



Tutkintaselostus

B 2/1998 M

**ms GABRIELLA, keulaportin vaurio Suomenlahdella
24.10.1998**

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

**Onnettomuustutkintakeskus
Centralen för undersökning av olyckor
Accident Investigation Board Finland**

Osoite / Address: Sörnäisten rantatie 33 C
FIN-00580 HELSINKI

Adress: Sörnäs strandväg 33 C
00580 HELSINGFORS

Puhelin / Telefon: (09) 1606 7643
Telephone: +358 9 1606 7643

Fax: (09) 1606 7811
Fax: +358 9 1606 7811

Sähköposti: onnettomuustutkinta@om.fi tai etunimi.sukunimi@om.fi
E-post: onnettomuustutkinta@om.fi eller förnamn.släktnamn@om.fi
Email: onnettomuustutkinta@om.fi or forename.surname@om.fi
tutkijat@om.fi

Internet: www.onnettomuustutkinta.fi

Henkilöstö / Personal / Personnel:

Johtaja / Direktör / Director

Tuomo Karppinen

Hallintopäällikkö / Förvaltningsdirektör / Administrative director

Pirjo Valkama-Joutsen

Osastosihteeri / Avdelningssekreterare / Assistant

Sini Järvi

Toimistosihteeri / Byråsekreterare / Assistant

Leena Leskelä

Ilmailuonnettomuudet / Flygolyckor / Aviation accidents

vs. Johtava tutkija / stf. Ledande utredare / deputy Chief air accident investigator

Esko Lähteenmäki

vs. Erikoistutkija / stf. Utredare / deputy Aircraft accident investigator

Ville Hämäläinen

Raideliikenneonnettomuudet / Spårtrafikolyckor / Rail accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief rail accident investigator

Esko Värhtiö

Erikoistutkija / Utredare / Rail accident investigator

Reijo Mynttinen

Vesiliikenneonnettomuudet / Sjöfartsolyckor / Maritime accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief maritime accident investigator

Martti Heikkilä

Erikoistutkija / Utredare / Maritime accident investigator

Risto Repo

ISBN 951-836-119-3

ISSN 1239-5323

Multiprint, Helsinki 2003

MS GABRIELLA, KEULAPORTIN VAURIO SUOMENLAHDELLA 24.10.1998

TIIVISTELMÄ

Viking Line varustamon matkustaja-autolautta ms GABRIELLA sai keulaporttivaurion aikataulun mukaisella matkallaan Helsingistä Tukholmaan yöllä 23.–24.10.1998. Utön eteläpuolella GABRIELLA kohtasi voimakasta merenkäyntiä. Parin voimakkaan aaltoiskun jälkeen klo 00:05 aluksen päällystö hiljensi olosuhteisiin jo sopeutettua matkavauhtia noin 13 solmista 10 solmuun. Voimakas aaltoisku havaittiin myös noin kello kolme. Aluksen saavuttua Tukholmaan aluksen uloin oikeanpuoleinen keulaportti ei avautunut. Satamatarkastuksessa havaittiin, että portin jumittumisen oli aiheuttanut vähäiseltä näyttävä ja rajattu portin tuen rakenteellinen vaurio.

Vaurion välitön syy oli pääkannella olevan keulaportin pitkittäisen tuen rakenteellinen heikkous. Heikko rakenne oli peräisin aluksen suunnittelu- ja rakennusvaiheesta. Tuen sijoituksesta oli kahdet piirustukset - portin suunnitelleen konsultin tekemät hahmotelmat tarkkoine tuen osapiirustuksineen ja telakan omat koskien tuen tarkkaa sijaintia suhteessa vaatimusten mukaisiin laivarungon vahvistuksiin. Toteutettu tuen rakenne oli osamitoituksiltaan konsultin piirustusten mukainen, mutta koottuna sen kohdistus ei sopinut laivaan telakan oman suunnitelman mukaisesti. Tuen sijainti poikkesi telakan määrittelemästä sijainnista yli 60 mm, ja oli sen verran vahvistetun kehyskaaren etupuolella. Telakan oman suunnitelman mukainen rakenne oli toteutettu muilta osin joskin vahvistetun kehyskaaren sijainti on sekin saattanut olla epätarkka. Tuki oikein kohdistettuna telakan suunnitelman mukaisesti rakenne olisi ollut kelvollinen lujuudeltaan. Konsultin suunnittelemaa tuen osien mitoituksia ja telakan laatimaa kehyskaaren vahvistusta ei ollut muutettu vastaamaan toisiaan vahvan kokonaisuuden saavuttamiseksi.

Luokituslaitos oli hyväksynyt sekä konsultin että telakan piirustukset laivan rakentamista varten jo sarjan ensimmäisten laivojen kohdalla mutta GABRIELLAn kohdalla se ei ollut havainnut suunniteltujen osien ja vahvistuksen vaatiman kohdistuksen yhteensopimattomuuden mahdollisuutta hyväksyessään piirustukset käytettäväksi.

Keulaporttitukien rakennusvaiheen valvonnan puutteita ilmentää se, että luokituslaitos oli virheellisesti leimannut "As Carried Out" (kuten toteutettu) -leimalla telakan piirustuksen tuen sijainnista ja rakennevahvistuksista vaikei tuen ja kehyskaaren kohdistus noudattanut tätä piirustusta.

Sen jälkeen, kun keulaporttituki oli valmistettu ja asennettu paikalleen, sen virheellisyyttä oli vaikea joskaan ei mahdotonta havaita. Puutteellinen ja "As Carried Out" -leimatuista piirustuksista poikkeava rakenne läpäisi kaikki tarkastusportaat myös aluksen tultua liikenteeseen, mukaan luettuina kaikille ro-ro-matkustaja-aluksille ESTONIAN onnettomuuden jälkeen määrätyt keulaporttirakenteiden tarkastukset.

Vaurioon johtaneet tekijät löytyvät keulaporttirakenteen toteuttamiseen osallistuneiden tahojen keskinäisen työnjaon jäsentymättömyydestä rakenneyksityiskohtien yhteensopivuuden viimeisteilyssä ja tarkastuksissa.



MS GABRIELLA, BOW DOOR DAMAGE IN THE GULF OF FINLAND ON 24.10.1998

SUMMARY

The bow door of the Finnish passenger car ferry ms GABRIELLA was damaged on its scheduled voyage from Helsinki to Stockholm in the Gulf of Finland in the night of October 23rd to 24th 1998. GABRIELLA, owned by Viking Line, met high seas in the sea area south of Utö and the speed was slowed down after strong slamming at 00:05. The reduction was from an already slowed down speed of 13 knots to about 10 knots. Another, but lesser slamming occurred at about three o'clock. After arrival in Stockholm the starboard bow door could not be opened. In the subsequent inspection it was observed that the jamming of the bow door had been caused by apparently minor and restricted structural damage in one door support.

The immediate cause for the damage was structural weakness in the longitudinal support on the main deck. The weak structure had its origins in the design and building stage of the vessel. There were two different sets of drawings for the support - one set for the support for its position and its components by the consultants who had designed the bow door and one set by the shipyard for the strengthening required and exact positioning relative to the ship's structural elements. However, these drawings differed from each other concerning the reference line indicating the transverse web in the tank below the support. The support had been built according to the consultants' drawings. The assembly became deficient because the parts that had been dimensioned into every detail caused the assembled support not to fit right onto the underlying strengthened web, which - on the other hand - by itself may have been positioned incorrectly. The shipyard had not ensured the compatibility between the support components and their own design for the built reinforcement structure. The support was misplaced more than 60 mm forward from the underlying reinforced web compared to the shipyard's design requirement, which specified positioning of the support directly on the reinforced web. The strength of the reinforcement designed by the shipyard would have been adequate but would have required a design change of the components of the support or change of the reinforced web to implement the yard's design idea for the assembled support-web system.

The stamping of approval by the class of the drawings for building of the support components and the reinforcement was misleading since these were not mutually compatible. It is evident that the shipbuilders did not check the compatibility of the support with the web and reinforcement as they had been built.

Inadequacy of the supervision of the building of the bow door supports is manifested by the "As Carried Out" approval by the classification society of the shipyard drawings that did not correspond to the actual structure. The faulty structure of the bow door support, which deviated from the "As Carried Out" approved drawings, was difficult but not impossible to detect after it had been manufactured and assembled. The deficient structure passed all stages of inspection including those ordered for bow door structures of all ro-ro-passenger car ferries after the ESTONIA accident.

A decisive contributing factor to the failure can be found in the vagueness of the execution of responsibilities between the parties involved concerning the compatibility of the built design detail.



SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	I
SUMMARY	II
ALKULAUSE	1
1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET	2
1.1 Alus	2
1.1.1 Yleistiedot	2
1.1.2 Aluksen historia	2
1.1.3 Liikennerajoitukset	3
1.2 Vauriotapahtuma	3
1.2.1 Onnettomuusmatka	3
1.2.2 Sää- ja aallokko-olosuhteet	4
1.2.3 Vauriot	5
1.3 Tutkimukset	7
1.3.1 Keulan rakennetta koskevat piirustukset	8
1.3.2 Toteutettu rakenne	10
1.3.3 Keulaan kohdistuneet kuormitukset	11
1.3.4 Rakenteiden toteutuksen valvonta	14
1.3.5 Rakennevahvistusten valvonta ESTONIA-onnettomuuden jälkeen	14
2 ANALYYSI	17
2.1 Vaurion syntyminen	17
2.2 Laivanrakennusprojektin laadunvarmistus	17
2.3 Laivaan kohdistuva valvonta käytön aikana	19
3 JOHTOPÄÄTÖKSET	21
3.1 Vaurion välittömät syyt	21
3.2 Vaurioon johtaneet tekijät	21
3.3 Onnettomuustutkinnan huomioita	21
4 TURVALLISUUSSUOSITUKSET	23
LÄHTEET	
LAUSUNTO	

ALKULAUSE

Ms GABRIELLAn saapuessa Tukholmaan 24.10.1998 aluksen keulaportti ei avautunut. Satamatarkastuksessa havaittiin, että portin jumittumisen oli aiheuttanut vähäiseltä näyttävä ja rajattu portin tuen rakenteellinen vaurio. Vaurio oli syntynyt kovassa merenkäynnissä.

Vaaratilanteen tutkinta aloitettiin aluksen saavuttua Helsinkiin 25.10.1998. Onnettomuustutkintakeskus päätti 26.10.1998 asettaa tutkintalautakunnan GABRIELLAn vaurion selvittämiseksi, koska neljä vuotta aikaisemmin tapahtunut ESTONIAN uppoamisen perussyö oli rakennusajalta peräisin oleva tekninen rakenteen heikkous laivan keularakenteissa.

Lautakunnan puheenjohtajaksi määrättiin johtava tutkija Martti **Heikkilä** Onnettomuustutkintakeskuksesta ja jäseniksi johtaja Kari **Lehtola** Onnettomuustutkintakeskuksesta sekä johtava tutkija, tekniikan tohtori Klaus **Rahka** Valtion Teknillisestä Tutkimuskeskuksesta (VTT).

Tutkinnan yhteydessä on selvitetty aluksen rakenteen ja luokituksen historia varustamon ja luokituslaitoksen avulla sekä teetetty aluksen liikkeiden laskenta VTT:ssä onnettomuuden vaaratilanteessa vallinneiden keulavoimien arvioimiseksi ja rikkoutuneen porttutuen lujuustason päättämiseksi ja vertaamiseksi vaadittuun tasoon.

Tutkintaselostuksen lopullinen luonnos lähetettiin kommentteja varten Merenkululaitoksen merenkulkuosastolle, aluksen varustamoon ja päällikölle sekä luokituslaitokselle ja suunnittelukonsulteille. Varustamolta saatiin luonnoksesta kommentti, joka on tämän tutkintaselostuksen liitteenä.

Varustamo huomauttaa kommentissaan, että vuonna 1995 voimaantulleissa keulaporttien tuentaa ja lukitusta koskeissa säännöissä on vaatimus varmuudesta yhden tuen rikkoutumisen varalta¹. GABRIELLAn keulaportit oli vahvistettu näiden vaatimusten mukaisesti. Se, miten tämä vaatimus varmuudesta oli toteutettu, rajattiin kuitenkin onnettomuustutkinnan ulkopuolelle.

¹ UR S8 (IACS 1995)

S8.6.2f: The arrangement of securing and supporting devices in way of these securing devices is to be designed with redundancy so that in the event of failure of any single securing or supporting device the remaining devices are capable to withstand the reaction forces without exceeding by more than 20 percent the permissible stresses as given in S8.2.1.

1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET

1.1 Alus

GABRIELLA on perhoskeulaportein varustettu ro-ro-matkustaja-autolautta, joka on identtinen 1980–1990 lukujen taitteessa valmistuneiden AMORELLAN ja ISABELLAN kanssa. Kaikki kolme ovat nykyisen varustamon Viking Linen omistamia ja sen liikenteessä. GABRIELLA siirtyi yhtiölle 1990-luvun lopulla purjehdittuaan siihen saakka Ruotsin lipun alla.



Kuva 1. Aluksen sivukuva.

