

# LUKU 13

## Onnettomuuden kulku

### 13.1 Sääolosuhteet

Sääolosuhteet onnettomuuspaikalla noin klo 01.00 olivat ankarat, mutta eivät pahimmat mahdolliset. Tuuli oli lounaasta ja sen nopeus oli keskimäärin 18–20 m/s. Tilastojen mukaan tuulen voimakkuus pohjoisella Itämerellä on näin suuri 5–10 kertaa vuodessa syksyn ja talven aikana. Merkitsevä aallonkorkeus oli noin 4 m. Näin suuren merkitsevän aallonkorkeuden omaavan aallokon kehittymisen edellytyksenä on 15–20 m/s puhaltava lounaistuuli vähintään kymmenen tunnin ajan.

Useat aaltotilastoja koskevat tutkimukset osoittavat, että mikäli merkitsevä aallonkorkeus on 4 m, niin yksi aalto sadasta on yli 6 m korkea. Aallonkorkeuden maksimiarvo on arviolta noin kaksi kertaa niin suuri kuin merkitsevä aallonkorkeus.

Sääennusteessa keskiyön tunneiksi ennustettiin vain 2,5 m–3,5 m suuruista merkitsevää aallonkorkeutta, vaikka todellinen arvo oli noin metrin suurempi. Vaikka ennustukset olisivat olleet oikein laaditut, sillä olisi tuskin ollut vaikutusta aluksen toimintaan.

Sääennustusta ei pidetty huolestuttavana niillä kahdella matkustaja-autolautalla, jotka lähtivät Helsingistä Tukholmaan samana päivänä. Molemmat valitsivat matalilla vesillä kulkevan rannikkoreitin huonolla säällä käytettävän syvänmeren reitin sijaan.

Aallokon suuntaa on vaikea määrittää, kuten eri ilmatieteen laitokset ilmoittivat (ks. 5.4.2). Komissio arvioi, että ennen saapumistaan käännöspaikalle, ESTONIA ajoi lähes vasta-aallokkoon. Näinollen käännyttyään 25 astetta oikealle ESTONIA kohtasi aallot noin 30 asteen kulmassa vasemmalta.

Kuten kohdasta 2.3 käy ilmi, eri reitien aaltotilastot osoittavat, että ESTONIA on käyttämillään reiteillä, ainoastaan vajaan 20 tunnin ajan koko toiminta-aikanaan kokenut vasta-aallokon, jonka merkitsevä aallonkorkeus on yli 4 m. Suurin osa tästä kokemuksesta oli peräisin sen 20 kuukauden ajalta, jonka ES-

TONIA oli kulkenut reitillä Tallinna – Tukholma.

Sää tiedotusten tarkastelu siltä ajalta, kun ESTONIA kulki reittiä Tallinna – Tukholma, osoittaa, että onnettomuuden aikana vallinnutta tuulta ja aallokkoa vastaavat olosuhteet olivat aikaisemmin esiintyneet vain kerran tai kahdesti.

Tästä voidaan päätellä, että alus ei olemassaolonsa aikana yleensä ollut joutunut vaikeisiin sääolosuhteisiin.

Todennäköiset tuulen ja aallokorkeuden arvot tunnin välein on esitetty kuvassa 13.1.

### 13.2 Tapahtumien kulku

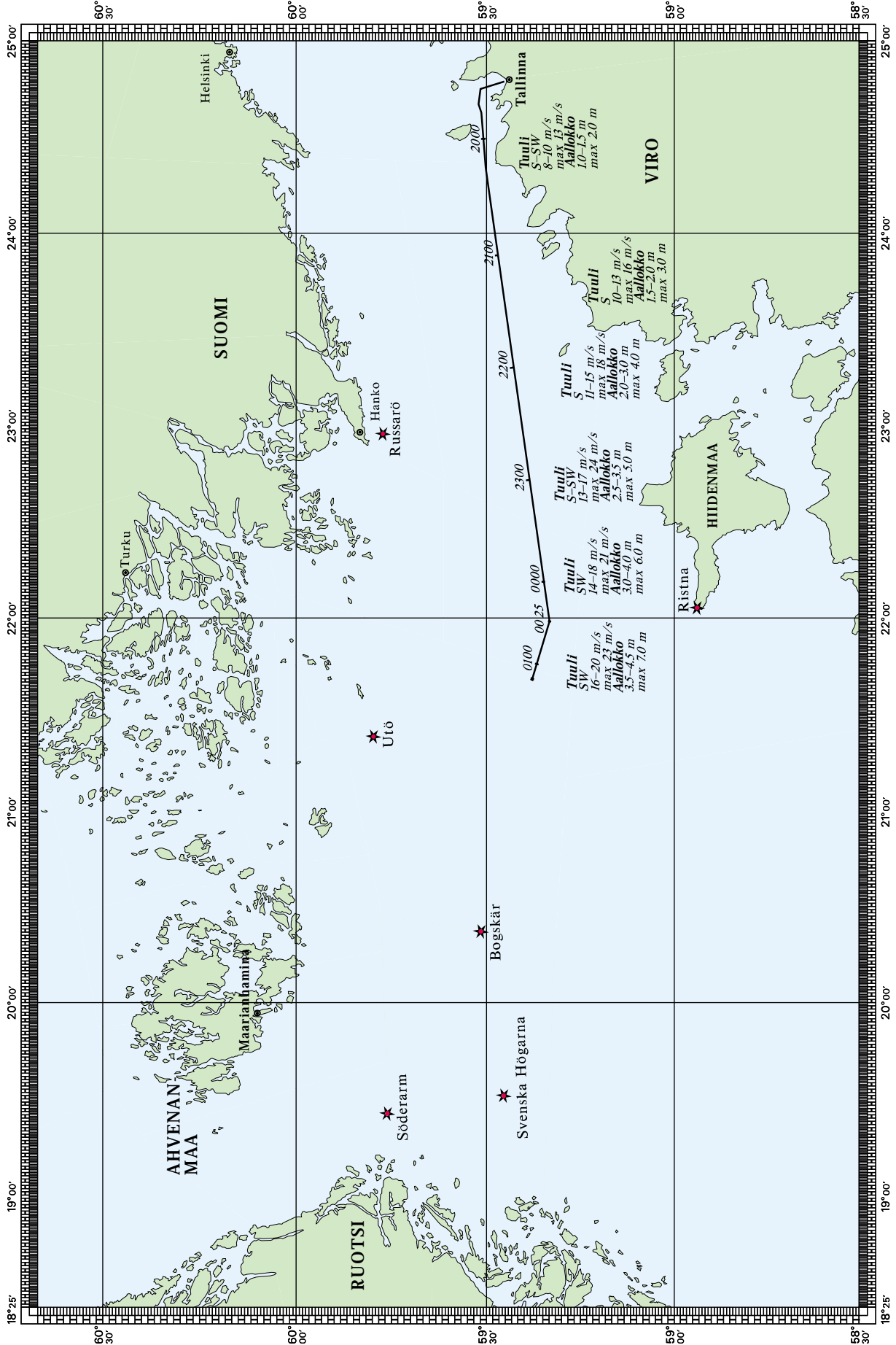
#### 13.2.1 Johdanto

Tässä osassa esitetty tapahtumien kuvaus perustuu hylystä tehtyihin havaintoihin, todistajalausuntojen analyysiin sekä visiirin ja rampin kiinnitysten vaurioiden ja lujuuden analyysiin. Laskelmia ja mallikokeita aluksen käyttäytymisestä aallokossa on myös käytetty hyväksi. Tietyt tapahtumajaksot on kuvattu yksityiskohtaisesti kohdissa 13.3–13.6. Tapahtumien kulkua on havainnollistettu kuvassa 13.2.

