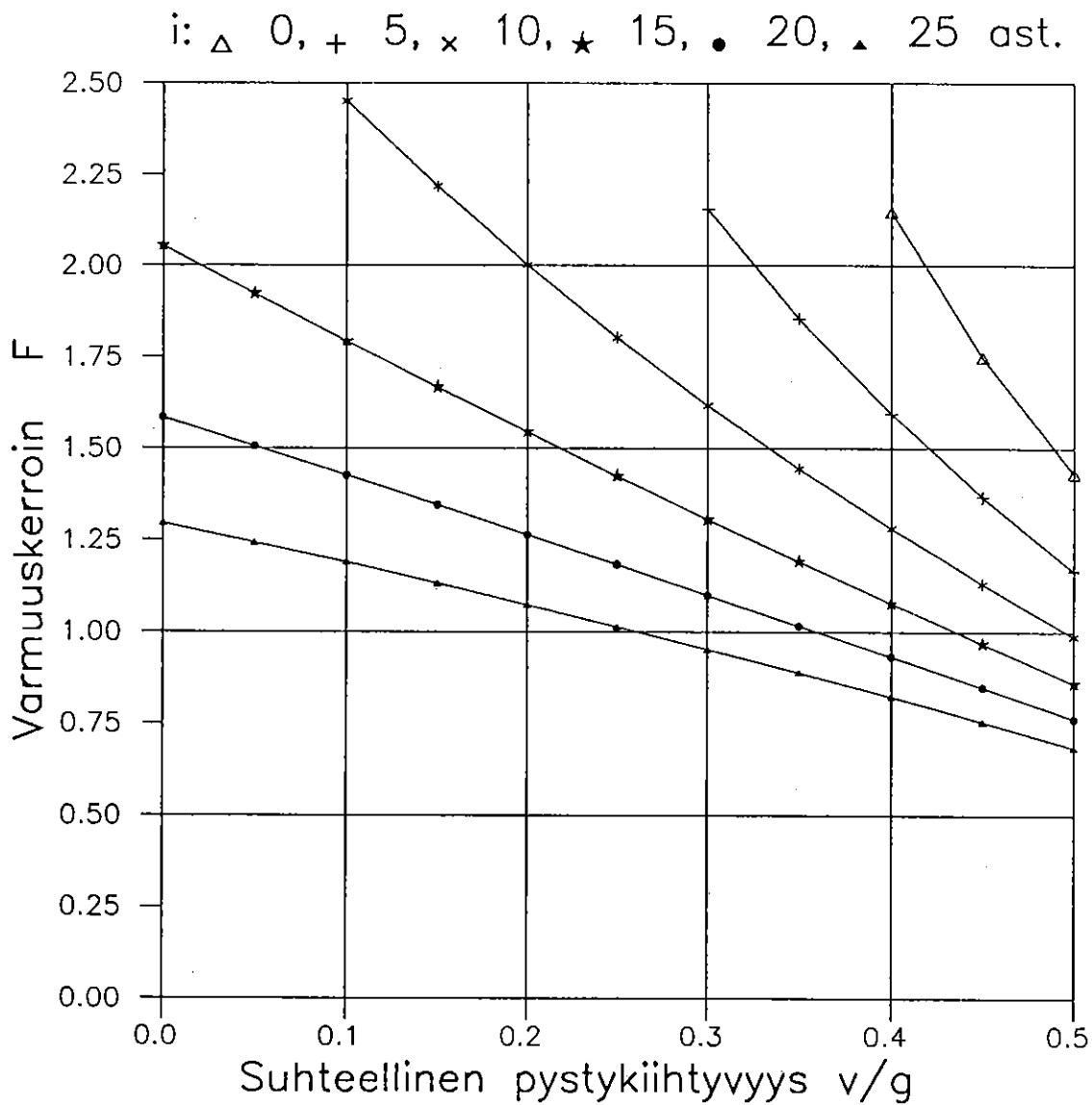
MAF -rikasteen vakavuustarkastelu
Kitkakulma $\varphi' = 20$ ast.
 $u/\rho g D = 0.1$
Ei vaakatukea
Kyllästynyt rikaste



MAF -rikasteen vakavuustarkastelu
Kitkakulma $\varphi' = 20$ ast.
 $u/\rho g D = 0.2$
Ei vaakatukea
Kyllästynyt rikaste



MAF -rikasteen vakavuustarkastelu
Kitkakulma $\varphi' = 20$ ast.
 $u/\rho g D = 0.0$
Passiivipaine vaakatukena
Kyllästynyt rikaste



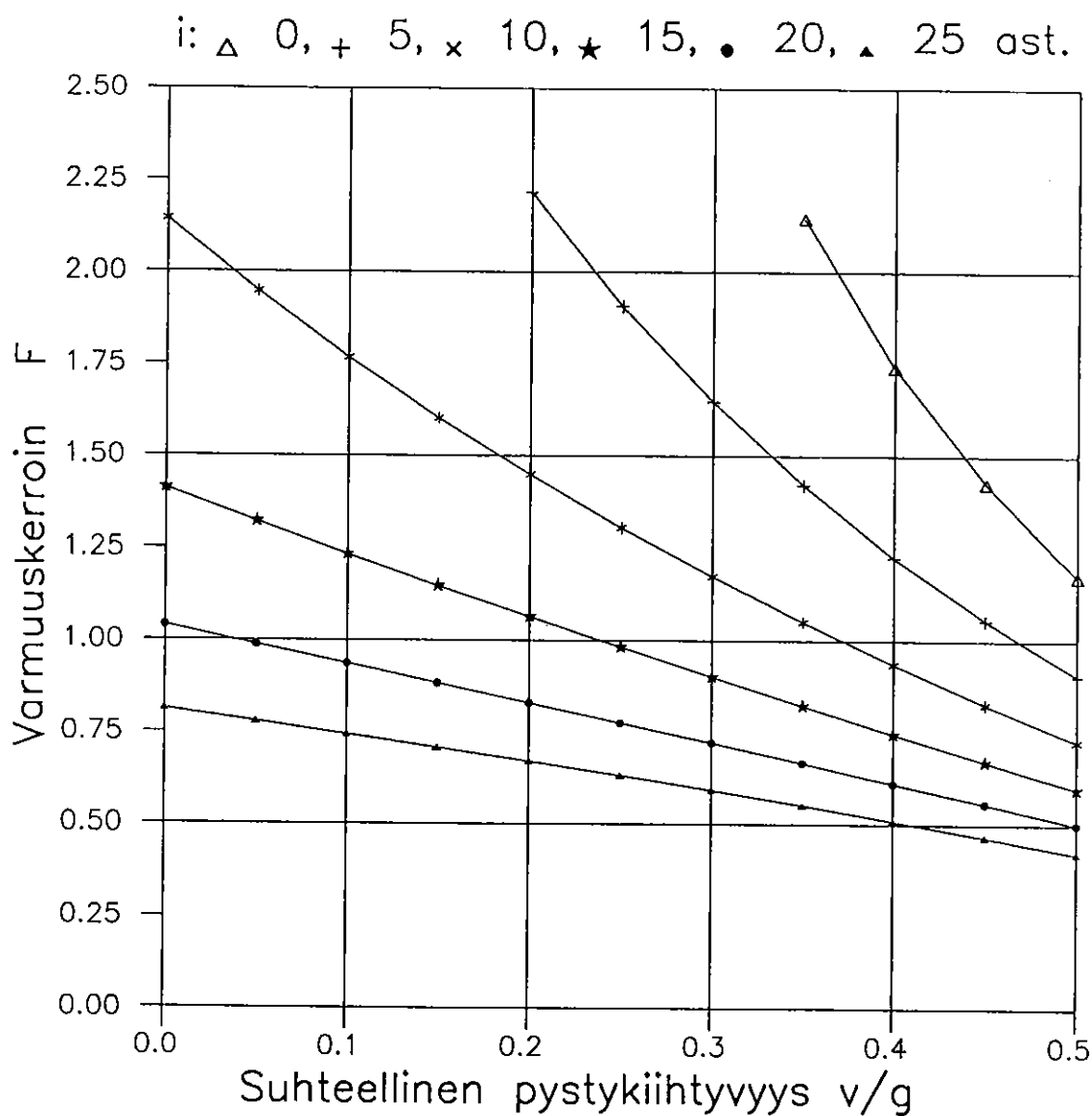
MAF -rikasten vakavuustarkastelu

Kitkakulma $\varphi' = 20$ ast.

