



Tutkintaselostus

C 3/1997 M

Ruoppaaja KUOKKA PEKKA 5, kaatuminen Olkiluodon edustalla 19.4.1997

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



TIIVISTELMÄ

Hinaaja NICO oli 19.4.1997 etenemässä hinattavineen Olkiluodon edustalla matkalla Kotkasta Mäntyluotoon, kun hinausletkan viimeinen alus, ruoppaaja KUOKKA PEKKA 5 kaatui klo 17.02. Hinausletka pystyi jatkamaan matkaansa Tahkoluotoon, jossa ruoppaaja käännettiin oikeaan asentoon ja tutkittiin. Tutkinnassa ilmeni, että ruoppaajan kannella oleva luukku oli ollut raollaan ja vettä oli päässyt merenkäynnissä sen kautta vasempaan vintturitilaan, minkä johdosta alus menetti vakavuutensa.

SUMMARY

CAPSIZING OF DREDGER KUOKKA PEKKA 5 OFF OLKILUOTO 19TH APRIL 1997

Tug NICO was towing a barge and dredger, KUOKKA PEKKA 5 from Kotka to Mäntyluoto 19th of April 1997. During the last part of the voyage, from Rauma to Mäntyluoto, the dredger capsized off Olkiluoto at 17.02. The tug was able to continue the tow the dredger being upside down. Investigation showed that the reason of this accident was a hatch left partly unlocked. During the voyage after Rauma on open sea, waves gradually filled the left winch room through this hatch. Finally the dredger lost its stability and capsized.



SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	I
SUMMARY.....	I
ALKULAUSE.....	1
1 ONNETTOMUUDEN YLEISKUVAUS JA TUTKINTA.....	2
1.1 Alukset.....	2
1.1.1 Yleistiedot.....	2
1.1.2 Katsastusasiakirjat ja liikennerajoitukset.....	4
1.1.3 Miehitys.....	4
1.1.3 Ohjaamo ja sen laitteet.....	5
1.2 Onnettomuustapahtumat.....	6
1.2.1 Hinausmatkan valmistelu ja matkan alkuosa.....	6
1.2.2 Sääolosuhteet 19.4.1997.....	7
1.2.3 Onnettomuusmatka.....	9
1.3 Pelastustoimet.....	10
1.3.1 Toimenpiteet kaatumisen jälkeen.....	10
1.3.2 Aluksen hinaus suojaan.....	10
1.3.3 Aluksen kääntäminen.....	12
1.3.4 Aluksen vauriot.....	13
1.4 Onnettomuuden tekninen tutkinta.....	13
1.4.1 Haveristin tutkinta.....	13
1.4.2 Tapahtuman laskennallinen arviointi.....	15
1.4.2.1 Vakavuustarkasteluja.....	15
1.4.2.2 Vuototarkasteluja.....	18
1.4.2.3 Aluksen liikkeet merenkäynnissä.....	19
1.4.2.4 Tulosten yhdistely.....	24
2 ANALYYSI.....	27
2.1 Hinauksen valmistelu.....	27
2.2 Ruoppaajan tiiviiden tarkistukset.....	27
2.3 Hinauksen suoritus.....	28
2.3.1 Matkan vaiheet.....	28
2.3.2 Säätila ja sen seuranta.....	28
2.3.3 Hinattavien tarkkailu.....	29
2.4 Ruoppaajan kaatuminen.....	29



2.4.1 Veden tulon luonne	30
2.4.2 Ruoppaajan vakavuusominaisuudet	30
2.5 Pelastustoimien arviointi	31
2.5.1 Hinausmiehistön mahdollisuudet toimia	31
2.5.2 Hinaus turvaan	32
3 JOHTOPÄÄTÖKSET	33
3.1 Kaatumiseen johtanut tapahtumaketju	33
3.2 Onnettomuuteen vaikuttaneita taustatekijöitä	33
3.3 Tutkinnassa esiin tulleita taustatekijöitä	33
4. SUOSITUKSET	35

LÄHDELUETTELO

KIRJALLISET LÄHDEVIITTEET

ALKULAUSE

Onnettomuustutkintakeskus sai tiedon Olkiluodon edustalla tapahtuneesta ruoppaaja KUOKKA PEKKA 5:n kaatumisesta 19.4 klo 19.30 Turun meripelastuskeskukselta. Onnettomuustutkintakeskus päätti 21.4.1997 käynnistää tapahtuneesta virkamiestutkinnan. Tutkijaksi määrättiin johtava tutkija Martti **Heikkilä** Onnettomuustutkintakeskuksesta. Tutkintaan on osallistunut Onnettomuustutkintakeskuksen asiantuntija tekniikan lisensiaatti Olavi **Huuska**.

Tutkija oli paikalla aluksen kääntämisen yhteydessä Tahkoluodon satamassa 24.4.1997. Porin tekniselle rikostutkimuskeskukselle lähetettiin virka-apupyyntö, jonka perusteella rikostutkimuskeskus on tehnyt alukselle teknisen tutkinnan.

Aluksen päällikkö antoi meriselityksen Turun käräjäoikeudessa 6.6.1997. Tutkija oli paikalla tilaisuudessa.

Tutkinnassa on tehty aluksen vakavuuslaskelmia ja täyttyvyyslaskelmia aallokossa.

1 ONNETTOMUUDEN YLEISKUVAUS JA TUTKINTA

1.1 Alukset

Kyseessä oli kolmen aluksen muodostama hinausletka: hinaaja NICO, proomu SÄRKKÄ II sekä ruoppauslautta KUOKKA PEKKA 5. Lisäksi proomussa oli lastina hinaaja KOLI.

1.1.1 Yleistiedot

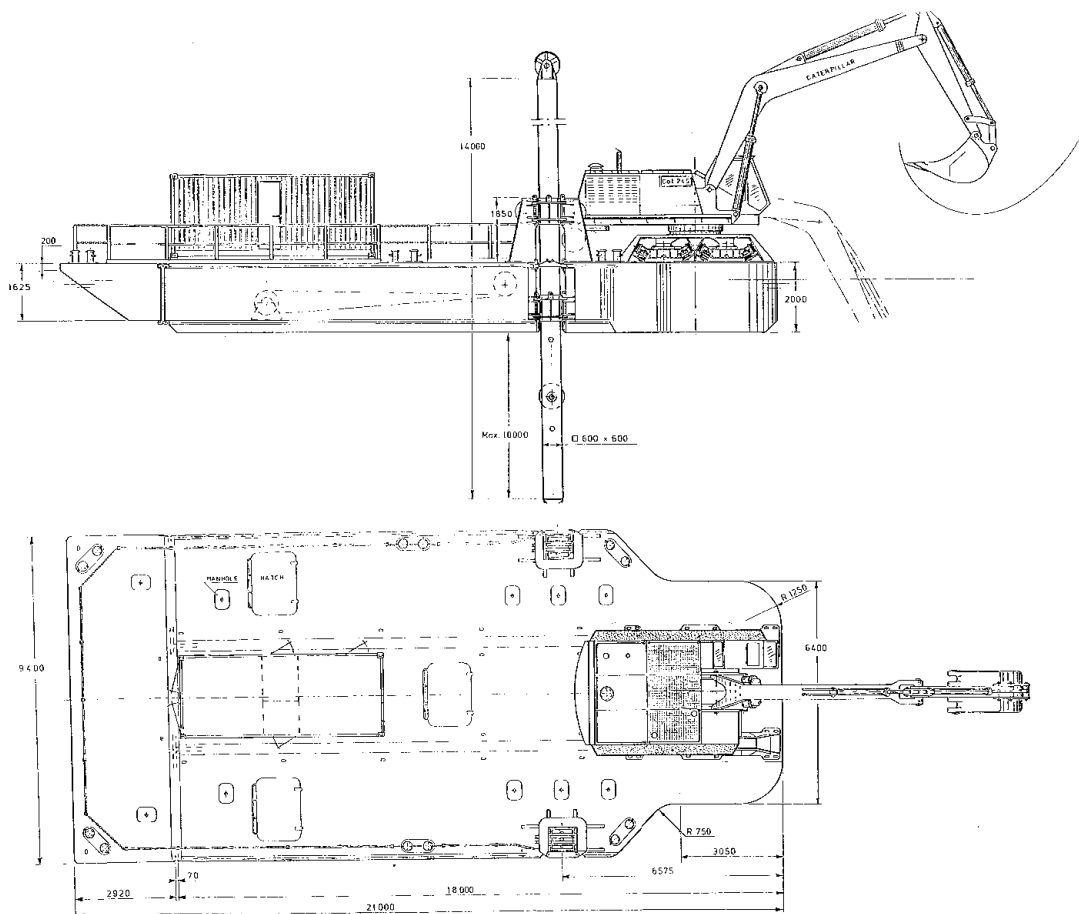


Kuva 1. Hinaaja NICO.

Hinaaja

Nimi	NICO
Omistaja	Auvo Pitkänen
Tunnuskirjaimet	01Q1
Rakennusvuosi	1983/muutoksia 1995
Rakennuspaikka	Kokkola/Kotka
Rakennusmateriaali	teräs
Mittapituus	13,52 m
Leveys	6,0 m
Syväys, suurin	3 m
Luokka	Merenkulkuhallitus
Henkilömäärä	2+2
Bruttovetoisuus	41

Pääkoneet	1 kpl Caterpillar 3508
Kokonaisteho	746 kW
Paaluveto	132 kN
Keulapotkuri	88 kW
Vintturi	15 kN
Liikennealue	Kotimaan liikenne (katsastustodistus 16.11.1994)



Kuva 2. Ruoppaaja KUOKKA PEKKA 5.

Ruoppaaja

Nimi	KUOKKA PEKKA 5
Omistaja	Terra-Mare Oy
Tunnuskirjaimet	ei ole
Rakennusvuosi	1984
Rakennuspaikka	Rymättylä
Rakennusmateriaali	teräs
Suurin pituus	21,00 m
Mittapituus	20,16 m
Leveys	9,40 m
Korkeus	2,0 m
Syväys	noin 1,7 m



Luokka	Merenkulkulaitos
Henkilömäärämäärä	5 (työssä)
Bruttovetoisuus	104
Nettovetoisuus	32
Liikennealue	Kotimaa I

Ruoppaajan runko koostuu kolmesta pitkittäisestä ja yhdestä poikittaisesta keulassa olevasta ponttonista, jotka on liitetty hakaskiinnityksellä toisiinsa. Ponttonien sisätilat toimivat vintturitiloina, varastoina ja polttoainetankkeina. Niihin on pääsy kannella olevien luukkujen kautta. Perässä on kiinteästi asennettu kauhanosturi, jonka nostovarsi on hinausten aikana sijoitettu kauhan kohdasta liikkumisen estävien, kanteen hitsattujen teräslappujen väliin. Aluksen paikallaan pitoa varten ruoppaustilanteessa aluksen sivuilla on nostettavat/laskettavat tukijalat. Lisäksi kannella on kontti työntekijöiden oleskelua varten, dieselaggregaatti ja pienempiä varusteita. Haverimatkan aikana aluksen keulaponttoni oli täynnä painolastivettä. Aluksen keskiosassa sijaitsevissa polttoainesäiliöissä oli polttoainetta. Merenkulkulaitos ei vaadi alustyyppille vakavuuslaskelmia.

Proomu

Nimi	SÄRKKÄ II
Tarkoitus	Maa-aineksen kuljetus
Pituus	34 m
Leveys	3,5 m

Haverimatalla proomun ruumassa oli lisäksi lastina hinaaja KOLI, pituus 10 m, leveys 3,5 m. Arvioitu kokonaiskorkeus tässä lastitilanteessa hinaaja Kolin hytin yläreunaan noin 3,5 m.

1.1.2 Katsastusasiakirjat ja liikenne rajoitukset

Hinaaja NICO oli katsastettu 10.1.1997 ja hyväksytty talviliikenteeseen talvikautena 96–97. Peruskatsastus oli tehty 16.11.1994 ja alus oli hyväksytty käytettäväksi 15.11.1999 saakka. Katsastustodistuksessa oli määritelty liikennealueeksi kotimaan liikenne ja rajoitukseksi enintään 12 tunnin yhtämittainen ajoaika.

KUOKKA PEKKA 5 oli katsastettu 25.4 - 15.6.1995, jolloin oli tehty pieniä vaurioiden korjauksia. Alus oli hyväksytty liikennealueelle kotimaa I käytettäväksi 6.8.1997 saakka. Rajoittavana tekijänä on ponttonien hakaskiinnitysrakenne. Ruoppaajalta ei ole vaadittu vakavuuslaskuja, koska se työskentelee tukijalkojen varassa.

Ruoppaaja oli ollut talven seisokissa.

1.1.3 Miehyys

Hinaajassa oli kolmen hengen miehistö.

Päälliköllä (s. 1941) on sisäliikenteen laivurin ja alikonemestarin kirja. Terra - Maren tehtävissä hän oli ollut vuodesta 1972. Vuodesta 1988 lähtien hän on omistanut hinaaja NICO:n.

Kansimiehellä (s. 1964), joka oli ohjaamossa haverin tapahtuessa, on laivurintutkinto ja hän on tehnyt tilapäisiä töitä NICOLLa.

Aluksella oli mukana myös toinen kansimies (s. 1947).