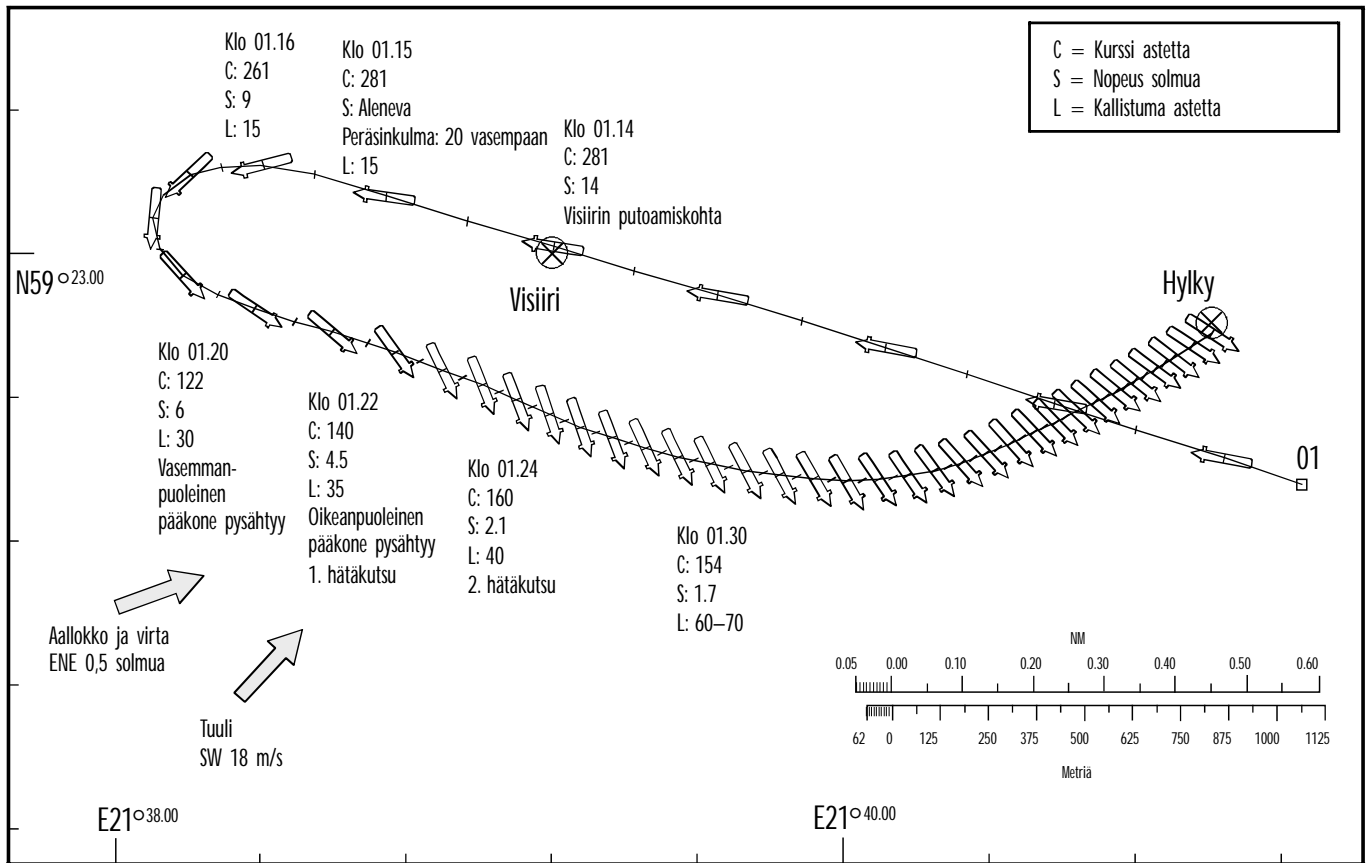
Komissio on analysoinut 258 lausuntoa, jotka on saatu 134 eloon jääneeltä. Komissio on tietoinen siitä, että eloon jääneitä ei voida pitää täysipainoisina todistajina niin kuin tarkkailijoita yleensä. Kaikki todistajat ovat onnettomuuden uhreja, joilla oli oma osansa tapahtumien kulussa. Heidän havaintoihinsa ja muistikuviansa on vaikuttanut pitkään koettu pelko, uupumus ja stressi. Lisäksi kaikki lausunnot rajoittuvat yksilöllisiin kokemuksiin vain aluksen kannella ja sen ulkopuolella eikä yhdelläkään todistajalla ollut minkäänlaisia mahdollisuuksia saada kokonaiskuvaa tapahtumista.

Tapahtumaketjua analysoidessaan komissio on yleensä antanut enemmän painoa aikaisempina ajankohtina saaduille lausunnoille kuin myöhemmin saa-

Kuva 13.1 Sääolosuhteiden kehitys ESTONIAN matkan aikana.



Kuva 13.2 Tapahtumien kulku Kalmarin merenkulkuoppilaitoksen ohjailusimulaattorilla Ruotsissa tehdyn simulaation mukaan.



duille. Syynä tähän on se, että aikaisemat lausunnot on annettu sellaisena ajankohtana, jolloin toisten todistajien ja tiedotusvälineiden esittämät näkemykset todennäköisesti eivät ole voineet vaikuttaa todistajien muistikuviin.

Komissio on myös antanut suuremman painoarvon tapahtumiin ja kokemuksiin liittyville muistikuville kuin aikaan ja ajanjaksoihin liittyville muistikuville. Tämä johtuu siitä, että objektiivisia, tapahtumiin liittyviä havaintoja on useilla eri paikoissa olleilla henkilöillä, mutta ajankohtaan liittyvät lausunnot poikkeavat toisistaan radikaalisti ja niiden on katsottu perustuvan enemmän henkilökohtaisiin näkemyksiin. Myös kallistuman suuruuteen liittyvien lausuntojen on todettu olevan hyvin voimakkaasti subjektiivisia. Miehistön jäseniltä saatuja

vastaavia lausuntoja kallistumasta ja heidän arvioitaan kuulluista äänistä on pidetty luotettavampina heidän omaamansa kokemuksen takia.

Erällä kuulustelluilla miehistön jäsenillä tuntui kuitenkin olevan taipumus suorastaan korostaa toimintaan ja ajankohtiin liittyvän tiedon tarkkuutta sen sijaan, että he olisivat paljastaneet minäkäänlaista epävarmuutta. Tällaisissa tapauksissa he usein ilmoittivat toimineensa ohjeidensa mukaan.

Erästä avaintodistajaa, vahtimatruusia, kuulusteltiin useita kertoja ja erästä yksityiskohdat hänen eri lausunnoissaan eivät ole johdonmukaisesti yhtäpitäviä. Hänen viimeisimmät, tiettyjä asioita ja uusia yksityiskohtia koskevat lausuntonsa vaikuttavat kuitenkin luotettavammilta, koska hän tällöin paljasti uusia, hänen

itsensä kannalta epäedullisia tietoja ja hän kommentoi myös aikaisempia lausuntojaan.

### 13.2.2 Matkan valmistelut

Matkareitin säätä ja aallonkorkeutta koskevat ennusteet saatiin Ruotsin Meteorologiselta ja Hydrologiselta Instituutilta (SMHI) vallinneen käytännön mukaisesti, samoin kuin muutkin sääennusteet. Aluksen päällikkö sai ennen lähtöä tiedon yön aikana odotettavissa olevasta matalapaineesta ja voimistuvista tuulista.

Komissiolla ei ole tietoa reittisuunnitelmasta, sillä suunnittelu tehtiin ainoastaan aluksella. Vaikuttaa kuitenkin todennäköiseltä, että suunnitelmalla oli edetä tavanomaista matkareittiä täydellä

matkanopeudella niin kauan kuin alus oli suojaisilla Suomenlahden vesillä ja täten voittaa aikaa Itämeren ylitystä varten.

Lastaus aloitettiin keularampin kautta klo 16.20 ja työ saatiin valmiiksi hie-man ennen lähtöä. Lastausta valvoi toinen perämies A. Todistajien mukaan suuret rekat lastattiin autokannen perä- ja keskiosiin niin, että puskurit olivat melkein kiinni toisissaan. Pienemmät rekat ja henkilöautot lastattiin keulaosaan.

Vaikuttaa siltä, että raskaat kulku-neuvot lastattiin ottamatta riittävästi huomioon aluksen perän painojakaumaa, mistä oli se seuraus, että aluksen lähtiesä satamasta vasemmanpuoleinen kallistustankki oli lähes täynnä ja oikeanpuoleinen oli tyhjä. Tästä lastin sijoittelusta ja vasemmalta puolelta puhaltavan tuulen paineesta johtuen ESTONIALla oli kolmannen konemestarin mukaan avomerelle saapuessaan noin yhden asteen suuruinen kallistuma oikealle.

Silloin kun odotettavissa on voimakasta tuulta, pitäisi ro-ro- lautoilla, lyhyillä reiteillä vallitsevan lastauskäytännön mukaan, suurin osa painosta sijoittaa tuulen puolelle, jotta tuulen aiheuttaman kallistuman korjausmahdollisuudet olisivat mahdollisimman suuret. Näinollen ESTONIA olisi pitänyt lastata toisella tavoin.

Kansimiehistö oli saanut ohjeet noudattaa erityistä huolellisuutta lastin kiinnittämisessä odotettavissa olevan sään takia. Eloon jääneiden miehistön jäsenten lausuntojen mukaan rekat oli kiinnitetty kunnollisesti hihnoilla. Kiinnikkeitä oli neljä ajoneuvoa kohden. Väitetään, että yleisen tavan mukaan ajoneuvojen kiinnitystä ei ole suoritettu loppuun aluksen lähtiessä satamasta, vaan työ suoritetaan loppuun matkan alkuvaiheessa. Kaikki viittaa siihen, että lasti kiinnitettiin normaalin käytännön mukaisesti.

Tässä yhteydessä komissio on pannut merkille, että aluksen operoidessa reitillä Tallinna – Tukholma, lastia koskevien vahingonkorvausvaatimusten määrä on ollut vähäinen ja yhdessäkään tapauksessa rekkujen, konttien tai muun lastin kiinnityksessä ei ole ollut puutteita.

### 13.2.3 Visiirin ja rampin sulkulaitteiden kunto

Komissio on hyllystä tehdyistä havainnoista todennut, että yksi keularampin lukkotapeista ei todennäköisesti ollut kunnolla kiinni-asennossa onnettomuuden sattuessa eikä vastaava merkkivalo komentosillalla syttynyt. Tämä puute ei estänyt visiirin sulkemista.

On mahdollista, että lukkotappi oli ollut suljettuna ja avautunut ennen onnettomuutta rampin ja rampin kehyksen välisen liikkeen vuoksi ja hydraulinesteen päästyä vuotamaan käyttösylinterin tiivisteiden ohi. Tämänkaltaisesta lukkotappien liikkumisesta on saatu havaintoja muilla ro-ro-matkustaja-autolautoilla.

Vaikka tämä vika olisi ollut jo satamasta lähdeäessä, on ollut mahdotonta selvittää, onko se aiheuttanut jonkinlaisia toimenpiteitä. Tällä mahdollisella puutteella ei olisi ollut mitään vaikutusta onnettomuustapahtumiin, sillä visiiri olisi pakottanut rampin avautumaan, vaikka kaikki lukkotapit olisivat olleet oikeissa asennoissa.