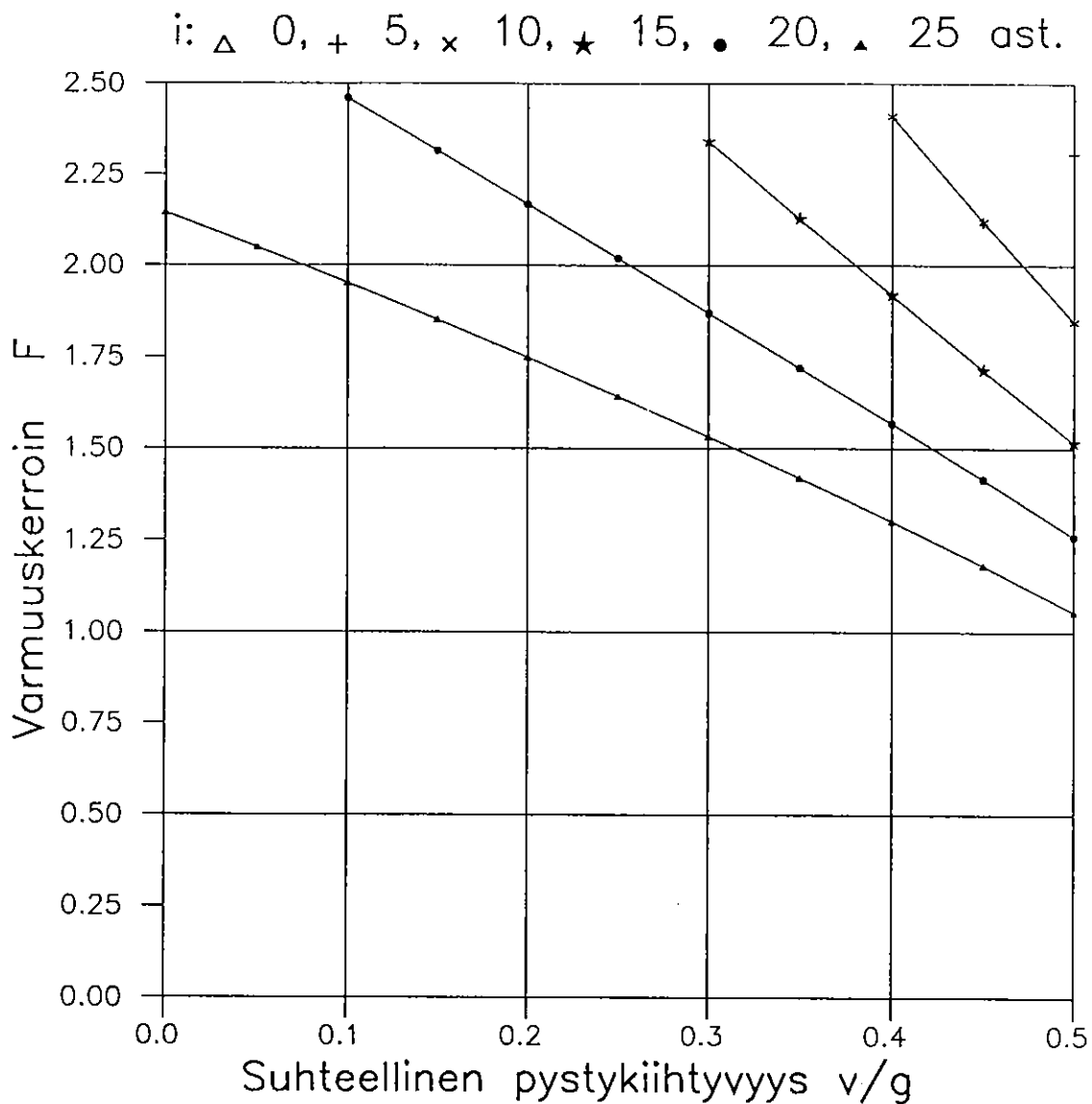
$u/\rho g D = 0.0$

Lepopaine vaakatukena 11,3 kN/m

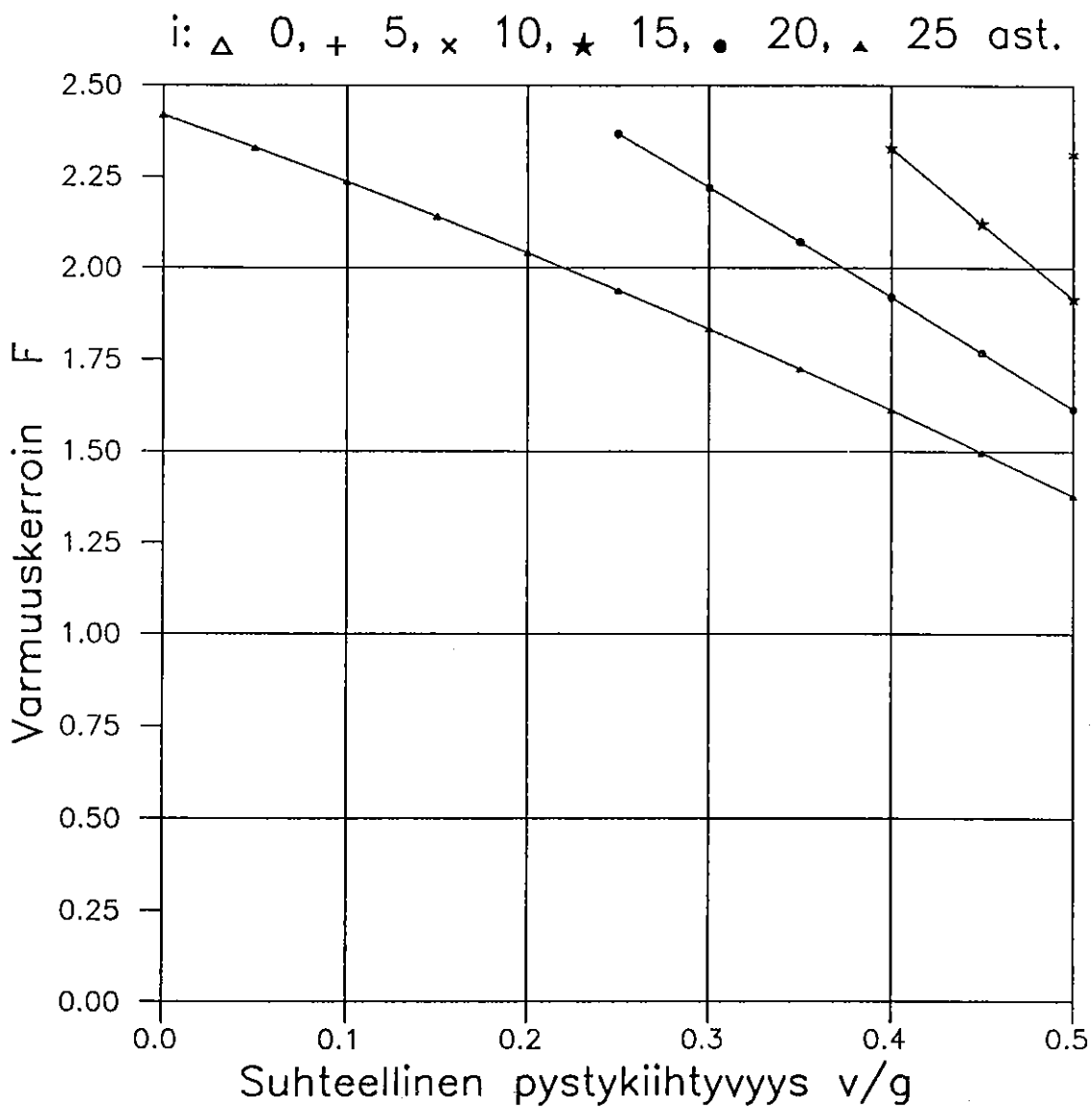
Kyllästynyt rikaste



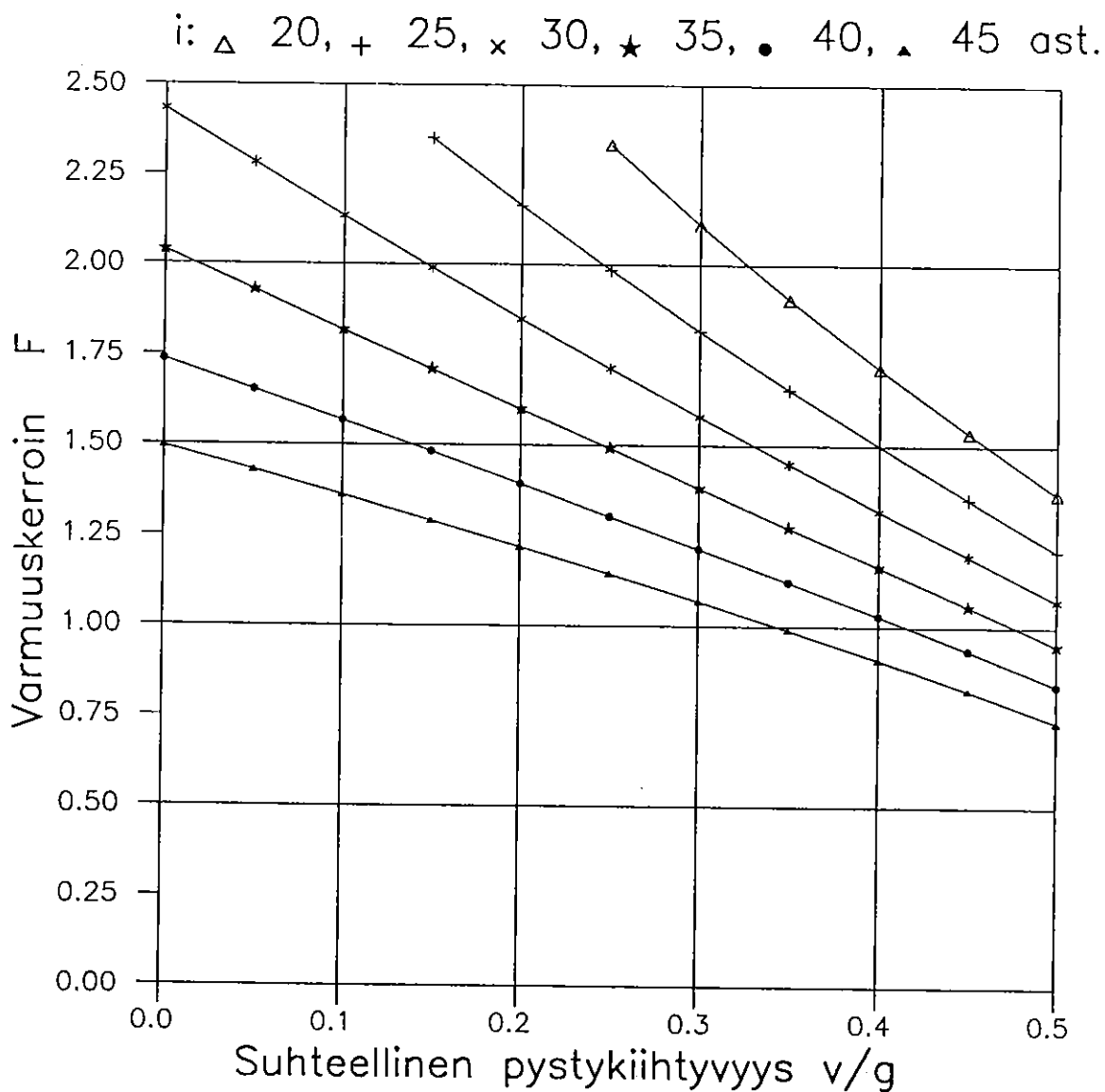
MAF -rikasten vakavuustarkastelu
Kitkakulma $\varphi = 45$ ast.
Koheesio $c = 0.0$ kPa
Ei vaakatukea
Kostea rikaste, paksuus 1,5 m



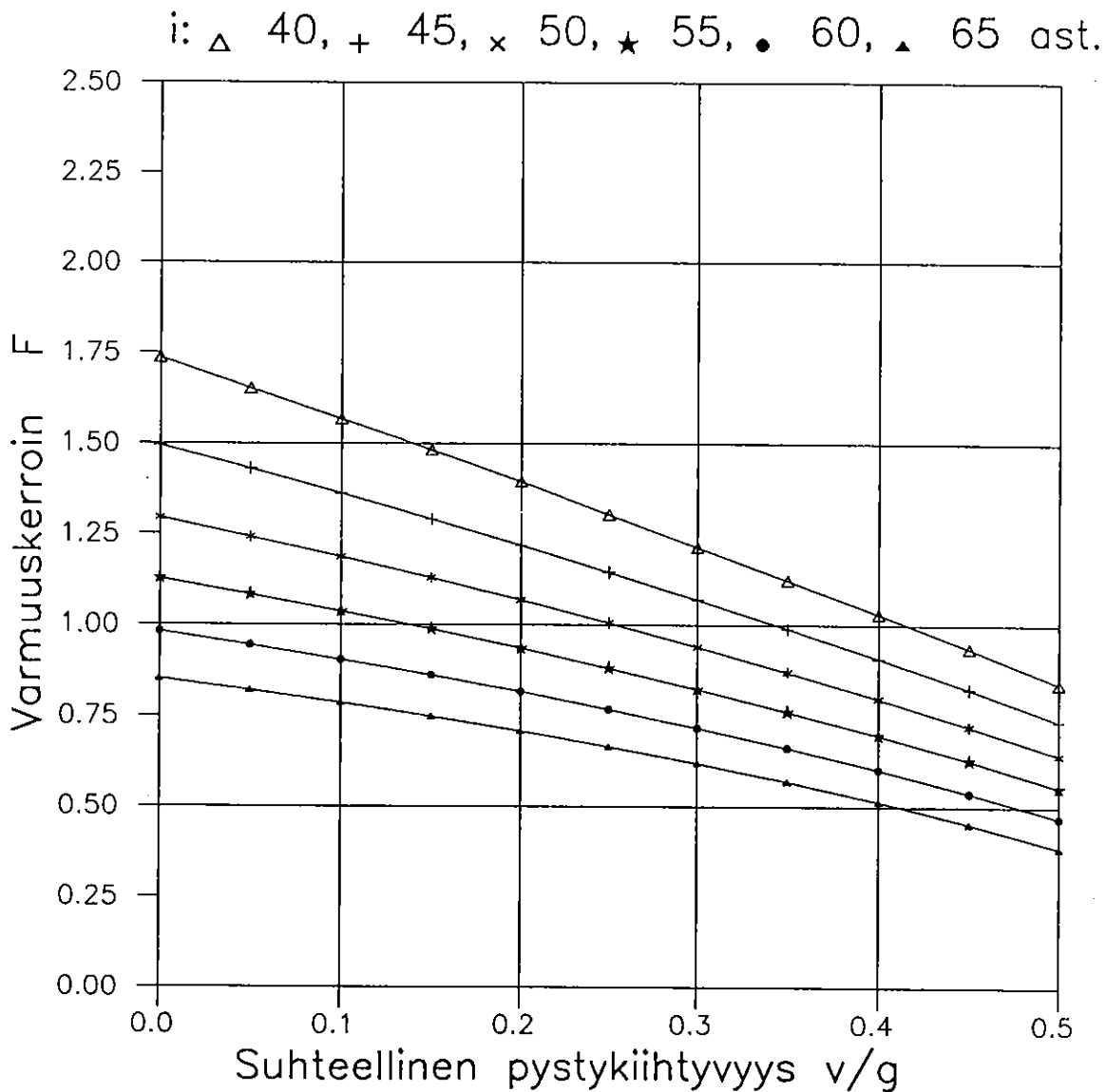
MAF –rikasten vakavuustarkastelu
Kitkakulma $\varphi = 45$ ast.
Koheesio $c = 6.0$ kPa
Ei vaakatukea
Kostea rikaste, paksuus 1,5 m



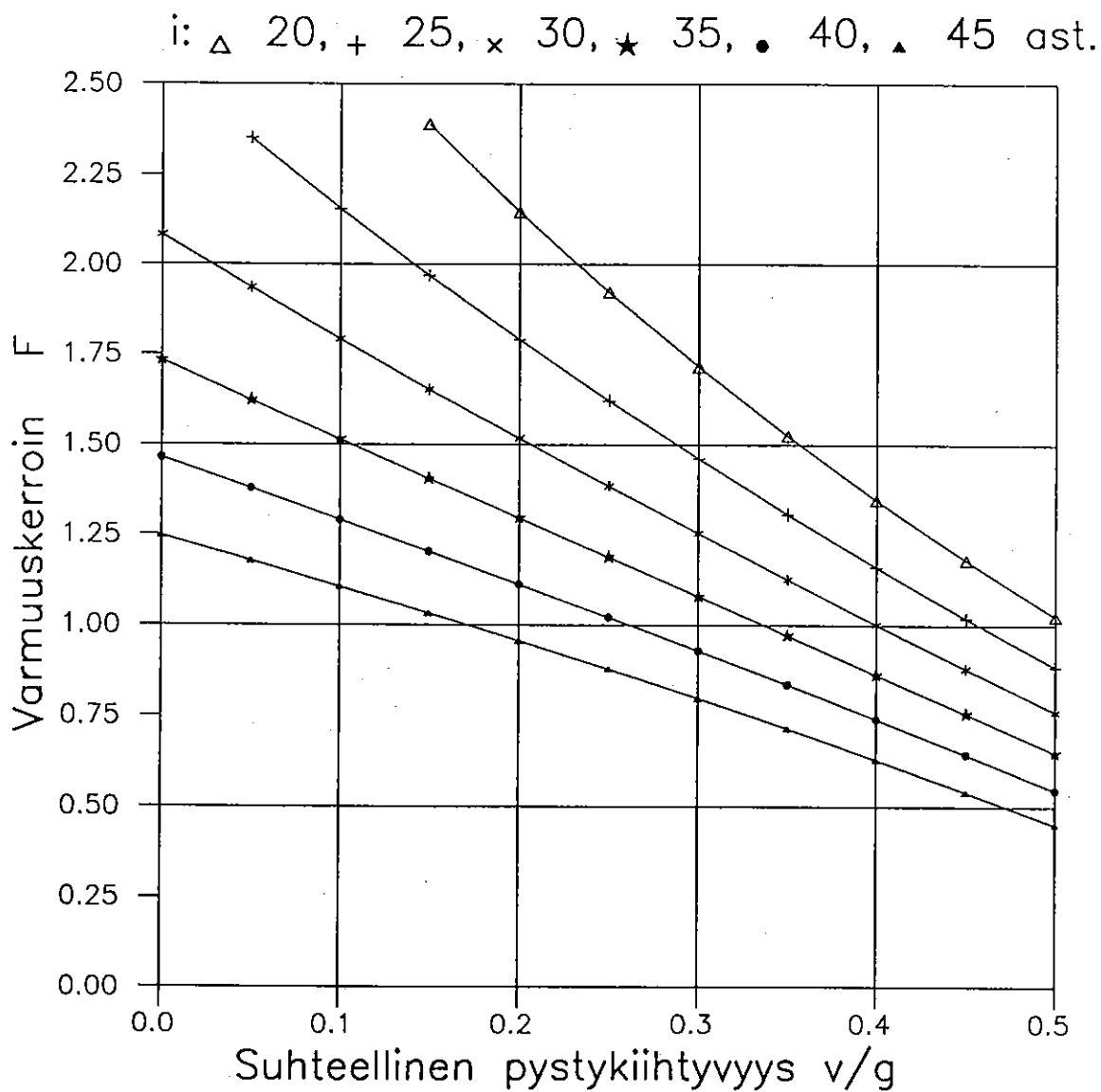
MAF -rikasteen vakavuustarkastelu
Luiskan vakavuus, syv. 0,5 m
Kitkakulma $\varphi = 45$ ast.
Koheesio $c = 6.0$ kPa
Luiskan alkukaltevuus 20 ast.
Kostea rikaste