1.1.3 Ohjaamo ja sen laitteet

Ohjaamon merenkulkulaitteet: tutka Furuno G7S, Autopilot 728 MK II ja kompassi. Ikkunoista on näkyvyys joka suuntaan. Taaksepäin on kaksi suurempaa ja kaksi pienempää ikkunaa. Näkyvyyttä taaksepäin häiritsee savupiippu.



Kuva 3. Hinaaja NICO:n ohjaamo.



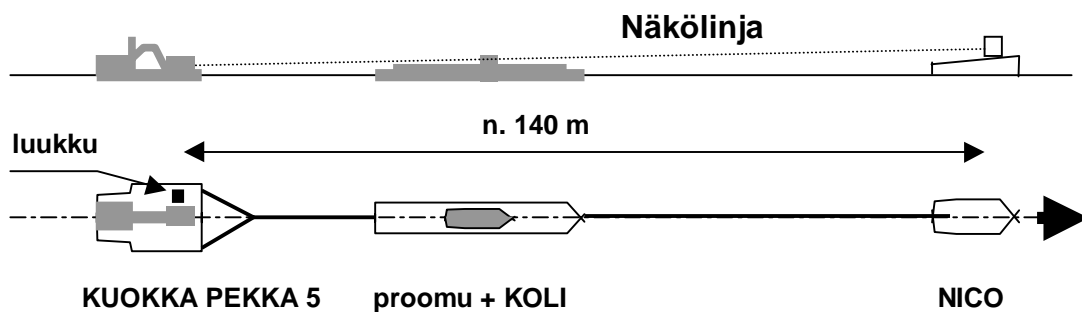
Kuva 4. Näkyvyys taakse ohjaamosta.

1.2 Onnettomuustapahtumat

Seuraavat tiedot on koottu lokikirjasta, merionnettomuusilmoituksesta, Porin rikostutkimuskeskuksen raporteista, valokuva- ja videomateriaalista, Turun käräjäoikeudessa pidetyn meriselityksen pöytäkirjasta sekä keskustelumuiستioista matkalla mukana olleiden kanssa.

1.2.1 Hinausmatkan valmistelu ja matkan alkuosa

Hinausletka koostui seuraavasti: hinaaja 14 m + hinaoustouvi 60 m + proomu 34 m + touvi 30 m + ruoppaaja 20 m, yhteensä noin 158 m.



Kuva 5. Hinausjärjestely.



Hinauskatsastus. Hinausjärjestelylle tehtiin hinauskatsastus Kotkassa 10.4.1997. Katsastuspöytäkirjan mukaan kaikki oli kunnossa. Pöytäkirjassa oli mainittu muun muassa:

- Kaikki aukot oli todettu suljetuiksi vesitiiviisti.
- Tankkien tuli olla joko täynnä tai tyhjinä.
- Hinattavilla oli oltava riittävä perätrimmi.
- Vesiviiva ei näkynyt, mutta alusten syväyttä oli mahdollista seurata.
- Katsastuksen tarkistuslistan "hinausjärjestely oheisen liitteen mukaan" – liitettä ei ole aineistossa.

Rajoituksina hinauksen aloittamiselle olivat:

- Hinauksessa tuli käyttää sisäreittiä, koska tukijalat olivat yläasennossa.
- Hinausta ei saa aloittaa, jos tuulen nopeus on 12 m/s tai voimakkaampi tai aallon korkeus on 2 m tai korkeampi
Mainitut arvot eivät saa ylittyä 8 tunnin sääennusteessa. Mikäli arvot ylittyvät matkan aikana, on hakeuduttava suojaan.

Terra - Maren hinauksen valmisteluohjeista ei ole tietoa.

Alkumatka. Matka Kotkasta Mäntyluotoon tehtiin vaiheittain. Kotkassa letka oli saatettu hinauskuntoon. Ruoppaajan tukijalat oli nostettu kuljetusasentoon.

Kotkasta matkalle lähdettiin 12.4 ja sitä tehtiin sisäreittejä pitkin Lappohjan kautta Hiitisten Kasnäsiin, jonne hinattavat jätettiin 17.4, koska hinaajalla oli asiaa Mäntyluotoon. Sieltä se oli lähtenyt takaisin Kasnäsiin 18.4 klo 01.00 ja saapui hinattavien luo klo 20.30.

1.2.2 Sääolosuhteet 19.4.1997

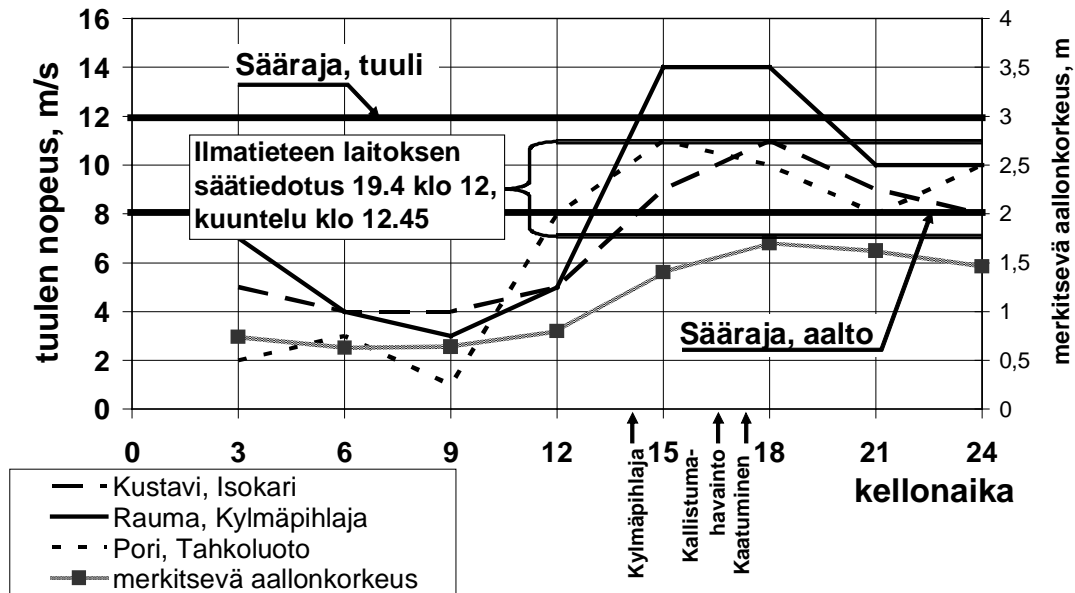
Radion merisäätiedotus klo 12.45 ennusti alueelle pohjoisenpuoleista tuulta 7-11 m/s.

Ilmatieteen laitokselta jälkeempään saatujen säätietojen mukaan ruoppaajan kaatumishetkellä Rauman edustalla Kylmäpihlajassa oli hyvä näkyvyys, tuulen suunta oli pohjoisesta ja sen voimakkuus 14 m/s. Tuuli oli voimistunut tällaiseksi klo 12 jälkeen, jolloin se oli ollut 5 m/s.

Aluksen päällikön kertoman mukaan meri oli vastainen ja aallokko jyrkkä tultaessa avomerelle Kylmäpihlajan ohi. Aluksessa olleet eivät arvioineet merenkäyntiä millään numeroilla. Merionnettomuusilmoitukseen on merkitty Pirskerin merivartioasemalta heti onnettomuuden jälkeen saadut säätiedot: tuuli NWN 8-12 m/s, kohtalainen merenkäynti, näkyvyys hyvä.

Pirskerin säätiedot eroavat Kylmäpihlajan tiedoista. Pirskeri on noin 30 km pohjoiskoilliseen Kylmäpihlajasta. Ilmatieteen laitoksen antamat Tahkoluodon säätiedot ovat: tuulen suunta pohjoinen, voimakkuus 10-11 m/s klo 15 ja 18. Kustavin Isokarin säätiedot vastaavat Tahkoluodon tietoja. Näyttää siltä, että Kylmäpihlajan lähistöllä oli paikallinen voimakkaan tuulen alue.

Tuulen nopeus havaintoasemilla 19.4.1997



Kuva 6. Haveriajankohdan sää tiedot.

Kuvassa 6 on esitetty sää tiedot, joihin on lisätty arvioitu merkitsevä aallonkorkeus. Se perustuu viitteen /Kahma/ nomogrammeihin. Niistä on saatu aallokkospektrien määrittämistä varten tarvittavat lähtöarvot: merkitsevä aallonkorkeus $h_{1/3}$ ja spektrin huipun periodi T_p . Lähtökohtana nomogrammeissa on tuulen nopeus, tuulen puhallusaika ja tuulen vapaa puhallusmatka (fetch). Arvioinnissa on likimääräisesti otettu huomioon voimistuvan merenkäynnin tilanne. Lisäksi arviointia on mutkistanut tuulen nopeuden ilmeinen huippu vain Kylmäpihlajan alueella. Sen vuoksi on käytetty tuulen nopeutta Tahkoluodossa ja pitkää tuulen puhallusmatkaa tai vaihtoehtoisesti tuulen nopeutta Kylmäpihlajassa ja lyhyttä puhallusmatkaa. Molemmat tavat johtavat likimain samaan tulokseen.

Veden syvyys on alusten hinausreitillä Kylmäpihlajan jälkeen 10... 20 m. Ennen Kylmäpihlajaa, Rihtniemen lähistöllä, veden syvyys on paikoin noin 5 m. Hinausreitillä länsipuolella veden syvyys on 20...40 m. Matalassa vedessä aallot lyhenevät ja jyrkkenevät. Vallitsevissa olosuhteissa aallokko muuttui, kun veden syvyys oli alle noin 25 m. Sen vuoksi jäljempänä on tarkasteltu ruoppaajan liikkeitä 10 m ja 20 m syvyisessä vedessä.

Tuulen ja aallokon suunta oli avomereltä, joten mitään maantieteellisiä esteitä hinauksen kohtaaman aallokon kehittymiselle ei ollut noin klo 13.30 jälkeen alusten ollessa Kylmäpihlajan eteläpuolella. Voimakkain tuuli ei kuitenkaan puhaltanut riittävän kauan, eikä tuuli ollut vakio riittävän suurella alueella täysin kehittyneen aallokon syntymiselle. Yllämainittujen nomogrammien avulla on arvioitu, että alukset kohtasivat Rihtniemestä Kylmäpihlajaan mennessä aallokon, jonka merkitsevä aallonkorkeus oli 0,4...0,6 m. Kylmäpihlajan jälkeen kohdattiin ensin matalaa aallokkoa, korkeus 0,6...1m, hinauksen edetessä 1...1,5 m ja lopulta aallonkorkeus oli 1,7 m. Haverin jälkeen tuuli ja aallokko alkoivat heiketä niin, että kaatuneen ruoppaajan hinaus Tahkoluotoon saatiin tehdä paremmassa säässä.

Kohdassa 1.4 on laskettu aluksen liikkeitä merenkäynnissä. Tällöin aluksen sijainnin perusteella on määritetty vallinnut tuuli ja veden syvyys. Näiden tietojen perusteella on valittu tilanteeseen sopiva aallokkospektri, josta edelleen on voitu laskea tarpeelliset liikesuureet. Tällä tavoin on laskennallisesti seurattu aluksen hinausreittiä kaatumiseen asti.

1.2.3 Onnettomuusmatka

Matkan viimeiselle osuudelle lähdettiin Kasnäsiestä 18.4 klo 21.00. Ruoppaaja oli ollut ankkuroituna jalkojensa varassa ja ne nostettiin ylös lukitustappien varaan. Ennen lähtöä tehtiin myös ruoppajaan kansiluukkujen lukitusten tarkistukset silmämääräisesti. Ruoppaajassa ei ollut havaittavaa kallistumaa.

Ilmatieteen laitokselta oli 18.4 kysytty säätiedotus, jonka mukaan tuulen voimakkuus tulisi olemaan alle 10 m/s, mikä oli alempi kuin annettu 12 m/s raja hinauksen aloittamiselle.

Vahtia ajettiin siten, että koko ajan oli kaksi miestä ohjaamossa. Matka eteni noin 4 solmun nopeudella sisäreittiä: Nauvon lossi ohitettiin 19.4 klo 00.40, Heponiemi 05.45 ja Nurminen 10.30. Yöosuus oli tyyni. Rihtniemi ohitettiin sisäväylää. Päällikkö kuunteli klo 12.45 merisäätiedotuksen, joka ennusti alueelle pohjoisenpuoleista tuulta 7-11 m/s. Kylmäpihlaja sivuutettiin klo 14.10, jolloin oltiin jo avomeriosuudella.

Kohdattu säätila (tuuli ja aallokko) olivat kuvan 6 mukaisia. Hinaus oli edennyt Rihtniemeen asti heikossa tuulessa (alle 5 m/s) ja pienessä aallokossa. Rihtniemen ohituksen aikana tuuli alkoi voimistua. Noin klo 12.30 hinausletka kääntyi väylää seuraten itään ja joutui sivuaallokkoon tuulen nopeuden ollessa jo noin 8 m/s. Noin klo 13 letka kääntyi 4,5 m väylälle kohti Kylmäpihlajaa vasta-aallokkoon veden syvyyden ollessa 5...10 m. Klo 14.10 letka ohitti Kylmäpihlajan tuulen nopeuden olessa noin 12 m/s. Tuuli voimistui edelleen Kylmäpihlajassa, saavuttaen nopeuden 14 m/s klo 15. Tällöin Tahkoluodossa tuulen nopeus oli 11 m/s. Pirskerin ilmoituksen mukaan onnettomuushetkellä tuulen nopeus oli 8...12 m/s. Kylmäpihlajassa tuulen nopeus pysyi vakiona klo 18 asti. Tahkoluodossa tuulen nopeus oli tällöin 10 m/s.