Miehittämättömällä pienoissukellusveneellä (ROV) otetuissa kuvissa näkyy joitakin riepua osittain avonaisen lukkotapin lähellä, alhaalla rampin vasemmalla puolella. Tämä saattaa merkitä sitä, että toisen konemestarin lausunnossaan mainitsema rampin tiivistämisen ongelma olisi ratkaistu tilapäisesti tunkemalla aukkoon riepua. Komissio pitää kuitenkin todennäköisenä, että autokannelle tulvinut vesi on loppuvaiheessa kuljettanut patjat ja rievut läheisistä varastotiloista. Ne havaittiin autokannen korkeimmassa kohdassa, joka oli yhä veden pintatason yläpuolella, kun perä osui meren pohjaan. Myös muita kelluvia esineitä ja roskia näkyi keulan alueella. Ne olivat ilmeisesti jääneet osittain sulkeutuneen rampin taakse, kun keula alkoi vajota.

Jos rievut olisi tungettu rampin sivuille niin ne todennäköisesti olisivat huuhtoutuneet pois, kun ramppi väkisin avautui. Rievut olivat osittain sellaisessa

paikassa rikkoutuneen saranan ja rungon välissä, johon ne eivät olisi päässeet, kun sarana oli ehjä. Patjojen muovinen päällyste vaikuttaa ehjältä, mikä merkitsee sitä, että ne eivät ole hankautuneet voimakkaasti. Olisi tuskin ollut mahdollista sulkea rampin viittä lukkoa, jos riepua olisi tungettu sellaisiin paikkoihin, joissa ne havaittiin.

Rekka-autojen kuljettajat ovat todenneet, että rampin lukitusten avaaminen tuotti toisinaan vaikeuksia ja siinä tarvittiin työkaluja. Samanlaisia ongelmia on ollut myös muilla aluksilla.

Visiirin alaosan lukon asentoa osoittavan anturin magneetti oli lukkotapin kiinnikkeessä, mutta ROV ja sukeltajat eivät löytäneet anturia. Anturin johtojen irrallaan olevat päät olivat lähellä levyä, johon anturit oli kiinnitetty. Tämä asennuslevy vaikutti vahingoittumalta kuten myös murtuneen vasemmanpuoleisen korvakkeen jäänteet ja kansilevy pohjalukon lähellä.

Tämä viittaa siihen, että anturit eivät olleet paikallaan onnettomuusmatkalla. Magneetti oli kuitenkin muutaman senttimetrin päässä lähimmästä anturista, joten on olemassa pieni mahdollisuus, että jyskyttävä visiiri irroitti anturit. Miehistön jäsenten ja teknisen tarkastajan mukaan alimman lukon asentoa ilmaiseva anturi oli ollut toimintakunnossa. Todennäköisesti anturin puuttumisella ei olisi ollut vaikutusta onnettomuuteen, sillä sillalla ei ollut lukkotapin asentoa ilmaisevaa merkkivaloa.

Vaihtomiehistön lausuntojen mukaan visiirin ja rampin sulkemisessa ja kiinnittämisessä noudatettiin tarkkaa rutiinia ja teknistä apua kutsuttiin, jos jokin meni epäkuuntoon. Minkäänlaisia ongelmia ei ollut tiedossa viimeisen miehistön vaihdon aikaan eikä aluksen tekniselle tarkastajalle oltu tehty ilmoituksia rampin eikä visiirin lukitusjärjestelmää koskevista puutteista.

Komission johtopäätös, jota myös onnettomuustapahtumien kulku osaltaan tukee, on, että visiiri oli aluksen lähtiessä kunnolla suljettu ja kiinnitetty eikä rampissa ollut vikoja, jotka olisivat vaikuttaneet onnettomuuden kehitykseen.

### 13.2.4

#### Matka ennen onnettomuutta

ESTONIA lähti Tallinnasta klo 19.15. Miehistöllä oli meneillään kahden viikon työjaksonsa toiseksi viimeinen päivä.

Aluksen nopeus oli noin 19 solmua ja ohittaessaan Osmussaarin majakan noin klo 22.00 ESTONIA oli suunnilleen tavanomaisessa aikatulussa, vaikka alus oli lähtenyt Tallinnasta 15 minuuttia myöhässä. Sääolosuhteet huononivat yön mittaan. Tästä johtuen aluksen vastus kasvoi ja nopeus pieneni vähitellen. Aluksen muutettua kurssia käännöspisteessä noin klo 00.25 aallot kohtasivat ESTONIAN keulan vasemmalta puolelta ja olosuhteet pahenivat, kun keinunta ja jyskintä voimistuivat ja keulaan kohdistuvat aaltojen iskut muuttuivat voimakkaammiksi. Eväkaajat oli käännetty ulos heti käännöspisteen jälkeen. Juuri ennen onnettomuutta aluksen nopeus oli pienentynyt noin 14 solmuun.

On mielenkiintoista verrata ESTONIAN nopeutta kahden muun Tukholmaan matkanneen aluksen, MARIELLAN ja SILJA EUROPAN, nopeuteen. Näillä aluksilla oli sama kurssi kuin ESTONIALla ja ne kohtasivat myös saman merenkäynnin kuin ESTONIA. MARIELLA vähensi nopeuttaan 12 solmuun noin klo 23.00 päällikön käskystä. SILJA EUROPA kulki suunnilleen samalla nopeudella kuin ESTONIA eli 14,5 solmua noin klo 00.55. Pian tämän jälkeen SILJA EUROPAN vahdissa ollut perämies vähensi nopeutta sään takia.

### 13.2.5

#### Visiirin irtoaminen

Ensimmäiset merkit siitä, että keulan alueella oli jotakin vialla havaittiin ja ilmoitettiin komentosillalle noin klo 00.55, kun vuorossa ollut vahtimatuusi tavanomaisella tarkastuskierroksellaan kuuli keularampin luona terävän metallisen pamahduksen keulasta. Tämä tapahtui samaan aikaan, kun voimakas ylöspäin kohdistuva aluksen liike melkein kaatoi hänet. Hän ilmoitti tästä pamahduksesta sillalle. Hän jäi rampin luo noin viiden

minuutin ajaksi ja jatkoi sitten kierrostaan kansille 0 ja 1 ja lopuksi komentosillalle. Hän ei kuullut enempää outoja ääniä eikä havainnut mitään epätavallista.

Pian klo 01.00 jälkeen muutamat visiiriin kohdistuvat aaltojen iskut rikkovat visiirin kiinnityksen kokonaan. Visiiri alkoi rikkoo sääkannen levyjä ja siihen liittyviä rakenteita. Pian visiiriin takaseinä pääsi kosketukseen rampin kanssa ja iski sitä yläreunaan niin, että lukot särkyivät. Ramppi kaatui eteenpäin ja jäi nojaamaan visiiriin sisään. Muutamassa minuutissa visiiri alkoi kaatua eteenpäin.

Ramppi seurasi visiiriä tämän kaatuessa eteenpäin. Visiiriin oikeanpuoleinen nostosylinteri avautui koko pituuteensa ja repeytyi lopuksi irti rungosta. Tämän seurauksena visiiri kallistui reunan yli ja jätti rampin kokonaan auki, jolloin suuri määrä vettä pääsi vuotamaan autokannelle. Pudotessaan visiiri iski aluksen keulabulbiin. Visiiriin ja rampin rikkoutuminen on kuvattu yksityiskohtaisemmin kohdassa 13.5.

Tämä tapahtumaketju vastaa hyvin useiden, aluksen eri osissa olleiden todistajien kuulohavaintoja metallisista äänistä keulan alueelta noin 10 minuutin ajalta pian klo 01.00 jälkeen. Täsmällinen ajanmääritys on kuitenkin epävarma. Todistajat ovat antaneet useita hyviä kuvauksia näistä äänistä eikä ole epäilytäkään siitä, että äänit aiheutti visiiriin liike ja jyskytys keulapiikin kantta vasten. Osa metallisista iskuista aiheutti värähtelyjä rungossa. Keulasta kuuluvat äänit loppuivat voimakkaaseen metalliseen rysähdykseen, jonka aiheutti visiiriin irtoaminen ja iskeytyminen aluksen keulabulbiin. Tämä tapahtui noin klo 01.15. Visiirissä näkyvät iskun jäljet osoittavat sen iskeytyneen bulbia vasten. Todistajien havainnot on kuvattu yksityiskohtaisesti luvussa 6.

### 13.2.6

#### Kallistuman kasvu ja aluksen uppoaminen

Kannella 1 ensimmäiset matkustajat lähtivät hyteistään jo silloin, kun keulasta alkoi kuulua metallisia ääniä. Eräät heis-

tä ovat kertoneet nähneensä pieniä määriä vettä kannen 1 käytävillä ja tunteensa, että alus oli jo tässä vaiheessa hieman kallistunut.

Kun ramppi oli osittain auki visiiriin sisällä, vesi pääsi tunkeutumaan autokannelle rampin sivuitse, kuten kolmas konemestari havaitsi klo 01.10–01.15 TV-monitorista, josta näkyi autokannen etuosa. Ensimmäisten kannelta 1, hyteistään pakenevien matkustajien havaitsema vesi on saattanut tässä vaiheessa valua alas kannen 1 asuintiloihin. Myöhemmin, evakuoinnin aikana, useat matkustajat havaitsivat kannella 2 veden valuvan portaikkoon, autokannelle johtavien palo-ovien viereisistä aukoista.