1.1.1 Yleistiedot

Nimi	ms GABRIELLA (ex SILJA SCANDINAVIA, FRANS SUELL)
Tyyppi	ro-ro-matkustaja-autolautta
Rakennuspaikka	Split
Rungon Nro	372
Valmistumisvuosi	1992
Kansallisuus	Suomi
Kotipaikka	Maarianhamina
IMO No	891760
Luokka	DNV 1A1 Car Ferry A MCDK ICE 1A * E0
Omistaja	Viking Line Ab
Brutto	35492
Suurin pituus	170,9 m
Suurin leveys	28,2 m
Syväys	6,35 m
Nopeus	21,3 solmua
Koneteho	4 x 5949 kW

1.1.2 Aluksen historia

GABRIELLA on Viking Linen AMORELLAN ja ISABELLAN sisarus, vaikka se alunperin rakennettiin eri varustamolle. Alukset on rakennettu samalla telakalla Jugoslaviassa (nykyisessä Kroatiaassa). AMORELLA (rakennusnumero 356) ja ISABELLA (rakennus-

numero 357) valmistuivat 1988 ja 1989. GABRIELLA (rakennusnumero 372) valmistui 1992 FRANS SUELL -nimisenä Ruotsin ja Saksan väliseen liikenteeseen. Alus vuokrattiin SILJA SCANDINAVIA -nimisenä Silja Linen liikenteeseen Suomen ja Ruotsin välillä 1994 linjalle Turku–Tukholma.

Viking Line osti aluksen keväällä 1997 ja asetti sen Helsinki–Tukholma -liikenteeseen. Omistajan vaihdon yhteydessä ostaja oli kiinnostunut siitä, ettei laivalle ollut asetettu liikennöintirajoituksia ja vaati ennen hallintaan ottoa, ettei edellisen lippuvaltion viranomaisen ollut niitä asettanut. ESTONIAN onnettomuuden seurauksena vaadittujen keularakenteiden vahvistustöiden ollessa käynnissä luokituslaitos suoritti ajallaan laivatarkastukset raportointineen eikä hankintatoimien aikana tullut ilmi mitään laivarungon rakenteeseen liittyviä liikennöintirajoituksia edellyttävää seikkaa.

1.1.3 Liikennerajoitukset

Alus on matkustaja-alus ja se oli turvallisuustodistuksen mukaan hyväksytty liikenteeseen lyhyille kansainvälisille matkoille GMDSS-merialueilla A1–A2 (päiväty 19.5.1998 ja voimassa 18.5.1999 saakka). Laivarunko oli luokiteltu avomeriliikenteeseen.

1.2 Vauriotapahtuma

1.2.1 Onnettomuusmatka

GABRIELLA oli aikataulun mukaisella matkalla Helsingistä Tukholmaan. Matkalle oli lähdetty 23.10.1998. Suomenlahdella vallitsi läntinen tuuli, jonka nopeus oli aluksen perämiehen mukaan 25–27 m/s. Vasta-aallokon vuoksi aluksen nopeutta oli vähennetty noin 13 solmuun. Komentosillalla tehtiin vahdinvaihto klo 24:00, minkä aikana klo 00:05 tapahtui voimakas aaltoisku keulaan. Alus oli tällöin noin 45 km Hangosta lounaaseen ja sen kulkusuunta oli 258 astetta. Elektronisen merikartan (ANS) rekisteröinnin mukaan paikka oli N59° 31,66' ja E22° 27,90'. Aaltoiskun jälkeen nopeutta vähennettiin ja rekisteröinnin mukaan keskinopeus muuttui klo 00:05:30 noin 13,1 solmusta seuraavan 25 minuutin keskiarvona 10,9 solmuun. Komentosiltahenkilöstö kuvasi iskua "sukellukseksi kuin seinään". Toinen, vaimeampi aaltoisku tapahtui klo 03 aikaan.

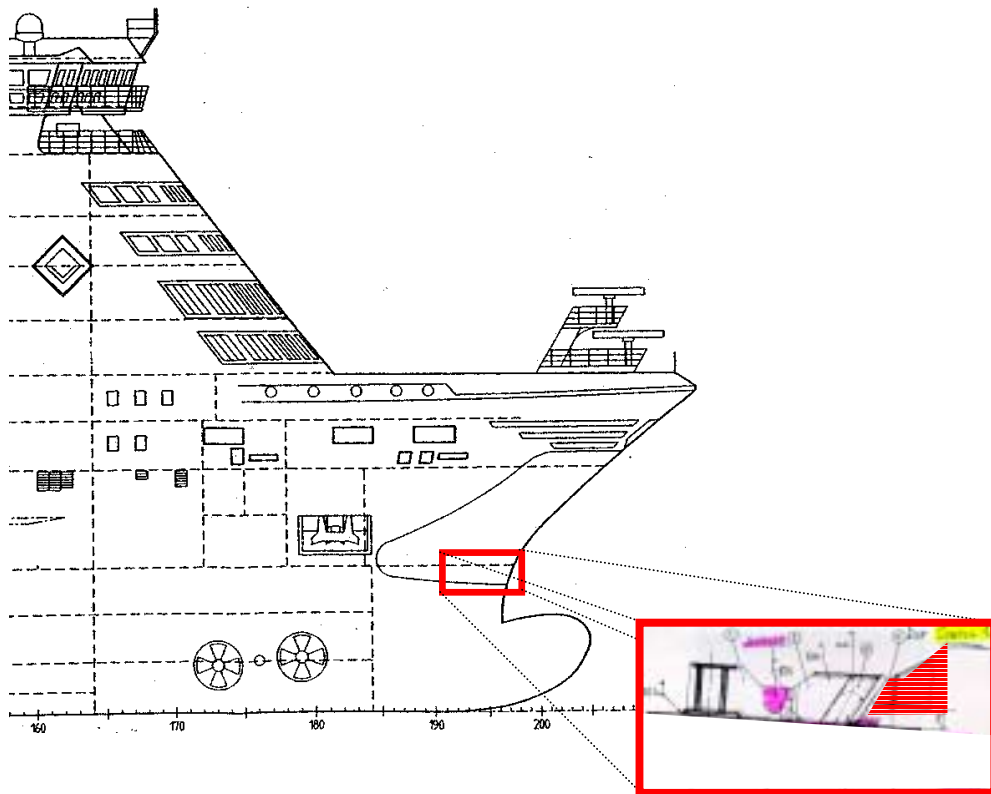
Valvontakameroita käytettiin tilanteen tarkastamiseksi, mutta mitään poikkeavaa ei havaittu. Komentosillalle ei tullut mitään hälytystä, mutta konevalvomoon oli tullut pilssi-vesihälytys noin klo 01. Aamulla kahdeksan aikaan aluksen ollessa Tukholman saaristossa puosu meni tarkastamaan keulan rakenteita, koska matkalla oli ollut myrsky. Puosu ei havainnut mitään normaalista poikkeavaa. Vasta klo 09 varmistui, että keulan kuitatankissa oli vettä. Alus saapui Tukholmaan 1 tunti 15 minuuttia aikataulustaan myöhässä. Avattaessa keulaporttia havaittiin, että oikeanpuoleinen portti aukesi vain 10 cm. Vasemman puoleinen portti aukesi kunnolla. Autokannella ollut lasti jouduttiin purkamaan peräportin kautta.

Vauriota tarkastettaessa havaittiin, että pääkannella oleva uloimman keulaportin pitkitäinen alatuki oli rikkoutunut (ks. kuva 2). Sen pääpalkki oli osittain irronnut kannesta

hitsausliitosta pitkin. Palkki ei näy mistään tv-monitorista, eikä sen 10 mm suuruinen siirtymä ollut havaittavissa kauempaa. Portin alatuki korjattiin väliaikaisesti Tukholmassa, minkä jälkeen alus palasi liikenteeseen jo seuraavalle aikataulun mukaiselle vuorolle.

1.2.2 Sää- ja aallokko-olosuhteet

Ilmatieteen laitos on arvioinut säätilaa Suomenlahdella ja Pohjois-Itämerellä mitattujen tuulitietojen avulla². Arvion mukaan tuuli oli 23.10.1998 klo 21 Pohjois-Itämerellä Utön ja Ahvenanmaan eteläpuolella etelälounaasta keskimäärin 20 m/s ja kuuden tunnin kuluttua klo 03 samalla alueella länsilounaasta 16 m/s. Merentutkimuslaitos teki Ilmatieteen laitoksen tietojen pohjalta arvion aallokosta tapahtumapaikalla (N59° 31' ja E22° 27') klo 00. Arvion mukaan aallokon merkitsevä korkeus oli 4,2 m, modaalinen periodi³ oli 8,5 s ja tulosuunta 210 astetta⁴.



Kuva 2. Keulaportin vaurioituneen pitkittäisen alakeskituen sijainti. Pienessä kuvassa on keulatankin päällä sijaitseva tuki. Kuvassa punaiseksi värjätty alue on avautuvaa keulaporttia, loput laivan puoleista tukea. Sinipunaisella on merkitty tuen vauriot. (Luokituslaitoksen vaurioraportti, lähde 4)

² Ilmatieteen laitoksen tuulikatsaus. Dno 115/410/98

³ Aallokon modaalinen periodi on verrannollinen aaltojen keskimääräiseen pituuteen.

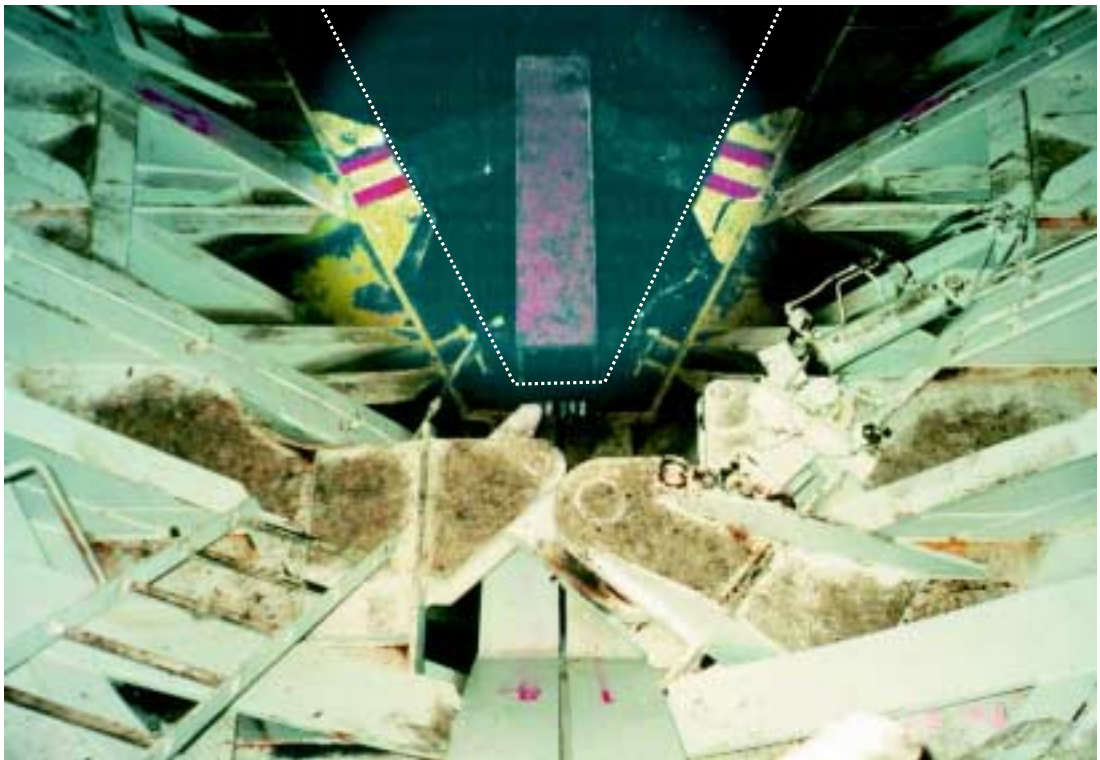
⁴ Aaltopojjulla noin 90 km länteen tapahtumapaikasta oli mitattu klo 20:30 ja 01:30 merkitsevät aallonkorkeudet 4,1 ja 4,6 m. MS GABRIELLAN LIIKKEIDEN LASKENTA, VTT Valmistustekniikka Raportti VAL32-001192

1.2.3 Vauriot

Tutkinta käynnistyi GABRIELLAn saavuttua Tukholmasta Helsinkiin. Tällöin siihen oli jo tehty akuutit korjaukset porttien toimivuuden palauttamiseksi ja alakeskituen lujuuden saattamiseksi hyväksyttävälle tasolle. Tutkinnan aluksi tehtiin katselmus laivalla, mutta keskeisiltä osiltaan vauriotarkastelu nojautuu luokituslaitoksen suorittamaan raportointiin.

GABRIELLAn ulompi keulaportti on rakenteeltaan nk. perhosportti. Sen kaksi osaa on kaksoissaranoitu, jolloin portit liikkuvat avautuessaan itsensä suhteen yhdensuuntaisesti ja kiertymättä. Portinpuoliskojen ollessa kiinni-asennossa, niitä tukevat laivarungon sisäpuolelle asennetut tuet, joita vasten porteissa olevat tukitallat nojaavat (ks. kuva 3).

Vaurioitunut alakeskituki on kolmitoiminen (ks. kuva 4). Siinä on pitkittäisiä kuormia vastaanottava keskiosa sekä molemmille sivuille tukevat vinotuet. Lisäksi sivuille saattavat antaa tukea sivutukien ja pitkittäistuen välissä olevat jääsylinterit vasteineen.



Kuva 3. Keulaporttien sisäpuoli ylhäältä kuvattuna. Keskellä yllä oleva alue on aluksen runkoa. Katkoviiva erottaa keskellä olevan vaurioituneen ja Tukholmassa alustavasti korjatun ja vahvistetun tuen.