Kylmäpihlajan jälkeen kohdattiin matalaa mutta jyrkkää aallokkoa. Kurssi oli vasten aaltoja, suunta pohjoisluoteeseen. Hinausnopeutta säädettiin siten, ettei vesi tulisi ruoppajaan keulakannelle. Merikorttiin tehtyjen merkintöjen mukaan laskettuna aluksi nopeus oli 4,4 solmua, aallokon kasvaessa nopeutta lisättiin 5,6 solmuun, jotta hinattavat seuraisivat paremmin.

Kurssia muutettiin klo 15.16 suuntaan pohjoiskoillinen. Hinattava letka seurasi hinaajaa hyvin, avomerellä tuuli ja aallokko painoivat ruoppaajaa hieman oikealle. Ruoppajaan kannelle pärski vettä keulasta ja etuvasemmalta. Ruoppaaja ei kuitenkaan keinunut kovasti. Ruoppajaan jaloissa ei näkynyt mitään värinää. Suunnanmuutoksen jälkeen nopeus laski merikorttimerkintöjen pohjalta laskettuna ensin 4 solmuun, sitten 3,5 ja lopulta 2,8 solmuun juuri ennen kääntymistä itään klo 16.40.

Kansimies havaitsi kertomansa mukaan klo 16.20 KUOKKA PEKAN olevan "muutaman asteen" kallellaan hinaussuunnassa vasemmalle. Hän mainitsi siitä päällikölle. Ruoppaajaa alettiin nyt tarkkailla jatkuvasti. Päällikkö ilmoitti tilanteesta Terra - Marelle. Hinaajassa pohdittiin eri vaihtoehtoja tilanteesta selviämiseksi, mm. kääntymisestä myötäiseen. Kallistus paheni edelleen, jolloin päätettiin valita lyhin reitti suojaan kohti Olkiluotoa. Klo 16.40 otettiin kurssi itään, jolloin jouduttiin sivumereen. Kallistuma oli noin 10 astetta. Tavoite oli nyt päästä Susikarin syrjään ja laskea ruoppaajan jalat pohjaan. Nopeus oli nyt 4,6 solmua.

Ruoppaaja kaatui "kertalaakista" klo 17.02 merikorttiin merkityllä paikalla. Kaatumisen aikana kannella ollut dieselaggregaatti liukui yli laidan. Muuta liikennettä ei ollut tapahtumapaikalla. Kuvassa 7 olevassa reittipiirroksessa on näytetty hinausnopeus eri osuuksilla, tuulen suunta sekä kallistuman havaintopaikka ja kaatumispaikka. Hinausnopeus on laskettu ilmoitettujen kellonaikojen ja kartalta mitattujen etäisyyksien avulla.

1.3 Pelastustoimet

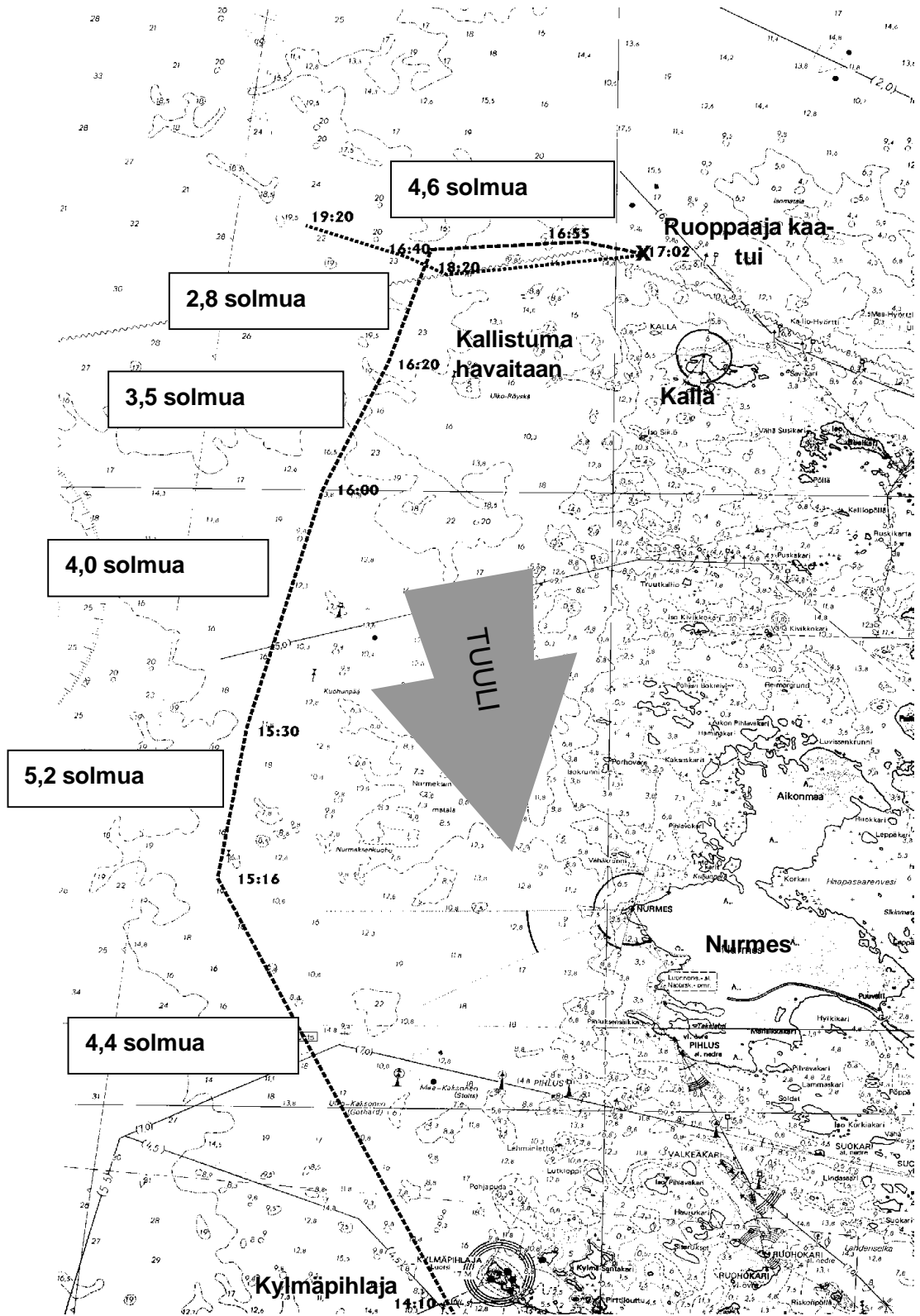
1.3.1 Toimenpiteet kaatumisen jälkeen

Päällikkö ilmoitti aluksen kaatumisesta heti Pirskerin merivartioasemalle ja tarkisti sää-tiedot onnettomuusilmoitusta varten. Pirskeristä kävi vartiovene tarkistamassa tilanteen. Vartioveneen miehistö huomasi pienen öljyläikän, jota hinaajasta ei ollut huomattu. Haverissa ei ihmishenkiä ollut vaarassa.

Päällikkö päätti jatkaa hinausta. Nyt ruoppaajan tukijalat olivat ylösalaisin, mikä lisäsi syväystä, joten oli lähdettävä syvään veteen. Kurssi otettiin länteen tavoitteena Tahkoluoto, jossa on tarvittava veden syvyys.

1.3.2 Aluksen hinaus suojaan

Hinausnopeus oli nyt 1-2 solmua. Tuuli oli edelleen pohjoisesta ja voimakkuus aluksi ennallaan, mutta heikkeni illan kuluessa. Sunnuntaina 20.4 klo 05.55 ruoppaajan kannelta (siis nyt "pohjasta") irtosi jotain. Luotsi otettiin kyytiin klo 16.00. Alukset olivat klo 19.45 kiinnitettynä Tahkoluodon laiturissa.



Kuva 7. Hinauksen reitti Rauman edustalla.

1.3.3 Aluksen kääntäminen



Kuva 8. Ruoppaaja ylösalaisin Tahkoluodossa jalkojen poiston jälkeen.

Alustavat pelastustyöt, joita johti teollisuusvakuutuksen valtuuttama henkilö, aloitettiin 21.4. Paikalla oli myös Terra - Maren henkilökuntaa sekä paikallisia sukellustyöntekijöitä. Lautan tukijalat saatiin nostettua pois tutkittaviksi sen jälkeen kun sukeltaja oli polttanut poikki jalkojen tukivaijerit ja matkakiinnitykset. Jalat nostettiin laiturille, eikä niissä havaittu merkittäviä vaurioita.

Kääntämistä varten tarvittiin riittävän tehokas nosturi, jonka paikalle saanti kesti muutamia päiviä. Kääntämistyö tehtiin 200 tonnin nostokykyisellä uivalla NOSTO-PEKKA -nosturilla 24.4. Sukeltajan avustuksella kiinnitettiin jalkojen aukoista lautan ympäri paksu vaijeri. Nostettaessa siitä ruoppaaja pyörähti hitaasti oikein päin ja jäi siihen asentoon nosturin kannattelemana.



Kuva 9. Ruoppaaja käännettynä lähes kokonaan.

Kun ruoppaaja oli käännetty kyljelleen, oli siitä lähes kaksi kolmasosaa veden alla, eli vain oikeanpuoleinen ponttoni oli pinnalla. Käännön jatkuessa tuli veden alta ilmaa kuplimalla ilmeisesti vasemman puoleisen ponttonin luukusta ja lisäksi vasemman puoleisen jalan kohdalta. Ilman tulo laantui hetken kuluttua. Kun ruoppaaja oli lähes pystyssä, valui vasemman luukun raosta vettä. Vasemman ponttonin vintturitila oli siis tällöin täynnä vettä.

Ruoppaajan keskimmäiseen ja vasemmanpuoleiseen ponttoniin asetettiin uppopumppu ja ne imettiin tyhjäksi, jolloin nosturin kannatusapu voitiin lopettaa. Ruoppaaja jäi kellumaan hieman vinoon asentoon. Käännön aikana kaivurin kauhan väliaikaiset kiinnitykset (sukeltajan asentamat) olivat pettäneet, jolloin kaivinkone ja nostovarsi olivat kääntyneet sivuun keskilaivalta noin 30 astetta kallistaen alusta.

1.3.4 Aluksen vauriot

Teknisen tutkinnan tuloksena ennen ja jälkeen kääntämisen todettiin ruoppaajan kunto ja vauriot seuraaviksi:

- hinaustouvit olivat kunnossa
- tukijaloissa ei ollut merkittäviä vaurioita
- ruoppaajan pohjassa oli vain pieniä normaalista käytöstä johtuneita naarmuja

1.4 Onnettomuuden tekninen tutkinta

1.4.1 Haveristin tutkinta

Porin tekninen rikostutkimuskeskus aloitti tutkinnan 21.4 Tahkoluodon satamassa, jolloin ruoppaaja oli kiinnitettynä laituriin ylösalaisin. Teknisen tutkinnan pöytäkirjassa oli seuraavat havainnot:

Sukeltajan havainnot. Oikean ponttonin luukku oli ollut auki ja sukeltaja oli sen sulkenut. Luukku ei kuitenkaan ollut vesitiivis, koska siitä valui vettä alusta kääntäessä. Luukusta oli puuttunut yksi salpa, jonka sukeltaja oli korvannut kierretangolla. Myös keskimmäisen ponttonin luukku oli ollut auki.

Huomiot käännön aikana. Oikean partaan putkikaide oli pudonnut mereen. Ruuvipenkki kannatinputkineen oli irronnut. Työmaakoppina ollut vanerikontti oli irronnut kansihitsauksistaan ja huuhtoutunut mereen. Koppi oli todennäköisesti rikkoontunut kokonaan, koska sen sisällä ollut jääkaappi oli jäänyt ylösalaisin olleen ruoppaajan kantta vasten ja se kellui edelleen. Masto oli katkennut ja osa siitä oli pudonnut mereen. Kaivurin hytin ikkunat olivat rikkoontuneet, mutta muutoin se oli suurin piirtein ehyen näköinen.

Ruoppaajan ollessa vielä nosturin kannatuksessa pelastusmiehistö kiipesi sen kannelle. Todettiin, että vasemman puoleinen luukku, kooltaan 1350 mm x 1850 mm oli vain osittain salvoilla suljettu. Kaikissa kolmessa ponttonissa olleet kansiluukut olivat samankoiset (kuva 2).

Luukuissa oli neljä salpaa, jotka lukittuivat luukun reunaan ja kiristivät sen päin tiivistettään kannen ulkopuolella olevasta pultinkannasta kiertämällä. Kantaan oli jyrskitty ura osoittamaan salvan asentoa. Auki asennossa ura oli poikittain ja kiinni-asennossa pitkittäin laivan pituusakseliin nähden.