Sen jälkeen, kun visiiri oli pakottanut rampin avautumaan, aallot ovat saattaneet liikuttaa ramppia niin, että se oli välillä kokonaan auki ja välillä osittain kiinni, mutta huomattava aukko mahdollisti kuitenkin veden tulon autokannelle kuten kohdassa 13.5 on kuvattu. Autokannelle tulviva vesi sai aluksen kallistumaan ja muutaman keinuntaliikkeen jälkeen alus kallistui voimakkaasti oikealle. Todistajien mukaan alus pysyi hetken noin 15 asteen kallistuskulmassa.

Juuri hetkeä ennen kallistumista monet miehistön jäsenet ja matkustajat huomasivat aluksen liikkeiden muuttuvan. Tämä tapahtui samaan aikaan, kun visiiri irtosi aluksesta ja se saattoi olla seuraus siitä, että veden virtaus autokannelle voimistui huomattavasti.

Samaan aikaan, kun alus kallistui, koneiden kierroslukua vähennettiin lähes tyhjäkäynnille ja alus käännettiin vasemmalle tuulta vasten kuten kohdassa 13.3 selostetaan. Alus kääntyi tuulen yli vasemmalle nopeuden samalla pienentyessä. Eräiltä eloonjääneiltä saatujen tietojen mukaan koneiden kierroslukua vähennettiin juuri ennen onnettomuutta, mutta ajoitus on epävarma. Kommissio uskoo kuitenkin, että täysi matkanopeus säilytettiin siihen asti, kunnes alus kallistui.

Aluksen kääntyessä vasemmalle veden tulo autokannelle jatkui ja kallistuma kasvoi 20–30 asteeseen. Muutaman minuutin ajaksi alus jäi tähän asentoon

veden sisäänvirtauksen hidastuessa. Noin klo 01.20 mennessä kaikki neljä konetta olivat pysähtyneet muutaman minuutin välein voiteluöljyn paineen alenemisen takia, vasemmanpuoliset ensimmäisinä. Päägeneraattori pysähtyi noin viisi minuuttia myöhemmin.

Pääkoneiden pysähtymisen jälkeen ESTONIA ajelehti noin 40 astetta kallistuneena oikea kylki vasten aaltoja. Vedensisääntulo keulasta jatkui, mutta huomattavasti hitaammin. Aallot hakkasivat ikkunoita vasten kannella 4. Ikkunat ja perässä olevat ovet murtuivat ja veden tunkeutuminen asuintiloihin pääsi alkamaan. Kun veden tulo jatkui, kallistuma ja peräviippaus kasvoivat ja alus alkoi upota. Kallistuman ollessa noin 80 astetta komentosilta oli osittain veden vallassa. Tämä tapahtui pian klo 01.30 jälkeen, mikä on pääteltävissä karttahuoneen kellosta, jonka viisarit olivat pysähtyneet aikaan klo 23.35 UTC. Hätägeneraattori pysähtyi suunnilleen samaan aikaan, mutta akut antoivat vielä virtaa osittaiseen valaistukseen. Uppoaminen, perä edellä, jatkui ja alus katosi meren pinnalta noin klo 01.50. Tätä onnettomuuden vaihetta on selostettu tarkemmin kohdassa 13.6. Kuvassa 13.3 on esitetty kallistuman kasvu ja aluksen uppoaminen.

### 13.2.7 Evakuointi

Juuri ennen onnettomuutta useimmat matkustajat olivat hyteissään. Suurin osa miehistöstä oli vapaalla, osa nukkumassa ja toiset yhdessä messihuoneissa tai hyteissä kansilla 7 ja 8.

Matkustajat liikuskelivat auloissa, käytävillä ja portaikoissa. Muutamat matkustajat ja miehistön jäsenet olivat yhä yökerhossa ja Admiral-pubissa oli 30–60 henkeä. Eräät matkustajat lepäsivät tai nukkuivat oleskelutiloissa ja kahvilassa. Pieni osa lepäsi muissa julkisissa tiloissa, käytävillä tai portaikoissa.

Osa matkustajista oli lähtenyt hyteistään varhaisessa vaiheessa aluksen liikkeiden tai melun takia. Kallistuman kasvassa matkustajilla oli vaikeuksia päästä

ulos hyteistään, koska huonekaluja ja matkatavaroita oli liukunut ovien eteen. Aluksen sisällä liikkuminen ja avoimille kansille pääsy vaikeutui kallistumisen takia.

Noin klo 01.20 eli viisi minuuttia kallistumisen jälkeen heikko naisääni kuulutti kaiutinjärjestelmän avulla ”Häire, häire, laeval on häire” (suomeksi: ”Hälytys, hälytys, laivalla on hälytys”). Pian tämän jälkeen toinen perämies hälytti *Mr Skylight to number one and two*. Noin kaksi minuuttia myöhemmin annettiin yleinen kansainvälinen pelastusvenehälytys.

Monilla niistä, jotka onnistuivat pääsemään avoimille kansille oli vaikeuksia saada pelastusliivejä kunnolla puetuksi päälleen. Ihmiset pitivät kiinni kaiteista ja kiipesivät aluksen kyljelle, kun se makasi lähes kyljellään. Aallot huuhtoivat osan ihmisistä mereen ja eräät alkoivat hypätä mereen noin klo 01.30. Useimmilla oli vaikeuksia tavoittaa lauttoja, joita kellui kymmenittäin aluksen ympärillä. Harvojen ihmisten onnistui nousta lautalle aluksen vieressä. Kuva 13.4 esittää kallistuman kasvua avoimelta kannelta, savupiipun vierestä nähtynä.

Evakuointiin avoimelle kannelle käytettävissä ollut aika oli 10 ja 20 minuutin välillä. Tänä aikana ainakin 237 henkeä onnistui poistumaan aluksesta. Evakuointia on analysoitu tarkemmin luvussa 16.

### 13.3 Toiminta komentosillalla

Kun ESTONIA oli merellä, komentosiltavahtiin kuului aina kaksi perämiestä ja vahtimatuusi. Vahtimatuusin tehtävänä oli tehdä tarkastuskierroksia aluksella ja toimia ylimääräisenä tähytäjänä. Työkentelyrutiini on esitelty tarkemmin kohdassa 4.3.

Kun toinen perämies B sai vahtimatuusilta ilmoituksen metallisesta pamahduksesta juuri ennen kello yhtä, perämies B käski hänen jäädä alueelle ja selvittää, mistä ääni oli peräisin. Noin viiden minuutin kuluttua vahtimatuusi ilmoitti, että hän ei ollut löytänyt mitään

poikkeavaa ja että ääni ei ollut toistunut. Vahtimatuusi sai käskyn jatkaa kierrostaan.

Komentosillalla oli vahdinvaihto kello yksi, kun toinen perämies A ja neljäs perämies vapauttivat toisen perämiehen B ja kolmannen perämiehen. Yleensä työvuoronsa aloittava vahti saapui komentosillalle viimeistään viisi minuuttia ennen vahtivuoron alkua, eikä ole mitään syytä olettaa, että käytännöstä olisi poikettu kyseisenä yönä.

On ilmeistä, että työvuoronsa kello yksi aloittaneet perämiehet tiesivät autokannella kuulluista äänistä. Komissio päättelä, että saatuja tietoja ei pidetty hälyttävänä, koska vapautuva vahti lähti komentosillalta kuten yleensäkin.

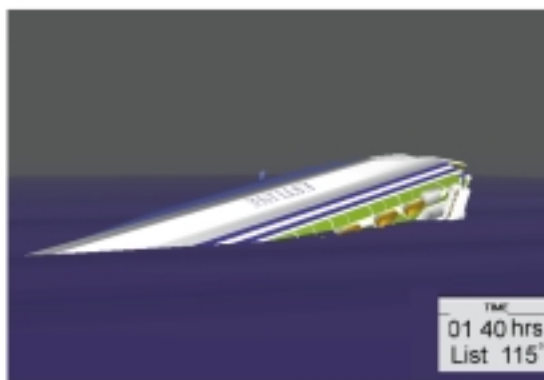
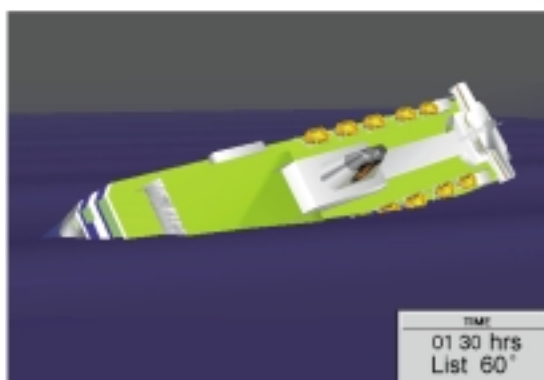
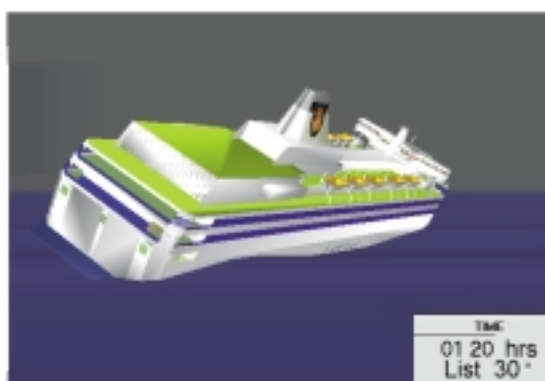
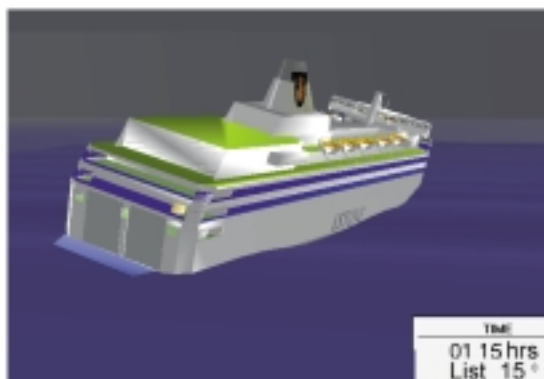
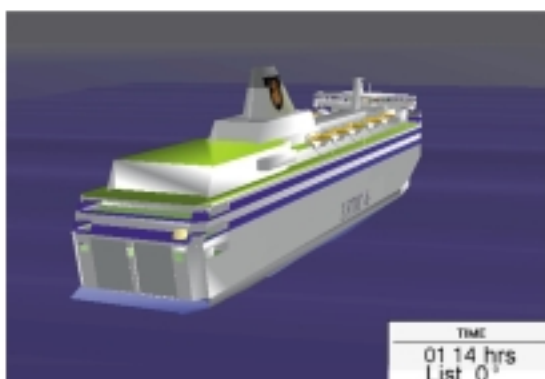
Kun uuden vahdin vahtimatuusi palasi kierrokseltaan noin kello viittä vaille yksi, hän näki aluksen päällikön saapuvan komentosillalle juuri ennen häntä. Päällikkö esitti yleisluontoisia kommentteja nopeudesta ja heidän todennäköisestä myöhäisestä saapumisestaan Tukholmaan. Mikään ei viittaa siihen, että hänen käyntinsä olisi ollut muuta kuin rutiiniluontoinen eikä siis johtunut valitsevan tilanteen aiheuttamasta huolestumisesta.