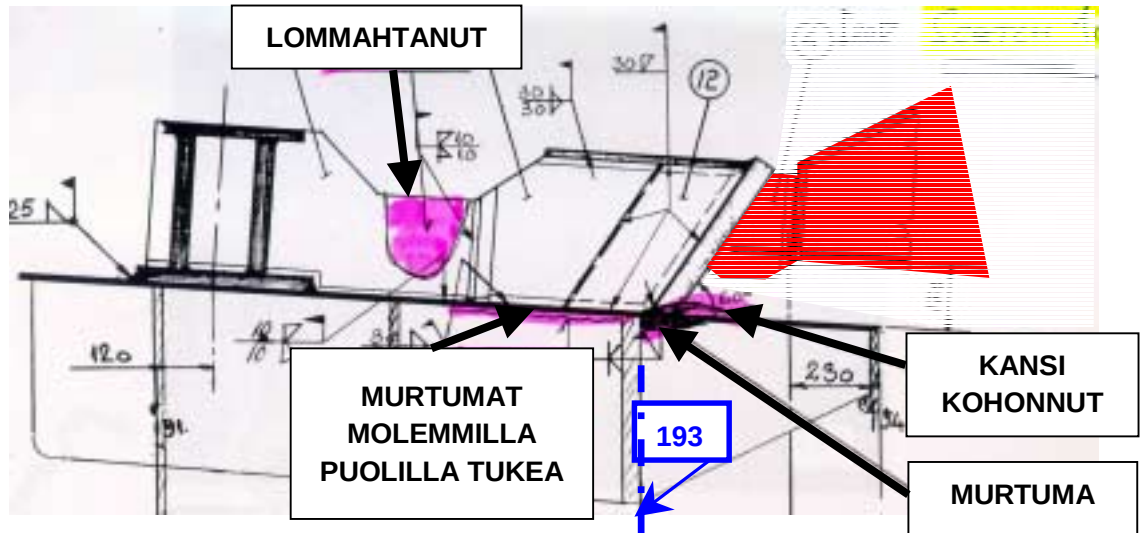


Kuva 4. Vaurioitunut keulaportin alakeskituki Tukholmassa suoritetun alustavan korjauksen jälkeen. Korjauksen yhteydessä oli tehty mm. vahvistus hitsaamalla tuen päälle RHS-palkki tukemaan lommahtanutta tuen pitkittäistä rankaa. Valkoiset nuolet osoittavat keulaporttiin kohdistuvia voimia vastaanottavia tukia ja vaaleansiniset nuolet jäärrötussylinterien kiinnityskohtia.

Luokituslaitoksen raportin mukaan keulaporttien alakeskituki oli vaurion sattuessa kohonnut ja kaatunut oikealle, ilmeisesti vasemman keulaportin pakottamana. Tällöin tankkikannen levy oli repeytynyt poikittaissuunnassa tuen etulevyn takapuolelta, mutta tankin sisäisen kehyskaaren etupuolelta. Lisäksi pitkittäinen liitos tankkikannen ja tuen välillä oli repeytynyt noin 400 mm:n pituudelta (ks. kuva 5).

Alakeskituki oli mahdollisesti lisäksi siirtynyt taemmas synnyttäen noin 15 mm:n väläksen tuen ja portin väliin. Tuen siirtymisestä paikaltaan syntynyt väläys portin tukipintaan nähden oli väliaikaisen, Tukholmassa suoritetun, korjauksen yhteydessä poistettu sijoittamalla välilevy tuen ja porttien väliin.

Luokituslaitoksen tarkastajan kuva 5 vaurioista käyttäen pohjana keulaporttikonsultin kokoonpanopiirustusta on todellisen rakenteen mukainen ja osoittaa, että vaurioituneen keskituen etulevyn ja teräsrakenteen välillä on epäjatkuvuus. Tuen alla oleva kehyskaari nro 193 ei ole tarkasti tuen etulevyn kohdalla vaan yli 60 mm taaempana.



Kuva 5. Keulaportin alakeskituen vauriot luokituslaitoksen vaurioraportin (Lähde 4) mukaan. Punainen osa on keulaportin puoleinen vastakappale. Sinipunaisella on merkitty tuen vauriot. Tässä kuvassa kehyskaari nro 193, kuten muutkin piirustukseen lisätyt kaarilevyt, on sijoitettu niiden paikkaa osoittavien pistekatkoviivojen takapuolelle. Tämä poikkeaa laivanrakennuksen yleisestä tavasta, jonka mukaan keulaosan kaarten referenssiiviivat merkitsevät niiden takapintaa, jolloin kaarten tulisi sijaita referenssiiviivoista keulaan päin.

1.3 Tutkimukset

Onnettomuustutkinnassa kerättiin GABRIELLAA ja erityisesti keulaportin alakeskitukea koskevat suunnittelutiedot luokituslaitokselta (Det Norske Veritas, DNV) ja keulaportin suunnitteleelta konsultilta (MacGREGOR-NAVIRE) sekä varustamolta. Sen selvittämiseksi, mikä oli tapahtumayönä kohdatun aallokon aiheuttama keulavoima suunnitteluvaatimustasoon verrattuna, teetettiin VTT:llä laskenta aluksen liikkeistä vauriomatkalla.

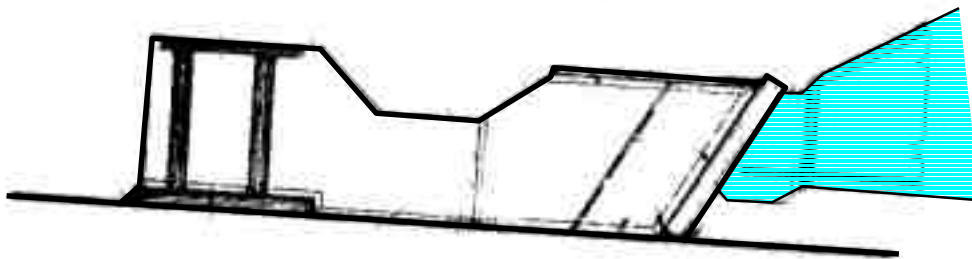
Tutkinnassa käytiin läpi keulaporttituen suunnitteluvaiheesta periytyvät rakennepiirustukset ja todettiin rakenteiden ilmeinen poikkeama kaikista piirustuksista. Tämän vuoksi selvitettiin rakenteiden hyväksymisvaiheet käyttäen myös sisaraluksista saatuja tietoja sekä sitä organisatorista järjestelmää, jonka puitteissa laivarakenne toteutettiin. Lisäksi selvitettiin ESTONIA-onnettomuuden jälkeen käynnistyneitä keulaporttirakenteiden tarkistustoimia.

1.3.1 Keulan rakennetta koskevat piirustukset

Aluksen keulan rakenne oli alkuperäinen ja sitä oli vahvistettu ESTONIA-onnettomuuden jälkeen voimaan tulleiden uusien vaatimusten mukaisesti. Alakeskituki ei ollut vahvistettavien rakenteiden joukossa.

Keulaporttien vaurioituneen laivanpuoleisen alakeskituen ja sen sijoitukseen ja kiinnitykseen vaikuttavia rakennepiirustuksia oli laadittu kahdella taholla. Telakka käytti suunnittelualihankintaa keulaporttien rakenteiden osalta ja suunnitteli itse aluksen puoleiset rakenteet.

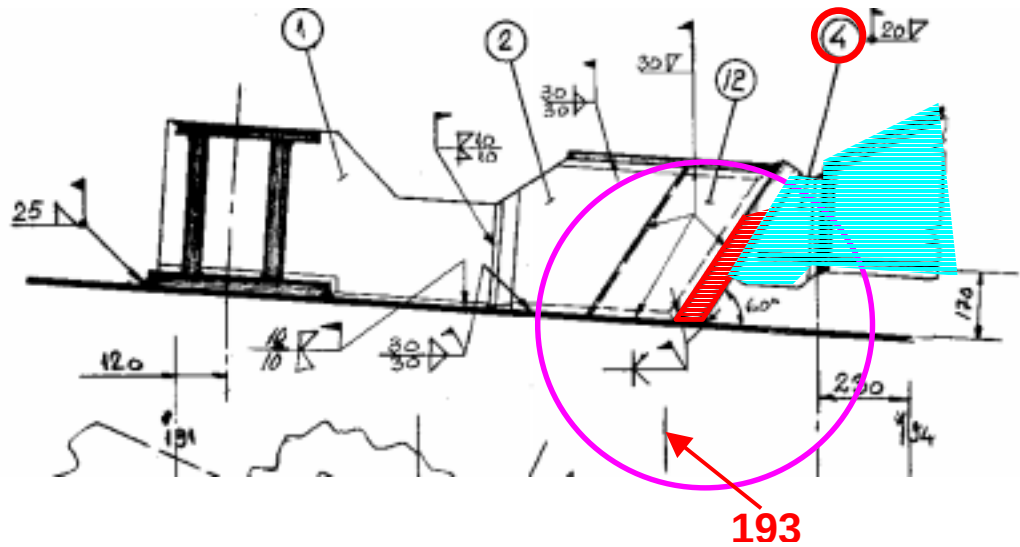
Konsultin suunnitelma. Keulaportin suunnitellut konsultti oli laatinut tarkat tuen ja sen osien piirustukset (ks. kuvat 6 a, b ja c). Kuvassa 6a on kannen päällä oleva tuki ja sen vastakappaleet molemmissa keulaportin puoliskoissa. Kuva 6b on osa keskituen kokoonpanopiirustuksesta ja kuvassa 6c on keulaportin puoleinen osa.



Kuva 6 a. Kannen päällä oleva tuki ja sen vastakappaleet molemmissa keulaportin puoliskoissa (merkitty sinisellä).

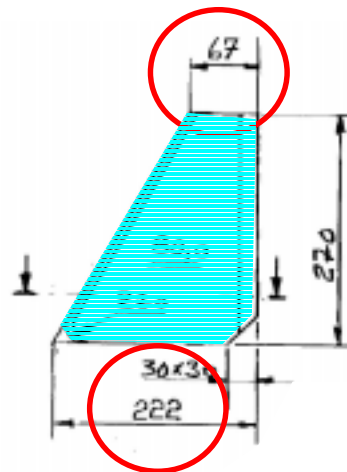
Tuen kokoonpanopiirustuksessa (kuva 6 b) kehyskaaren 193 punaisella nuolella osoittama referenssiiviiva osoittaa tuen piirustukseen merkityn sijainnin suhteessa laivarakenteeseen. Konsultti ei ollut suunnitellut jatkuvuutta tuen etulevyn ja kehyskaaren 193 välille kuten telakka (ks. seuraava osaluku). Jatkuvuudesta oli tehty merkintä vain osakokoonaisuutta esittävään luokituslaitoksen hyväksymään piirustukseen⁵.

⁵ Telakan rakenteeseen suunnittelema jatkuvuus oli merkitty konsultin keskituen etuosan mitoitus- ja kokoonpanokuvaan: MacGREGOR NAVIRE piirustus 33-13474, edition 2, *Split rakennusnumero 356 "B"*. 9.6.1986. Approved DNV 28 JUL 1986. (Onnettomuustutkinnan käyttöönsä saama piirustuskopio koskee ms AMOREL-LAa.)



Kuva 6 b. Konsultin jo AMORELLAa varten laatima kokoonpanopiirustus alakeskituesta ja vahvistetun kehyskaaren sijainnista suhteessa tukeen. Kehyskaaren 193 referenssiviiva sijaitsee tuen etulevyn alimmaisen takareunan takapuolella.

Keskituen piirustussarja kattoi myös keulaportin puoleiset tuentaan liittyvät osat täydellisesti mitoitettuina (oikeanpuoleisen portin osa 4 kuvassa 6 b ja sen mitoitus kuvassa 6 c). Rakenneosien tarkka mitoitus on voinut aiheuttaa sen, että piirustusten noudattamisesta seurasi alakeskituen sijainnin määräytyminen tarkasti konsultin hahmotelman mukaisesti suhteessa keulaportiin, mutta ei laivan runkorakenteisiin.

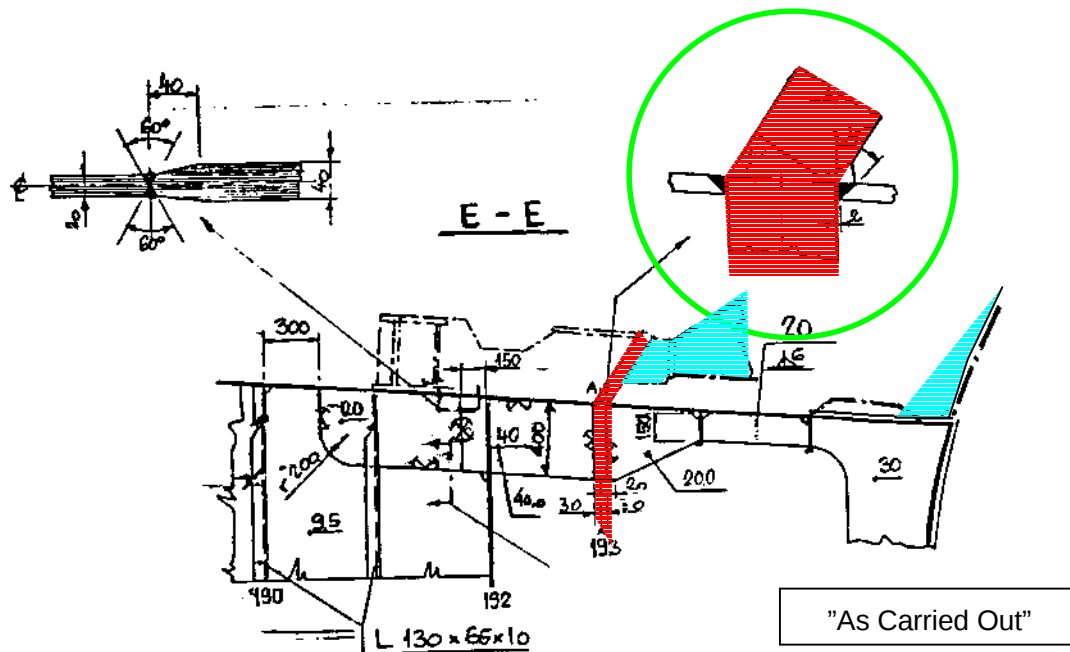


Kuva 6 c. Keulaportin puoleinen osa, joka toimii tuen sijainnin määräävänä osana. Sijainti määräytyy ympyröityjen mittojen mukaan. (Tämä on oikeanpuoleisen portin osa numero 4 kuvassa 6 b)

Telakan vahvistussuunnitelma. Telakan ja konsultin välinen sopimus oli edellyttänyt, että telakka tekee tarvittavat vahvistukset laivarungon puolelle. Konsultti oli ilmoittanut vaikuttavat paikalliset voimat ja edellyttänyt laivarungolta niiden mukaista jäykkyyttä. Telakan oma piirustus vahvistuksista on kuvassa 7.