Vasemman puoleisen ponttonin luukussa vain etureunan sisempi salpa oli kiinni. Salpojen asentoa ei teknisten tutkijoiden toimesta päästy varmistamaan kuin epäsuorasti. Havainto perustuu siihen, että luukku yritettiin nostaa etureunastaan. Se nousi vain ulomman salvan kohdalla. Kun ulkoreunan sisempi salpa avattiin, voitiin luukku avata. Saranapuolen molemmat salvat olivat siis olleet auki. Myöhemmin tutkittaessa todettiin, että luukku oli hieman kiero. Kun etureunan sisempi salpa oli kiinni, painui luukun ulomman salvan kohdalla oleva reuna noin 10 mm sen päälle astuttaessa.

Sukeltajan havaintojen mukaan vain vasemman puoleisen ponttonin luukku oli ollut kiinni. Näin siis kolmen luukun kaikkiaan 12 salvasta vain yksi oli ollut kiinni, 10 oli ollut auki ja yksi puuttui. Muiden kannella olevien pienten luukkujen todettiin olevan kiinni.



Kuva 10. Vasemmanpuoleinen luukku.



Kuva 11. Luukun mutteri, josta salpa kierretään kiinni.



Kuva 12. Luukun salpa.

Tarkempi tutkimus ruoppaajalle tehtiin Kirrinsalmen laiturissa, minne se oli hinattu. Ruoppaajasta ei löydetty sellaisia vaurioita, joista vettä olisi voinut vuotaa sisään sen ollessa normaalissa kulkuasennossaan. Kupliminen vasemman jalan tyvessä nostovaiheessa selittyy sillä, että ruoppaajan kannessa oli läpivientiputket vintturitilaan jalkojen nostovaijereille. Sopivassa asennossa sisään jäänyt ilmatasku tyhjeni niiden läpi ja todennäköisesti kansiluukusta virtasi uutta vettä tilalle. Tyhjäksi pumpattuina ponttonit eivät vuotaneet.

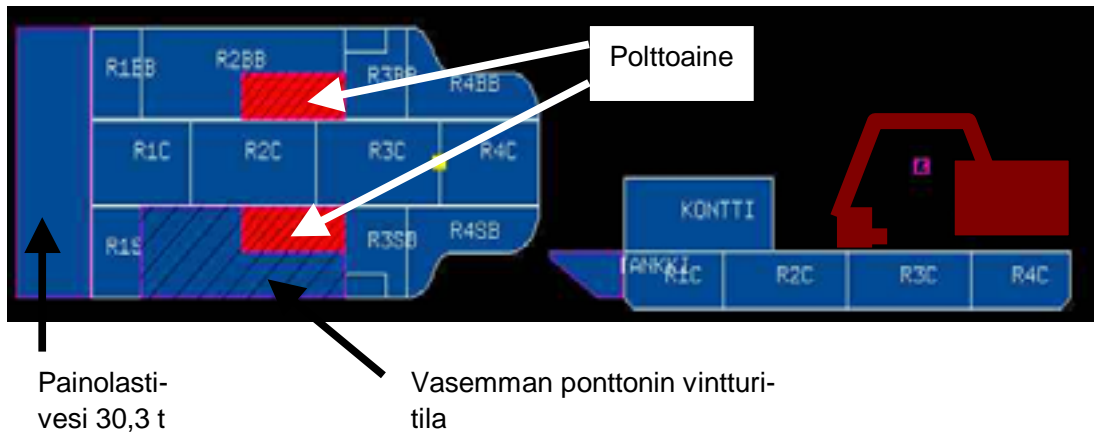
1.4.2 Tapahtuman laskennallinen arviointi

Ensin on selvitetty aluksen vakavuusominaisuudet, joista selviävät kriittiset kallistumat. Sen jälkeen on arvioitu veden tulon kehittyminen matkan aikana, mitä varten on määritettävä veden tuloaukon koko ja sijainti, vallinneet aallokot sekä aluksen liikeominaisuudet. Lopuksi tiedot yhdistetään erääksi mahdolliseksi aluksen kallistuman kehittymiseksi ja lopulta kaatumiseksi.

1.4.2.1 Vakavuustarkasteluja

Seuraavassa on esitetty tutkinnassa tehdyt ruoppaajan vakavuuslaskelmien tulokset kolmessa tilanteessa:

1. ehjä alus
2. vasemman ponttonin vintturitilassa vettä 25 tonnia
3. vasemman ponttonin vintturitilassa vettä 30 tonnia
4. vasemman ponttonin vintturitila täynnä vettä, eli 35,5 tonnia.



Kuva 13. Ruoppaajan tilakaavio.

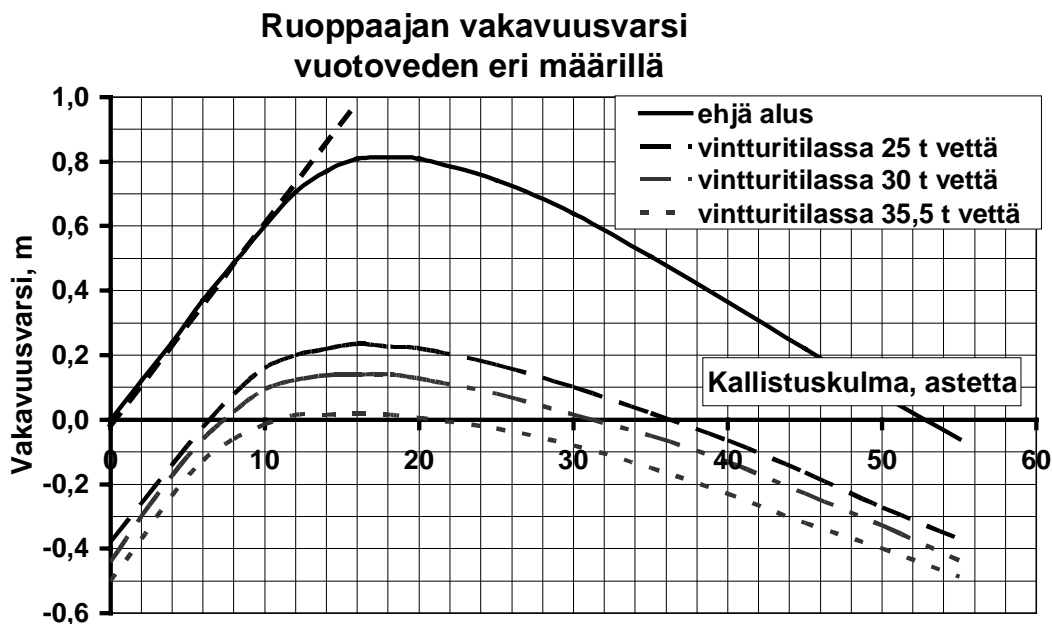
Taulukko 1. Ruoppaajan paino- ja syväystiedot keulatankki täynnä ja tyhjänä.

Painopositio	Paino [t]	
Ponttonit	104,10	
Kaivinkone	45,00	
Tukijalat	4,00	
Varustelu	10,00	
Polttoaine	13,00	
Painolastivesi	30,30	0,00
YHTEENSÄ	206,40	176,10
Keulasyväys	1,12	0,31
Peräsyväys	1,63	2,05

Keulatankin ollessa tyhjä on aluksen keulasyväys vain 31 cm ja peräsyväys 205 cm. Tällöin perä joutuu veden alle ja keulassa saattaa esiintyä pohjaiskuja. Aluksen kellumisasennon saattamiseksi hinaustilanteeseen sopivaksi on näin ollen keulaponttoniin otettava painolastivettä. Keulaponttoni on koko aluksen levyinen, minkä vuoksi sen tulee olla täynnä tai tyhjä, jotta vältetään sen vapaan nestepinnan vakavuutta heikentävä vaikutus. Hinaustilanteessa on keulaponttonin siis oltava täynnä.

Vintturien tilat sijaitsevat laidoilla. Toisen laidan tilan täytyessä alus kallistuu. Jos aluksen syväys on tarpeeksi suuri, se saattaa silloin kaatua. Kuvassa 14 on esitetty aluksen staattinen vakavuusvarsi ilman vuotoa ja tilanteissa, joissa vintturitilassa on 25, 30 ja 35,5 t vettä.

Ruoppaajan alkuvakavuus eli vakavuus pienillä kallistuskulmilla (alle 10 astetta) on hyvä. Tämä johtuu aluksen geometriasta – suuresta leveys / syväys-suhteesta, mistä on seurauksena suuri alkuvaihtokeskuskorkeus. Toisin sanoen alus ei kallistele herkästi. Sen vuoksi vakavuuden tarkistamiseen normaalitilanteessa ei ole syytä. Aluksen käyttötavasta johtuen sille ei ole asetettu vakavuusvaatimuksia viranomaisten taholta. Ruoppaustilanteessa syntyy suuria kallistavia momenteja, ja silloin käytetään tukijalkoja.



Kuva 14. Ruoppajaan vakavuusvarsi vuotoveden eri määrillä. Laskelmat on tehty laivanrakennuksessa yleisesti käytössä olevalla NAPA -ohjelmistolla. Aluksen kallistuskulma on kohdassa, missä käyrä vasemmalla leikkaa kallistuskulma-akselin.

Alus on matala, joten kannen reuna ja laitimmaisten luukkujen aukkojen reunat ovat lähellä veden pintaa. Koska nämä luukut ovat käytännössä ainoastaan roisketiiviitä, kallistuskulmat eivät saisi kasvaa niin suuriksi, että luukut joutuvat veden alle. Sen vuoksi aluksen liikkumassa ilman tukijalkojen tukea, on estettävä yli noin 7 asteen kallistumat. Tähän perustuu rajoitus kulkemisesta merenkäynnissä, jossa voi syntyä liian suuria kallistumia. Lisäksi kaikki hinauksen aikana mahdollisesti liikkumaan pääsevät kohteet on kiinnitettävä hyvin kallistavien momenttien eliminoimiseksi. Nämä seikat tarkastetaan hinauskatsastuksessa.

Haverin lastaustilanteessa eli keulatankki täynnä kannen reuna joutuu veteen jo noin 4 asteen kallistuskulmalla, ja vesiviiva nousee reunimmaisten ponttonien luukkujen reunojen tasolle noin 7 asteen kallistuskulmalla. Kuvasta 14 nähdään myös, että alus kestää enintään 10 - 12 asteen kallistuman, jos se johtuu aluksen painopisteen sivusuuntaisesta siirtymästä. Kun alus saavuttaa tuon kallistumarajan, vakavuusreserviä ei ole ja alus kaatuu pienestäkin kallistavasta momentista äkisti, vaikka kallistuminen siihen asti olisi edennyt hitaasti.

Ehjä alus kestää hitaasti etenevän noin 50 asteen kallistuman ja noin 30 asteen kallistumaan johtavan impulssiluonteisen momentin. Tämä edellyttää, että mitkään aluksessa olevat tavarat eivät pääse liikkumaan ja aiheuttamaan pysyvää kallistumaa.

Jos vintturitilaan mahtuisi vain noin 30 t vettä, vakavuuskäyrä olisi edellä esitettyjen alimpien käyrien puolivälissä, kuvassa 15 merkitty pisteiviivalla. Tällöin aluksen kallistuminen pysähtyisi noin kahdeksaan asteeseen.

Hinauskatsastuspöytäkirjan mukaan liikkumaan pääsevät rakenteet oli kiinnitetty riittävästi ja hinaukselle oli annettu säärajoitus.

1.4.2.2 Vuototarkasteluja

Tehdyissä vuototarkasteluissa arvioitiin ensin vuotoaukon koko, vedentulon vaiheet, vuotoaukon sijainti veden pintaan nähden sekä veden määrän vaikutus aluksen asentoon ja vakavuuteen.

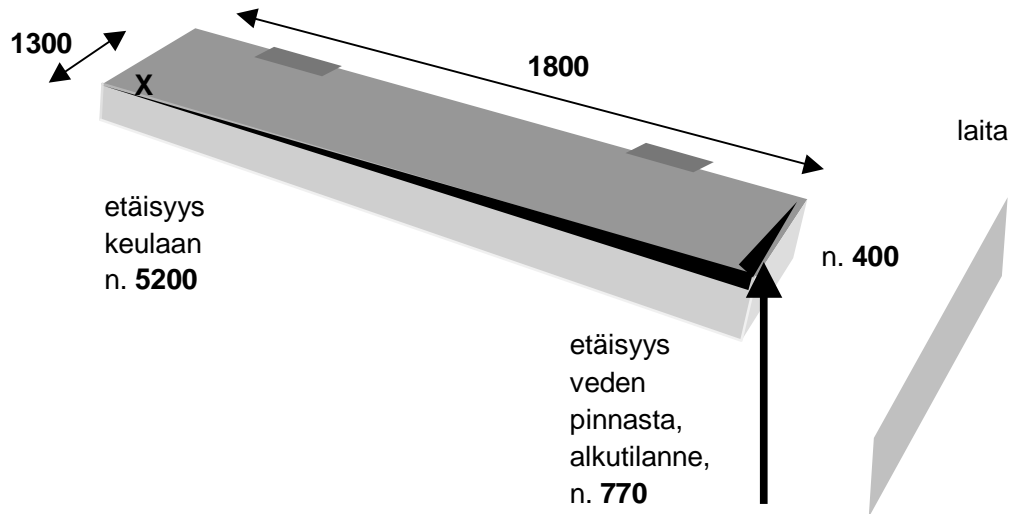
Vuotoaukko. Tarkastellaan vasemmanpuoleisen ponttonin vintturitilaan johtavaa aukkoa. Aukon koko on 1300 mm x 1800 mm, kulmista pyöristetty, säde 200 mm. Aukossa on noin 40 mm karveli eli reunus. Luukku on sivuiltaan 25 mm leveämpi kuin aukko. Luukku suljetaan kulmissa olevilla salvoilla. Vasemmanpuoleinen luukku havaittiin teknisessä tutkinnassa kieroksi siten, että keulan ja laidan puoleinen kulma on noin 10 mm koholla, kun luukku ei ole suljettu.