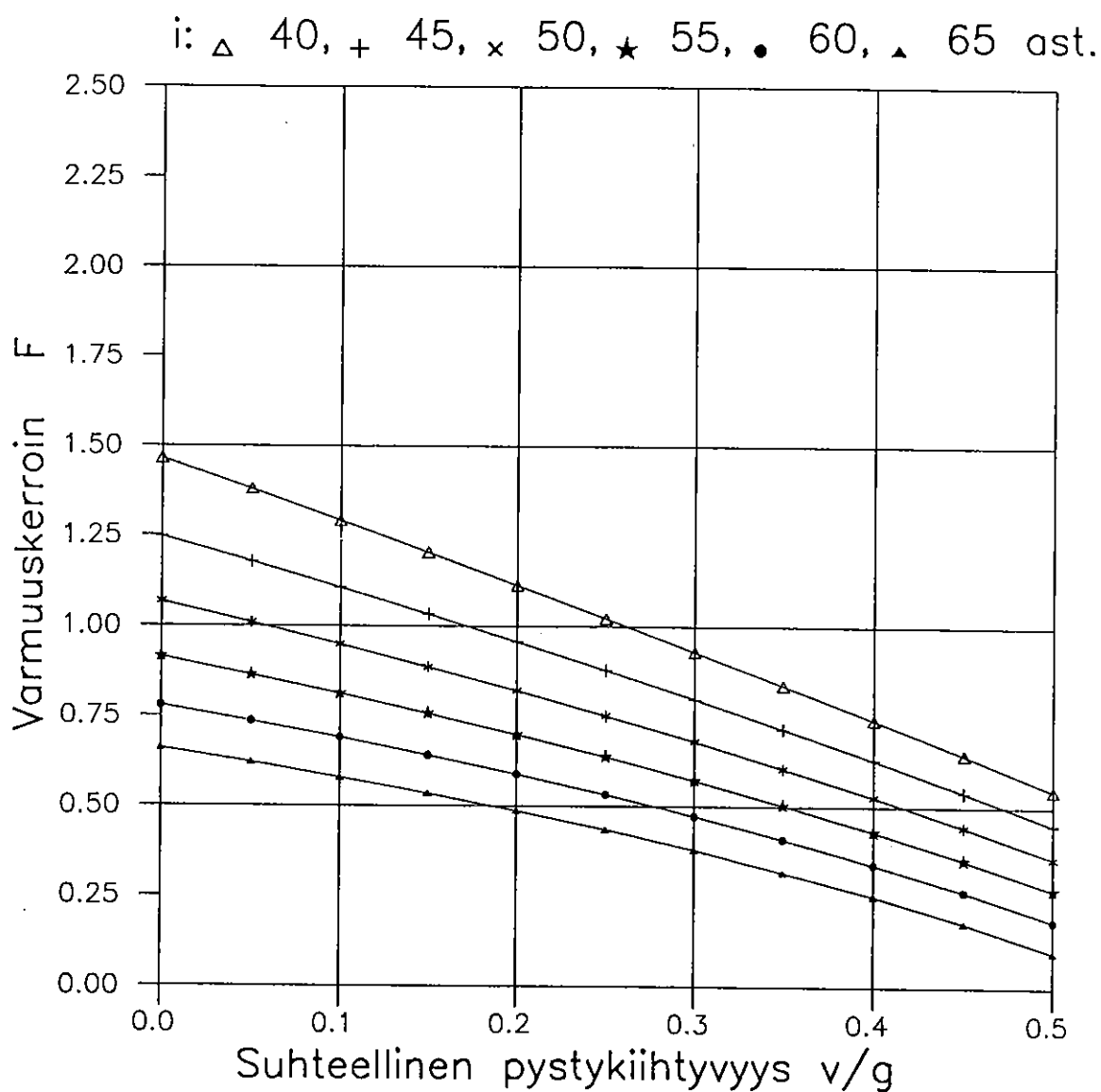
MAF –rikasteen vakavuustarkastelu
Luiskan vakavuus, syv. 0,5 m
Kitkakulma $\varphi = 45$ ast.
Koheesio $c = 6.0$ kPa
Luiskan alkukaltevuus 40 ast.
Kostea rikaste



MAF –rikasteen vakavuustarkastelu
Luiskan vakavuus, syv. 1,0 m
Kitkakulma $\varphi = 45$ ast.
Koheesio $c = 6.0$ kPa
Luiskan alkukaltevuus 20 ast.
Kostea rikaste



MAF –rikasteen vakavuustarkastelu
Luiskan vakavuus, syv. 1,0 m
Kitkakulma $\varphi = 45$ ast.
Koheesio $c = 6.0$ kPa
Luiskan alkukaltevuus 40 ast.
Kostea rikaste



Tilaaaja: Oikeusministeriö,
Suuronnettomuustutkinnan suunnittelukunta,
PL 62, 00811 Helsinki

Tilaus: 30.3.1992 / K. Lehtola

Tehtävä: Selvittää kehittykö MAF -rikastenäytteeseen huokospainetta ja vaikuttaako syklinen kuormitus kyllästetyn rikastekasan vakavuuskäyttäytymiseen.

Työnumero: TGL 2403

1. Laboratoriokokeet

Laboratoriokokeet tehtiin VTT:n Laivatekniikan laboratoriossa. Kokeissa käytettiin jaksollisen (syklisen) kuormituksen aikaansaamiseen servo-hydraulisesti liikuteltavaa keinulautaa, johon tutkittavaa rikastetta sisältävä astia (sylinteri, kaukalo) kiinnitettiin (liite 1). Keinulaudan kulmanmuutosta ja sen taajuutta voidaan säätää suhteellisen laajoissa rajoissa. Suoritettujen kokeiden kannalta liike- ja taajuusalue oli lähes riittävä.

Kokeet tehtiin 27.3.1992 päivätyn tutkimussuunnitelman mukaan. Ensin pyrittiin selvittämään kehittykö rikasteella täytetyn ja kyllästetyn sylinterin pohjassa huokospainetta, kun näytettä keinutetaan eri kulmanmuutoksilla ja taajuuksilla.

Seuraavaksi tarkasteltiin kaukaloön rakennetun rikasteluisen vakavuuskäyttäytymistä keinuttamalla näytettä keinulautaan kiinnitetyssä kaukalossa.

Kokeissa käytetyt kallistuman (kulmamuuutoksen) amplitudit ja periodit (taajuudet) on laskettu VTT:n Laivatekniikan laboratoriossa. Tavoitteena oli toistaa M/S Finn-Balticin rikas-

telastin arvioitu pystykuormitus onnettomuushetkellä. Sylinterikokeiden ja kaukalokokeiden toteutuneet kuormitusvaiheet on esitetty liitteessä 2.

2. Sylinterikokeiden tulokset

Tehtyjen sylinterikokeiden perusteella voidaan sanoa, että käsin löyhästi sullottu kostea rikaste tiivistyy vedellä kyllästämisen yhteydessä. Jaksollinen (syklinen) kuormitus lisää tiivistymistä. Kokeissa ei mitään kuormitusporrasta jatkettu niin kauan, että tiivistyminen olisi loppunut ennen kokeen lopetusta. Kokeiden kesto aika oli tyypillisesti vain muutamia minuutteja.

Taulukkoon 1 on kerätty kunkin sylinterikokeen kuivatiheys kokeen alussa ja lopussa. Taulukossa on esitetty myös kuormitusamplitudi (kulmanmuutos) ja kuormituksen jaksonpituus-alue. Taulukon 1 tuloksista voidaan todeta, että jaksollinen kuormitus tiivistää rikastenäytettä huomattavasti, mutta kuormituksen jälkeenkin rikaste jää varsin löyhään tilaan. Lopputiiviys vastaa likimain ko. rikasteelle aiemmin tehdyssä Proctor -kokeessa havaittua tiiviyyden minimiä, jolloin tiiviysaste on n. 0,83 (Heinänen 1991).

Taulukko 1. Sylinterikokeiden tulokset. Kulmamuuutos, jaksonpituus ja kuivatiheydet.

Kulmamuuutos +/- (aste)	Periodi (väli) (sek)	Ennen kylläs- tämistä	Alku- tiheys (g/cm ³)	Loppu- tiheys (g/cm ³)
5	2,4->1,0	2,574	2,770	3,257
7	2,4->1,4	2,619	2,835	3,196
9	2,4->1,4	2,583	2,779	3,263
12	2,4->1,6	2,584	2,782	3,215

Sylinterikokeiden tuloksista havaitaan myös, että pienikin häiriö systeemin mekaniikassa (häiriöpiikki) aiheuttaa välittömän ja suhteellisen suuren reaktion huokospaineen ja muodonmuutoksen (tilavuudenmuutoksen) arvoissa (liitteet 3-5). Tämä johtuu suoraan rikasteen raerakenteen löyhyydestä. Tilavuudenmuutosnopeus vaikuttaa huokospaineen kasvuun. Terävä kuormituspiikki aiheuttaa raerungon uudelleenjärjestäytymistä - tässä tapauksessa tiivistymistä, mistä seuraa huokospaineen muutos ja muodonmuutosten nopea kasvu. Rikasteen suhteellisen suuresta vedenläpäisykyvystä johtuen paine purkautuu nopeasti, mutta painepiikit voivat olla isoja ja aiheuttaa hetkellisesti raerungon romahtamisen.

3. Kaukalokokeiden tulokset

Kaukalokokeissa rikastetta sullottiin käsin satunnaiseen tiiviyteen. Kerroksen paksuus kaukalossa oli n. 40 cm ja luiskan kaltevuus vaihteli eri kokeissa välillä 30 - 41 astetta. Yksittäisen mittauksen kesto vaihteli muutamasta minuutista noin 20 minuuttiin.

Kaukalo täytettiin kolme kertaa. Kaikissa kokeissa kaukalossa olevan näytteen alaosa kyllästettiin kaukalon toisesta päästä syötetyllä vedellä.

Ensimmäisessä kokeessa (tunnus 1, katso liite 8) luiskan kaltevuus oli 41 astetta ja syöttöveden pinnan korkeus pohjan tasosta lukien oli 10-15 cm. Kun kyllästystila oli saavutettu (luiskaan ilmestyi 10 cm korkea vettä tihkuva vyöhyke) luiska murtui. Luiskan sortuma tapahtui ilman ulkoista kuormitusta.

Toisessa kokeessa (tunnus 2) vettä syötettiin näytteeseen vain viiden senttimetrin kerroksena. Luiskan kaltevuus oli aluksi 40 astetta, mutta tämäkin luiska murtui kyllästämisen yhteydessä, joten luiskan kaltevuutta muutettiin. Jatkossa luiskan kaltevuus oli vain n. 30 astetta (tunnus 3), ja veden pinta oli 5 cm pohjan yläpuolella. Tällöin luiska kesti hyvin kasassa. Koe aloitettiin ja sitä jatkettiin liitteessä 2 esitetyn kuormitusohjelman mukaan. Luiska ei murtunut kokeessa - luiskaan syntyi laajeneva rako, mutta kaukalon seinien pystysuorat sisäpuoliset urat estivät luiskan murtumisen.