Telakan suunnitelmassa laivarungon vahvistaminen oli tuen vaikutusalueella ratkaistu kohdistamalla tuen eri levyt ja laivan sisäinen kaarirakenne siten, että portin aiheuttama kuorma siirtyy tuen alla oleviin vahvistettuihin pitkittäisiin ja poikittaisiin runkorakenteisiin. Tuen etulevy oli tässä piirustuksessa kohdistettu tankkikannen läpi ulottuvan kehyskaaren jatkeeksi (ks. kuvan 7 rengastettu yksityiskohta). Tämä toteutumaton yksityiskohta olisi ollut keskeinen alatuen kiinnityksen lujuuden kannalta. Telakan suunnittelema luja rakenne oli myös selkeä.

Onnettomuustutkinnan huomiona voidaan todeta, että kehyskaaren 193 keskellä on pistekatoviiva. Se on ilmeisesti vahvistetun kaaren sijainnin määrittävä referenssiiviiva.



Kuva 7. Telakan tekemä suunnitelma keularungon vahvistamiseksi portin alatuen kohdalla. Ympyröityä kohdistusta ei ollut toteutettu, joten "As Carried Out" leimaus on virheellinen.

1.3.2 Toteutettu rakenne

Vaurioituneen keskituen etulevyn ja teräsrakenteen välinen epäjatkuvuus havaittiin vauriotutkinnan perusteella. Keskituen etulevyn ja kehyskaaren nro 193 keskinäinen sijainti oli vaurioista tehdyn kuvan 5 mukainen. Niiden etäisyys oli yli 60 mm.

Toteutetussa rakenteessa kehyskaari ulottui tankkikannen läpi kuten kuvan 7 yksityiskohtapiirros telakan vahvistussuunnitelmasta edellyttää. Keulaporttien alakeskituen etu-

levy on kuitenkin telakan vahvistussuunnitelmasta poiketen tämän kohdan etupuolella. Tämä näkyy vaurioista otetuista valokuvista. Lisäksi keskistuesta puuttuivat etulevyn takapuolelta keskilevyn sivuilta tukiosat (osat nro 12 kuvassa 6 b). Toteutettu rakenne poikkeaa telakan suunnitelmasta oleellisesti heikkoon suuntaan.

Luokituslaitos oli hyväksynyt keskistuen rakennetuksi (As Carried Out) telakan vahvistussuunnitelman mukaisena, vaikkei rakenne ollut tämän piirustuksen mukainen. Luokituslaitoksen vauriotarkastaja oli raportissaan käyttänyt konsultin piirustusta, mutta merkinnyt siihen kehyskaarten sijainnin laivarakennusperiaatteesta poiketen niiden asemaa merkitsevien referenssiiviivojen takapuolelle (kuva 5).

1.3.3 Keulaan kohdistuneet kuormitukset

GABRIELLAN keulavaurio oli syntynyt merenkäynnissä, jota voidaan olettaa normaalisti kohdattavan Pohjois-Itämerellä, ja siksi tutkintalautakuntaa kiinnosti keulaan kohdistuva kuormitus. Lautakunta tilasi silloiselta VTT Valmistustekniikalta laskelmat GABRIELLAN liikkeistä ja keulavoimista vaurion tapahtuma-aikaan⁶ vallinneissa olosuhteissa. Tavoitteena oli muodostaa käsitys mm. keulan mitoituskuormien riittävydestä ja vaurioituneen tuen lujuustasosta. Seuraavassa selostetaan näitä tuloksia. GABRIELLAA koskevien laskelmien lisäksi käytetään heti GABRIELLAN vaurion tapahduttua alkaneen merenkulkulaitoksen teettämän tutkimuksen tuloksia ro-ro-matkustaja-alusten keularakenteiden kuormituksista ja Itämeren aallokosta sekä mm. IACS 95⁷ vaatimusten soveltamisesta Itämeren matkustajalauttoihin.

Merenkulkulaitoksen vuosina 1998–2000 teettämässä tutkimuksessa selvitettiin erikoisiin aluksiin kohdistuvia keulavoimia suhteessa Pohjois-Itämerellä odotettavissa olevaan aallokkoon⁸. Selvityksen tarkoitus oli luoda arviointiperustaa mahdollisesti harkittaville aluskohtaisille liikennöintirajoituksille. Tutkimuksen mukaan harvoin odotettavissa oleva aallokko on vanhoja käsityksiä kovempaa. Osana tutkimusta kaikkien suomalaisten matkustaja-alusten keularakenteet tarkastettiin ja annettiin suosituksia liikennöintirajoituksiksi⁹, joita käsitellään tämän luvun lopussa.

GABRIELLAN keulaortille nykyisten keulaorttia koskevien mitoitusvaatimusten mukaan laskettu mitoituspaine on 168,5 kPa⁴. Kuvassa 8 esitetään käyrinä, missä aallokko-olosuhteissa tämä mitoituspaine saavutetaan merkitsevän aallonkorkeuden ja modaalisen periodin mukaan. Aluksen nopeus on kuvassa parametrinä¹⁰. Kuvaan 8 on merkitty myös tämän onnettomuustutkinnan yhteydessä teetettyjen GABRIELLAN keulavoimalaskelmien aallokko-olosuhteet.

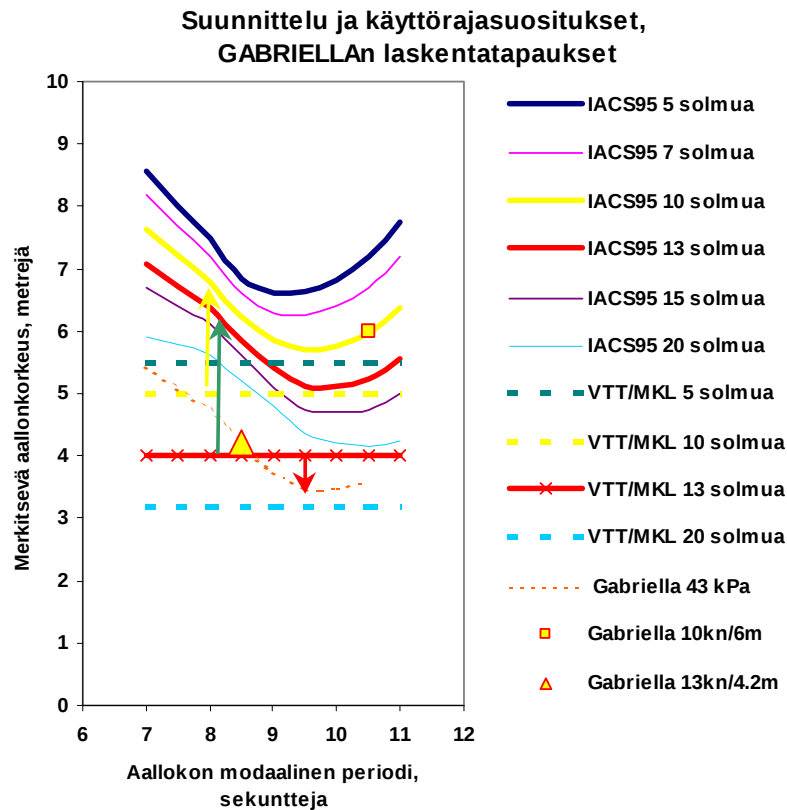
⁶ MS GABRIELLAN LIIKKEIDEN LASKENTA VTT Valmistustekniikka Raportti VAL32-001192

⁷ Vuonna 1995 voimaan tulleet, kaikille luokituslaitoksille yhteiset ja IMO:n hyväksymät mitoituskuormavaatimukset, IACS = International Association of Classification Societies.

⁸ *Passenger ship structural design against wave induced loads in the Northern Baltic*, VTT Manufacturing Technology, Research Report VAL32-992765.

⁹ Tarkastuksissa vain yksi 16 aluksesta selvisi ilman huomautuksia. Myöhemmin muut on korjattu huomautusten mukaisesti.

¹⁰ Kuva 8 on tehty viitteen 4 kuvien 7.3 ja 7.4 mukaan interpoloiden nopeuksia 5, 10 ja 13 solmua vastaavat käyrät.



Kuva 8. Keulan mitoituspaine (168,5 kPa /IACS 95) eri aallokko-olosuhteissa sekä GABRIELLAn keulavoimalaskelmien tulokset merkittynä kolmiolla (vauriomatka) ja neliöllä (6,2 metrin aallokossa). Kuvassa on esitetty myös arvio GABRIELLAn vaurion aiheuttaneesta keulapaineesta (43,4 kPa) aallokon funktiona sekä VTT:n hahmottamat liikennöintirajoitussuositukset.

GABRIELLAn vaurion on päätelty tapahtuneen noin 13 solmun nopeudessa klo 00:05 havaitun aaltoiskun yhteydessä, koska se miehistön kertoman mukaan oli yön aikana tuntuvin eikä sen jälkeen tapahtuneen aluksen nopeuden vähentämisen jälkeen moista enää koettu.

Laskentatilanteina tarkastelussa oli kaksi aallonkorkeutta: 4,2 m, joka vallitsi vauriohetkellä, ja 6,0 m; kaksi aallokon tulosuuntaa: suoraan keulasta ja 40 astetta viistosti etuasemmalta; sekä kolme aluksen nopeutta: 5, 10 ja 13 solmua. Aluksen liiketilaa merenkäynnissä kuvaavista suureista laskettiin pystykiihtyvyys ja suhteellinen pystyliike eri kohdissa sekä keulaan kohdistunut ulkoinen paine.

Laskelmien mukaan pystykiihtyvyydet ennen ensimmäisen kovan aaltoiskun kohtaamista olivat sellaiset, että laivan keulassa matkustajista 10 % olisi tullut merisairaiksi puolessa tunnissa, perälaivassa tunnissa ja keskilaivalla vasta muutamien tuntien kulussa⁴.

Aluksen laskettujen keulan pystyliikkeiden mukaan 4,2 metrisessä aallokossa pohjaisku- ja olisi kolmen tunnin aikana ollut noin viisi kohdattaessa aallokko viistosti ja vastaavasti kohdattaessa aallokko suoraan keulasta noin kymmenen. Näillä aallokon kohtaamis- suunnilla nopeus ei vaikuta pohjaiskujen lukumäärään. Toisaalta suuremmassa 6.0 metrin aallokossa tehdyissä laskelmissa pohjaiskujen selvästi suurempi lukumäärä kasvoi myös nopeuden mukana.

Vauriotilannetta vastaavassa tilanteessa 13 solmun nopeudella sivuvastaisessa aallokossa keulaan kohdistuva ulkoinen paine on laskelmien mukaan 43,4 kPa.

Tuloksena laskelmista on, että vaurio olisi mahdollisesti voinut sattua kuormituksella, joka oli vain yksi neljäsosa edellytettävästä mitoitustuormasta. Tämä on ymmärrettävissä, sillä toteutettu rakenne poikkesi oleellisesti telakan määrittämistä vahvistuksista heikompaan suuntaan. Laskennan oletusten tilastollisen taustan takia on kuitenkin epävarmaa, oliko keulatuki näin huomattavasti vaadittua heikompä. Onnettomuustutkinnassa ei ole voitu myöskään selvittää sitä, onko GABRIELLAn vaurio syntynyt asteittain, vai oliko keulaporttituen kunto uutta vastaava ennen tätä matkaa.

Aluksen nopeuden hiljentäminen vähentää keulaan kohdistuvaa ulkoista painetta¹¹ samoin kuin aluksen kääntäminen vasta-aallokosta sivuvastaiseen. Laskelmien mukaan vauriotilannetta vastaavassa 4,2 metrin sivuvastaisessa aallokossa kymmenen solmun nopeudella keulaan kohdistuva tilastollinen "merkitsevä" paine vähenee 35,6 kPa:iin. Korkeammassa 6,0 metrin aallokossa mitoituspaine 168,5 kPa saavutettaisiin tilastollisesti suoraan aallokkoa kohdattaessa noin 11 solmun ja sivuvastaisessa aallokossa noin 14 solmun nopeuksilla.

Aiemmin mainitun tutkimuksen tuloksena merenkululaitos julkisti VTT:n laatimat suosituserusteet pienten, keskikokoisten ja suurten matkustajalauttojen suurimmalle turvallisuudelle nopeudelle aallonkorkeuden funktiona. Myös SOLAS-sopimus edellyttää tällaisten tietojen määrittämistä matkustaja-aluksille¹². GABRIELLAn kokoluokan alukselle ehdotettu aallokkoarajotukset nopeuksilla 5,10, 13 ja 20 solmua ovat 5,5 m, 5,0 m, 4,0 m ja 3,2 metriä. Kuvassa 8 on esitetty vaakasuorin katkoviivoin myös nämä VTT:n hahmottamat liikennöintirajotussuositukset, jotka on pyritty antamaan varovasti suhteessa IACS 95 mitoitusvaatimukseen.