Raon voidaan olettaa ulottuvan tasaisesti kapenevana kohti luukun sivuja. Tällöin saadaan raon pinta-alaksi noin 150 cm². Tiivisteet estävät luukku sulkeutumasta vedentäpästä, jos sitä ei ole salvoin suljettu. Luukun sijainti ja tärkeimmät mitat on esitetty kuvassa 15.

Veden tulon vaiheet voidaan jakaa pärskimisvaiheeseen ja jatkuvaan vuotoon. Pärskimisvaiheessa aallot ja pärskeet ulottuivat vaihtelevin väliajoin ja eripituisin kestoja vuotoaukkoon. Lisäksi vaikuttaa se, kuinka syvällä veden pinnan alla aukko käy. Jatkuvan vuodon tilannetta ei synny aluksen jyskinnän, kohoilun ja keinunnan vuoksi ennen kuin aivan lähellä kaatumista, jolloin aukko on jo selvästi veden alla. Hetkellisesti voidaan arvioida veden tulo jatkuvan vuodon kaavalla, kun tiedetään millä syvyydellä aukko on.

Haverialueella alus kulki ensin vasta- ja sivuvastaiseen aallokkoon ja lopuksi sivuaallokkoon. Jaetaan sen vuoksi tarkastelu kahteen osaan: vasta-aallokko ja sivuaallokko. Lasketaan aukon reunan ja vedenpinnan etäisyyden vaihtelu merenkäynneissä Rihtniemestä eteenpäin. Merkityksellisiä suureita ovat

- montako prosenttia jyskintä-, kohoilu- tai keinahdusliikkeistä vie aukon veden alle
- montako prosenttia ajasta aukko on veden alla
- kuinka syvällä veden alla aukko käy



Kuva 15. Vasemmanpuoleisen luukun sijainti ja mittoja millimetreinä.

1.4.2.3 Aluksen liikkeet merenkäynnissä

Merenkäynnissä aluksella on kolme translaatioliikettä ja kolme kiertymisliikettä. Translaatioliikkeet ovat: pituussuuntainen työntyily (surge), poikittaissuuntainen huojunta (sway) ja pystysuuntainen kohoilu (heave). Kiertymisliikkeet tapahtuvat kiertymisakselien ympäri ja ne ovat: pituussuuntaisen akselin ympäri tapahtuva keinunta (roll), pystysuoran akselin ympäri tapahtuva mutkailu (yaw) ja poikittaissuuntaisen akselin ympäri tapahtuva jyskintä (pitch). Ruoppaajaa hinattiin ensin lähes vasta – aallokkoon ja loppuvaiheessa sivuaallokkoon, jolloin merkittävimmät liikkeet ovat aluksi jyskintä ja kohoilu sekä lopuksi keinunta.

Tässä tapauksessa kriittinen kohta on vasemman luukun reuna ja sen etäisyys vedenpinnasta. Laiva-alalla yleisesti käytössä olevin laskentamenetelmin on mahdollista laskea todennäköisyys luukun kulman joutumiselle veden alle aluksen kulun aikana ja muut halutut suureet. Tällöin otetaan pohjaksi vallinneen merenkäynnin spektri (millaisista sinimuotoisista aalloista aallokko muodostuu) ja aluksen vasteoperaattorin (miten alus jyskii ja kohoilee eripituisissa sinimuotoisissa aalloissa) avulla lasketaan aluksen halutun liikkeen spektri ja edelleen kyseisen liikkeen todennäköisyyksiä.

Aallokon spektri saadaan suoraan aaltopoijuista tai laskennallisesti tuuliolosuhteista. Tässä tapauksessa on käytetty tuulitietoja, koska niitä oli saatavilla. Aluksen vasteoperaattorin määrittäminen voidaan tehdä laskennallisesti tai mallikokein. Perusteelliset laskelmat tai mallikokeet eivät tässä tapauksessa ole suurten kustannusten vuoksi järkeviä. Tässä tapauksessa lopputuloksen arviointi voidaan tehdä riittävällä tarkkuudella ilman kalliita lisäselvityksiä.

Vasta-aallokkoon keinuminen oli pientä, arviolta noin yhden asteen. Sen vuoksi riittää tarkastella kohoilun ja jyskinnän yhteisvaikutusta. Aluksi on laskettu mahdollisia aallokospektrejä tilanteissa, joissa tuuli oli voimistumassa ja aallokko kasvussa. Seuraavaksi on määritetty likimääräisesti vasteoperaattori (RAO) luukun reunan pystysuoralle suhteelliselle liikkeelle veden pintaan nähden. Lopuksi on laskettu tämän suhteellisen liik-

keen spektri. Spektrin pinta - alan avulla on voitu laskea todennäköisyydet luukun reunan joutumiselle veteen eri aallokoissa.

Aallokkospektrit on määritetty seuraavasta kaavasta. Parametrien A ja B laskentaan tarvittavat $h_{w1/3}$ ja T_p on määritetty viitteen /Kahma/ nomogrammien avulla ottaen huomioon tuulen rajoittunut puhallusaika ja – matka sekä se, että tuuli oli voimistumassa. Tulokset on esitetty kuvassa 16.

$$S(\omega) := \frac{A}{\omega^5} \cdot e^{-\left(\frac{B}{\omega^4}\right)}$$

$S(\omega)$ = aallokkospektri

ω = kulmataajuus

$A = 173 h_{w1/3}^2 / (0,773T_p)^4$

$B = 691 / (0,773T_p)^4$

$h_{w1/3}$ = merkitsevä aallonkorkeus

T_p = aallokon huipun periodi

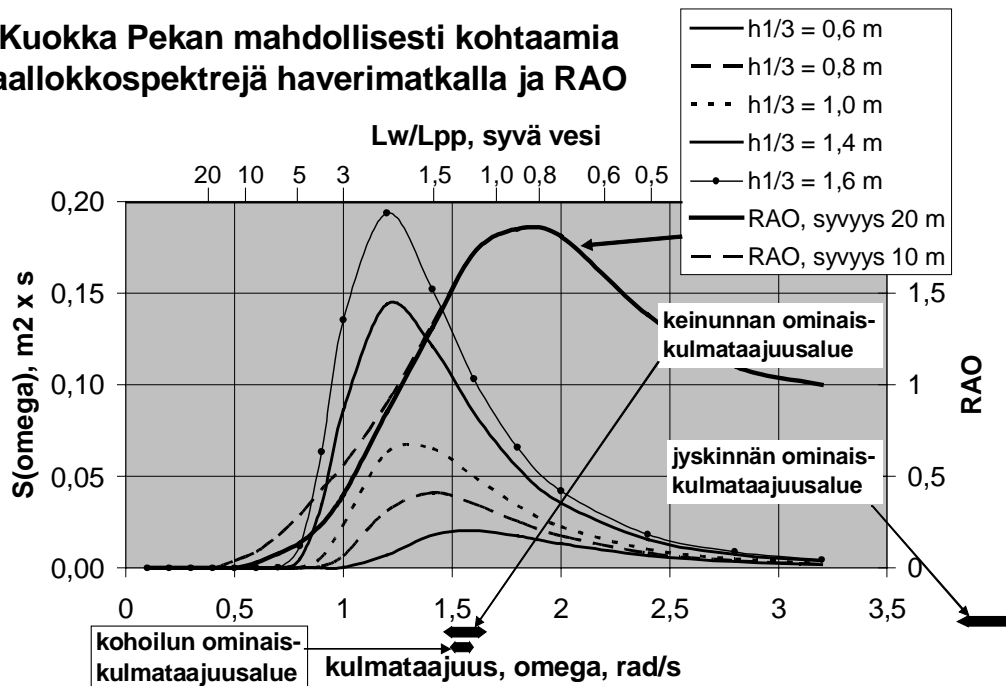
Tämä spektri on likimääräinen, mutta voidaan käyttää suuntaa antaviin laskelmiin kuten tässä. Viite PNA III, ss. 37,38.

Veden syvyys oli hinauksen reitillä Kylmäpihlajan jälkeen 8 – 20 m, minkä vuoksi aallokkospektrejä tulisi korjata. Helpommin riittävällä tarkkuudella vastaava korjaus voidaan tehdä vasteoperaattoriin, mikä on näytetty kuvassa 16. Lähdeliitteenä olevissa laskelmissa on laskettu aaltoluvun $kxh = 2\pi xh/L_w$ avulla aallonpituuden, L_w , muutos syvyyksillä 10 m ja 20 m. Tässä tapauksessa veden syvyys vaikuttaa aallonpituuksilla yli 1,5...3 kertaa aluksen pituus (=21 m). Aallonpituudet lyhenevät, jolloin spektrit siirtyvät vastaavalta alueelta oikealle. Vastaava siirto voidaan tehdä siirtämällä vasteoperaattorin kyseisiä alueita vasemmalle.

Vasteoperaattorin (RAO) arviointi perustuu sen teoreettiseen muotoon. Pitkillä aalloilla (omega on pieni ja aallonpituus huomattavasti suurempi kuin aluksen) alus seuraa aaltoja eikä aukko lähesty veden pintaa, joten vasteoperaattori on nolla pituus. Lyhyillä aalloilla (aallon pituus huomattavasti pienempi kuin aluksen pituus) aallot eivät heiluttele alusta, minkä vuoksi aukko lähenee veden pintaa aallon amplitudin verran, joten vasteoperaattori on yksi. Aluksen pituuden mittaisilla aalloilla vasteoperaattori voi olla laivamuodoilla 2 - 4 (liike 2 - 4 -kertainen aallon amplitudiin verrattuna). Sen laskennalliseen määrittämiseen ei ole ryhdytty, vaan se on arvioitu viitteen /PNA III, kuva 83, s. 111, $F_n = 0,1/$ avulla. Kuokka Pekan Frouden luku F_n oli 0,10 ... 0,16, joten voidaan käyttää kuvan tietoja. Koska KUOKKA PEKKA on laatikkomainen, leveä alus, on RAO:n maksimi arvoksi valittu noin 2. Lisäksi viitteen RAO on oikealla nopeusalueella, joten kulmataajuutta ei tarvitse muuntaa kohtaamiskulmataajuudeksi.



Kuokka Pekan mahdollisesti kohtaamia aallokkospektrejä haverimatalla ja RAO



Kuva 16. KUOKKA PEKAN mahdollisesti kohtaamia aallokkoja Rauman edustalla 19.4.1997. Kuvaan on merkitty myös vasemmanpuoleisen luukun aukon ja vedenpinnan välisen etäisyyden vasteoperaattori (RAO = relative amplitude operator).

Seuraavaksi on laskettu luukun aukon etäisyyden vastespektri $S_e(\omega)$ kaavalla

$$S_e(\omega) = (\text{RAO})^2 S(\omega)$$

ja lopuksi se on integroitu trapetsikaavalla veden syvyyksillä 10 ja 20 m. Tulokset on esitetty kuvassa 17. Todennäköisyys on laskettu Raleygh' n jakautumasta, jonka summafunktio on

$$P(h) := e^{-\frac{h^2}{2 \cdot E}}$$

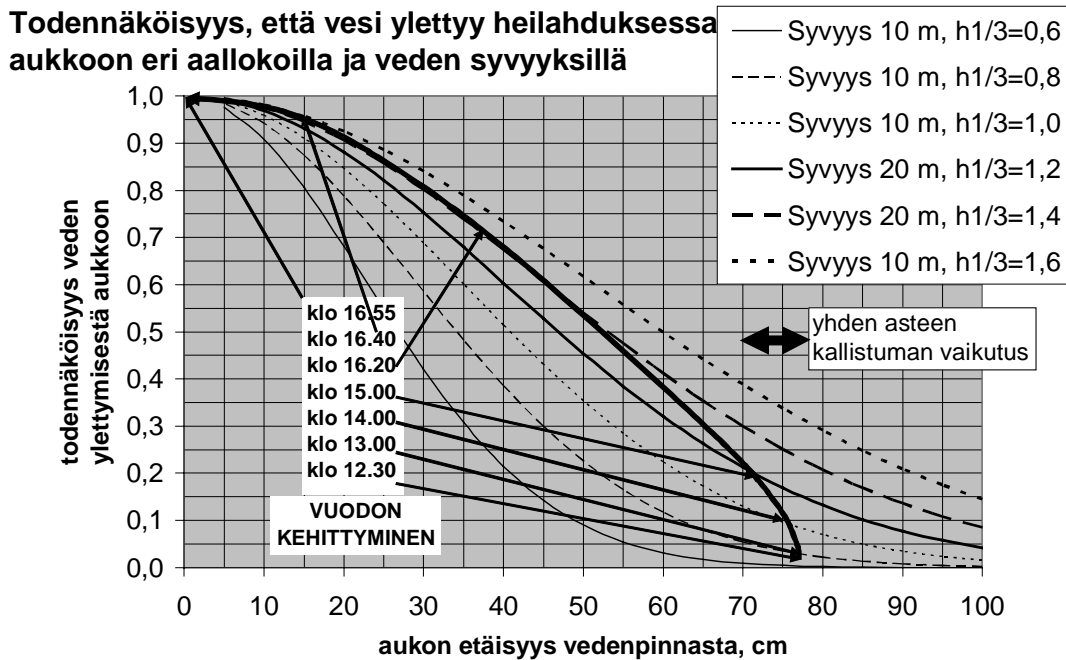
jossa

h = aukon etäisyys vedenpinnasta

E = liikespektrin (tässä tapauksessa aukon etäisyys veden pinnasta) pinta-ala

$P(h)$ = todennäköisyys, jolla vesi ylettyy aukkoon, jonka etäisyys vedenpinnasta on h

Kuten nähdään, aluksi veden tulon lisääntyminen on ollut hidasta johtuen pääasiassa hinauksen etenemisestä voimistuvassa merenkäynnissä. Veden tulo on kiihtynyt voimakkaasti, kun alus on alkanut kallistua ja viipata kerääntyneen veden johdosta ja edelleen voimistuvassa merenkäynnissä.