Pian sillalle saapumisensa jälkeen vahtimatuusi sai käskyn kutsua pursimies ja seurata häntä autokannelle tarkistamaan keula-alue ja yleistilanne. Toinen perämies A, joka antoi käskyn, oli saanut puhelun, todennäköisesti joltakin miehistön jäseneltä, jossa ilmoitettiin voimakkaista äänistä, joiden uskottiin olevan peräisin autokannen etuosasta. Pursimies oli vastuussa rampin ja visiirin käytöstä, joten se, että hänet kutsuttiin kesken vapaavuoronsa työhön, viittaa siihen, että vahtipäällystö piti tilannetta vakavana. Mikään ei viittaa siihen, että tässä vaiheessa olisi ryhdytty muihin toimenpiteisiin.

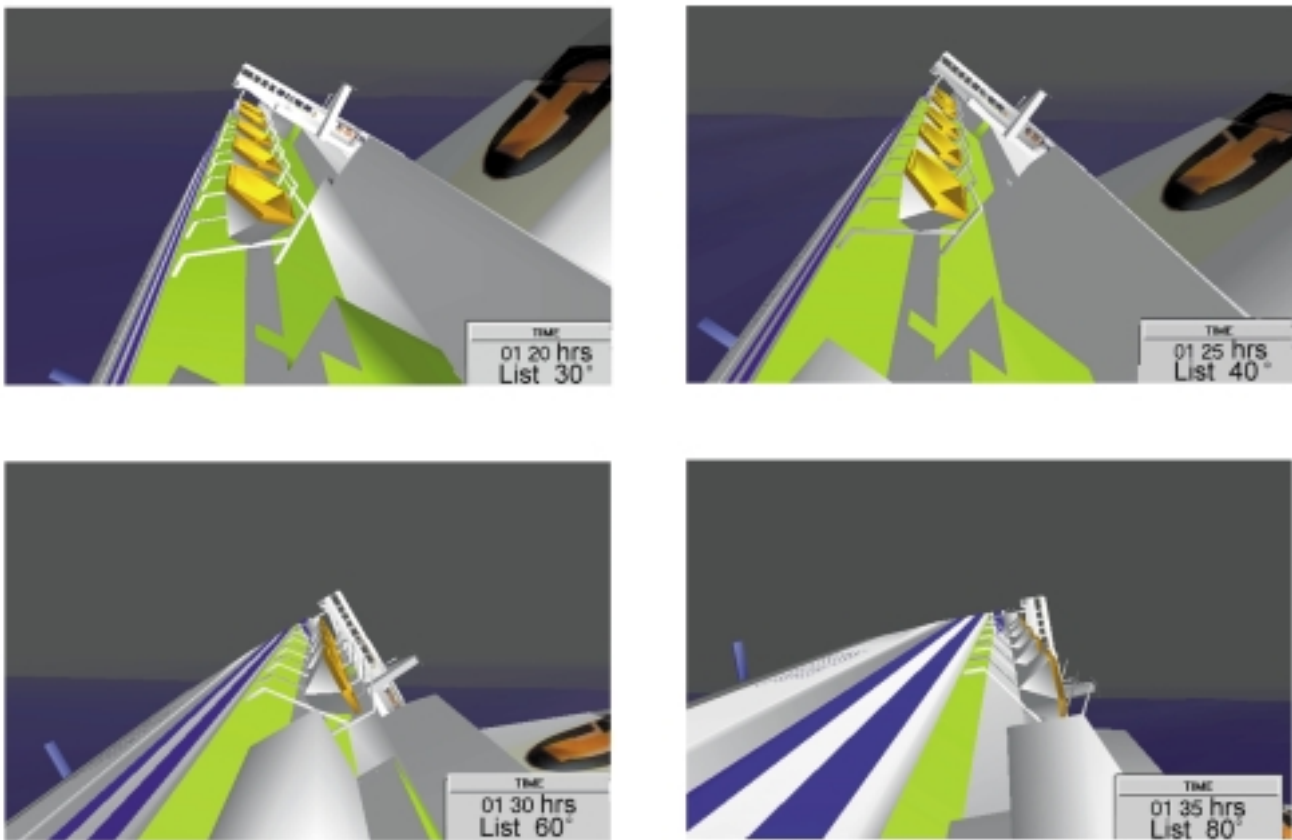
Tässä vaiheessa komentosillalle oli tehty kaksi ilmoitusta äänistä. Komission mielestä nämä ilmoitukset olivat niin hälyttäviä, että päällystön olisi ainakin pitänyt tässä vaiheessa vähentää aluksen nopeutta.

Vahtimatuusi on todistanut, että pääl-

Kuva 13.3 Tietokoneella laadittu kuvasarja ESTONIAN kallistuman lisääntymisestä ja aluksen uppoamisesta. Kellonaika ja kallistuma asteina käy ilmi kunkin kuvan oikeasta alakulmasta.



Kuva 13.4 Kallistuman lisääntyminen ulkokannelta nähtynä.



likkö oli sillalla, kun hänet lähetettiin autokannelle. Siksi on erittäin todennäköistä, että päällikkö oli tietoinen tilanteesta ja hyväksyi suoritettujen toimenpiteet ja, että hän oli yhä sillalla onnettomuustapahtumien edetessä.

Vahtimatuusi ei koskaan päässyt autokannelle asti. Hän odotti informaatiopisteessä kannella 5 autokannen oven avaamista ja suunnilleen samaan aikaan tai hieman aikaisemmin visiiri menetettiin ja ramppi avautui. Hänen odotellessaan informaatiopisteessä, alus kallistui ja jäi noin 15 asteen kulmaan oikealle kallistuneena. Vahtimatuusi jatkoi välittömästi matkaansa alaspäin, mutta pakenevien matkustajien virta esti häntä pääsemästä alemmille kansille. Jotkut matkustajista huusivat, että kannella 1 oli vettä. Hän kääntyi ja juoksi kohti venekantta. Pursimiehen olinpaikasta tänä ajankohtana ei ole tietoa.

Ei ole tietoa siitä, mitä tietoja komentosillalla ollut päällystö sai tilanteesta sen jälkeen, kun vahtimatuusi lähti sillalta, mutta komission mielestä on varmaa, että ainakaan visiirin iskeytyminen bulbia vasten ei ole voinut jäädä huomaamatta.

Komission mielestä on ilmeistä, että kallistuman ja iskeytymisäänien takia päällystö on pyrkinyt vähentämään aluksen nopeutta ja kääntämään alusta vasemmalle. Muutamia minutteja myöhemmin he myös sulki kaikki vesitiiviit ovet.

Noin 3–5 minuuttia kallistumisen jälkeen venekannella ollut vahtimatuusi ilmoitti komentosillalle, että matkustajat pakenivat suurin joukoin alemmilta kansilta huutaen, että kannella 1 on vettä. Hän sai taas käskyn mennä alas ja hankkia lisätietoja tilanteesta. Suunnilleen samaan aikaan kolmas konemestari sai

puhelimitse käskyn oikaista kallistuma pumpaamalla vettä painolastitankkiin. Hän yritti pumpata merivettä lähes täynnä olevaan kallistustankkiin, mutta pumppu imi ilmaa. Kallistuma oli tässä vaiheessa noin 30 astetta ja komentosillalla olevat päällystöön kuuluvat yrittivät ilmeisesti yhä saada lisätietoja ymmärtääkseen, mitä oli tapahtumassa. He ilmeisesti uskoivat, että vaikea tilanne olisi ollut korjattavissa.

Tapahtumien nopeasta kehityksestä ja siitä johtuvasta lyhyestä evakuointiajasta saatujen tietojen valossa komissio pitää erittäin valitettavana, että pelastusvenehälytys annettiin vasta viisi minuuttia kallistumisen alkamisen jälkeen, kun kallistuma oli noin 35 astetta. Matkustajille ei myöskään annettu minkäänlaista informaatiota kaiutinjärjestelmän avulla.