Kolmannessa kokeessa (tunnus 4) luiskan kaltevuus oli 32 astetta. Syöttöveden korkeus oli 10 cm kaukalon pohjasta, joka vastaisi laivan mittakaavassa n. 0,5 metrin kyllästettyä kerrosta. Tässä luiskassa syntyi pieni halkeama luiskan alareunaan jo kyllästysvaiheessa. Tästä päätellen 10 cm kyllästyskorkeutta ja 32 asteen luiskakulmaa voidaan pitää eränlaisina raja-arvoina.

Kyseinen luiska murtui välittömästi ensimmäisen jaksollisen kuormituksen alkuvaiheessa. Kulmanmuutostavoite oli +/- 5 astetta ja periodi 2,4 sekuntia (taajuus 0,42 Hz). Murto tapahtui luiskan alaosan lujuuden menetyksenä. Tallennetuista mittaustuloksista selviää (liitteet 6-7), että pienet koe-laitteesta aiheutuneet kiihtyvyyksiä (iskut) ovat aiheuttaneet välittömästi sekä muodonmuutoksen että huokosvedenpaineen kasvun ja siitä seuranneen luiskan murtuman. Luiska murtui kaukalon sisäseinissä sijainneen uran kohdalta kerrolla lähes lopulliseen muotoonsa. Tapahtuma taltioitiin videonauhalle.

Luiskan murtuman jälkeen loppuosaa luiskasta pyrittiin murtamaan jatkamalla koeohjelman suorittamista, siinä onnistumatta. Kuormitusamplitudia ja taajuutta kasvattamalla saatiin luiskan laki vain painumaan, eli materiaali tiivisty-

mään (liite 8). Samalla staattisen huokosvedenpaineen arvo jonkin verran kasvoi. Loppuosa luiskasta ei sortunut koeohjelman aikana rikasteen holvautumisesta johtuen (kohta 5).

4. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Jaksollinen kuormitus ja rikasteen vähittäinen kyllästyminen aiheuttavat rikasteen tiivistymisen. Tässä tutkimuksessa rikastetta ei jaksollisella kuormituksella saatu tiivistymään oletettuun laivaustiiviyyteen n. $3,5 \text{ tn/m}^3$. Rikaste jäi varsin löyhään tilaan. Valmistaja ilmoittaa irtotiheyden arvon vaihtelevan välillä $2,8 - 3,1 \text{ tn/m}^3$.

Tavoitteen mukaisella jaksollisella kuormituksella rikastenäytteessä ei kehittynyt mainittavaa huokosylipainetta, koska ylipaine ehti purkautua jakson aikana.

Koelaitteiston aiheuttamista kiihtyvyyksiä syntyi näytteeseen hetkellisiä suuria huokosylipaineita. Tällöin huokospaineen arvo ylitti staattisen huokospaineen (huokos-tilassa olevan veden aiheuttaman paineen) arvon (ylitys 100-200 %).

Nopeat muutokset kuormituksessa, esim. aluksen nopea kallistuminen ja aaltojen iskut, aiheuttavat muodonmuutoksia (tiivistymistä) ja siten huokosvedenpaineen muutoksia (kasvua), jotka heijastuvat rikasteluiskien vakavuuskäyttäytymiseen vakavuutta pienentävästi. Vakavuuden menetys ilmenee sortumina tai koko lastin siirtymisenä.

Nopean muutoksen aiheuttaman vaaran kuvaamiseksi vakavuutta on tarkasteltu esimerkin omaisesti liitteessä 9, josta ilmenee huokospaineen kasvun merkittävä vaikutus lastin kokonaisvakavuuteen. Liitteessä 9 esitetty tulos on laskettu aiemmassa raportissa TGL1315/92 esitetyllä tavalla.

Yhteenvetona voidaan todeta, että:

- Lastauksen ja kuljetuksen aikana rikaste on varsin löyhässä tilassa.
- Löyhässä tilassa oleva rikaste, joutuessaan kosketuksiin ulkoisen tai sisäisen vapaan veden kanssa tiivistyy merkittävästi. Tästä huolimatta rikaste jää edelleen löyhään tilaan.
- Mikäli rikastetta kuormitetaan kyllästetyssä tilassa iskutyypillisellä kuormalla, siitä seuraa välittömästi huokospaineen merkittävää kasvua, joka vuorostaan aiheuttaa rikasteen lujuuden huomattavan pienenemisen. Tällöin esimerkiksi rikasteen ja kansilevyn välinen leikkausvastus putoaa niin alas, että rikastekasan siirtyminen tulee mahdolliseksi, jos laiva samalla kallistuu tarpeeksi.

5. Koetekniikan tarkastelu

Jaksollisten mallikokeiden teko maamateriaalilla ei ole mahdollista ilman sentrifugia. Tämä siksi, että maan tiheyttä ei voida muuttaa mallilakien määräämällä tavalla. Tässä työssä on muut suuret mallinnettu likimain suhteessa 1:5 paitsi rikasteen tiheys. Tiheyden mallilaki -virhettä voidaan yrittää korjata ulkoisella kuormalla, mutta se ei tässä työssä ollut mahdollista käytettyjen astioiden rakenteen takia.

Vakavuustutkimuksessa käytetty akryylikaukalo oli suunniteltu tankkerin sisäisten vaimennuspaneelien tutkimiseen, mistä syystä sen sisäreunoissa oli pystysuuntaisia ohjausuria. Koehavaintojen mukaan nämä urat aiheuttivat rikasteen holvautumista tavalla, jota ei todellisissa olosuhteissa tapahtuisi. Tästä syystä todellinen rikasteluiska voi murtua koemenettelyä pienemmällä taajuuden ja kaltevuuden arvoilla.

Kokeissa rikasteen ja kaukalon seinien välillä vallitseva kitka lisää rikasteen vakavuutta. Todellisissa olosuhteissa tätä kitkaa ei ole.

6. Ehdotus jatko- ja täydennystutkimustarpeista

Kaikkien suoritettujen kokeiden jälkeenkin jää puuttumaan eräs varsin tärkeä tieto, eli rikasteen laivaustiheys sekä lastattaessa että purettaessa. Näiltä osin olisi suositeltavaa suorittaa tiheysmittauksia, jotta rikasteen tilavuudenmuutos- ja siten nesteytymiskäyttäytymistä voitaisiin arvioida.

Espoossa 5.6.1992

Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratorio


Jouko Törnqvist
Erikoistutkija


Rainer Laaksoen
Tutkija

Kirjallisuus:

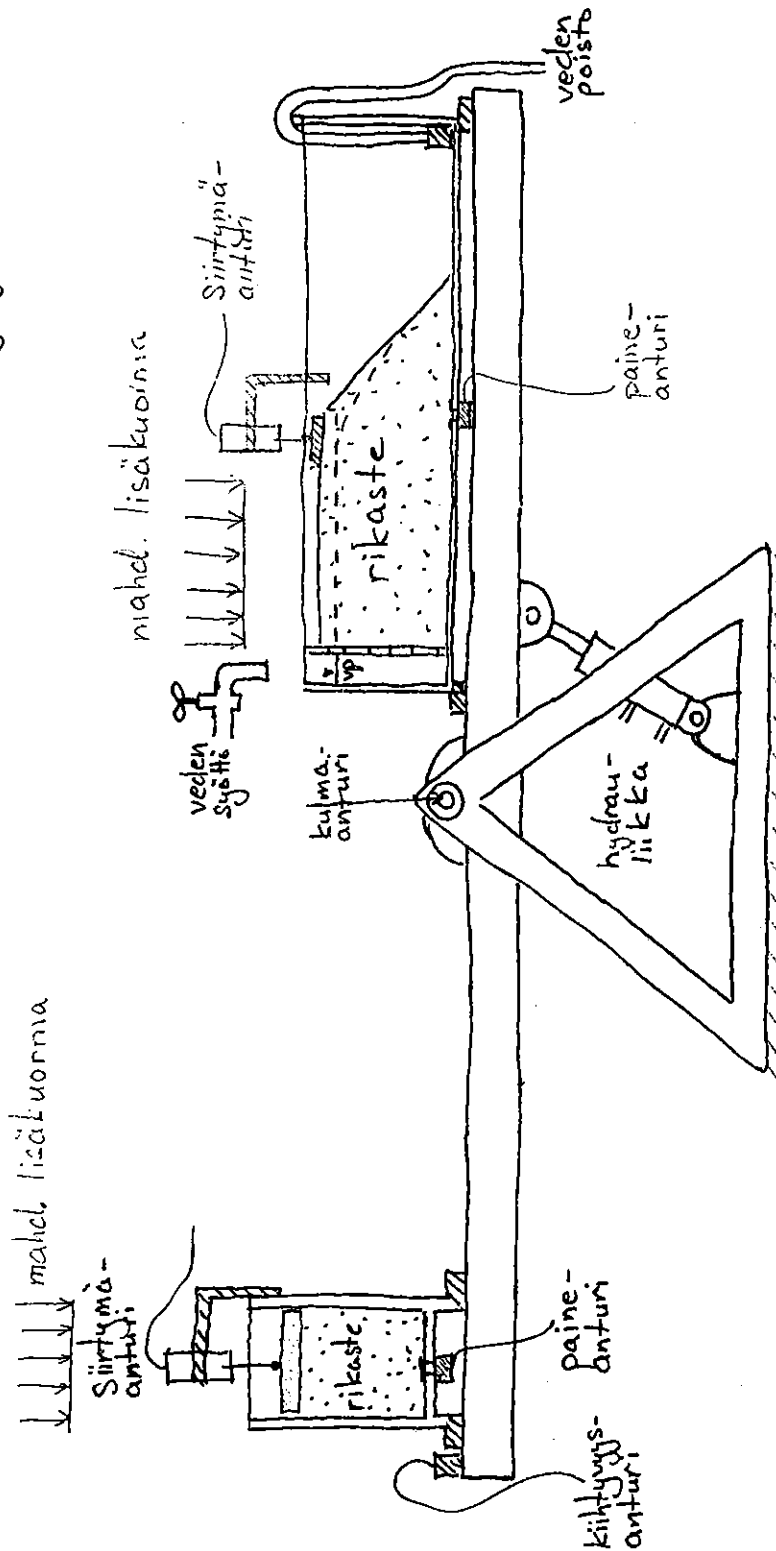
Heinänen, K., Raekokojakaumaltaan erilaisten MAF-rikasteiden irtotilavuuspainon määrittäminen kosteuden funktiona. Rautaruukki Oy, tutkimuskeskus, 1991.

LKAB Products 1991, LKAB Sweden

Liitteet: TGL 1388/92.1	Keinulautalaitteiston kaaviokuva.
TGL 1388/92.2	Sylinteri- ja kaukalokokeiden kuormitus- vaiheet.
TGL 1388/92.3-4	Sylinterikoe. +-12 ast., jakso 2,3 sek.
TGL 1388/92.5	Sylinterikoe. +-5 ast., jakso 2,0 sek.
TGL 1388/92.6-7	Kaukalokoe. +-5 ast., jakso 2,4 sek.
TGL 1388/92.8	Kaukalokoe. +-12 ast., jakso 1,6 sek.
TGL 1388/92.9	Vakavuustarkastelu (liukuminen pitkin kantta).

Vakavuuden määrittäjäjärjestely

Huokospaineen mittausjärjestely:



Kuva 1. Keinulauta. Huokospaineen ja vakavuuden
määrittäjä. Koejärjestely.

Taulukko 2. Sylinterikokeiden kuormitusvaiheet.