Kuva 17. Todennäköisyys veden yletymiselle luukun aukkoon eri aallokoilla matalassa ja syvässä vedessä. Kuvaan on merkitty myös yhden asteen kallistuman vaikutus, joka on noin 8 cm. Lisäksi on näytetty arvioitu todennäköisyys eri kellonaikoina.

Karkea arvio vedentulon nopeudesta (tilavuusvirrasta) on tehty seuraavasti. Ensinnäkin on laskettu aukon ja veden pinnan välisen etäisyyden keskimääräinen amplitudi, joka on $1,25 \times (E)^{1/2}$. Veden sisäänvirtaukselle voidaan käyttää tunnettua astiasta purkautuvan veden kaavaa:

$$v = (2gh)^{1/2}$$

v = veden purkautumis- eli sisään meno nopeus

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

h = veden pinnan korkeus luukun aukon yläpuolella, keskimäärin

$V = v \times A \times t$ = tilavuus, joka on veden sisään meno nopeus x pinta-ala x aika

Pinta-ala on otettu 100 cm^2 150 cm^2 sijaan virtausvastuksen huomioonottamiseksi. Seuraavaksi on arvioitu varalaidan korkeus ja laskettu osamäärää $h/(E)^{1/2}$ vastaava todennäköisyys normaalijakautumasta, joka tällöin esittää osuutta ajasta. Tuloksia on taulukossa 2.

Taulukko ulottuu siihen saakka, kun keskimääräinen veden pinnan taso on aukon tasalla. Tämä tilanne saavutettiin noin klo 16.55 eli 7 minuuttia ennen kaatumista. Veden tulonopeus kasvoi loppuvaiheessa enää hitaasti, sillä aallokko ei enää kasvanut. Lisäksi heilahtelujen aikana, kun aukko oli veden pinnan yläpuolella, vettä saattoi purkautua takaisin mereen. Myös ilman poistumisen vaikeutuminen vuodon edistyessä jarrutti veden tulon nopeutumista. Rajoittavana tekijänä on vielä veden virtausnopeuden kasvu verrannollisena etäisyyden neliöjuureen.

Taulukko 2. Veden sisäänvirtausnopeuden arviointi.

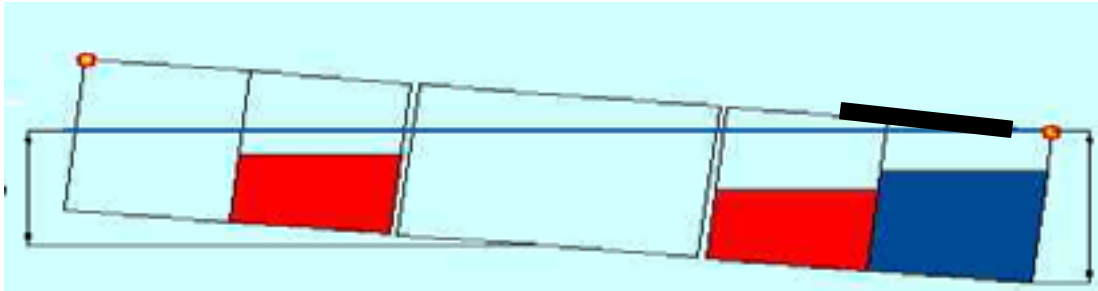
merkitsevä aallonkorkeus	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6
aukon ja veden pinnan etäisyyden keskimääräinen amplitudi	0,17	0,29	0,36	0,43	0,50	0,57	0,64
keskim. veden nopeus	1,83	2,36	2,67	2,92	3,14	3,35	3,53
litraa/s, keskimäärin	18,25	23,65	26,67	29,18	31,44	33,51	35,34
varalaita	0,77	0,75	0,70	0,60	0,40	0,15	0,00
varalaita/(E) ^{1/2}	5,67	3,29	2,41	1,73	0,99	0,33	0,00
ajallinen todennäköisyys	0,00	0,00	0,01	0,04	0,16	0,37	0,50
litraa/s, netto, keskimäärin	0,00	0,01	0,21	1,22	5,05	12,46	17,67

Sivuaalokkoon alus kulki klo 16.40 alkaen. Tällöin merkitsevä aallonkorkeus oli noin 1,7 m. Keinunnan ominaiskulmataajuus oli lähellä merenkäynnin spektrin huippua, joten alus keinui muutaman asteen. Tuuli pyrki vähentämään kallistumaa, mutta vaikutus oli laskelmien mukaan alle ½ astetta. Kääntymisen aikoihin alus oli kallellaan noin 7 astetta. Keinumisperiodi oli noin 4 s. Aallokon huipun periodi oli noin 5,5 s. Aukon etäisyys veden pinnasta oli noin 15 cm. Voidaan arvioida, että kääntymisen jälkeen veden tilavuusvirta vintturitilaan jatkui suunnilleen ennallaan. Muutama minuutti ennen kaatumista vuoto muuttui jatkuvaksi.

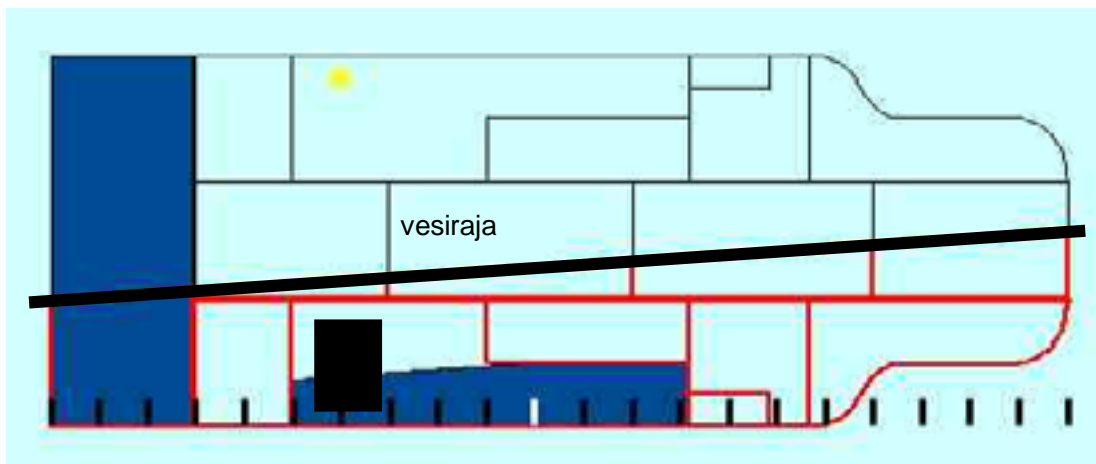
Vuotoaukon sijainti veden pintaan nähden. Veden tulo vintturitilaan vaikuttaa seuraavasti luukun sijaintiin suhteessa vedenpintaan:

1. Syväys kasvaa noin 1 cm / 1.7 t veden lisäystä kohti. Kannen reuna ja luukun aukon reuna lähestyvät vastaavasti veden pintaa.
2. Viippaus muuttuu siten, että keulasyväys kasvaa nopeammin kuin peräsyväys, mikä myös vie aukon reunaa lähemmäs veden pintaa.
3. Alus kallistuu kannen kulman veteen joutumiseen saakka noin 1 aste / 4400 l vettä, minkä jälkeen yhden asteen lisäkallistumaan tarvitaan vähenevä vesimäärä. Tuloksena aukon reuna edelleen lähestyy veden pintaa.
4. Kun kannen reuna joutuu veteen, alkaa alus kallistua helpommin. Tämä tapahtuu noin 4 asteen kallistumalla, ottaen huomioon myös tekijät 1 ja 2 edellä.

Kun aukko joutuu veden alle, virtaus sisään muuttuu jatkuvaksi. Aluksen ja aaltojen pystysuorien liikkeiden johdosta jatkuva virtaus syntyy vasta kun aukko on niin syvällä veden alla, että aukon liikkuaessa ylöspäin ja aallon alaspäin, reuna ei enää nouse näkyviin. Tämä tilanne saavutettiin vasta aivan viime minuuteilla ennen kaatumista. Kuvissa 18 ja 19 on havainnollistettu aluksen asentoa.



Kuva 18. Vuodon välitilanne NAPA -laskelmista, kansiveteen.



Kuva 19. Lopputilanne NAPA -laskelmista, vesiraja kannella juuri ennen kaatumista.

1.4.2.4 Tulosten yhdistely

Jäljempänä oleva, veden kerääntymistä esittävä taulukko 3 ja kuva 20 perustuvat edellä olevien laskelmien ja säätietojen yhdistämiseen seuraavalla tavalla:

- kellonaikojen avulla on saatu vallitseva tuulen nopeus ja siitä edelleen aallokko-spektri ja sitä vastaava luukun reunan veteen joutumisen todennäköisyys kyseisellä reunaetäisyydellä. Aluksen paikasta nähdään vallitseva veden syvyys.
- reitin eri kohdissa on laskettu osuus ajasta, minkä luukun aukko on veden alla
- reitin eri kohdissa on laskettu aukon reunan keskimääräinen uppoamissyvyys
- edelleen, edellä olevien tietojen pohjalta on arvioitu vuodon tilavuusvirta reitin eri kohdissa
- kun alus kallistuu ja syväys kasvaa, luukun reunan etäisyys pienenee, mikä on otettu huomioon todennäköisyyttä arvioitaessa

Ilma pääsi poistumaan luukun raosta. Aivan loppuvaiheessa vintturitilan yläosaan jäi pieni ilmatasku, jota keinuminen pienensi. Käytännöllisesti katsoen tila täyttyi lähes kokonaan.



Kuva 20. KUOKKA PEKAN veden tulon ja kallistuman likimääräinen kehittyminen.

Taulukko 3. Ruoppaajan asennon ja vedentulon kehittyminen 19.4.1997.

klo	min	virtaus- muoto	syväys, keula	syväys, perä	kallistuma astetta	luukun raon et.vedestä, m	l/s	litraa	tm	paikka, tilanne
12:30	0	keinunta	1,12	1,63	0	0,77	0	0	0	Kovankivet, Rihtniemi
13:00	30	jyskintä	1,12	1,63	0,00	0,77	0,01	0	0	kurssi pohjoiseen
13:30	60	jyskintä	1,12	1,63	0,01	0,77	0,01	30	0	kurssi pohjoisluoteeseen
14:00	90	jyskintä	1,12	1,63	0,02	0,77	0,02	60	0	lähellä Kylmäpihlajaa
14:15	105	jyskintä	1,12	1,63	0,04	0,77	0,05	150	1	Kylmäpihlaja juuri ohitettu
14:30	120	jyskintä	1,13	1,63	0,06	0,76	0,10	225	1	merenkäynti voimistuu
14:45	135	jyskintä	1,13	1,63	0,10	0,76	0,20	375	1	
15:00	150	jyskintä	1,14	1,63	0,19	0,75	0,35	675	2	
15:15	165	jyskintä	1,15	1,63	0,33	0,73	0,65	1200	4	käännös sivuvastaiseen
15:30	180	jyskintä	1,16	1,64	0,60	0,70	1,00	2175	8	
15:45	195	jyskintä	1,18	1,65	1,00	0,65	1,50	3675	13	merenkäynti voimistuu edelleen
16:00	210	jyskintä	1,21	1,65	1,60	0,58	2,20	5925	21	pieni kallistuma lisää jo vedentuloa
16:10	220	jyskintä	1,23	1,66	2,17	0,52	3,00	8125	28	
16:20	230	jyskintä	1,28	1,67	2,94	0,43	4,00	11125	39	kallistuma havaitaan
16:30	240	jyskintä	1,31	1,68	3,92	0,33	5,10	15125	53	kannen "hartia" veteen
16:40	250	keinunta	1,35	1,70	5,30	0,19	6,20	20225	71	kääntyminen sivuaalokkoon
16:50	260	keinunta	1,37	1,71	7,20	0,03	7,00	26425	92	
16:52	262	keinunta	1,38	1,71	7,90	-0,03	7,10	27825	97	
16:54	264	keinunta	1,39	1,72	8,30	-0,07	7,30	29245	102	jatkuva veden tulo
16:56	266	keinunta	1,40	1,72	8,80	-0,12	7,60	30705	107	
16:58	268	keinunta	1,41	1,73	9,50	-0,18	8,00	32225	113	
17:00	270	keinunta	1,42	1,73	10,30	-0,25	8,50	33825	118	
17:01	271	keinunta	1,43	1,73	10,70	-0,28	9,00	34675	121	
17:02	272	keinunta	1,44	1,74	11,50	-0,35	10,00	35575	125	Kaatu



2 ANALYYSI

2.1 Hinauksen valmistelu

Hinauksen valmistelusta ei tutkinta-aineistosta ilmene mitään erityistä. Dieselaggregaatin irtoaminen noin 12 asteen kallistuskulmassa osoittaa kiinnityksen olleen heikon. Sen sijaan kontti oli vahvasti kiinnitetty, koska se irtosi vasta ruoppaajan oltua useita tunteja ylösalaisin. Myös kaivinkone oli kiinnitetty riittävästi. Vaikka ruoppaaja oli ollut talviseisokissa, ei tutkinta-aineistossa ole mainintaa seisokin jälkeisistä toimenpiteistä.