Ensimmäinen ESTONIAN lähettämä



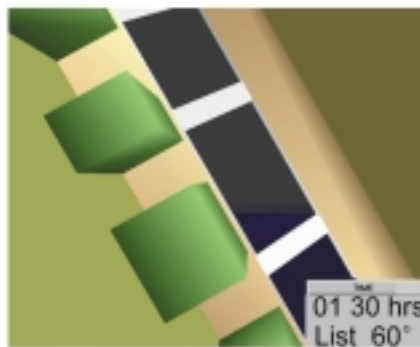
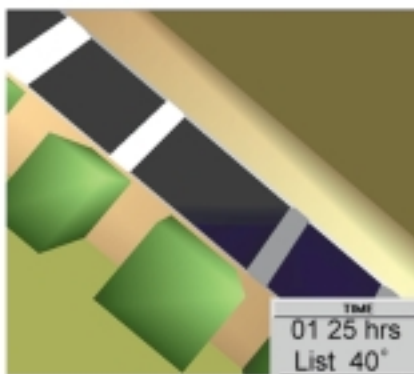
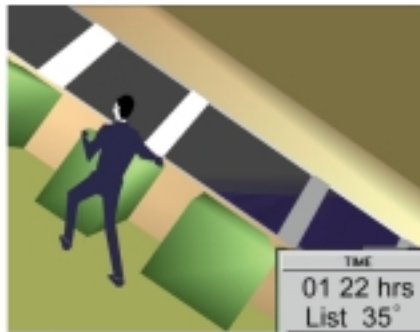
hätäkutsu kuultiin klo 01.22 eli suunnilleen samaan aikaan kuin pelastusvenehälytys annettiin ja juuri sen jälkeen, kun pääkoneet olivat pysähtyneet. Se oli lyhyt viesti, johon sisältyi vain sana "Mayday" ja nimi ESTONIA. Lähettäjäksi on äänen perusteella tunnistettu vahtivuorossa ollut toinen perämies A. Myöhemmän radioliikenteen hoitajaksi on tunnistettu kolmas perämies. Erään taustalta kuuluneen äänen on tunnistettu kuuluneen yliperämiehelle. Hän ja kolmas perämies olivat ilmeisesti tulleet sillalle hälyttävän tilanteen takia.

Hätäliikenteeseen, ensimmäisestä viimeiseen viestiin, kului aikaa kahdeksan minuuttia. Viesteissä ei mainita mitään sellaista, joka viittaisi siihen, että päällystöllä olisi ollut mitään käsitystä siitä, mikä sai aluksen kallistumaan ja ottamaan vettä sisäänsä. Saatu informaatio oli: "Joo, meillä on nyt tässä ongelma, on paha kallistuma oikealle puolelle, uskon että on pari-, kolmekymmentä astetta." Ja sen jälkeen "Meillä on black out" ja hätäliikenteen lopuksi "Todella pahalta näyttää se nyt tässä kyllä". Tämä tapahtui noin seitsemän minuuttia ennen kuin ESTONIA ilmoitti sijaintinsa. Onnettomuustapahtumien nopeasta kehittymisestä johtuen hätäliikenteen myöhäisellä aloittamisella ei kuitenkaan ollut suurtakaan vaikutusta lopputulokseen eikä pelastusoperaatioon. Hätäliikenne on esitetty kokonaisuudessaan kohdassa 7.3.3. Kuva 13.5 esittää kallistuman kehitystä hätäliikenteen aikana sillalta nähtynä.

Viidestä komentosillalla olleesta päällystöön kuuluvasta toisen perämiehen A ja kolmannen perämiehen nähtiin poistuvan sillalta onnettomuuden loppuvaiheessa. Uskotaan, että päällikkö, yliperämies ja neljäs perämies jäivät sillalle onnettomuuden loppuun asti. Tätä oletusta tukee myös se seikka, että sukellustutkimuksissa sillalla havaittiin kolme ruumista.

Kahden sillalta poistuneen perämiehen nähtiin myöhemmin jakavan pelastusliivejä ja yrittävän laskea pelastusveneitä ja lauttoja. Myös pursimiehen, joka kutsuttiin onnettomuuden alkuvaiheessa auttamaan autokannen äänten tutki-

**Kuva 13.5 Kallistuman lisääntyminen komentosillalta nähtynä.**



misessä, nähtiin osallistuvan tähän toimintaan kannella 7.

On merkittävää, että komentosillan ja konevalvomon välillä tapahtui niin vähän tiedonvaihtoa onnettomuustapahtumien etenemisen aikana. Kolmas konemestari ei ilmoittanut sillalle havaitsemastaan veden sisääntulosta (ks. 6.2.3). Vahdissa olleet perämiehet eivät myöskään pyytäneet häneltä tilannearviota.

Mikäli monitorilla tehdyistä havainnoista olisi keskusteltu ja tilanne olisi arvioitu välittömästi, olisi yhä ollut mahdollista vaikuttaa onnettomuustapahtumien kehitykseen.

Mikään ei viittaa siihen, että päällystö olisi tajunnut keulan olevan täysin auki, vaikka on täytynyt olla ilmeistä, että tilanne oli vakava ja aluksen turvallisuus oli uhattuna.

Komission tilaamat simulaatiot osoittavat, että pikainen nopeuden vähentäminen ja kurssin muuttaminen olisivat merkittävästi vähentäneet sisääntulevan veden määrää. Turvallisin asento keula auki olevalle alukselle olisi ollut kylki aallokkoa vasten täysin pysähtyneenä. On myös todettu, että kääntyminen oikealle ei olisi vaarantanut aluksen vakaavuutta. Tuulen paine olisi lisännyt kallistumaa vain muutaman asteen. Näinollen keula täysin avoinna olevan aluksen kääntäminen kohti tuulta ja korkeita aaltoja ei ollut paras ratkaisu. Toisaalta on muistettava, että päällystön näkökulmasta katsoen aluksen kääntäminen oikealle, pois tuulesta olisi altistanut aluksen vasemman kyljen tuulen ja aaltojen koko voimalle ja lisännyt kallistumaa ja keinuntaa. Tässä valossa päätös kääntää alus vasemmalle ja tuuleen on ymmärrettävä.

Komissio on tutkinut kysymystä siitä, olisiko alhaisempi nopeus mahdollisesti estänyt onnettomuuden tapahtumisen. Asiaa on tutkittu perusteellisesti mallikokeilla ja lukuisilla simulaatioilla kuten kohdissa 12.1 ja 12.2 esitetyistä yhteenvedoista ilmenee. Tulokset vahvistavat, että alhaisempi nopeus olisi pienentänyt visiirin kokonaiskuormitusta ja näinollen myös sen rikkoutumistodennäköisyyttä. Jo 10 solmun nopeudella kuormitus olisi kuitenkin ollut lähellä visiirin kiinnitysten kestävyysrajoja.

Komissio on myös pohtinut, olisiko komentosillalla olleella päällystöllä ollut syytä vähentää nopeutta ennen onnettomuustapahtumien käynnistymistä.

Kuten monilla aluksilla, ESTONIALla ei ollut vakiintunutta käytäntöä eikä laivayhtiön antamia ohjeita vaikeista sääolosuhteista. Komissio on myös huomannut, että matkustajien mukavuus, jota

miehistön on helppo tarkkailla, näyttää usein olevan tärkein syy nopeuden vähentämiseen tämällytyksillä suurilla matkustaja-autolautoilla. Komissio on pannut merkille, että useimpien alusten päälliköiden mielestä nopeutta on vähennettävä mukavuussyistä jo paljon ennen kuin aluksen lujuus ja turvallisuus sitä vaativat.

Vaikka erät eloon jääneet matkustajat ovat kuvanneet matkaa ennen onnettomuutta epämiellyttäväksi, niin päällysty ei ilmeisesti katsonut aiheelliseksi vähentää nopeutta mukavuussyistä.

Vertailun vuoksi todettakoon, että numeeriset analyysit ja mallikokeet osoittavat, että ESTONIAN keulaosissa pysty- kiihtyvyys ylitti keskiyön jälkeen 50 prosentilla kansainvälisen standardisointijärjestön ISO:n liikkeiden aiheuttamaa pahoinvointia koskevassa standardissaan määrittelemän vakavan pahoinvoinnin rajan. Toisaalta ravintoloissa ja vapaa-ajanviettopaikoissa keskilaivassa ja aluksen perässä pystykiihtyvyys oli huomattavasti rajan alapuolella tai lähellä sitä. Eri merialueilla, Itämeri mukaanlukien, liikkuvilla matkustaja-aluksilla on mitattu huomattavasti suurempia kiihtyvyyksiä kuin ESTONIALle arvioidut arvot. Laskelmat osoittavat myös, että pystykiihtyvyyden ja merisairauden suhteen tilanne ei juurikaan olisi parantunut, vaikka nopeutta olisi vähennetty huomattavasti (ks. 12.4.2).

Täten on pääteltävissä, että matka oli monien matkustajien kannalta epämu- kava, mutta ei poikkeuksellinen. Alus liikkui mukavuuskriteerien rajoilla tai hieman niiden yläpuolella. Edellä esitety- n perusteella päällysty ilmeisesti uskoi, että keulan lujuuden suhteen oli yhä riittävä marginaali.