Kulma (ast.) +/-	Jakso (sek)						
	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,4
5	1 <-	1 <-	1 <-	1 <-	1 <-	1x <-	1
7		2	2	2	2	2	2
9			3	3	3	3	3
12				4	4	4x	4

numero taulukossa on kokeen = näytteen numero
x tulos on esitetty liitekuvassa
kuormitus eteni nuolen suuntaan

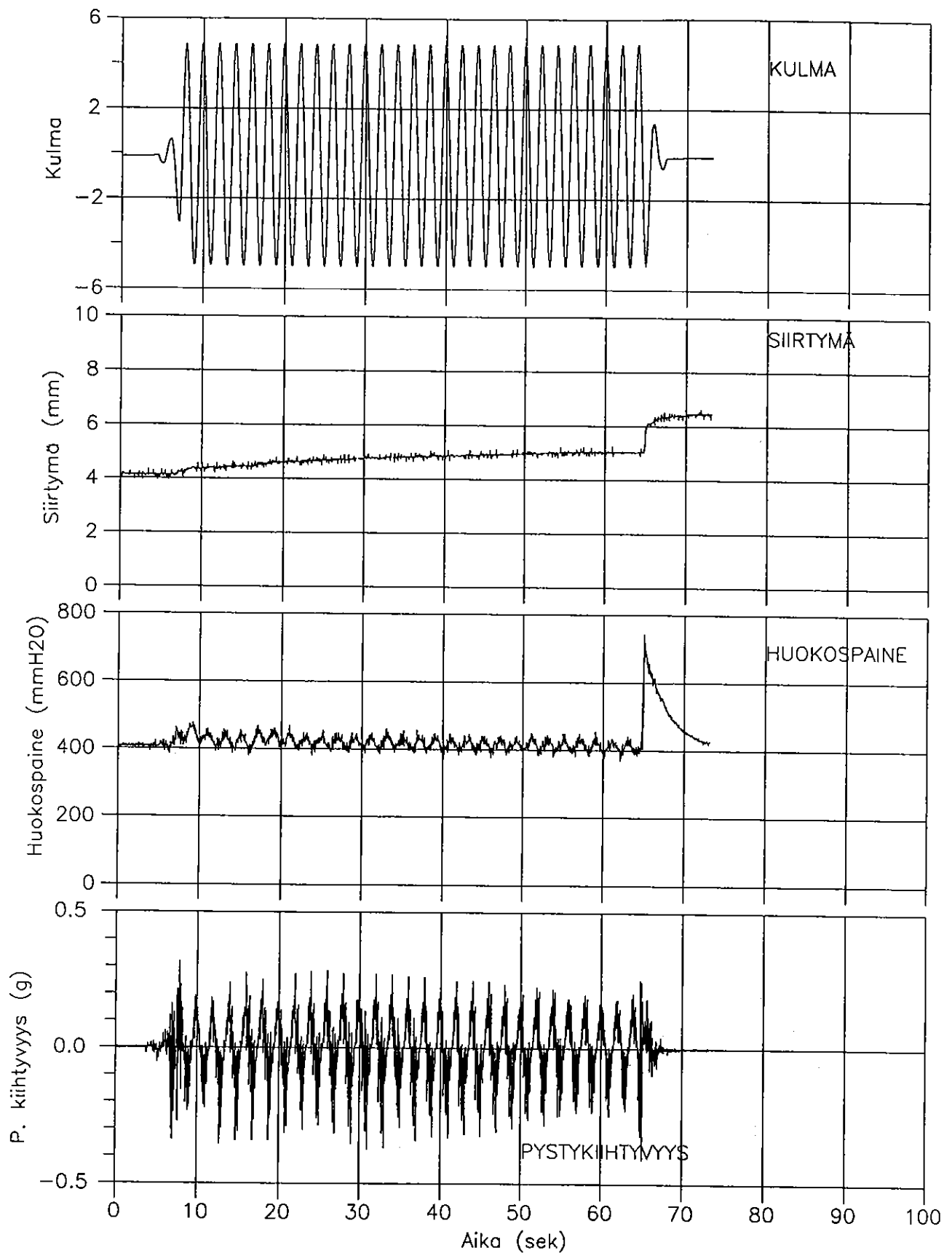
Taulukko 3. Kaukalokokeiden kuormitusvaiheet.

Kulma (ast.) +/-	Jakso (sek)						
	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,4
2	2						3
5	2/3/4	<-	3	4	3	<-	3/4x
7		3/4					
9			3	4			
12	4	4	<-	4x			

numero taulukossa on kokeen tunnus
x tulos on esitetty liitekuvassa

Finn - Baltic

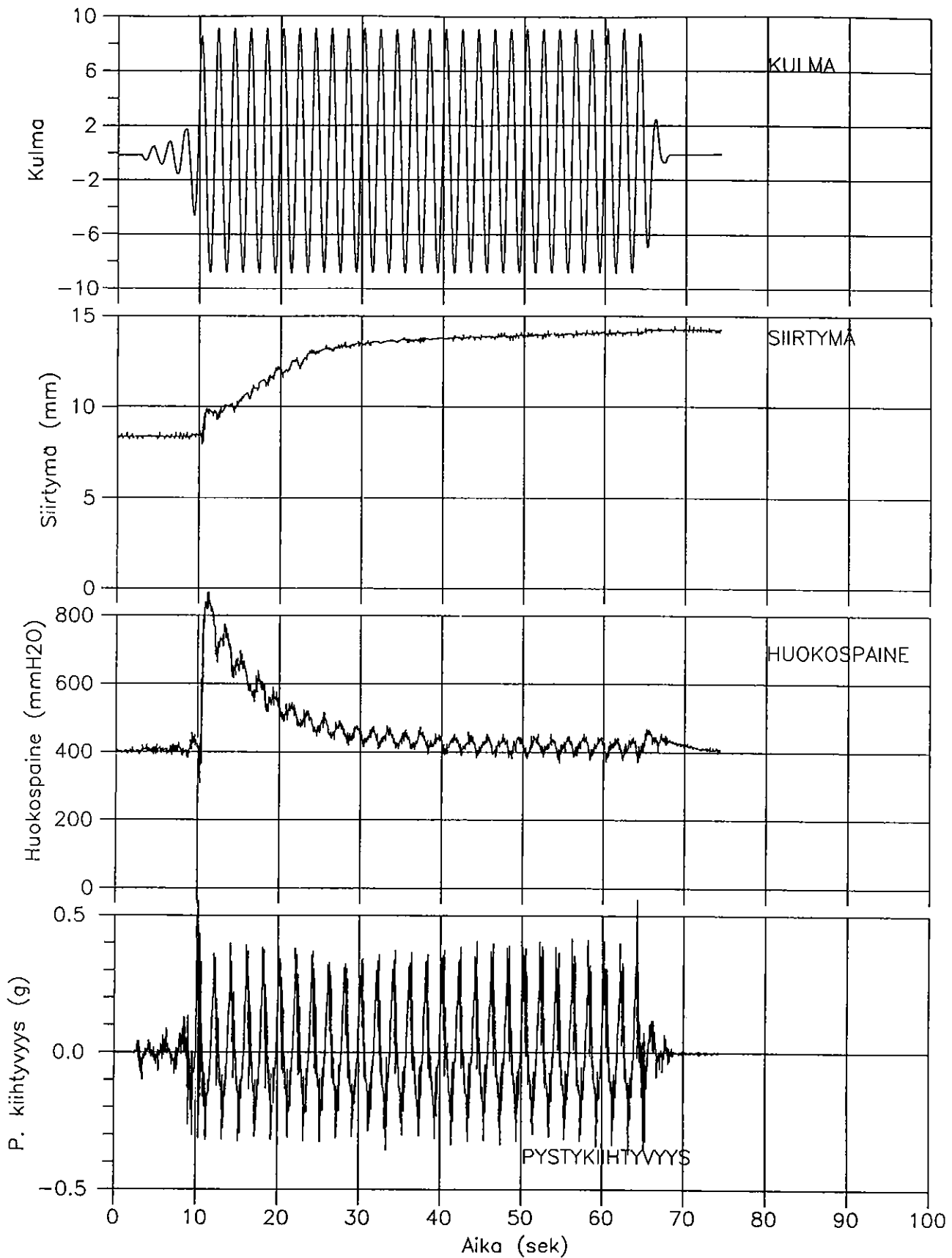
LIITE TGL1388/92.3



KUVA 2 Sylinterikoe. Syklinen kuormitus: ± 5 ast. 2,0 sek.
a) Kulma, b) Siirtymä, c) Huokospaine, d) Kiihtyvyys.

Finn - Baltic

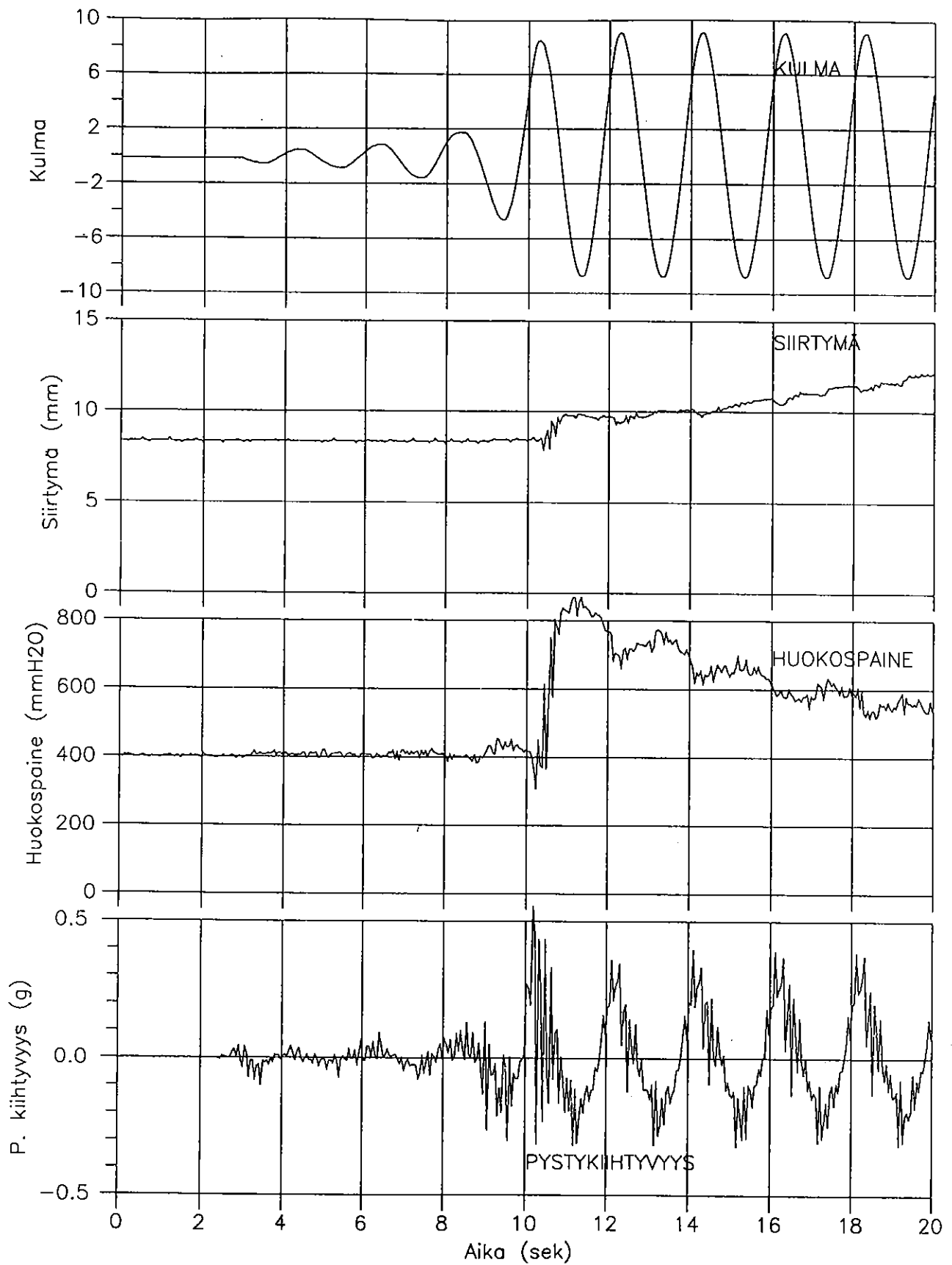
LIITE TGL1388/92.4



KUVA 3 Sylinterikoe. Syklinen kuormitus: ± 12 ast. 2,0 sek.
a) Kulma, b) Siirtymä, c) Huokospaine, d) Kiihtyvyys.

Finn – Baltic

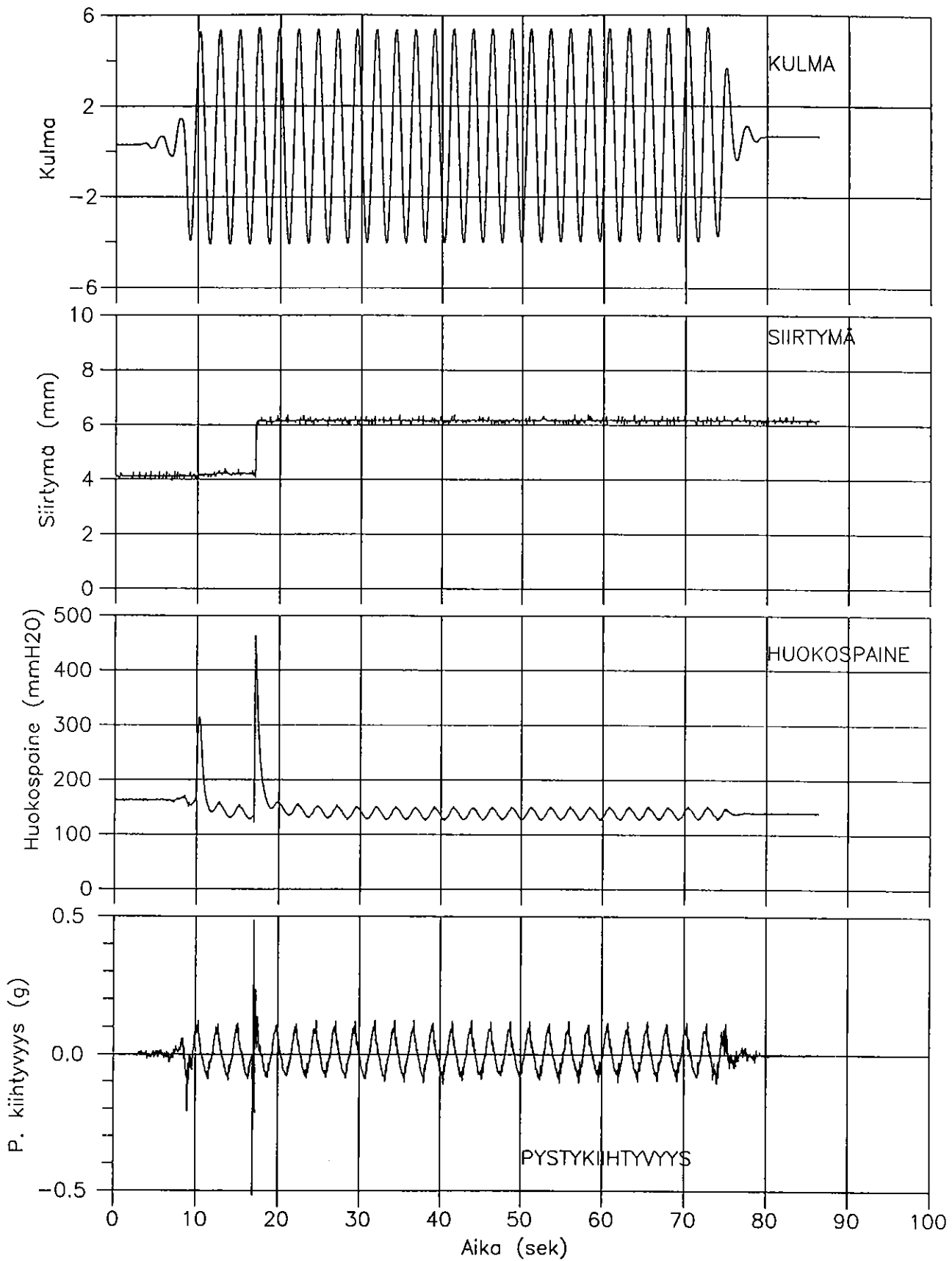
LIITE TGL1388/92.5



KUVA 4 Sylinterikoe. Syklinen kuormitus: ± 12 ast. 2,0 sek.
a) Kulma, b) Siirtymä, c) Huokospaine, d) Kiihtyvyys.