GABRIELLAn nopeus oli vaurion tapahtumahetkellä näiden suositusraja-arvojen tuntu- massa kyseisellä aallokon modaalaisella periodilla. IACS 95 -mitoituspaine alittui mahdollisesti huomattavasti, mutta toisaalta turvamarginaali aallonkorkeuden osalta on melko vähäinen. Kuvan 8 käyrien nojalla ja samankaltaisuusperiaatetta käyttäen on arvioitu aallokko, jossa GABRIELLAn keulaan voisi kohdistua vaurion aiheuttanut keulapaine. Kuvassa 8 nuolet osoittavat suositukseen sisältyvää turvamarginaalia, joka muuttuu riittämättömäksi GABRIELLAn rakenteellisesti heikolle keulalle 4 metrin aallokon periodin ylittäessä noin 8,5 sekuntia (punainen nuoli). On pääteltävissä, että jo 3 metrin aallokko

¹¹ Laskelmien mukaan nopeuden alentaminen 6,0 metrin aallokossa vähentää keulapainetta tehokkaammin kuin 4,2 metrin aallokossa.

¹² SOLAS (1997) V-luku, sääntö 23. "A list of all ... restrictions in operating areas, sea state restrictions, restrictions in permissible ..., speed, ... shall be compiled before the passenger ship is put in service."

olisi mahdollisesti riittänyt murtamaan GABRIELLAn keulan alakeskituen, jos aallokon periodi olisi ollut yli 9 sekuntia. Tämä merkitsee sitä, että alakeskituki olisi voinut rikkoutua, vaikka GABRIELLA olisi noudattanut 13 solmun nopeusrajoitusta neljän metrin aallokossa, eikä suositus siksi olisi ollut riittävän varovainen GABRIELLAn kaltaiselle vaatimukset alittavalle keularakenteelle.

1.3.4 Rakenteiden toteutuksen valvonta

Telakan oman valvonnan lisäksi laivan suunnittelua ja rakentamista valvoo ulkopuolinen luokituslaitos, joka mm. hyväksyy laivarakenteelle laaditut piirustukset. Luokituslaitos tarkastaa lopuksi valmiin rakenteen ja vahvistaa rakenteen toteutetuksi leimaamalla ao. rakennepiirustuksen "As Carried Out". GABRIELLAn tapauksessa kumpikin hyväksymisvaihe epäonnistui alakeskituen osalta, sillä erilaiset suunnittelupiirustukset hyväksyttiin laivan rakentamista varten ja lopullinen hyväksymisleima - "As Carried Out" - alakeskituen rakenteelle oli merkitty rakennetta vastaamattomaan telakan vahvistussuunnitelmaan.

Konsultin piirustukset oli laadittu jo sisaraluksia AMORELLAa (Split rak. no. 356) ja ISABELLAa (357) varten. Suunnitelmat oli laadittu noin 6 vuotta ennen GABRIELLAn (372) rakentamista. AMORELLAn ja ISABELLAN toteuttamista valvoi saman luokituslaitoksen toinen tarkastaja kuin myöhemmin toiselle tilaajalle rakennetun GABRIELLAn (FRANS SUELL). Luokituslaitoksessa ISABELLAN aineisto oli sijoitettuna toisen tarkastajan arkistoon kuin GABRIELLAn. On myös mahdollista, että tarkastukset jäivät tavanomaista vähäisemmiksi, koska GABRIELLA oli kolmas alus sarjassa ja se valmistui Jugoslavian sodan jo puhjettua.

Telakka ei ollut huolehtinut alakeskitukeen ja sen kiinnitykseen laadittujen piirustusten tarkoittamien rakenteiden yhteensovittamisen varmistamisesta. Telakka oli toteuttanut alakeskituen ja sen kiinnityksen luokituslaitoksen myös hyväksymän konsultin piirustussarjan mukaan. Konsultin piirustussarja oli osien mitoituksen osalta täydellisempi, mutta sopimaton telakan suunnittelemiin ja toteuttamiin rakennevahvistuksiin.

Toteutuneen rakenteen tarkastuksessa luokituslaitos oli merkinnyt rakenteen hyväksytyksi telakan vahvistettua rakennetta koskevan, mutta valmistetusta rakenteesta poikkeavan piirustussarjan mukaisena ja siksi virheellisesti. Näin leimattu piirustus jäi laivan käytönaikaisten tarkastajien dokumentoinniksi, eikä siitä poikkeava rakenne missään vaiheessa joutunut uuteen tarkastukseen eikä luokituslaitoksen vaurioraporttikaan totea poikkeavuutta leimatusta piirustuksesta (lähde 4).

1.3.5 Rakennevahvistusten valvonta ESTONIA-onnettomuuden jälkeen

Merenkulkuviranomaiset olivat määränneet tehtäväksi tarkistustoimia ja vahvistuksia kaikille ro-ro-matkustaja-aluksille ESTONIAN onnettomuuden jälkeen. Vahvistukset tehtiin vuonna 1995 voimaan tulleiden uusien, kaikille luokituslaitoksille yhteisten ja IMO:n hyväksymien vaatimusten (IACS 95) mukaisesti. Näissä uusissa vaatimuksissa keulaporttien mitoituskuorma kasvoi noin 43 prosenttia aiemmista vaatimuksista (IACS 82).

Mitoituskuorman lisäysmäärä osoittaa GABRIELLAn keulavoimalaskelman perusteella, ettei GABRIELLAn keulaporttien alakeskituki täyttänyt edes IACS 82 vaatimustasoa.

GABRIELLAn silloinen varustamo käytti vahvistussuunnitelman laatimisessa eri laivarakennekonsulttia (Deltamarin) kuin sen nykyinen omistaja sisaraluksia AMORELLAa ja ISABELLAA varten (Elomatic). Muutosten toteuttamista valvoi sama luokituslaitos.

GABRIELLA siirtyi nykyisen varustamon omistukseen 1997. Omistajan vaihtuessa aluksen keulaporttien vahvistamiset olivat meneillään ja niitä toteutettiin asteittain osittain ennen omistajan vaihdosta ja osittain sen aikana.

IACS säännöt (Requirements concerning STRENGTH OF SHIPS, UR) koskevat kattavasti porttien lukkoja ja tukia¹³. Keulaportteihin liittyviä vahvistuksia oli suunniteltu keulaan kohdistuvien voimien mukaan. GABRIELLAn (silloisen SILJA SCANDINAVIAAn) toteutetut vahvistukset koskivat keulaporttitukia ja sen lisäksi oli havaittu pieniä puutteita porttien puolella (pienet polviot osan 4 sivussa puuttuivat, kuva 6 b). Luokituslaitoksen tarkastaja teki säännöllisiä tarkastuskäyntejä laivalla ja toimitti luettelot rakennevahvistusten etenemisestä laivan omistajalle.

Keulaporttien alakeskitukeen ei ollut valmisteltu muutostöitä, vaikkakin keulaportin puolella oli havaittu pienten polvioiden puuttuminen ja edellytety korjaavia toimia. Tarkastaja käytti vahvistuksia tarkastaessaan "As Carried Out" -leimattuja rakennepiirustuksia ja laivalla suoritettut tarkastukset olivat kattavuudeltaan laajoja mutta toisaalta ilmeisesti pistokoemaisia. Keskituen poikkeaminen "As Carried Out" -leimatusta piirustuksesta jäi huomaamatta ja tuki vahvistamatta.

Sisaralusten keskinäinen vertailu. Onnettomuustutkijoiden saamien tietojen mukaan GABRIELLAn sisaralusten AMORELLAn ja ISABELLAn keulaporttien keskituet on rakennettu telakan kohdistuspiirustusta noudattaen¹⁴. Onnettomuustutkinnassa oltiin myös kiinnostuneita sisaralusten GABRIELLAn ja ISABELLAn keularakenteiden vahvistusten mitoituksen perustana olevista kuormitustasoista sekä siitä miten keulaporttien eri tuet oli mitoitettu.

Suoritetussa vertailussa todettiin pienehkö tasoero laivojen välillä kokonaismitoitusvoiman osalta, vaikka niitä käytetään samoilla vesillä. Varustamon käyttämä laivarakennekonsultti (Elomatic) oli oma-aloitteisesti analysoinut ISABELLAn keularakennetta ja tässä aluksessa vahvistustoimenpiteitä oli toteutettu ylittäen ESTONIAN onnettomuuden jälkeen voimaan tulleet vaatimukset.

¹³ UR S8 (IACS 1995)

S821: Primary structure and securing and supporting devices

S821a: Scantlings of the primary members, securing and supporting devices of bow doors and inner doors are to be determined to withstand the design loads defined in S8.3.

¹⁴ Onnettomuustutkinnassa ei kuitenkaan ole selvitetty sisaralusten rakenteita lähemmin. Ei ole tiedossa, miten GABRIELLAn sisaralusten alakeskituet on kohdistettu; eli onko ero tuen osien mitoituksessa vai kaarien sijainnissa.

Sääkannen rakenteisiin kohdistuvissa kuormissa oli huomattava ero. Erot laskenta-kuormissa koskevat erityisesti porttien yläpuolisia tukia, joihin kohdistuviksi oli GABRIELLAn kohdalla arvioitu huomattavasti pienempiä kuormia kuin ISABELLAN kohdalla. Tässä kohtaa ISABELLAN sääkannen kuorman vastaanottokyvyksi on merkitty jopa suuruusluokkaa suurempi arvo kuin GABRIELLALLE. Ero näyttää syntyvän siitä, miten keula-voima jaetaan eri tuille. Voimien jakoperiaatteet laivoja suunniteltaessa näyttävät olevan avoin kysymys.

ISABELLAN keulan käyttäytymistä keulaporttien kuormittuessa oli tutkittu laskentamallien avulla, ja konsultti päätyi esittämään jäykisteiden lisäämistä laivarungon eniten joustaviin kohtiin keula-aukon yläpuolelle vääntymien pienentämiseksi. Varustamo toteutti nämä huomattavat vahvistukset. Keulaporttikonsultti oli edellyttänyt tiettyä jäykkyyttä keulaporttien yläpuolisilta laivarakenteilta jo laivaa rakennettaessa.

Vaurioituneen keulaportin alakeskituen mitoituskuorma (resultanttikuorma) oli myös samaa tasoa molemmissa aluksissa, mutta nostavaa kuormaa ei ollut merkitty GABRIELLAn tukeen. ISABELLAN tuessa mitoituskuormaksi pystysuunnassa oli merkitty neljäsosa taaksepäin työntävästä kuormasta.

Rakenteita suunnitellaan eri tahoilla, ja usein sitä tekevät konsultit. Luokituslaitoksilla on sääntöjä, joiden avulla esimerkiksi aallokon aiheuttamia kuormia määritellään kuormia vastaanottavien osien mitoitusta varten. Luokituslaitos tarkastaa tällaiset mitoitusperusteet ja suoritettujen kuormitettujen osien mitoitukset "riittäviksi". On tavanomaista, että eri tahoilla tehdyt laskelmat eroavat toisistaan hieman etenkin, jos laskentamenetelmät ovat erilaisia. Erityisesti tärkeiden osavoimien olisi kuitenkin oltava samaa suuruusluokkaa ja niiden vaikutussuunta samankaltainen. Tässä tapauksessa molempien alusten rakenteet ovat nimellisesti identtiset, joten kokonaisvoiman (kuorman) olettaisi myös jakautuvan eri tuille samassa suhteessa ja samalla tavalla. Suuruusluokkaa olevat erot ja erot osavoimien vaikutussuunnassa alusten välillä eri tuille jaetuissa osakuormissa ovat kuitenkin hämmäntäviä, koska niistä näyttäisi voivan olla seurauksena alun perin identtisten rakenteiden vahvistaminen hyvin eri tavoin. Luokituslaitoksen huostassa GABRIELLAn asiakirjat ovat eri henkilön arkistossa kuin ISABELLAN asiakirjat, vaikka laivasisuus on hyvin läheinen.

2 ANALYYSI

GABRIELLAn vaurio oli rakenteellisesti hyvin rajallinen, joten analyysissä rajoitutaan tämän yksityiskohdan syntyyn ja piilossa pysymiseen valvonnan jatkovaiheissa sekä valvontaan kytkettyyn organisaatioon, joka koostuu tilaajasta/omistajasta, telakasta, tilaajan ja telakan konsulteista, luokituslaitoksesta sekä kansallisista ja kansainvälisistä viranomaisista.

2.1 Vaurion syntyminen

GABRIELLAn keulaportin alakeskituen vaurio syntyi aluksen keulaan aaltoiskun aiheuttamasta keulavoimasta, joka todennäköisesti oli paljon pienempi kuin vaadittu mitoitus-taso. Se oli mahdollisesti vain noin neljäsosa voimassa olevasta uudesta ja alle puolet aluksen rakennusaikaisesta vaatimustasosta. Keulaportin lukituksia oli vahvistettu vuonna 1995 voimaan tulleiden uusien vaatimusten mukaisesti, koska merenkulkuviranomaiset olivat määränneet tehtäviksi niiden mukaisia vahvistuksia kaikille ro-ro-matkustaja-aluksille vuoden 1994 ESTONIA katastrofin jälkeen. GABRIELLAn porttien alakeskitukea ei ollut muutettu, vaan keulaa oli vahvistettu lisäämällä porttiin uusia tukipisteitä.

Aluksen ajotapa oli riittävän varovainen ja siihen sisältyi selkeä turvamarginaali oletettavissa olevaan rungon lujuuteen nähden. Perhosportti on vaurioitumismekanismiltaan myös turvallinen, sillä merenkäynti vaikuttaa sitä sulkevasti, kuten nykyiset ja 1995 jälkeen voimaan tulleet IACS-säännöt edellyttävät¹⁵.