2.2 Ruoppaajan tiiviiden tarkistukset

Ehjän ruoppaajan tiiviyys riippuu ponttonien luukkujen tiivyydestä. Ehjät ja suljetut luukut ovat käytännössä vesitiiviit. Sukeltajan kertomuksen mukaan uppoamisen jälkeen kaatuneen ruoppaajan kaksi luukku oli auki ja yksi vain yhdellä salvalla suljettu. Tarkasteluaan sen vuoksi luukkujen tiiviiden varmistamista hinauksen eri vaiheissa.

Hinaustarkastus 10.4.1997 alkoi klo 11.00 ja päättyi klo 11.40. Tulokset ovat hinauskatsastuspöytäkirjassa ja tarkastuspöytäkirjassa. Hinaukselle annettiin tarpeelliset ohjeet ja rajoitukset. On mm. todettu, että aukot on suljettu vesitiiviisti. Tarkastustapa ei tule ilmi pöytäkirjoista. Mikäli luukkujen tarkastus on tehty silmämääräisesti, niin on mahdollista, että ne ovat jääneet auki jo tässä vaiheessa.

Matkan aikana luukkujen kiinniolo oli tarkistettu silmämääräisesti. Luukkujen tiivisteet olivat tutkinnassa kunnossa. Luukun kiinniolon osoittaa mutterissa oleva ura, jonka asento täytyy erityisesti panna merkille. Salpaamaton, suora luukku painuu omallakin painollaan kiinni, eikä merkittäviä rakoja voi jäädä. Osittain salvattu luukku voi jäädä kieroiksi, varsinkin jos se on sulkevan salvan suhteen sopivasti kiero, jolloin jää pieni rako. Näin ollen, silmämääräisessä tarkastelussa luukku voi hyvinkin näyttää asianmukaisesti suljetulta.

Luukkujen ja salpojen havaittuun aukioloon vastoin hinauskatsastuksen tulosta voi olla ainakin seuraavia syitä:

- ◆ luukkujen salvat puristuvat kiinniasennossa niin heikosti luukun reunaa vasten, että salvat voivat aueta merenkäynnin aiheuttaman mahdollisen värinän vaikutuksesta. Salpojen varsien ja luukun vastinkohdat voivat olla myös kuluneet. Myös kierteet voivat olla kuluneet. Salvat suljetaan luukun päältä kiertämällä avaimella mutteria tiettyyn asentoon. Tällöin ei ole varmuutta siitä, onko kiinnitysvoima riittävä, varsinkin, jos kulumismahdollisuus otetaan huomioon. Tästä vaihtoehdosta ei ole tutkinta-aineistossa lisätietoa.
- ◆ luukkuja ei alun perin oltukaan suljettu täysin ja hinauskatsastuksessa oli tarkistettu vain se, että luukut ovat silmämääräisesti kiinni. Hinauskatsastuksesta ei selviä, miten tarkkaan luukkujen tiiveys tarkastettiin: tarkastettiin kaikki luukkujen jokaisen salvan mutterin asento. Yritettiinkö käsin avata luukkuja?

- ◆ pysähdysten aikana on jostain syystä käyty vintturitiloissa ja luukkuja on avattu eikä sitten suljettu täysin. Kasnäsisä ruoppaaja oli ankkuroitu jalkojensa varaan. Niiden nosto kuljetusasentoon vaatii vintturien käyttämistä, minkä johdosta on saattanut olla tarpeen käydä vintturitiloissa.
- ◆ pysähdysten aikana joku sivullinen on uteliaisuudesta tai ilkivaltaa tehden avannut luukut. Jos luukut olivat suljetut, avaamiseen tarvitaan työkalu.

"Silmämääräisen" tarkastuksen menettely ei selviä tutkinta-aineistosta: tarkastettiin konkreettisesti aivan läheltä jokaisen mutterin tarkistusuran asento vai katsottiinko laiturilta tai hinaajasta, että luukut ovat kiinni? Tutkinnassa ilmeni, että vasemmanpuoleinen luukku oli hieman kiero, kuitenkin niin vähän, että silmämääräisen tarkastellun tuloksena se voi hyvinkin näyttää olevan kiinni.

Yhden salvan puuttumiseen ei ole löytynyt selitystä.

2.3 Hinauksen suoritus

2.3.1 Matkan vaiheet

Matkan alkuosuus Kotkasta Kasnäsiin sujui ilman vaikeuksia. Hinattavat olivat Kasnäsisä noin vuorokauden, sillä hinaaja kävi edestakaisin Mäntyluodossa. Hinaaja oli kullussa käytännöllisesti katsoen jatkuvasti, mikä kuormitti miehistöä. Kasnäsisästä liikkeellelähtö tapahtui puolessa tunnissa, jonka aikana ruoppaajan jalat nostettiin merenkulku-asentoon ja saatettiin letka hinauskuntoon.

2.3.2 Säätila ja sen seuranta

Hinaukselle oli asetettu sään suhteen rajoituksia. Tuulen nopeus ei saanut ylittää 12 m/s eikä aallon korkeus 2 m kahdeksan tunnin ennusteessa. Jos ne ylittyvät matkan aikana, on hakeuduttava suojaan.

Sää tiedotuksia seurattiin Yleisradion kautta. Ilmatieteen laitoksen klo 12 sää tiedotus 19.4 oli kuunneltu radiosta klo 12.45. Ennusteessa tuulen voimakkuus oli 7...11 m/s. Hinauksen etenemiselle ei ollut esteitä. Myös jälkeinpäin saatujen sää tietojen mukaan ennen saapumista Kylmäpihlajan kohdalle tuulen nopeus oli ollut alle hinausehdoissa määritetyn tuulirajan 12 m/s ja lisäksi oltiin saariston suojassa.

Kylmäpihlajasta, jonne hinaus oli edennyt noin klo 14, alkoi reitin avomerisuus. Kylmäpihlajan alueella oli paikallinen kovemman tuulen alue, jossa tuulen nopeudeksi oli mitattu 5 m/s klo 12 ja 14 m/s klo 15. Tuulen nopeus 14 m/s ylitti Ilmatieteen laitoksen tuulen nopeusennusteen noin 3 m/s. Etelämpänä ja pohjoisempana sijaitsevilla havaintoasemilla tuulen nopeus ei ylittänyt ennustetta. Näyttää siltä, että Kylmäpihlajan lähistöllä oli paikallinen kovemman tuulen alue.

Toisaalta ei ole tietoa milloin ja missä hinauksen kohtaama tuulen nopeus tarkkaan ottaen voimistui eikä myöskään oliko se ja huomattiinko sen olevan yli hinauksen sää-

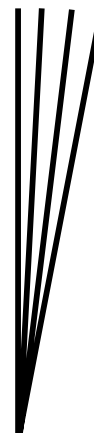
minimin. Kun hinaus tuli avoimelle reittiosuudelle, oli luonnollista, että merenkäynti samalla voimistui.

Kylmäpihlajassa oli automaattinen sääasema, joten sieltä ei voinut saada tuoreita mittauksia. Säätälannetta saatettiin arvioida vain hinaajasta. Tutkinta-aineistossa ei ole mainintaa, että aallonkorkeutta olisi yritetty arvioida, vaikka sekin oli annettu rajoittavaksi tekijäksi. Tutkinnassa tehtyjen laskelmien mukaan merkitsevä aallonkorkeus ei ylittänyt hinaukselle asetettua rajaa 2 m.

Hinauskatsastuksesta ei selviä mitä aallonkorkeutta raja 2 m vastaa. On loogista olettaa, että se vastaa näköhavaintoon perustuvaa aallonkorkeutta, jolle on lähteessä PNA III, s.30 annettu laskentakaava $h_{1/3} = 1,68 \times (h_v)^{0,75}$, jossa h_v on näköhavaintoon perustuva aallonkorkeus. Saadaan 2 m vastaavaksi merkitseväksi aallonkorkeudeksi noin 2,8 m. Tämä vastaa suunnilleen tuulen nopeudella 12 m/s syntyvää täysin kehittynyttä merenkäyntiä, kun tuulen puhallusmatka on noin 200 km. Voidaan siten todeta, että hinauskatsastuksen säärajoitukset ovat loogiset.

2.3.3 Hinattavien tarkkailu

Hinauksen aikana ruoppaajan luukut olivat n. 140 m päässä hinaajan ohjaamosta. Tutkinnan aineistosta ei käy selville, miten ruoppaajaa tarkkailtiin ja kuinka usein ennen kallistuman havaitsemista, esim. käytettiinkö kiikareita. Aluksen vesiviivaa ei ollut merkitty, joten syväyksen seuraaminen saattoi olla vaikeaa. Lisäksi välissä oli hinaajalla lastattu proomu. Sekä ruoppaaja, että hinaaja keinuivat, mikä vaikeutti havainnointia. Vieressä on näytetty 3, 7 ja 11 asteen kallistuma pystysuoraan nähden. Voidaan todeta, että tarkkailijan ja tarkkailtavan keinussa muutamien asteiden pysyvien muutosten havaitseminen oli vaikeaa.



Kuva 21. Kallistumat 3, 7 ja 11 astetta.

2.4 Ruoppaajan kaatuminen

Ruoppaajan kaatuminen on tutkinta-aineiston ja laskelmien perusteella johtunut siitä, että aallokossa ja tuulessa on vasemmanpuoleisen ponttonin vintturitilaan päässyt raolleen olleen luukun kautta aluksi hitaasti, ja sitten ruoppaajan vähitellen kallistuessa, kiihtyvällä tilavuusvirralla vettä kunnes oikaiseva vakavuusvarsi on tullut liian pieneksi. Tarkastellaan sen vuoksi kahta seikkaa tarkemmin:

- veden tuloa ruoppaajaan ja sen kallistavaa vaikutusta
- ruoppaajan vakavuusominaisuuksia

Lähdeliitteenä ovat ruoppaajan paino- ja vakavuuslaskut.

2.4.1 Veden tulon luonne

Valtaosan matkastaan hinausletka kulki sisäreittejä pitkin, jolloin tuskin vettä on voinut tulla luukun reunan tasolle. Ensimmäinen suurempi selkä on ollut Hangon läntinen selkä, jonka tuuli- ja aallokko-olosuhteita ei ole selvitetty. Kasnäsisistä lähdetettäessä lautan todettiin olevan ilman kallistumaa. Tutkinnassa voidaan siten olettaa, että vettä ei ollut päässyt siihen mennessä lautan sisään.

Seuraava avomeriosuus on ollut Rihtniemeä lähestyttäessä ja sen ohi mentäessä. Tämä osuus on alkanut arviolta noin klo 12.30, jolloin tuuli on alkanut voimistua. Voidaan todeta, että Rihtniemen nokan matalan veden alue ohitettiin ensin vastatuuleen ja nokan jälkeen sivutuuleen voimistuvassa merenkäynnissä. Erittäin matala vesi lisää aallojen korkeutta ja jyrkkyyttä. Alus kohtasi aallot etuvasemmalta. On todennäköistä, että tällöin on alkanut veden kerääntyminen vasemman puoleisesta luukusta vintturitilaan. Arvioitu veden tulon alkamisaika on noin klo 12.30. Kohti Kylmäpihlajaa ja sen jälkeen hinaus eteni lähes vasta-aallokkoon edelleen voimistuvassa merenkäynnissä.