Finn - Baltic

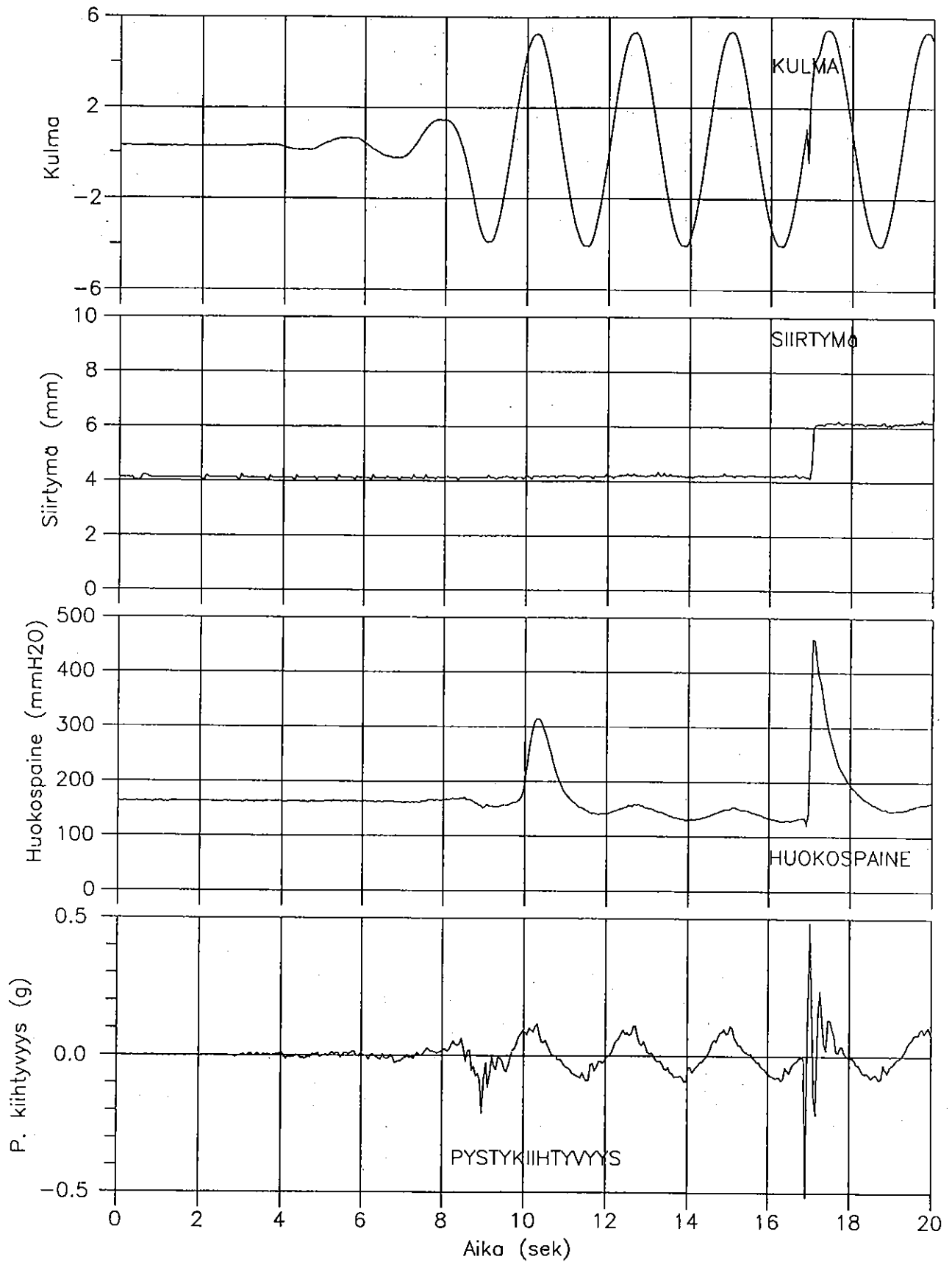
LIITE TGL1388/92.6



KUVA 5 Kaukalokoe. Syklinen kuormitus: ± 5 ast. 2,4 sek.
a) Kulma, b) Siirtymä, c) Huokospaine, d) Kiihtyvyys.

Finn - Baltic

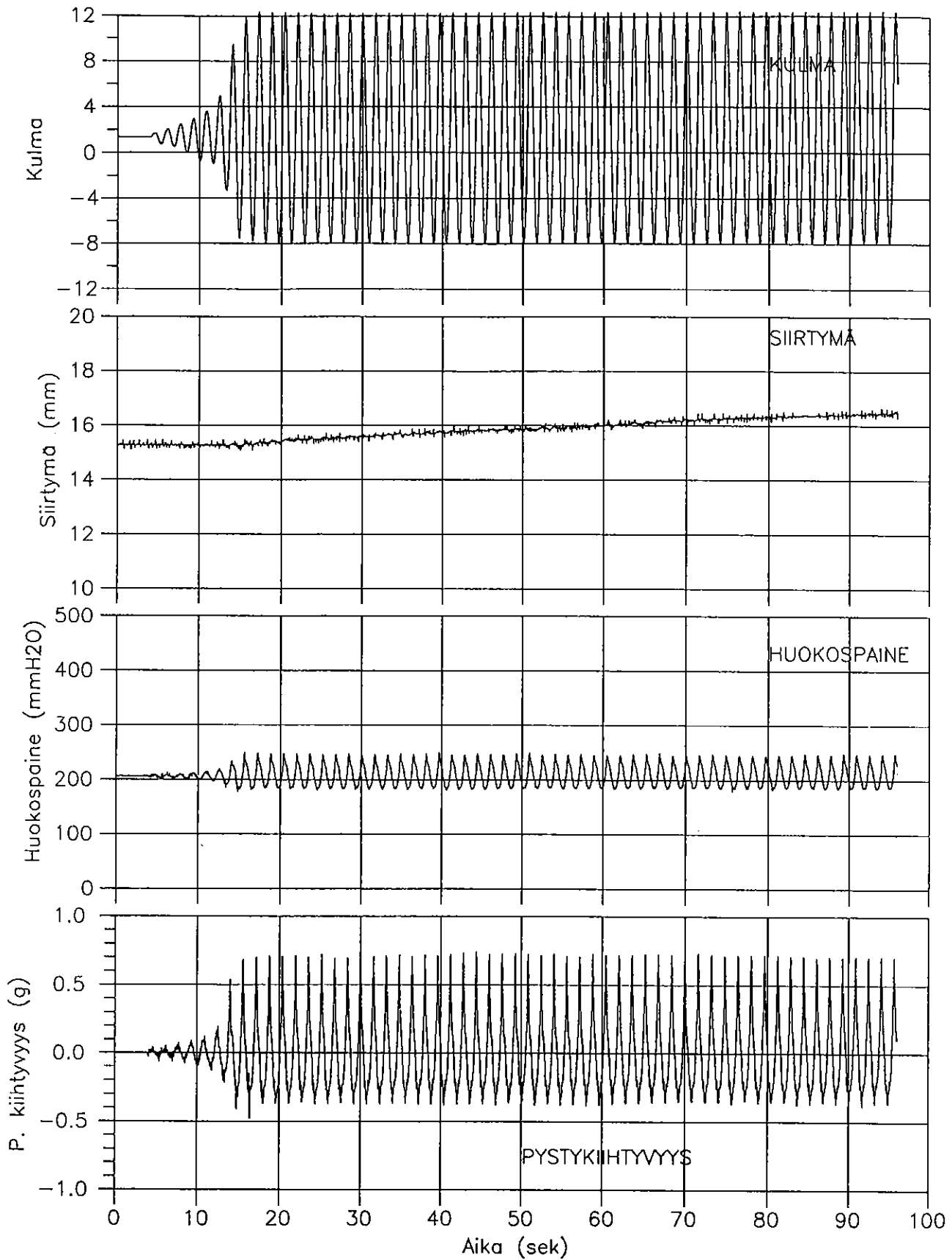
LIITE TGL1388/92.7



KUVA 6 Kaukalokoe. Syklinen kuormitus: ± 5 ast. 2,4 sek.
a) Kulma, b) Siirtymä, c) Huokospaine, d) Kiihtyvyys.

Finn - Baltic

LIITE TGL1388/92.8



KUVA 7 Kaukalokoe. Syklinen kuormitus: ± 12 ast. 1,6 sek.
a) Kulma, b) Siirtymä, c) Huokospaine, d) Kiihtyvyys.

MAF – rikasteen varmuustarkastelu

$$u/rgD = 0, 0.1, 0.2$$

(suht. huokospaine)

$$v/g = 0.1$$

(suht. pystykiihtyvyys)

$$h/g = 0.20$$

(suht. vaakakiihtyvyys)

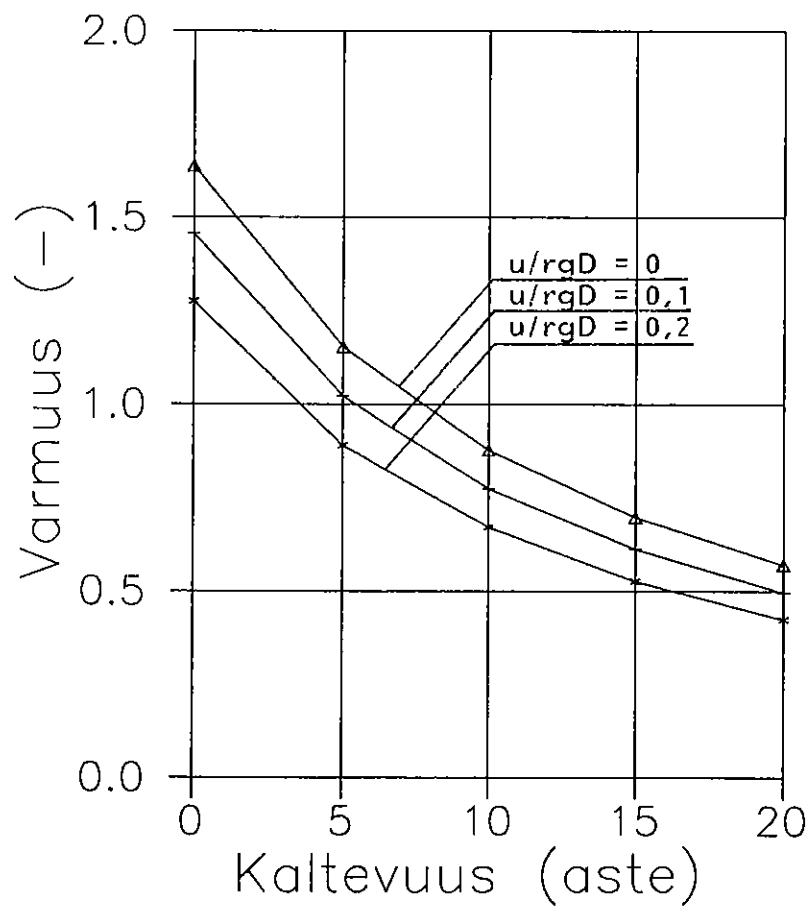
$$\phi = 20 \text{ ast.}$$

(kitkakulma)

$$c = 0 \text{ kPa}$$

(koheesio, adheesio)

ei vaakatuentaa



TUTKINTALAUTAKUNNAN PROFESSORI KNUT L. SANDVIKILLE ESITTÄMÄT KYSYMYKSET JA SANDVIKIN 12.2.1992 ANTAMAT VASTAUKSET NIIHIN

Kysymykset on otettu tähän liitteeseen suomeksi. Sandvikin vastaukset ovat norjaksi.