2.2 Laivanrakennusprojektin laadunvarmistus

GABRIELLAn vaurion taustana on alunperin suunniteltujen rakennevahvistusten toteutumattomuus telakan valmistamassa aluksen rakenteessa. Onnettomuustutkinnan havaintona on, ettei tuen sijaintia ollut merkitty tarkasti suhteessa kaaritukseen konsultin piirtämään tuen kokoonpanopiirustukseen. Tähän piirustukseen ei ollut merkitty tuen etulevyn jatkumista kaaritukseen. Tämä jatkumo oli piirretty telakan rakennevahvistuspiirustukseen. Jatkumo on hahmoteltuna myös yhdessä konsultin alakeskituen osakokoonpanopiirustuksessa. Kuitenkin sijoitus määräytyi tarkasti tuen osien mitoituksen seurauksena suhteessa keulaporttiin, mutta sijaintia kaarituksen suhteen ei ollut otettu huomioon. Puutteen myöhempää paljastumista esti se, etteivät "As Carried Out" -leimatun piirustuksen yksityiskohdat vastanneet alakeskituen rakennetta.

Telakan laadunvarmistus. Suomen ja Ruotsin väliseen liikenteeseen rakennettujen matkustaja-autolauttojen keulaporttirakenne muuttui ylöspäin aukeavasta visiiriratkaisusta pienempään sivuille aukeavaan nk. "perhosporttiin" 1980-luvun puolivälissä. Ensimmäiset uudella konstruktiolla tehdyt alukset olivat Silja Linen Suomessa rakennetut WELLAMO ja SVEA, jotka tulivat liikenteeseen 1985 ja 1986. GABRIELLAn perhospor-

¹⁵ Nykyiset säännöt kieltävät selkeästi sellaisen keulaportin saranoinnin, joka ESTONIAN tapauksessa salli aaltojen avaavan vaikutuksen synnyn.

tin suunnitelma oli alun perin tehty sen sisaraluksia AMORELLAa ja ISABELLAa varten. Sisaralukset tulivat liikenteeseen vuosina 1988 ja 1989, joten tämä Jugoslaviassa rakennettu laivasarja oli ensimmäisten perhosportti-laivojen joukossa. Tämä keulan konstruktio ei ehkä ollut vielä vakiintunut. On mahdollista, ettei luokituslaitoksen tarkastajilla ollut laivatyypestä aiempaa kokemusta.

Normaalisti rakennusaikaisen tilaajan roolina rakenteiden tai laiva-arkkitehtuurin määrittelyssä on, että tilaaja määrittelee tilattavan laivan yleisarkkitehtuurin ja että tilaajan edustajat muodostavat normaalisti yhden tarkistustason valmistusketjussa. Tilaajalla on keskeinen asema määriteltäessä laivan yleisjärjestely ja siitä seuraavat teknisten ratkaisujen päälinjat. FRANS SUELLin (GABRIELLAn) tapauksessa aluksen tilaaja oli ostanut valmiin konseptin mukaisen aluksen. Sekä telakka itse että telakan konsultit olivat suunnitelleet aluksen ja sen yksityiskohdat jo aiemmin eri varustamolle valmistuneiden sisaralusten yhteydessä. GABRIELLAn tilaajan rakennusaikaisesta roolista ei ole tarkempaa tietoa.

Telakan tehtävänä oli suunnitella laivan puoleiset vastarakenteet konsultin suunnittelemiin keulaporttirakenteisiin. Telakka ei ollut tarkistanut omien suunnitelmiensa toteutumista eivätkä konsultin suunnitteleman vaurioituneen tuen osien tarkat mitoituskohteet olleetkaan yhteensopivia tuen kohdistamista ajatellen. Telakka oli kuitenkin suunnitellut rakennevahvistuksen ja vahvan sijoituksen tueksi. Telakka oli tässä noudattanut konsultin kanssa tekemänsä sopimuksen velvoitetta, mutta jättänyt varmistamatta suunnitelmien toimivuuden rakentaessaan laivaa. On mahdollista, että sotaolosuhteet ovat saattaneet vaikuttaa GABRIELLAn joidenkin osien valmistukseen ja tarkastukseen.

Alihankkijan rooli. Telakka käytti suunnittelualihankintaa keulan erityisrakenteiden osalta. Telakan konsultille antaman laitesuunnittelutoimituksen raja oli sopimuksessa määritetty keulatankin levyn pintaan. Konsultin ja telakan välisessä sopimuksessa oli edellytetty telakalta keulaporttien tukien alueella laivarunkoon tarvittavia vahvistuksia, jotka telakka oli suunnitellutkin omista lähtökohdistaan.

Keulaporttikonsultti oli hahmotellut keskituen sijainnin jo sarjan ensimmäistä laivaa varten ilman jatkumoa alla olevaan vahvistettuun kaareen. Toisaalta jatkumo oli jälkeempään merkitty yhteen osakokonaisuuspiirustukseen. Tämä kaaren ja tuen etulevyn yhteen hitaamista esittävä hahmotelma näyttää onnettomuustutkimuksen käyttöönsä saamassa piirustuskopiossa jälkeempään lyijykynällä lisätyltä. Piirustuksessa on myös luokan hyväksymisleima. Telakan olisi vielä pitänyt ottaa huomioon mahdollisuus tuen epämääräiselle sijoittamiselle vahvistetun kehyskaaren suhteen. Telakan olisi pitänyt joko suunnitella lisävahvistuksia tai muuttaa konsultin suunnittelemaa piirustusta niin, että ne olisivat sopineet yhteen telakan oman suunnitelman kanssa. Konsultti siis toimi sopimuksensa puitteissa suppeasti eikä tarkistanut suunnitelmansa yhteensopivuutta telakan suunnittelemiin vahvistuksiin. Toisaalta ei telakkaan toiminta varmistanut konsultin ja telakan välisen sopimuksen velvoittamien ja telakan suunnitteleminen vahvistusten toteutusta laivaa rakentaessaan.

Luokituslaitoksen osuus. Luokituslaitos oli hyväksynyt sekä telakan keulaporttituentaa koskevan piirustuksen että konsultin yksityiskohtaisemmin mitoittamat osapiirustukset

laivan rakentamista varten. Se ei ollut selvästikään kiinnittänyt huomiota siihen, etteivät konsultin mitoittamat alakeskituen osat sallineet telakan suunnitteleman vahvistetun rakenteen toteutumista. Konsultin piirustukset oli laadittu jo sarjan ensimmäistä laivaa varten. FRANS SUELLin (GABRIELLAn) tarkastanut oli eri henkilö kuin sarjan aikaisempien laivojen tarkastaja, eikä hän ilmeisesti syventynyt rakennetun laivan piirustuksiin tai toteutukseen riittävästi.

Luokituslaitos leimasi vaurioitunutta rakenneyksityiskohtaa yhtenä monien joukossa esittävän mutta rakennetta tältä osin vastaamattoman piirustuksen "As Carried Out". Tämä on keskeinen syy siihen, että tuen heikko toteutus jäi "piiloon" ja myöhemminkin havaitsematta. Poikkeamaa ei raportoitu edes luokituslaitoksen vaurioraportissa.

FRANS SUELL valmistui Jugoslavian sodan jo puhjettua, mikä on saattanut vaikuttaa myös luokituslaitoksen suorittamaan aluksen tarkastukseen.

Yhteenvedona GABRIELLAn rakennusaikaisesta laadunvalvonnasta voidaan todeta, että varsinkin valmistus-tarkastusketju petti keulaportin alakeskituen kohdalla. On pääteltävissä, etteivät ao. rakenteiden suunnittelijat, tarkastajat ja valmistava taho kommunikoineet keskenään tuen merkityksen mukaisesti. Se, että erilaiset yksityiskohtasuunnitelmat olivat läpäisseet useita tarkastusvaiheita, viittaa huomattavaan sekaan-nukseen sekä sisäisessä että ulkoisessa valvonnassa ja telakan piirustusten hallinnoinnissa. Järjestelmä ei toiminut tarkoitetulla tavalla.

2.3 Laivaan kohdistuva valvonta käytön aikana

Tässä kohdassa on tarkasteltu luokituslaitoksen ja kansallisten ja kansainvälisten viranomaisten rooleja sen jälkeen, kun laiva on luovutettu.

ESTONIAN onnettomuuden jälkeen kansainvälisessä merenkulkujärjestössä IMO:ssa ja luokituslaitosten kansainvälisessä liitossa (International Association of Classification Societies IACS) kehitettiin keularakenteille uudet vaatimukset, joiden mukaan myös vanhojen alusten keulaporttien lukko- ja tukirakenteita tuli vahvistaa.

Viranomaisten tarkastukset. Merenkulkuviranomaisten rooli rakennetarkastuksissa on yleisvalvova. Runkorakenteiden kelpoisuuskysymyksissä viranomaiset luottavat luokituslaitosten toimintaan. Luokituslaitokset on valtuutettu valvomaan rakenteiden vaatimusten mukaisuutta ja viranomaiset toimivat luokituslaitosten antamien sertifikaattien (e.g. runkosertifikaatti) nojalla. Mikäli eri osapuolten työssä esiintyy puutteita, kansallisten viranomaisten mahdollisuudet huomata niitä ovat hyvin vähäiset.

Luokituslaitosten tarkastukset. Luokituslaitos toimii aluksen käytön yhteydessä sen omistajan toimeksiannosta ja suorittaa lähinnä rungon ja laitteiden kunnossapitoon liittyviä määräaikaista tarkastuksia.

ESTONIAN onnettomuuden jälkeisiä rakenteen vahvistuksia suunniteltaessa ja tehtäessä telakan "As Carried Out" -leimattu - siis tuen toteutuksen osalta väärä - piirustus oli lähtökohtana, eikä heikko rakenne tällöinkään paljastunut, sillä piirustuksesta poikkeaa-

vaa todellista rakennetta ei ilmeisesti koskaan tarkastettu riittävän huolellisesti. Uusien laivarungon ja porttirakenteiden lujuteen kohdistuvien IACS 95 -vaatimusten mukaan kaikki lujuteen liittyvät kohteet olisi kuitenkin pitänyt vahvistaa vaatimuksia vastaaviksi ja siksi tarkastaa vahvistusten suunnittelua varten.

Vaurioituneen tuen asiallinen heikkous on katsottavissa nk. latentiksi (piileväksi), sillä kukaan ei ollut kiinnittänyt siihen tai sen poikkeavuuteen "As Carried Out" -leimatusta piirustuksesta mitään huomiota missään laivan vaiheessa.



3 JOHTOPÄÄTÖKSET

3.1 Vaurion välittömät syyt

Vaurion välitön syy oli keulaportin keskellä alhaalla olleen tuennan rakenteellinen heikkous. Toteutettu keulaporttituen rakenne oli konsultin piirustusten mukainen, eikä tuen kohdistus sopinut telakan rakentamaan tuen kiinnitysalueen rakennevahvistuksiin. Rakenne poikkesi näin ollen telakan rakennelujuuden kannalta oikeasta mutta luokituslaitoksen "As Carried Out" -leimaamasta ao. kohdan piirustuksesta, eikä poikkeamaa huomattu missään laivan rakentamisen tai käytön vaiheessa - ei edes ESTONIAN turman jälkeen tehdyissä tarkastuksissa.

3.2 Vaurioon johtaneet tekijät

Aluksen ajotapa oli riittävän varovainen ja siihen sisältyi selkeä turvamarginaali oletettavissa olevaan rungon lujuuteen nähden. Perhosportti lukittuu tämän tyyppisen vaurion seurauksena, koska se painuu myötämisen seurauksena sisäänpäin. Perhosportti on mekanismiltaan turvallinen, koska merenkäynti vaikuttaa sitä sulkevasti kuten IACS-säännöt nykyisin edellyttävät.

Vaurioon johtaneet tekijät löytyvät keulaporttirakenteen toteuttamiseen osallistuneiden tahojen keskinäisestä työnjaosta, johon ei kuulunut riittävää yhteistoimintaa erilaisten piirustusten yhteensovittamiseksi. On ilmeistä etteivät telakan laivan valmistusta toteuttaneet tahot riittävästi varmistaneet keskinäistä yhteisymmärrystä.

Heikko rakenteen toteutus läpäisi useita tarkastusportaita: telakan laatujärjestelmä, luokituslaitos ja niiden paikalliset tarkastajat sekä varustamon ja viranomaisten tarkastajat. Myöskään ESTONIAN onnettomuuden jälkeen rakenteita vahvistettaessa ei rakenteen poikkeamaa leimatusta rakennepiirustuksesta havaittu. Sen jälkeen, kun keulaporttituki oli valmistettu ja asennettu paikalleen, sen virheellisyyttä oli vaikea joskaan ei mahdollista havaita.

Rakennusaikaisesta laadunvalvonnasta voidaan todeta, että laivan koko suunnittelu- valmistus- tarkastusketju petti keulaportin alakeskituen ja siihen liittyvien laivarakenteiden sijoituksen kohdalla. On myös pääteltävissä, etteivät ao. laitteiden suunnittelijat, tarkastajat ja valmistava taho kommunikoineet keskenään ajallaan ja asianmukaisesti.

3.3 Onnettomuustutkinnan huomioita

GABRIELLAN keulaportin alakeskituen rakenne on vaurion jälkeen uudistettu. Oleellisilta osiltaan uudistettu rakenne on pääasiallisesti telakan alkuperäisen vahvistussuunnitelman kaltainen ja konsulttisopimuksen veloitteen mukainen.

Nykyään suurissa laiva- ym. projekteissa on tavanomaista, että myös kriittisten rakenteiden suunnittelu on hajautettu. Suunnittelun hajauttaminen edellyttää kuitenkin keski-



tettyä yksityiskohtiin ulottuvaa hallintaa ja mahdollisuuksia muuttaa jo laadittuja rakennesuunnitelmia osien yhteensovittamiseksi vielä laivaa rakennettaessa ja erityisesti rakenteiden toteutuksen ohjausta. Laadun varmistamisen vastuu säilyy periaatteessa laivan valmistajalla. Sisäalusten identtisyttä ei ehkä aina oteta riittävästi huomioon luokitustilaston sisäisessä työnjaossa.