Onnettomuus osoittaa sen, että suur- ten ro-ro-matkustaja-autolautojen mie- histöillä on oltava vaikeita sääolosuhteita varten toimintaohjeet ja vaikeissa sääolo- suhteissa tapahtuva aluksen ohjailu vaati koulutusta. Yleisten, laivan lujuuden asettamiin rajoituksiin liittyvien käyttö- ohjeiden puuttuminen komentosillalla on vakava puute koko laivakuljetusala- la. Tämä koskee erityisesti suuria aluksia,

joilla on suuritehoiset koneet. Alusten koon takia niiden liikkeitä on vaikeampi tarkkailla. ESTONIAN tapauksessa aluk- sen visiirin lujuuden vaatimat käyttörajat olivat huomattavasti alhaisemmat kuin miehistöllä oli syytä olettaa.

## 13.4 Keulan alueelta saadut tiedot ja hälytykset

Kuten kohdassa 3.3.5 on kuvattu, ko- mentosillalla olevat merkkivalot osoitti- vat, oliko visiiri ja vastaavasti ramppi suljettu vai ei. Rampin merkkivalot oli kytketty lukituslaitteisiin siten, että kaik- kien lukitusten piti olla määrättyssä asen- nossa, jotta lamput syttyisivät. Vihreä valo ilmoitti rampin olevan kiinni ja pu- nainen sen olevan auki. Koska yksi luki- tuspulteista ei todennäköisesti ollut kun- nolla kiinnitetty lähdetessä, komento- sillalla ei mikään ilmaissut, että ramppi olisi ollut suljettu.

Visiirin lukituksen merkkivalot oli, siltä osin kuin komissio on pystynyt asian vahvistamaan, kytketty alkuperäisellä tavalla siten, että valon syttyminen riip- pui ainoastaan sivulukituslaitteiden asen- toantureista. Lamput eivät siis suoraan osoittaneet visiirin asentoa. Visiirin sivu- lukot olivat viimeisellä matkalla suljetus- sa asennossa ja visiirin merkkivalo oli siten vihreä. Vihreä valo paloi yhä myös visiirin irtoamisen jälkeen, sillä sivuluki- tuslaitteet olivat yhä suljetussa asennos- sa. Komentosillalla olevat merkkivalot eivät siis välittäneet minkäänlaista tietoa asiasta, kun visiiri alkoi irrota.

Ensimmäinen hälyttävä ääni on luul- tavasti kuultu silloin, kun jokin visiirin kiinnikkeistä petti osittain. Metallisia ää- niä on tuskin voinut syntyä ennen tätä.

Komentosillalla ja konevalvomossa olevilla monitoreilla voitiin tarkkailla autokantta neljän TV-kameran avulla. Neljän kameran lähettämät kuvat voitiin monitorilla valita manuaalisesti tai auto- maattisesti. Komentosillan monitori oli kiinnitetty karttahuoneen oviaukon luo- ja kuvaruutu näkyi oikealle. Sitä ei voi-

nut tarkkailla ohjauspaikalta. Veden si- sääntulo rampin sivuitse havaittiin en- simmäiseksi konevalvomon monitoris- ta. Ei ole onnistuttu selvittämään, tekikö komentosillalla ollut päällysty saman havainnon.

Monissa muissa raportoiduissa ta- pauksissa, joissa eri lukituslaitteet rik- koutuivat samaan tapaan, visiirin avau- tuminen nähtiin komentosillalta ja vah- tivuorossa ollut päällysty saattoi ryhtyä tarpeellisiin toimenpiteisiin. ESTONIAL- la visiiri ei kuitenkaan näkynyt ohjaus- paikalta.

Olosuhteet ja järjestelyt olivat siis sel- laiset, että sillalla ollut päällysty ei saanut minkäänlaista suoraa tietoa tai varoitusta siitä, mitä visiirin luona tapahtui, kun onnettomuustapahtumat etenivät.

## 13.5 Visiirin ja rampin murtumismekanismi

Tässä kohdassa on kuvattu se visiirin menetykseen ja rampin avautumiseen johtanut tapahtumaketju, joka komission mielestä on kaikkein todennäköisin.

Sitä kuormitusta, jolle visiiri oli alttii- na merellä simuloitiin teoreettisesti ja tutkittiin mallikokeiden avulla samanlai- sissa olosuhteissa kuin merellä ilmeisesti vallitsi onnettomuuden sattuessa. Kokeel- liset ja teoreettiset tulokset on esitetty kohdissa 12.1–12.3 ja yhteenveto on esi- tetty kohdassa 15.2.

Suurimman avaavan momentin, joka kohdistui visiiriin sen jälkeen, kun alus viimeksi muutti kurssia, on arvioitu ol- leen 4 ja 20 MNm välillä ja suurimman kokonaisvoiman 4 ja 9 MN välillä. Näin suuria kuormia ja avaavia momentteja esiintyy harvoin. Kokonaiskuormitus ja avaava momentti ovat saattaneet ylittää esitetyt alarajat useita kertoja puolen tun- nin sisällä valliinneissa olosuhteissa. Esi- tettyjä ylärajoja suurempien arvojen esiin- tyminen on epätodennäköistä, mutta ei mahdotonta. Suurin osa aaltojen iskuista ei aiheuttanut avaavaa momenttia lain- kaan.

Kuten kohdassa 15.10 esitetään, on päätelty, että visiirin kiinnitysten lujuus ei ollut riittävä kestääkseen aallokon aiheuttaman 7–9 MN kokonaiskuormituksen, joka vastaa 13–20 MNm avaavaa momenttia. On olemassa teoreettinen yli 1/20 todennäköisyys sille, että yksi aalto on ylittänyt kiinnitysten yhdistetyn lujuuden 30 minuutin aikana viimeisen käännöksen jälkeisissä olosuhteissa. Vasemmanpuoleinen lukko on saattanut murtua edellä esitettyä maksimiarvoa pienemmällä kuormalla

Kaikki visiirin kiinnikkeet, lukituslaitteet, kannen saranat ja nostosylinterin kiinnikkeet paikallisen ylikuormituksen synnyttämän jännityksen takia. Kiinnikkeet ovat saattaneet pettää yhdessä tai useammassa eri vaiheessa. Paikallinen vaurio on saattanut saada alkunsa silloin, kun vahtimatuusi kuuli voimakkaan metallisen pamahduksen.

Ratkaisevan vaurion uskotaan syntyneen myöhemmästä aallon iskusta pian metallisen pamahduksen jälkeen. Tässä ratkaisevassa vauriossa loput lukituslaitteet pettivät kokonaan päästäten visiirin osittain avautumaan. Kun visiiri kerran pääsi siirtymään sijoiltaan, vasemmanpuoleinen sarana petti voimakkaaseen vääntöön ja venytykseen liittyvän momentin ja pystyvoiman aiheuttaman ylikuormituksen takia. Oikeanpuoleinen sarana petti väännön seurauksena, kun visiiri kääntyi myötäpäivään. Hydrodynaamiset voimat painoivat visiirin vasten keulalaapiota, jota myöten visiiri liukui ylöspäin. Hydrauliset nostosylinterit ovat saattaneet pettää samaan aikaan tai ne ovat saattaneet pysyä kiinnitettynä vielä jonkin aikaa. Vasemmanpuoleinen nostosylinteri, joka jossakin vaiheessa irtosi rungosta jo heikentyneen kiinnitysalustan pettäessä, oli avautunut ainakin noin 0,4 m. Oikeanpuoleisen nostosylinterin hydraulikka petti, mutta se pysyi vielä kiinni ja repeytyessään myöhemmin irti rungosta täysin avautuneena se oli viimeinen visiiriä ja runkoa yhdistävä kiinnitys.

Sen jälkeen kun lukituslaitteet ja saranat olivat pettäneet ja nostosylinterit menettäneet toimintakykynsä, visiiri pyr-

ki luonnostaan kaatumaan eteenpäin, koska sen painopiste sijaitsi edempänä kuin sen uusi tukipiste eli paikka, jonka päällä visiirin keularangan alapää lepäsi. Visiirin asentoa määrasivät tässä vaiheessa nostosylinterit ja niiden kiinnityskorvakkeet saranapalkeissa, jotka työntyivät keulakannessa oleviin aukkoihin. Visiirin liikkeet olivat siis rajoitetut pituus suunnassa.

Seuraavat aaltojen iskut liikuttivat visiiriä edestakaisin ja samalla se liikkui pystysuunnassa aiheuttaen iskuillaan vaurioita laipiolle ja saranoiden kannatinpalkeille. Iskujen jäljet viittavat hyvin voimakkaaseen vaakasuoraan liikkeeseen ja noin 1,4 m pystyliikkeisiin. Vaurioita on kuvattu yksityiskohtaisesti luvussa 8. Visiirin saranapalkkien takaosassa olevien jälkien perusteella on arvioitu, että voimakkaiden, takaa tulleiden iskujen lukumäärä oli vähintään kaksi ja todennäköisesti vähemmän kuin viisi. Aaltojen visiiriin kohdistama pystyvoima oli suurempi kuin visiirin paino noin kerran minuutissa vallinneissa olosuhteissa. Tämän visiirin edestakaisen liikkeen dynamiikka pystyi synnyttämään niin voimakkaita iskuja, että saranapalkkien reumat pystyivät lävistämään poikittaisen kansipalkin, joka oli raskain visiirin eteenpäin liikkumista estävä rakenneos.

Sen jälkeen, kun kansipalkki oli antanut periksi ja 360 mm kansilevyä oli revennyt, visiirin suojakotelo pääsi kosketukseen rampin pään kanssa. Kosketus tapahtui ensin oikealla puolella sillä merenkäynnin aiheuttama kuormitus oli saanut visiirin kiertymään jonkin verran oikealle. Visiiri veti ramppia eteenpäin niin, että lukituslaitteet ja rampin hydrauliset nostosylinterit pettivät luultavasti yhden ainoan liikkeen seurauksena. Tämän jälkeen mikään ei estänyt ramppia kaatumaan eteenpäin vasten visiirin ylintä poikittaispalkkia. Sen jälkeen visiirin nostosylinterien korvakkeet leikkasivat loppuosan kannesta ja keulalaipiolevyn niin, että visiiri pääsi liikkumaan eteenpäin ja putoamaan mereen.