KYSYMYKSET:

1. Arvionne Runolinnan ja Hukin tutkimustuloksista, erityisesti ns. edullisimman laivauskosteuden periaatteesta.
2. Arvionne Rautaruukin tutkimuskeskuksen tutkimustuloksesta, jonka mukaan kekomaisessa MAF-kasassa syntyy erilaisia kosteusvyöhykkeitä niin, että huipulla rikaste alkaa sortua kuivuutensa takia ja kasan pohjalla kosteus on jopa yli liettymispisteen.
3. Mistä aiheutuu MAF-rikasteen ja kahden vertailurikasteen (KBF ja OLE) välinen ero siinä, että kahdella viimeksi mainitulla Runolinnan-Hukin teorioiden mukainen turvallisen laivauskosteuden vyöhyke on merkittävästi laajempi kuin MAF:lla.
4. Käsityksenne ulkovarastoinnin merkityksestä rikasteen laivausturvallisuudelle.
5. Onko rikasteen jakoisuudella mielestänne merkitystä sen kosteuskäyttäytymiseen?
6. Arvionne MAF-kuljetuksessa viime aikoina käytettyjen lastausmallien - kekomalli ja laitoihin tasattu malli - turvallisuudesta sekä tärkeimmät turvallisuuteen vaikuttavat tekijät. Miten aluksen rungon värinä vaikuttaa kummankin mallin mukaiseen lastiin?
7. Kuinka hyvin MAF-rikasteen kosteuskäyttäytyminen on käsityksenne mukaan merenkulkijoiden tiedossa? Onko kysymystä käsitelty IMO:ssa Teidän osallistuessanne asiantuntijana bulklastikysymysten käsittelyyn?

Professor Knut L Sandvik
 Institutt for geologi og bergteknikk.
 NTH
 Sem Sælands veg 1
 7034 Trondheim
 NORGE.

Trondheim 12.2.1992

Kari Lehtola
 Planeringskommisjonen för undersökning av storulykkor.
 Justisministeriet
 PB 62
 00811 Helsingfors
 FINLAND

Kjære Kari

REVIDERT SVAR PÅ FRÅGOR ANGÅENDE FINNBALTICS FORLIS AVSENDT
 AV KARI LEHTOLA 19-12-1991

Jeg har nå arbeidet videre med dine frågor. Jeg har som du ser også fått noe mer informasjon. Svarene har ikke av den grunn endret seg mye fra de foreløpige, men jeg håper de er bedre underbygd.

FRÅGA 1. Det angjeldende arbeid er så vidt jeg kan bedømme utført av Runnolinna. Hukki gjengir bare hovedpunktene i sin bok. Runnolinna deltok i det skandinaviske arbeide angående skipningsfuktighet som pågikk på 1950-tallet og som gav en vitenskaplig basis for IMOs senere regler. Arbeidet er meget grundig gjennomført og samsvarer med senere undersøkinger. I motsetning til de fleste andre, undersøkte Runnolinna sikkerheten både ved lav og høy fukthalt. Dette gav ham en mulighet til å angi en gunstigste skipningsfuktighet. IMOs regler begrenser bare den høyeste sikre fuktighetshalt. Den hadde historisk størst betydning, fordi tørking er kostbart og de tidligste havarier fant sted med vått konsentrat.

FRÅGA 2. Referat av Rautarukkis rapport er mottatt per telefax av 2/2 92 fra Planeringskommisjonen. Det må i denne sammenheng nevnes at jeg siste uke mottok BC/Inf.** ** August 1991. (Bulk Code) information circular til IMO fra United Kingdom. Dette beskriver undersøkelser av jernmalkonsentrater fra Carol Lake i Canada som oppfører seg temmelig likt MAF. Forsøkene er utført på forskjellig måte, men som jeg ser det er konklusjonene de samme.

- × Sirkulæret fra UK er vedlagt uttalelsen. Jeg har også vedlagt
- × en kopi av forsiden av rapporten fra Warren Spring Laboratory som rapporten bygger på, slik at den kan rekvireres. Det går frem av denne rapporten at disse grove konsentratene har gitt "uforklarlige" forlis. Etter min mening kanskje av Finnbaltic-

nen.
 til tårn og og over seg på de av tillatt skipnings-
 som beskrives i disse rapporter sammensvarer godt
 linnas arbeide. Den tørre sligen på toppen av haugen
 te på bunnen vil ha liten skjærholdfasthet.

Knut L Sandvik

FRÅGA 3. MAF, KBF og OLE skiller seg betydelig fra hverandre når det gjelder fuktighetsområde område for sikker skipning etter Runnolinnas arbeide og etter min oppfatning. Dette har ha flere årsaker, den viktigste er den "trange" siktanalysen for MAF. Av siktanalysen i brev av 14.3.91 fra Ratarukki fremgår at godsmengden mindre enn 0.1 mm bare er 8,2 %. Mesteparten ligger mellom 0.1 og 1 mm. Dette betyr at det blir en liten overflate (yta) til å holde på vann og liten berörning mellom enkeltkorn og heller ikke grove korn til å stabilisere det hele. Hadde til eksempel MAF blitt brukt til støpesand, ville den gitt en meget svak betong. Dette er litt grovere enn men ellers temmelig likt Carol Lake konsentratet fra Canada beskrevet i sirkulæret fra UK. OLE derimot er under prosessen malt langt ned og består av en meget stor andel fingods og har såvidt jeg vet ikke partikler over 0.2 mm i det hele tatt. Den minner mer om vår norske Sydvarangerslig som hadde en tillatt skipningsfuktighet på 8.6 % i 1991 og hvor dreneringen etter arbeider av Stavang på 50-60 tallet er meget langsom. KBF holdt ifølge LKABs produkthåndbok for 1991 28 % mindre enn 0.1 mm og samtidig 38 % grovere enn 1 mm. Jeg venter derfor at dette godset skal være mer stabilt enn MAF, spesielt i tørr tilstand.

FRÅGA 4. Lagring utomhus har i seg selv ingen påvist innvirkning på sligens skipningssikkerhet. Runnolinnas undersøkelse antyder at magnetisert gods kan få en mindre tett pakning enn umagnetisert. Lös pakning kan være ugunstig for stabiliteten. Sligen vil bli magnetisert ved separasjonsprosessen. Denne magnetisering vil avta med mekanisk påvirkning som omlasting og kanhende også ved lagring. Virkningen er sannsynligvis liten.

Viktigere er det at fukthalten kan endre seg både ved at en kan få nedbør på sliglageret, som øker fukthalten og at vann drenerer vekk fra slighaugen, noe som minsker fukthalten. For de grove sliger som LKAB produserer, dominerer nok dreneringen. Lagringen kan derfor medføre tørrere slig, noe som påvirker oppførselen ombord.

FRÅGA 5. Som det fremgår av svaret på fråga 3. anser jeg at graden av finkornighet har stor betydning for hvilke fuktighetshalter en kan transportere trygt. Dette vil invirke både på flytegrense og på drenering. Sannsynligvis er dreneringsproblematikken viktigst for grovkornige sliger som MAF. For de senere tids hendelser har disse egenskaper vært lite undersøkt fordi de ble ansett av liten betydning. Nye forlis har endret dette forhold og nå har vi både undersøkelsene i forbindelse med Finn-Baltic ulykken og de britiske undersøkelser, som har pågått over lengre tid. Noen direkte matematisk relasjon mellom flytegrense, og drenering og kornstørrelse lar seg vanskelig stille opp. Vi håper at våre undersøkelser ved hjelp av INVELOP apparaturen vil gi oss en bedre mulighet til å skille ut sliger som trenger spesielle tiltak utover tørking.

Side 2 Kont / Samoly

FRÅGA 6. Det er vanskelig å besvare spørsmålet om gunstigste lastemåte uten å ha sett prammen med last eller i det minste fortografier/skisser av alternativene. Jeg vil derfor nøye meg med å si at IMO reglene sier at lasten skal "be trimmed reasonably level to the boundaries of the cargo space." Dette er en formulering jeg var med å anbefale og jeg står ved den. Ut fra dette følger at jeg anser det fordelaktig at lasten jevnes ut mot sipets sider. Dette er ikke mindre viktig ettersom friksjonen mellom lasterummets/dekkets bunn og lasten kan bli liten når vannet drenerer mot bunnen slik det er påvist ved de britiske undersøkelsene. Skipets sider vil hindre glidning når skipet ruller. Videre bidrar en trimming med mekanisk utstyr til at lasten komprimeres, noe som ninsker drenering og øker stabilitet. En slik fremgangsmåte stemmer også med konklusjonen i sirkulæret fra UK. Når det gjelder vibrasjonen i fartøyets skrog viser rapporten fra UK at den har liten innvirkning på sligens tetthet. Dreneringsforløpet tar derimot lang tid og effekten av dette kan blandes sammen med effekten av vibrering.

FRÅGA 7. Dette er et vanskelig spørsmål. Mitt inntrykk er at IMOs bulkkode er ombord i de fleste generelle lasteskip. Hvor lett det er for sjöfolkene å forstå det som står der kan være et annet spørsmål. I IMO arbeidet har det vært viktig å skrive reglene slik at de kan forstås ved gjennomlesning. IMOs bulkkode skiller ikke mellom forskjellige konsentrater, da kunnskap om forskjellen mellom dem saknes. Det har, som jeg har skrevet, vært rapportert om "uforklarlige ulykker" der IMO-reglene har vært fulgt, både for jernmalm og fine kull. Dette kan mulignes være malmer som oppfører seg som MAF. Dette er bakgrunnen til at IMO de seneste årene har tatt opp arbeidet med bulklaster på nytt, spesielt på britisk og japansk initiativ.

Min oppfatning av å lese sjöfolkenes vitneforklaringer i forbindelse med FinnBaltics forlis, er at den kunnskap de har, ikke kan være bedre slik som regelverket er. Da den alminnelige kjennskap til hvordan slike konsentrater skal transporteres er mangelfull kan ikke sjöfolkene forutsettes å ha større teoretisk kunnskap enn dem som skriver reglene.

S. 6. 3

Knut Sundby

Katsaus sääolosuhteisiin 21-27.12.1990.

21.12

Pohjois-Ruotsi ja Suomi kuuluivat matalapaineen alueeseen. Matalapaine liikkui päivän kuluessa hitaasti itään ja lumisade muuttui ajoittaiseksi.

Sää Luulajassa klo 8 - 17.30 : Luoteenpuoleista tuulta noin 3 m/s, pilvistä ja ajoittaista heikkoa lumisadetta. Lämpötila -3...-4 astetta.

Sää lähtöhetkellä : Tuuli 330/noin 3 m/s , näkyvyys 7 km, heikkoa lumisadetta, lämpötila -3 astetta.

Sää reitillä Luulaja - Raahen klo 17.30- 01.00 : Pohjoisenpuoleista tuulta 3-7 m/s , näkyvyys 10-20 km , pilvistä ja enimmäkseen poutaa, lämpötila -4...-6 astetta.

Sää Raahessa klo 01: Tuuli 360/ 5 m/s , näkyvyys 20 km , pilvistä ja poutaa , lämpötila -4 astetta.

22.12

Skandinaviaan muodostunut korkeanselänne vahvistyi ja alkoi liikkua kohti Suomea. Sää oli heikkotuulinen ja pilvinen , ajoittain satoi heikkoa lumisadetta , iltapäivällä pilvipeite alkoi rakoilla. Lämpötila oli -5...-10 astetta.

23.12

Korkeanselänne heikkeni ja kaakonpuoleinen ilmavirtaus voimistui. Lumisade alkoi aamulla ja jatkui koko päivän, iltayöllä esiintyi myös ajoittaista alijäähtynyttä vesisadetta. Lämpötila oli aamulla noin -5 astetta ja nousi keskiyöllä lähelle nollaa.

24.12

Navakkaa lounaanpuoleista tuulta. Sää oli pilvinen ja aamuyöllä satoi ajoittain tihkua, aamusta alkaen poutaa. Lämpötila oli aamulla +1 ja keskiyöllä +4 astetta.

Sää oli Raahessa klo 20-23 : Tuuli 200/11-13 m/s, näkyvyys 8-10 km , pilvistä ja poutaa. Lämpötila +4 astetta.

25.12

Perämerellä vallitsi navakka tai kova etelänpuoleinen ilmavirtaus.

Sää Raahessa klo 11-14 : Tuuli 180-190/13-15 m/s , näkyvyys 10 km , pilvistä ja poutaa , lämpötila +2 astetta.

Klo 14-20 : Tuuli 190-210/10 -14 m/s , näkyvyys 10-20 km , pilvistä ja poutaa , lämpötila +1...+2 astetta.

Klo 20-02 : tuuli 170-200/7-10 m/s , näkyvyys 10-12 km , pilvistä ja poutaa , lämpötila +1...+2 astetta

26.12

Klo 02-08 : Tuuli 150-170/7-10 m/s , näkyvyys 8-12 km , pilvistä ja Merenkurkun tienoilla esiintyi ajoittaista vesi- tai räntäsadetta , lämpötila +1...+2 astetta.