4 TURVALLISUUSSUOSITUKSET

On ilmeistä, että telakan ja alihankkijoiden töiden yhteensovittamiseen on panostettava. Se edellyttää asenteiden muokkaantumista ylintä päättävää organisaatiotahoa myöten. Tavoitteena tulee olla myös avaintahojen yhteistoiminta oikealla hetkellä kokonaisuuden kannalta oikeiden rakenneratkaisujen saavuttamiseksi yksityiskohtia myöten lopputuotteessa. Laadunvalvontaan ei kuitenkaan ole katsottu tarpeelliseksi antaa turvallisuus-suosituksia, koska ohjeet tässä suhteessa ovat riittäviä.

Helsingissä 29.8.2003

Martti Heikkilä

Kari Lehtola

Klaus Rahka

LÄHTEET

Seuraavat lähteet on taltioituna Onnettomuustutkintakeskuksessa:

1. *Ang Baltic Kristina och Gabriella*, PROMEMORIA 080202-9836040, 1998-10-29, Sjöfartsverket, Sjöfartsinspektionen
2. Sjöfartsinspektionen Stockholm, Memo, 1998-10-24
3. *Ilmatieteen laitoksen tuulikatsaus ajanjaksolta 12.10.–25.10.1998*, Dno 115/410/98, 12.1.1999
4. *DAMAGE AND REPAIR OF BOW DOOR SUPPORT*, DET NORSKE VERITAS SURVEY REPORT, Helsinki 02.11.1998
5. ms GABRIELLAn liikeradan rekisteröinti 23.–24.10.1998
6. PASSENGER SHIP SAFETY CERTIFICATE, ms GABRIELLA, Finnish Maritime Administration, Helsinki 18.5.1999
7. *ms SILJA SCANDINAVIA Survey Reports*, June–October 1996
8. Piirustuksia "As Carried Out" BRODOGRADILISTE "SPLIT" (telakka)
9. Piirustuksia "As Carried Out" DELTAMARIN LTD
10. Piirustuksia "Approved" MacGregor-Navire (FIN) Oy
11. *MS GABRIELLAN LIIKKEIDEN LASKENTA*, VTT Valmistustekniikka Raportti VAL32-001192, Espoo 27.3.2000
12. *Passenger ship structural design against wave induced loads in the Northern Baltic*, VTT Manufacturing Technology, Research Report VAL32-992765.
13. Christian Mürer, *DNV HULL STRUCTURAL RULES, Development, Background, Motives*; Det Norske Veritas AS 1996
14. Requirements concerning STRENGTH OF SHIPS, INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES, Unified Rules S 8 (Rev 2 1995)

VIKING LINE

Onnettomuustutkintakeskus
Sörnäisten rantatie 33 C
00580 Helsinki

att. Matti Heikkilä

SAAPUNUT

11 08 2003

11. 08. 2003

277 / 5 m

Ärende: MS GABRIELLA , BOGPORTSKADAN PÅ FINSKA VIKEN 24.10.1998

Vi har tagit del av ert utkast angående bogportskadan på ms Gabriella och kommenterar utkastet enligt följande.

- Resan, väder- och vågförhållanden samt besättningen iakttagelser och åtgärder under resan stämmer väl överens med vår uppfattning.
- Skadans omfattning och orsak är väl utredda, vi har inget att anmärka mot detta.
- Att konstruktion, tillverkning, övervakning och godkännande gått till på det sätt utredningen beskriver verkar mycket sannolik.
- Analys och slutsats beskriver på ett tydligt sätt det problem som finns inom skeppsbyggand, dvs de missförstånd som kan uppstå i gränzonerna mellan varvets och underleverantörens åtagande och på grund av att rederi, myndighet, klassificeringssällskap och varv i för hög grad förlitar sig på att den andra parten gjort rätt.

Med en viss förvåning har vi konstaterat att utredning inte nämner någonting om det redundance-krav som finns i de nya reglerna för bogportarna, dvs att klackarna till antal och styrka skall vara så konstruerade att de kan uppta den totala bogportskraften även fast en klack ger vika.

Det vore intressant att veta i hur stor utsträckning redundance-kravet bidragit till att bogporten inte totalhavererade.

Även med tanke på massmedias slutsatser av vad som i värsta fall kunde ha hänt vore det bra att nämna om redundance-kravet.

Viking Line abp


Kaj Jansson
Dir tekn.sekt


Tony Öhman
Teknisk inspektör



CENTRALEN FÖR
UNDERSÖKNING AV OLYCKOR
Översättning av
den finska utredningsrapporten
B 2/1998 M

**ms GABRIELLA, bogportsskadan på Finska viken
24.10.1998**

Denna utredning har gjorts för att förbättra säkerheten och för att förebygga olyckor i framtiden. Ansvar eller skadeståndsplikt, som uppkommer som följd av olyckan behandlas ej. Bruk av rapporten för annat syfte än säkerhetsförbättring bör undvikas.



MS GABRIELLA, BOGPORTSSKADAN PÅ FINSKA VIKEN 24.10.1998

SYNOPSIS

Viking Line rederiets passagerar-bilfärja ms GABRIELLA fick bogportsskada under en tidtabellsenlig resa från Helsingfors till Stockholm under natten 23.–24.10.1998. Söderom Utö mötte GABRIELLA hög sjö. Efter ett par hårda vågstötar kl 00:05 sänkte fartygets befäl hastigheten från den till vädret redan anpassade omkr. 13 knop till 10 knop. En hård stöt kändes även omkring kl tre. Efter ankomst till Stockholm öppnade sig inte den yttre bogporten på styrbord/höger sida. Vid hamnkontroll observerades att en begränsad och tillsynes liten konstruktiv skada på en portklack var orsaken till portens funktionsfel.

Den omedelbara orsaken till skadan var en konstruktiv svaghet hos den längsverkande centerportklacken på huvuddäck. Den svaga konstruktionen härstammade från fartygets design- och byggnadsskede. Det fanns två serier ritningar för centerklackens placering - de av portkonsulten ritade och varvets egna som även definierade de förstärkningar som klacken krävde i själva fartygskonstruktionen. Klacken och dess delar hade tillverkats enligt konsultens ritningar, men klackens placering passade inte ihop med de av varvet byggda förstärkta fartygsdelarna i det påverkade området. Klackens placering avvek från varvets föreskrift och var över 60 mm mot fören från den tvärsant, som hade förstärkts. För övrigt hade de av varvet ritade förstärkningarna tillverkats men tvärsanten under tankdäck kunde även ha placerats med otillräcklig precision. Hade klackens och tvärsantens placering sammanpassat enligt varvets ritning skulle klackens installation ha varit tillräckligt hållfast. De av konsulten ritade och måttsatta delarna för klacken hade inte ändrats att motsvara de av varvet installerade förstärkta konstruktionerna för uppnåendet av en stark helhet.

Klassningssällskapet hade godkänt både konsultens ritningar för centerklacken och dess delar och varvets ritningar för fartygets förstärkningar för byggande av fartyget redan för de första i serien men hade inte övervakat betydelsen för att de ritade konstruktionsdelarna och den förstärkta fartygskonstruktionen skulle passa samman för att trygga klackens hållfasta placering. Klassen hade inte upptäckt möjligheten för att ritningarna inte sammanpassade.

Brister i övervakningen av byggnad av bogportsklackarna påvisas av att klassningssällskapet hade felaktigt stämplat varvets ritning av de förstärkta konstruktionerna såsom "As Carried Out" (såsom förverkligat) även om klackens placering gentemot tvärsanten inte följde denna ritning.

Efter att bogportsklacken hade tillverkats och installerats, var dess felaktiga placering svår även om inte omöjlig att upptäcka. Den bristfälliga och från den "As Carried Out" -stämplade ritningen avvikande konstruktionen passerade alla inspektionsskeden utan att upptäckas också efter det att fartyget tagits i bruk inbegripet alla inspektioner på bogportskonstruktioner som beordats alla ro-ro-fartyg efter ESTONIA-katastrofen.

De faktorer som lett till skadan på bogportskonstruktionen går att finna i den bristande arbetsfördelningen mellan de deltagande parterna vid slutlig sammanpassning av konstruktiva detaljer.

MS GABRIELLA, BOW DOOR DAMAGE IN THE GULF OF FINLAND ON 24.10.1998

SUMMARY

The bow door of the Finnish passenger car ferry ms GABRIELLA was damaged on its scheduled voyage from Helsinki to Stockholm in the Gulf of Finland in the night of October 23rd to 24th 1998. GABRIELLA, owned by Viking Line, met high seas in the sea area south of Utö and the speed was slowed down after strong slamming at 00:05. The reduction was from an already slowed down speed of 13 knots to about 10 knots. Another, but lesser slamming occurred at about three o'clock. After arrival in Stockholm the starboard bow door could not be opened. In the subsequent inspection it was observed that the jamming of the bow door had been caused by apparently minor and restricted structural damage in one door support.

The immediate cause for the damage was structural weakness in the longitudinal support on the main deck. The weak structure had its origins in the design and building stage of the vessel. There were two different sets of drawings for the support - one set for the support for its position and its components by the consultants who had designed the bow door and one set by the shipyard for the strengthening required and exact positioning relative to the ship's structural elements. However, these drawings differed from each other concerning the reference line indicating the transverse web in the tank below the support. The support had been built according to the consultants' drawings. The assembly became deficient because the parts that had been dimensioned into every detail caused the assembled support not to fit right onto the underlying strengthened web, which - on the other hand - by itself may have been positioned incorrectly. The shipyard had not ensured the compatibility between the support components and their own design for the built reinforcement structure. The support was misplaced more than 60 mm forward from the underlying reinforced web compared to the shipyard's design requirement, which specified positioning of the support directly on the reinforced web. The strength of the reinforcement designed by the shipyard would have been adequate but would have required a design change of the components of the support or change of the reinforced web to implement the yard's design idea for the assembled support-web system.

The stamping of approval by the class of the drawings for building of the support components and the reinforcement was misleading since these were not mutually compatible. It is evident that the shipbuilders did not check the compatibility of the support with the web and reinforcement as they had been built.

Inadequacy of the supervision of the building of the bow door supports is manifested by the "As Carried Out" approval by the classification society of the shipyard drawings that did not correspond to the actual structure. The faulty structure of the bow door support, which deviated from the "As Carried Out" approved drawings, was difficult but not impossible to detect after it had been manufactured and assembled. The deficient structure passed all stages of inspection including those ordered for bow door structures of all ro-ro-passenger car ferries after the ESTONIA accident.

A decisive contributing factor to the failure can be found in the vagueness of the execution of responsibilities between the parties involved concerning the compatibility of the built design detail.



INNEHÅLL

SYNOPSIS.....	I
SUMMARY	II
FÖRORD.....	1
1 HÄNDELSEFÖRLOPPET OCH UTREDNINGARNA.....	2
1.1 Fartyget	2
1.1.1 Fartygsdata.....	2
1.1.2 Fartygets historia.....	2
1.1.3 Trafikbegränsningar	3
1.2 Incidenten.....	3
1.2.1 Resan	3
1.2.2 Väder- och vågförhållanden	4
1.2.3 Skadorna	5
1.3 Utredningarna.....	7
1.3.1 Ritningar för bogens konstruktion	8
1.3.2 Den byggda konstruktionen	10
1.3.3 Belastningar på bogen	11
1.3.4 Kontroll av skeppsbyggnadsprojekt	14
1.3.5 Övervakning av förstärkningar efter ESTONIA-olyckan	14
2 ANALYS	17
2.1 Skadans uppkomst.....	17
2.2 Kvalitetssäkring av skeppsbyggnadsprojekt.....	17
2.3 Övervakning av fartyget under operation.....	19
3 SLUTSATSER.....	21
3.1 De omedelbara orsakerna till skadan	21
3.2 Faktorer bakom skadan	21
3.3 Olycksutredningens observationer.....	21
4 SÄKERHETSREKOMMENDATIONER	23

REFERENSER

UTLÅTANDE



FÖRORD

Vid ankomst till Stockholm 24.10.1998 kunde bogporten på M/S GABRIELLA inte öppnas. Vid hamnkontroll uppdagades att öppning hindrades av konstruktiv men begränsad skada på en portklack. Skadan hade uppkommit i hög sjö.

Undersökning av incidenten påbörjades när fartyget ankommit Helsingfors 25.10. Centralen för undersökning av olyckor beslöt 26.10.1998 tillsätta en kommission för utredning av skadan på GABRIELLA, för att grundorsaken för ESTONIA-katastrofen som inträffat fyra år tidigare hade varit en tekniskt svag konstruktion i fartygets bog.

Till ordförande för kommissionen utnämndes ledande forskare Martti **Heikkilä** från Centralen för Undersökning av Olyckor och till ledamöter direktör Kari **Lehtola** från Centralen för Undersökning av Olyckor samt ledande forskare, teknologie doktor Klaus **Rahka** från Statens tekniska forskningscentral (VTT).

Vid undersökningen har fartygets historia utretts angående konstruktionsarbetet och klassificeringen med hjälp av rederiet och klassningssällskapet samt låtits utföra beräkningar av fartygets rörelser på VTT för uppskattning av bogkrafter under incidenten samt den skadade bogportsklackens hållfasthetsnivå jämfört med gängse krav.

Det slutliga utkastet till utredningsrapport sändes för kommentarer till Sjöfartsverkets sjöfartsavdelning, fartygets redare och befälhavare samt till klassificeringssällskapet och konstruktionskonsulter. Rederiet sände sin kommentar som bilagts denna utredningsrapport.