Aluksi vettä on tullut, kun luukun rakoon on ulottunut aalto tai pärskeitä. Veden kertyminen on ollut aluksi hyvin hidasta. Kun vettä kertyi vintturitilaan, aluksen asento muuttui siten, että luukun rako läheni veden pintaa, minkä johdosta vettä pääsi sisään yhä helpommin, ts. kiihtyvällä tilavuusvirralla. Tapauksessa oli kriittistä se, että samaan aikaan kun veden kertyminen kallisti ja viippasi alusta, aallokko voimistui. Näiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta veden kertymisnopeus oli jo noin 3 l/s ja aluksessa oli vettä jo lähes 15 t, ennen kuin kallistuma havaittiin. Veden tulon arvioidusta alkamisajankohdasta kallistuman huomaamiseen kului noin neljä tuntia. Kallistuman huomaamisesta kului 20 min tilanteen arvioimiseen niin vakavaksi, että päätettiin muuttaa kurssia ja siitä kului enää 22 minuuttia kaatumiseen, joka tapahtui nopeasti.

Säätilan merkitys

Avomeriosuus Raumalta Mäntyluotoon on noin 55 km, johon olisi kulunut aikaa 4 solmun nopeudella noin 8 tuntia hieman vällinneeitä sääolosuhteita helpommissa olosuhteissa. Haveritilanteessa veden tuloa kesti arviolta neljä ja puoli tuntia ennen kaatumista. Laskelmien pohjalta on todennäköistä, että hinauksen säärajoitusta lievemmissäkin olosuhteissa alukseen olisi ehtinyt kerääntyä kaatumiseen tarvittava määrä vettä. Lievemmissä sääolosuhteissa kaatumiseen olisi kulunut enemmän aikaa. Tutkinnassa on arvioitu turvallisen säärajan olevan noin 1,5 m merkitsevä aallonkorkeus ja tuulen nopeus noin 8 m/s, kun yksi luukku on raollaan. Lopullista kaatumista joudutti aluksen pieni keinuminen ja liikkeelle lähtenyt aggregaatti.

2.4.2 Ruoppaajan vakavuusominaisuudet

Ruoppaaja on alkuvakavuusominaisuuksiltaan hyvä johtuen sen suuresta leveys-pituussuhteesta. Sen alkuvaihtokeskuskorkeus on ollut jälkeensä tehtyjen laskelmien mukaan noin 3,5 m. Vapaiden nestepintojen vähentävä vaikutus alkuvaihtokeskuskorkeuteen on alle 0,1m.

Ruoppaajan laitimmaisissa ponttoneissa on jalkojen käyttövintturien tilat. Tilan pinta-ala on n. 17 m². Tällöin yhden metrin korkuinen täyttymä vastaa 17 tonnia. Sen kallistava momenttivarsi on noin 3,5 m. Edellä on arvioitu, että aluksen kaatumiseen tarvitaan noin 35,5 t vettä. Se vastaa tilannetta, jossa vintturitila on täynnä.

Kannen reunan etäisyys vedenpinnasta oli keulassa noin 90 cm ja perässä noin 40 cm, ja vasemman (tai oikeanpuoleisen) luukun aukon reunan etäisyys vastaavasti noin 77 cm. Sen vuoksi jo noin 4 asteen kallistuma aiheuttaa kannen reunan ("hartian" kohdalla) joutumisen veden pinnan tasolle. Kun kannen reuna menee veden alle, alus sietää lisäksi kallistumaa huonommin. Näin tynnessä vedessä. Aallokossa ja tuulessa aluksen keinuessa, kohoillessa ja jyskiessä satunnaisesti aalto ja pärskeet ulottuvat luukun reunalle jopa ilman kallistumaa.

Edellä on esitetty kuvassa 14 aluksen vakavuusvarsipiirros. Sen mukaan alus kaatuu äkillisesti, kun se on kallistunut noin 11 astetta painopisteen sivusuuntaisen siirtymän johdosta. Vintturitilaan kerääntynyt vesi sai aikaan tämän kallistuman. Kallistuman kasvu tapahtuu veden tulon tapauksessa hitaasti, joten sen vaarallisuutta on vaikea heti nähdä, jollei ole perehtynyt aluksen vakavuusominaisuuksiin. Kaatuminen tapahtui äkillisesti, kuten vakavuuskäyrän pohjalta on nähtävissä.

Pienempi vintturitila, johon mahtuisi vettä enintään noin 30 tonnia, olisi estänyt aluksen kaatumisen.

Alus ei uponnut, koska ponttoneihin jäi suuret ilmataskut, vaikka kahden muun ponttonin luukut olivat kiinnittämättä ja todennäköisesti aukesivat aluksen kaatuessa.

2.5 Pelastustoimien arviointi

2.5.1 Hinausmiehistön mahdollisuudet toimia

Kylmäpihlajan jälkeen mahdollisuuksia päästä suojaan nopeasti tarpeen vaatiessa ei enää ollut. Merenkäynti oli nousemassa, joten aallokko ei aluksi ylittänyt asetettua rajaa. Mahdollisuus havaita tuulen nopeuden olevan yli 12 m/s on lähinnä teoreettinen, kun ylitys oli vain noin 2 m/s, eikä aallokko ollut kehittynyt. Lisäksi tuulen huippu näyttää olleen paikallinen ilmiö. Hinauksen edetessä pohjoiseen Kylmäpihlajasta tuuli todennäköisesti heikkeni 11 - 12 metriin sekunnissa.

Miehistö olisi voinut estää ruoppaajan kaatumisen kallistumisen havaitsemisen jälkeen selvittämällä kallistumisen syyn ja sitten sulkemalla luukun. Tämän jälkeen olisi ollut päästävä suojaan. Hinauskatsastus mainitsee, että hinattaviin on päästävä hinauksen aikana hätätilanteessa. Käytännön menettelyä ei ole mainittu tutkinta-aineistossa. Vallitsevissa olosuhteissa tätä ei harkittu. Todennäköisesti yrittäminen olisi vaarantanut ihmishenkiä ja saattaa olla, että aikaa ei olisi ollut tarpeeksi.

Kallistumisen syytä olisi ollut mahdollista selvittää, jos ruoppaajan vakavuuslaskelmat olisivat olleet käytettävissä ja niitä olisi osattu tulkita. Näköhavainnoista olisi selvinnyt onko kannella oleva tavara siirtynyt tai onko jaloissa jotain outoa. Ruoppaajan rakenne-

kuvasta näkyy, että kallistuma voi syntyä myös laidalla olevaan vintturitilaan päässeestä vedestä. Veden tulon syy jäisi epäselväksi; luukun kautta vai runkoon syntyneestä vuodosta.

Tarkasteluista olisi selvinnyt käytettävissä oleva aika, jota nyt ei pystytty arvioimaan. Tällöin jatkosuunnitelmien teko olisi ollut varmemmalla pohjalla, esim. jos ei yritettä/ehditä sulkea luukkua, niin olisi yritettävä mahdollisimman nopeasti matalaan veteen ja laskettava ruoppaajan jalat. Ei ole tiedossa kuinka kauan jalkojen lasku kestää.

Tutkinta-aineiston mukaan kallistumisesta ilmoitettiin Terra-Mareen. Sieltä mahdollisesti saatuja ohjeita ei ole tutkinta-aineistossa.

Toinen mahdollisuus, joka otettiin tavoitteeksi kallistuman edelleen pahetessa, oli pyrkiä riittävän matalaan veteen ja laskea ruoppaajan jalat pohjaan. Merikortin mukaan reitin varrella on useita matalan veden alueita. Jos näin olisi tehty heti kallistumisen havaitsemisen jälkeen, olisi ehkä ehditty laskea jalat pohjaan. Sen sijaan yritettiin kauemmas, laajemmalle matalan veden alueelle Susikarin lähelle. Kallistumisen havaitsemisen jälkeen jatkettiin vielä samaan suuntaan vielä 20 minuuttia.

Kääntyminen myötääallokkoon olisi pienentänyt aluksen liikkeitä, koska alus olisi kohdannut suhteessa pidempiä aaltoja. Näin olisi saatu lisää aikaa yrittää suojaan tai etsiä sopivaa aluetta ruoppaajan jalkojen laskemiseksi.

2.5.2 Hinaus turvaan

Kaatuminen ilmoitettiin heti Pirskeriin. Pirskeristä lähti vene tarkistamaan tilanteen. Havarissa ei ihmishenkiä ollut suoranaisesti vaarassa.

Tuuli oli heikkenemässä, joten oli luonnollista, että päällikkö päätti pyrkiä lähimpään satamaan, jossa veden syvyys on riittävä. Koska hinattava ei irronnut, ja tilanne oli stabiili, ei lisäapua tarvittu. Tosin hinaustouvin kunnon tarkistuksesta ei ole tutkinta-aineistossa mainintaa.



3 JOHTOPÄÄTÖKSET

3.1 Kaatumiseen johtanut tapahtumaketju

Ruoppaaja KUOKKA PEKKA 5 kaatui sen jälkeen, kun vasempaan vintturitilaan oli merenkäynnissä kerääntynyt noin neljän ja puolen tunnin aikana aluksi hitaasti, mutta sitten kiihtyvällä tilavuusvirralla 35,5 tonnia vettä. Tällöin alus menetti vakavuutensa. Vuoto tapahtui raollaan olleen luukun kautta.

Kaatumisen edellytykset olivat:

- Aluksen laitaponttonien luukut olivat vain osittain suljetut.
- Vasemmanpuoleinen luukku oli kiero niin, että muodostui rako.
- Hinauksen kulkusuunta oli sellainen, että juuri tämä vasemmanpuoleinen luukku tuli enemmän alltiiksi vedentulolle.
- Alus oli sellaisessa lastitilanteessa, että vintturitila riitti täytyessään kaatamaan ruoppaajan.
- Merenkäynti oli riittävän voimakas niin, että hinauksen vaatiman ajan kuluessa luukun rako joutui tarpeeksi monta kertaa veden alle.

Kaatumista nopeutti:

- Merenkäynnin noin kolme tuntia kestänyt huippu, joka mahdollisesti ylitti hinaukselle asetetun säärajan, osui juuri avomeriosuuden alkuun.
- Rako oli vedentuloon nähden luukun pahimmassa mahdollisessa kohdassa.

Lisäksi, jos vintturitila olisi ollut selvästi pienempi, ei sinne kertynyt vesi olisi riittänyt kaatamaan ruoppaajaa vallinneessa lastitilanteessa.

Luukkujen aukiolon syy ei selviä tutkinta-aineistosta.

3.2 Onnettomuuteen vaikuttaneita taustatekijöitä

Näkyvyyteen hinaajasta ruoppaajaan vaikutti heikentävästi suuri etäisyys, välissä oleva pienellä hinaajalla lastattu proomu sekä hinaaja NICON ohjaamon takaikkunoiden sijainti.

Ruoppaajalle ei ollut tehty vakavuuslaskelmia, koska niitä ei vaadittu. Jollei kyseisiä laskelmia ole on harkittava niiden tekemistä, varsinkin jos alus on usein hinauksessa. Laskelmiin tutustuminen olisi korostanut aluksen tiiviyden merkitystä. Miehistöä ei siis voitukaan kouluttaa ruoppaajan yllättävien kallistumistilanteiden varalta. Hinattavien vakavuus- ja uppoamattomuuslaskelmiin tutustuminen on suositeltavaa.

3.3 Tutkinnassa esiin tulleita taustatekijöitä

Hinaaja oli käynyt Kasnäsistä lähtöä edeltävänä vuorokautena Mäntyluodossa. Tutkintaan annetusta lokikirjan otteesta ei käy ilmi millä miehityksellä tämä matka tehtiin. Saattaa olla, että syntyi univelkaa, joka saattoi aiheuttaa tarkkaavaisuuden heikentymistä.



4. SUOSITUKSET

Nykyisten hinausmääräysten ja -ohjeiden tarkka noudattaminen, mm. perusteellinen tiiviyyden tarkastus, olisi estänyt ruoppaajan kaatumisen. Koska ohjeistus on riittävä, tutkijat eivät anna turvallisuussuosituksia.

Helsingissä 17.2.2003

Martti Heikkilä

Olavi Huuska

LÄHDELUETTELO

Seuraavat lähteet on taltioituna Onnettomuustutkintakeskuksessa:

1. Meriselitys 4516, Turun käräjäoikeus 6.6.1997.
2. Ilmoitus merionnettomuudesta, Saaristomeren merenkulkupiiri, 154/32/97.
3. Otteet aluksen lokikirjasta 17.4 - 20.4.1997.
4. Kopio hinauskatsastuspöytäkirjasta ja tarkastuspöytäkirjasta 10.4.1997 Kotkassa.
5. Katsastuspöytäkirja, NICO.
6. Katsastustodistus, NICO.
7. Katsastus/tarkastuspöytäkirja, KUOKKA PEKKA 5.
8. Miehistöluettelo, NICO.
9. Ruoppaajan piirustukset 601 A, 601 B, 601- 3, SB154, 606.
10. Merikortti alueelta.
11. Pöytäkirjat 21.4 ja 24.4.1997, Porin tekninen rikostutkimuskeskus + valokuvaliite ja video.
12. Alukselle tehdyt laskelmat NAPA –ohjelmistolla.
13. Excel –ohjelmistolla tutkinnassa tehdyt laskelmat ja muut kirjalliset muistiinpanot.
14. Muut laskelmat.

KIRJALLISET LÄHDEVIITTEET

1. Principles of Naval Architecture, Volume III, PNA III, SNAME 1989.
2. Kimmo Kahma, On prediction of the fetch-limited wave spectrum in a steady wind, 1986.