Klo 08-14 : Tuuli 170-180/10-13 m/s , näkyvyys 10-15 km , pilvistä ja poutaa , lämpötila +1...+2 astetta.

Klo 14-20 : Tuuli 170-180/10-15 m/s , näkyvyys noin 10 km , pilvistä ja paikoin tiikusadetta , lämpötila +2...+3 astetta.

Klo 20-02 : Tuuli 170-190/10-14 m/s , näkyvyys noin 10 km , pilvistä ja jatkuvaa vesisadetta , lämpötila +2...+3 astetta.

27.12

Klo 02-05 : Tuuli 180-190/11-13 m/s , näkyvyys noin 10 km , pilvistä ja ajoittaista vesisadetta , lämpötila +3 astetta.

Klo 05-08 : Tuuli 160-190/13-15 m/s , näkyvyys 5-10 km , pilvistä ja paikoin heikkoa vesisadetta , lämpötila +1...+2 astetta.

Klo 08-11 : Tuuli 160-180/15-17 m/s , näkyvyys 5-10 km , pilvistä ja poutaa , lämpötila +1...+2 astetta.

Klo 11-14 : Tuuli 180-190/16-18 m/s , näkyvyys 3-5 km , pilvistä ja utuista , Russarön havaintoasemalla alkoi heikko räntäsade klo 12.05 , lämpötila +1...+2 astetta.
Suurimmat puuskat olivat 21-24 m/s.

Klo 14-17 : Tuuli 180/17-19 m/s , näkyvyys 8 km , pilvistä ja räntäsadetta , joka lakkasi klo 14.05, lämpötila +2...+3 astetta.

Klo 17-20 : Tuuli 180-190/17-18 m/s, näkyvyys 7 km , pilvistä ja
klo 18.25 jälkeen heikkoa vesisadetta , lämpötila +3...+4 astetta.

Sademäärä.

21.12 klo 08 - 20 Luulajassa 0.7 mm

Matkalla Luulajasta Raahen 0 mm

21.12 klo 20 - 22.12 klo 08 0 mm

22.12 klo 08 - 23.12 klo 08 n. 1 mm

23.12 klo 08 - 24.12 klo 08 n. 7 mm

24.12 klo 08 - 25.12 klo 08 0 mm

25.12 klo 08 - 26.12 klo 08 n. 0 mm

26.12 klo 08 - 26.12 klo 20 n. 0 mm

26.12 klo 20 - 27.12 klo 08 n. 6 mm

27.12 klo 08 - 27.12 klo 12.30 n. 0 mm

Arvioitu kokonaissademäärä noin 15 mm.

Sääaineisto on pääosin koottu ilmatieteen laitoksen pintakartoista, sääasemien havaintopäiväkirjoista, sadeasemien päiväkirjoista ja automaattisten tuuliasemien mittaustuloksista . Osa sääainestosta on saatu luotsiasemien päiväkirjoista.

Ilmatieteen laitoksen sääaineisto :

Pintakartat (1:3 300 000) :

21 - 26.12.1990 00,03,06,09,12,15,18,21 UTC

27.12.1990 00,03,06,09,12,15,18 UTC

Säähavaintokirjat :

Kemi,Kemi 1,Oulu,Hailuoto Ojakylä ja Marjaniemi 21- 25.12.1990

Kruunupyy ja Vaasa 21-26.12.1990

Valassaaret 22 -27.12.1990

Mässkär,Moikipää,Kristiinankaupunki,Pori,Mäntyluoto,Kuuskajaskari,

Isokari,Kumlinge,Turku,Russarö ja Utö 25-27.12.1990

Tuuliasemien havainnot :

Raahe 24-25.12.1990

Hanko Tulliniemi,Bogskär jaHarmaja 26-27.12.1990

Sadeasemien havaintokirjat:

Pattijoki (Jokela ja Ylipää),Rymättylä,Turku (vesilaitos),Parainen,
Korppoo,Houtskari ja Kemiö.

Luotsiasemien sääaineisto :

Raahen,Tankarin,Kaskisten,Rauman,Kustavin,Turun,Hangon ja Utön
luotsiasemien päiväkirjat.

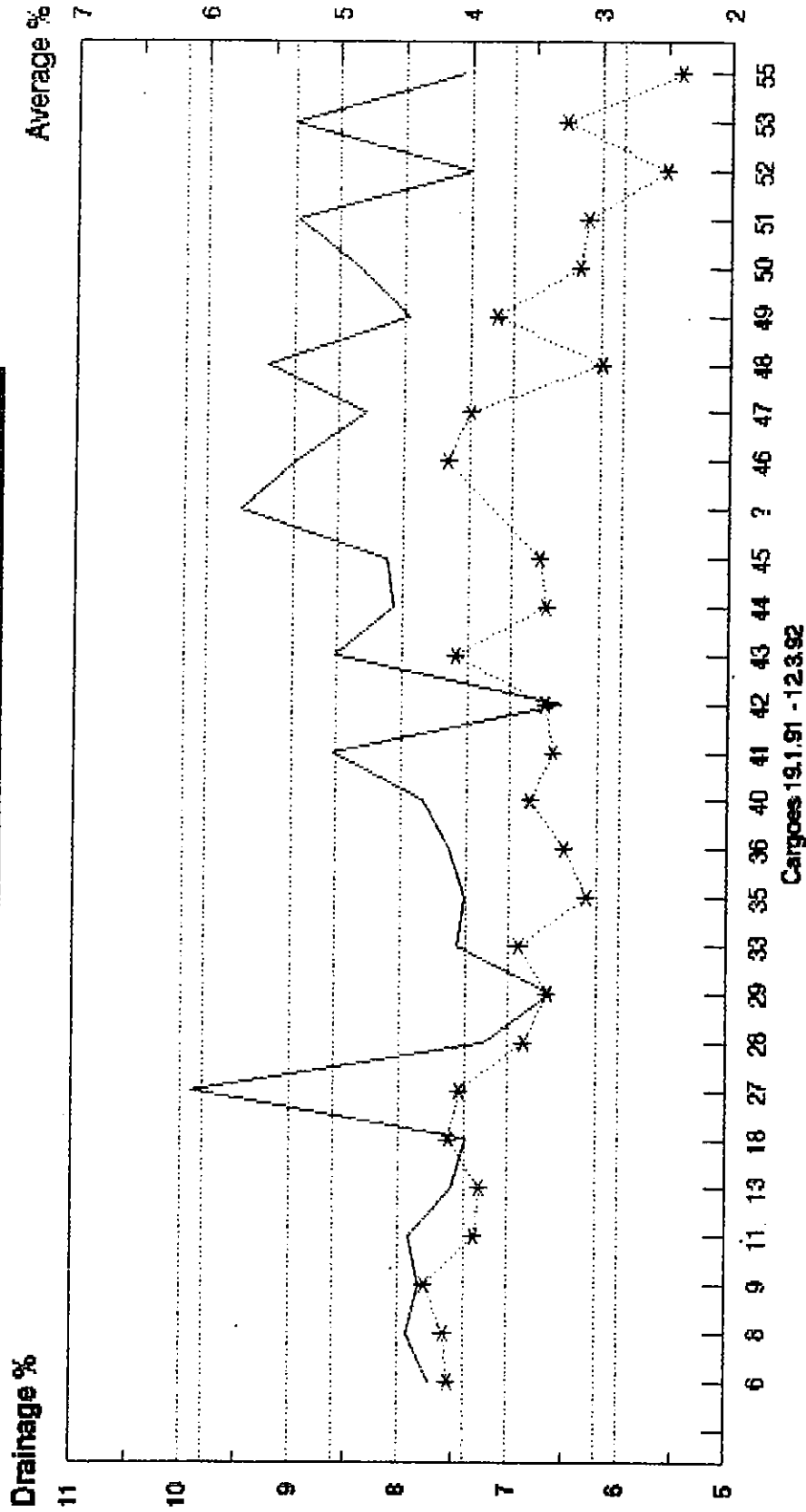
RAUTARIKASTELASTISSA OLLLEILLE ALUKSILLE SATTUNEET ONNETTOMUUKUDET VUOSINA 1990-1991

Onnettomuuspäivä	Alus	Onnettomuuden laatu	Kuolleita
1990			
16.3.	FEDERAL RHINE	Rautamalmibrikettilasti kuumeni Pohjois-Atlantilla. Kansiluukut jouduttiin poistamaan merellä.	-
4.8.	PASITHEA	Lähti 150 000 tonnin rikastelastissa pyörremyrsky Vermonin lähestyessä. Katosi.	31
18.9.	ALGARROBO	Katosi rautarikastelastissa matkalla Chilestä Japaniin.	32
27.12.	FINN-BALTIC	Kaatoi rautarikastelastissa Hangon edustalla.	8
1991			
12.1.	PROTECTOR	Upposi Pohjois-Atlantilla.	33
21.1.	CONTINENTAL LOTUS	Upposi välimerellä runkolevyjen repeytyttyä	38
10.2.	CEREGI	Upposi törmättyään rautarikastelastissa yhteen tankkerin kanssa.	1

10.2.	SALVIA	Upposi 150 000 tonnin rautarikastelastissa. Ennen uppoamista havaittiin vuotoja keulassa.	-
17.4.	MINERAL DIAMOND	Katosi rautarikastelastissa hirmumyrsky Fifiin aikana.	?
20.5.	BERLISA	Sai rautarikastelastissa vuodon ruumaan. Pelastui hätäsatamaan.	-
23.5.	KASHEE	Sai rautarikastelastissa ison vedenalaisen repeämän sivutankkiin.	-
7.7.	MANILA TRANSPORTER	Lastina rautarikastetta. Rungon halkeamat aiheuttivat vuotoja. Miehistö jätti aluksen.	-
6.8.	BLOOMING ORCHARD	Sai rautarikastelastissa suuria vuotoja yhteen lastiruumaan. Hinattiin hätäsatamaan.	-
24.8.	MELETE	Sai rautarikastelastissa repeämän ykkösrumaan Intian Valtamerellä ja upposi.	25
13.11.	SONATA	Kallistui pellettilastissa vuodon seurauksena. Katkesi myöhemmin hinauksen aikana ja upposi.	-
27.11.	ENTRUST FAITH	Sai rautarikastelastissa halkeamia ykkösruman sivuun. Ankkuroitui aluksi, mutta upposi myöhemmin hinauksen aikana.	-

TREND OF MAF AVERAGE MOISTURE AND DRAINAGE

On voyage from Luleå to Northern Baltic



Bottom Average total cargo

mafirend 10.4.92/vdx

SUURONNETTOMUUKSIEN TUTKINTASELOSTUKSIA

- 1/1986 Tutkintaselostus ro-ro-alus M/S Karelialle Gotska Sandön läheisyydessä 23.3.1986 tapahtuneesta merionnettomuudesta.
Saatavana myös ruotsinkielisenä.
- 2/1986 Tutkintaselostus Lapualla 6.12.1986 ja Turengissa 12.12.1986 tapahtuneista junaonnettomuuksista.
Tiivistelmä saatavana ruotsinkielisenä.
- 1/1987 Yhteenveto Kotkassa 15.1.1987 ja Haminassa 28.1.1987 havaittujen kemikaalivuotojen tutkimuksista.
- 1/1988 Tutkintaselostus Lempäälän kanavassa 3.7.1988 tapahtuneesta veneonnettomuudesta.
- 2/1988 Tutkintaselostus lentokoneelle OH-EBA Ilmajoella lentokentän läheisyydessä 14.11.1988 tapahtuneesta lento-onnettomuudesta.
Lyhennelmä saatavana englanninkielisenä.
- 1/1989 Tutkintaselostus Helsinki-Vantaan lentoaseman alueella 23.2.1989 lentokoneelle Fairchild Swearingen Merlin III SA226T, N26RT tapahtuneesta lento-onnettomuudesta.
Saatavana myös englanninkielisenä.
- 2/1989 Tutkintaselostus Neste Oy:n Porvoon tuotantolaitosten varastosäiliön R-2 tulipalosta 23 - 24.3.1989.
- 3/1989 Tutkintaselostus Tebostar - Laduskinin yhteentörmäyksestä Gotlannin lounaispuolella 5.9.1989.
Saatavana myös venäjänkielisenä, tiivistelmä ruotsin- ja englanninkielisenä.
- 4/1989 Tutkintaselostus Haminan Poitsilan ratapihalla 27.8.1989 tapahtuneesta säiliövaunupalosta ja transitoliikenteen riskeistä Kymen läänissä.
Saatavana myös venäjänkielisenä.
- 2/1990 Tutkintaselostus puskija Finnin ja proomu Balticin kaatumisesta Hangon edustalla 27.12.1990.
- 1/1991 Tutkintaselostus turkkilaisen Boeing 727-lentokoneen TC-RUT aiheuttamasta vaaratilanteesta Helsinki-Malmin lentoaseman läheisyydessä 23.5.1991.
Saatavana myös englanninkielisenä.

2/1991 Tutkintaselostus Taipalsaarella 14.6.1991 tapahtuneesta miehistönkuljetus-
panssarivaunun uppoamisesta.

ISBN 951-47-6276-2
ISSN 0783-0769

Valtion painatuskeskus
Kruununhaan VALTIMO
1992