Tapahtumaketjun tarkka ajoitus ei ole mahdollista, sillä suurten, visiirin liikuttamiseen pystyvien aaltokuormien esiin-

tyminen on epäsäännöllistä. Tarvittiin useita visiirin liikkeitä, ennen kuin se pystyi tunkeutumaan läpi kannen ja palkin. Vasta loppuvaiheessa, kun ramppi oli väkisin avautunut, pääsi visiiriin kerääntynyt vesi virtaamaan autokannelle rampin sivuilla olevista aukoista. Aika, joka kului siitä, kun vesi alkoi virrata autokannelle, siihen kun visiiri irtosi, oli siis todennäköisesti lyhyt, noin viiden minuutin suuruusluokkaa.

Tässä murtumistapahtumaketjun loppuosassa tarvittiin suurta voimaa vain kahdessa vaiheessa, kun kansipalkki katkesi ja kun ramppi avautui väkisin.

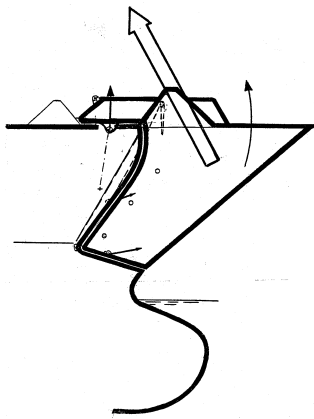
Moniin tapahtumiin liittyvien yksityiskohtien epävarmuuden takia yksityiskohtaiset laskelmat ovat merkityksettä. Yksinkertaisiin oletuksiin perustuvat laskelmat osoittavat kuitenkin, että edellä kuvattu tapahtumien kulku on täysin mahdollinen. Koko rakenteiden murtumiseen kulunut ajanjakso, jota on havainnollistettu kuvassa 13.6, lienee ollut noin 10–20 minuutin pituinen.

## 13.6 Veden tulviminen asuutiloihin ja aluksen uppoaminen

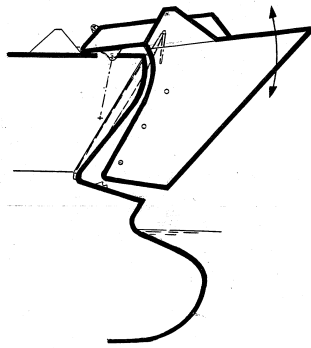
Vaikka vuotovakavuusvaatimukset koskevat ainoastaan aluksen vesitiiviitä osia laipiokannen alla, ylärakenteet sisältävät kuitenkin suuren vakavuusreservin niin kauan kuin ne pysyvät ehjinä. ESTONIAN vakavuusohjeiden mukaan aluksen runko kannelle 4 asti vaikutti aluksen vakavuuteen.

Kallistumasta johtuen aallot ylsivät asuinkansille asti rikkoen ovia ja ikkunoita. Sisätiloihin alkoi päästä vettä ja vakavuusreservi menetettiin. Kriittisiä veden sisääntuloaukkoja olivat (ks. 12.6.1) suuret peräosassa sijaitsevat ikkunat kansilla 4 ja 5, vesitiivis ovi keula-piikin kannella ja rampin aukko. Autokannen tuuletuskanavat oli asennettu kannen 4 korkeudelle. Erään vaihtomiehistön jäsenen todistuksen mukaan tuuletuskanavat olivat yleensä suljettuna.

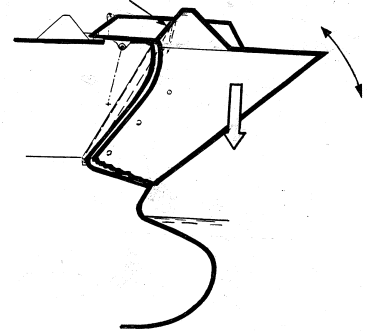
Kuva 13.6 Todennäköinen tapahtumien kulku keulavisiirin irrotessa.



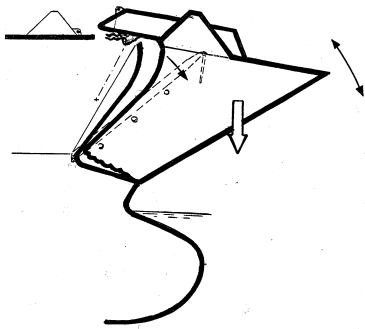
Lukot murtuvat



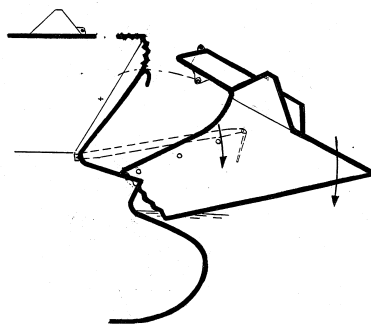
Saranat murtuvat



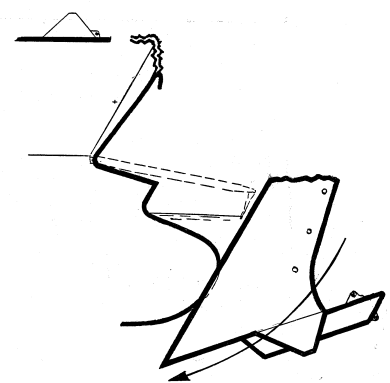
Leikkautuu kannen läpi ja iskee ramppia



Ramppi osittain auki



Visiiri kaatuu eteenpäin



Keulabulbi osuu visiiriin.

Kanavat ovat kuitenkin saattaneet avautua veden virtaamisen aikana.

Mahdollisesti ensimmäisen pinnan alle joutuneen virtausaukon muodostivat perän ikkunat kannella 4. Tyynessä vedessä tämä olisi tapahtunut silloin, kun 2000 tonnia vettä, tai 70 cm tasaisesti jakautuneena, olisi tunkeutunut auto-kannelle ja aiheuttanut noin 40 asteen kallistuman. Huomattavan iskuenergian omaavat aallot olisivat hakanneet ikkunoita vasten jo aikaisemmin. On epätodennäköistä, että nämä ikkunat, vaikka ne ovatkin vahvarakenteisia, olisivat kes-

täneet kyseisten iskujen voimaa. Ensimmäiset ikkunat särkyivät todennäköisesti pian sen jälkeen, kun pääkoneet olivat pysähtyneet ja alus ajelehti oikea kylki vasten aaltoja. Perän ikkunat ja peräportti kannella 5 joutuivat myös pian pinnan alle. Tämä tapahtui kallistuman ollessa noin 50 astetta. Kannen 5 kahvilassa ollut todistaja on myös vahvistanut asian.

Kun osa kansien 4 ja 5 suurista ikkunoista särkyi, vesi alkoi kiihtyvällä nopeudella virrata sisään eikä ylärakenteiden tällä osalla ollut enää vaikutusta aluk-

sen vakavuuteen eikä kantokykyyn. Kallistuma ja peräviippaus kasvoivat ja veden virtausnopeus aukoista kasvoi. Sen jälkeen, kun asuintilat alkoivat joutua veden valtaan, virtaus ei voinut pysähtyä ennen kuin alus upposi eikä tilanne voinut enää pysyä muuttumattomana, koska aluksen eri kannet olivat yhteydessä toisiinsa portaikkojen ja muiden aukkojen kautta. Vesitiiviisiin osastoihin auto-kannen alla pääsi näin vettä yläkautta.

Se, miten nopeasti alus joutui veden valtaan riippui kuitenkin siitä, miten suurista aukoista vesi pääsi sisään ja miten

ilma pääsi pakenemaan aluksen rungosta. Tästä on useita todistajien havaintoja. Laskelmat osoittavat – esimerkiksi – että 18 000 tonnia vettä aluksella jakautuneena autokannelle ja kansille 4 ja 5 aiheuttaisi noin 75 asteen suuruisen kallistuman. Tämä vesimäärä oli päässyt alukseen noin 15 minuutissa, vastaten suunnilleen virtausnopeutta 20 tonnia sekunnissa. Tämä on mahdollista, jos aukkojen yhteenlaskettu pinta-ala on 5–10 m<sup>2</sup>. Vesi tuli sisään kiihtyvällä nopeu-

della useille kansille ja useisiin osastoihin samaan aikaan, kun ylemmät kannet vähitellen upposivat merenpinnan tason alapuolelle.

Jos ikkunat ja ovet olisivat pysyneet ehjinä, niin alus olisi saattanut pysyä samassa asennossa kallistuneena jonkin aikaa. On kuitenkin hyvin epätodennäköistä, että mikään kohtuuden rajoissa oleva suurten ikkunoiden lujuus olisi ollut riittävä kestääkseen aaltojen iskuis- ta aiheutuvan voiman.

Voidaan päätellä, että vaikka alus täytti SOLAS:in vuotovakavuusvaatimukset, jotka olivat voimassa silloin, kun alus rakennettiin, niin aluksella ei ollut mahdollisuuksia selvittää ylärakenteiden kautta tapahtuvasta kiihtyvästä veden sisään virtaamisesta sen jälkeen, kun kallistus- kulma lähestyi 40 astetta. Kun aaltojen voima rikkoi asuinkansien ikkunat, sitä seurannut uppoaminen oli väistämätöntä.