Rederiet anmärker i sin kommentar, att de regler som trätt i kraft år 1995 för bogportar innehåller krav för konstruktionssäkerhet mot att någon av fästpunkterna skulle ta skada¹⁶. GABRIELLAs bogportar och klackar hade förstärkts enligt dessa nya krav. Hur kravet för denna säkerhet hade förverkligats, lämnades dock utanför utredningen.

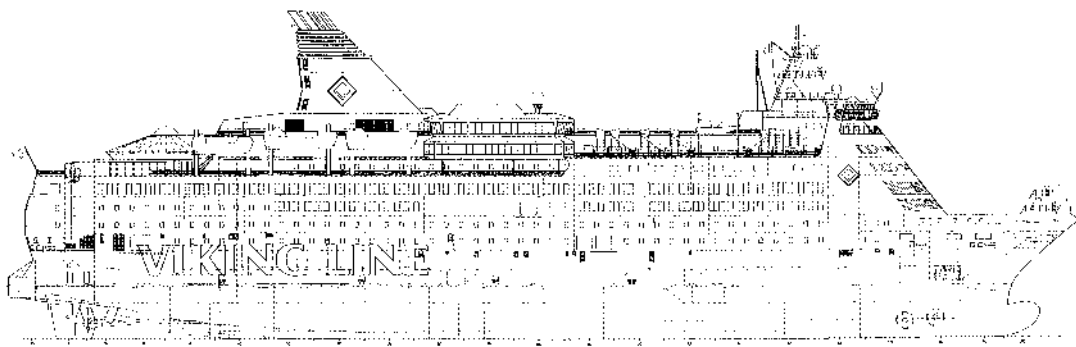
¹⁶ UR S8 (IACS 1995)

S8.6.2f: The arrangement of securing and supporting devices in way of these securing devices is to be designed with redundancy so that in the event of failure of any single securing or supporting device the remaining devices are capable to withstand the reaction forces without exceeding by more than 20 percent the permissible stresses as given in S8.2.1.

1 HÄNDELSEFÖRLOPPET OCH UTREDNINGARNA

1.1 Fartyget

GABRIELLA är ett med fjärrilbogport försett ro-ro-passagerarfartyg, som är identiskt med AMORELLA och ISABELLA, som under övergången från 80 till 90 talet blev färdiga. Alla tre ägs och trafikeras nu av rederiet Viking Line. GABRIELLA övergick till detta rederi i slutet av 90-talet efter att ditintills ha seglat under svensk flagg.



Figur 1. Fartygets generella arrangemang.

1.1.1 Fartygsdata

Namn	ms GABRIELLA (ex SILJA SCANDINAVIA, FRANS SUELL)
Typ	passagerar-bilfärja
Varv	Split
Skrov Nr	372
Färdig	1992
Nationalitet	Finland
Hemort	Mariehamn
IMO No	891760
Klass	DNV 1A1 Car Ferry A MCDK ICE 1A * E0
Innehavare	Viking Line Ab
Brutto	35492
Största längd	170,9 m
Största bredd	28,2 m
Djupgående	6,35 m
Max hastighet	21,3 knop
Maskineffekt	4 x 5949 kW

1.1.2 Fartygets historia

GABRIELLA är systerfartyg till Viking Line's AMORELLA och ISABELLA, även om hon ursprungligen byggts för annat rederi. Fartygen har byggts på samma varv i Jugoslavien (nu Kroatien). AMORELLA (skrovnummer 356) och ISABELLA (357) blev färdiga 1988



och 1989. GABRIELLA (372) blev färdig 1992 under namnet FRANS SUELL för trafik mellan Sverige och Tyskland. Fartyget uthyrdes för trafik mellan Sverige och Finland under namnet SILJA SCANDINAVIA år 1994 för linjen Åbo–Stockholm.

Viking Line inköpte fartyget på våren 1997 och satte henne i trafik mellan Helsingfors och Stockholm. Under bytet av ägare var den nye ägaren intresserad av att inga begränsningar för trafikering hade utfärdats och krävde innan övertagande att flaggstatens myndigheter inte hade satt sådana på fartyget. Så länge som de på ESTONIA-katastrofen följande och krävda förstärkningarna av bogkonstruktionen var igång utförde klassningssällskapet i tid sina inspektioner och rapporteringar och inget uppdagades i skrovets konstruktion som skulle ha kunnat motivera trafikeringsbegränsningar under överlåtelseprocessen.

1.1.3 Trafikbegränsningar

Fartyget är passagerarfartyg och enligt säkerhetscertifikatet (daterat 19.5.1998 och gällande till 18.5.1999) godkänt för trafik på korta internationella sträckor på GMDSS-sjöområden A1–A2. Skrovet är klassificerat för hög sjö.

1. 2 Incidenten

1.2.1 Resan

GABRIELLA var på tidtabellsenlig resa från Helsingfors till Stockholm, med avfärd 23.10.1998. Enligt styrman mötte man på Finska viken västlig vind med hastigheten 25–27 m/s. På grund av motsjö hade man minskat på hastigheten till ung. 13 knop. På kommandobryggan skedde vaktombyte kl 24:00, under vilket kl 00:05 kändes en hård vågstöt mot bogen. Man var nu ungefär 45 km sydväst om Hangö med kursen 258 grader. Enligt det elektroniska sjökortets (ANS) registrering var positionen N59° 31,66' och E22° 27,90'. Efter vågstöten minskades hastigheten och enligt registreringen ändrades medelhastigheten kl 00:05:30 från omkring 13,1 knop till 10,9 knop som medeltal under de följande 25 minuterna. Personalen på bryggan beskrev vågstöten som "dykning mot en vägg". En annan mindre vågstöt kändes vid 03 tiden.

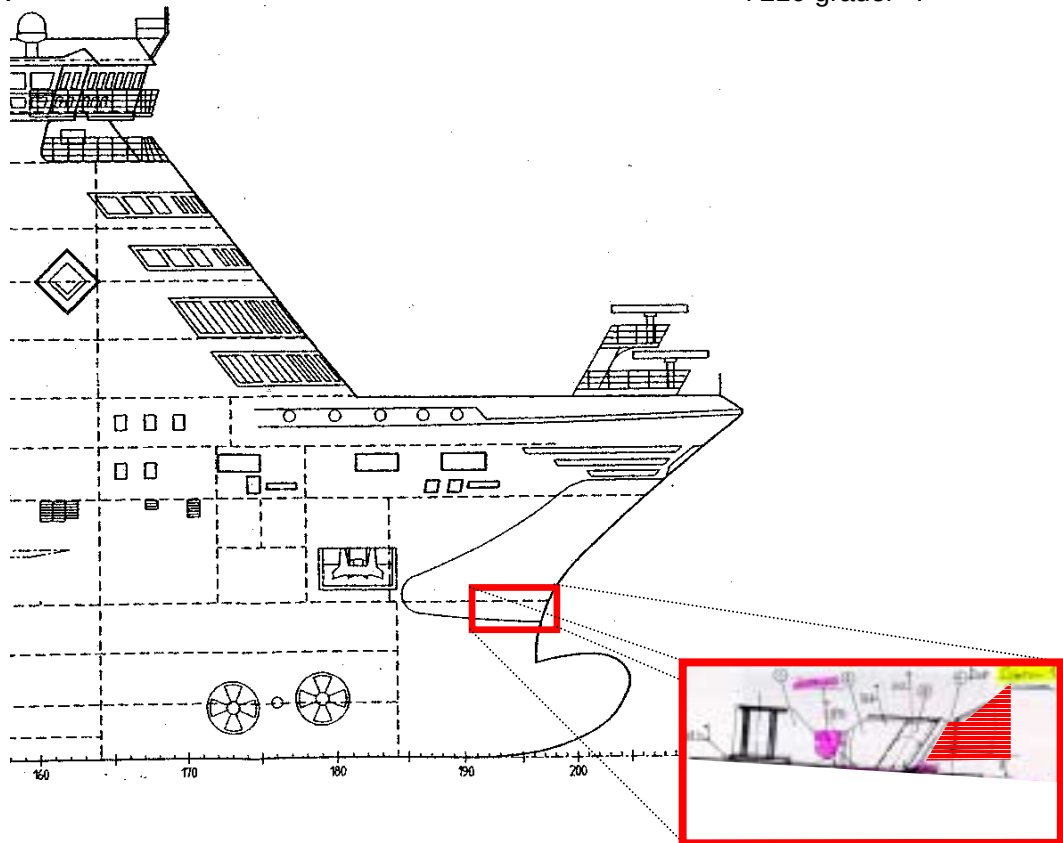
Övervakningskameror användes för koll av läget, men inget avvikande kunde observeras. Ingen alarm erhöles på kommandobryggan, men i maskinkontrollrummet hade man fått indikation på vatten i kölsvinet kl 01. På morgonen vid åttatiden gick bosun för att inspektera bogen eftersom det hade varit storm under resan. Han observerade inget avvikande från det normala. Först kl 09 säkerställdes, att vatten hade kommit in i bogens torrtank. Fartyget anlände till Stockholm en timme 15 minuter försenat. Vid öppnandet av bogporten observerades, att styrbords bogport kunde öppnas endast 10 cm. Den vänstra öppnade sig helt. Bildäcket måste utrymmas genom akterporten.

Vid inspektion av skadan observerades, att den på huvuddäck belägna nedersta längsklacken för den yttersta bogporten hade tagit skada (se figur 2). Dess längsgående huvudbalk hade delvis rivits loss från huvuddäcket utmed svetsfogen. Balken är ej synlig i

någon monitor och den 10 mm stora förflyttningen kunde inte observeras på avstånd. Portklacken reparerades provisoriskt i Stockholm, och fartyget återsattes i trafik redan för följande tidtabellsenliga tur.

1.2.2 Väder- och vågförhållanden

Meteorologiska Institutet har uppskattat väderleksförhållanden utgående från uppmätta vindar på Finska Viken och norra Östersjön¹⁷. Enligt uppskattning var vinden 23.10.1998 kl 21 på norra Östersjön söder om Utö och Åland från syd-sydväst i medeltal 20 m/s och efter sex timmar kl 03 på samma område från väst-sydväst 16 m/s. Havsforskningsinstitutet uppskattade vågförhållanden på incidentplatsen (N59° 31' och E22° 27') kl 00 utgående från Meteorologiska Institutets uppgifter. Enligt uppskattningen var den betydande vånhöjden 4.2 m, modalnerioden¹⁸ 8.5 s och infallsriktningen 210 grader¹⁹.



Figur 2. Den skadade längsställda bogprotsklacken i fartyget. Den lilla bilden visar klacken på huvuddäck. Det rödfärgade i bilden är bogport, resten klacken på tankdäck. Skador märkta med blårött. (Detalj ur klassens skaderapport, ref 4)

¹⁷ Meteorologiska Institutets vindrapport. Dno 115/410/98

¹⁸ Vågornas modala period är en funktion av vågornas medellängd.

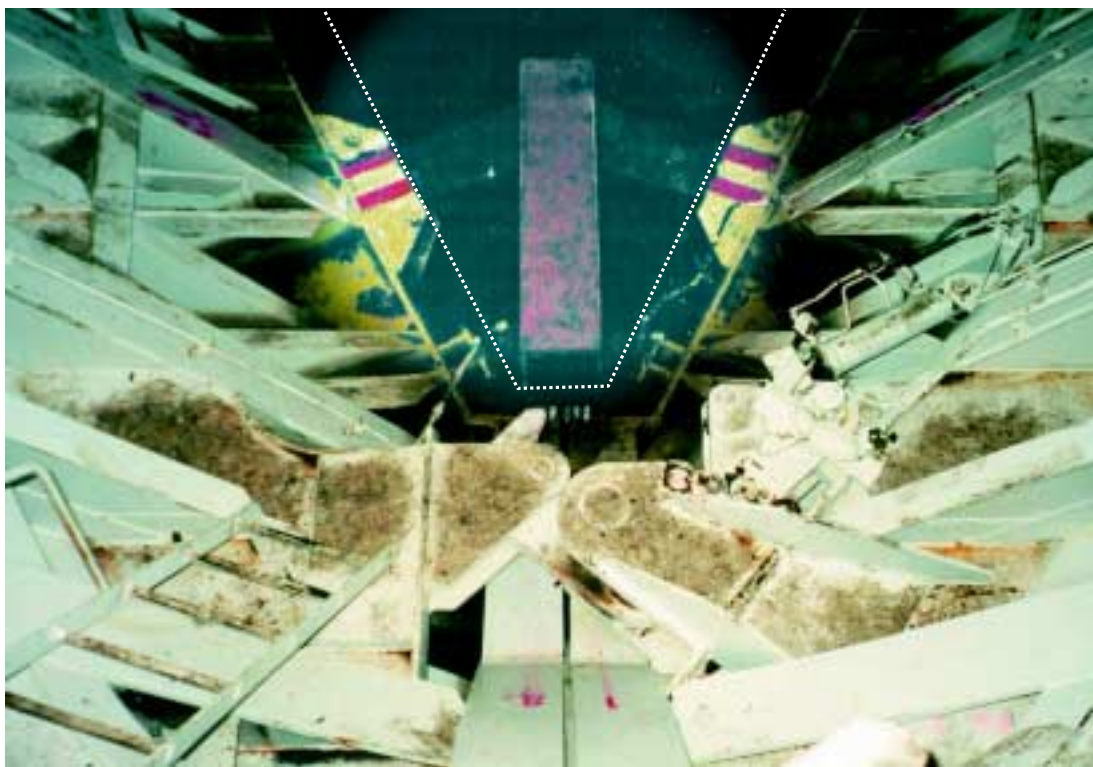
¹⁹ Vågbojen 90 km västerom incidentplatsen hade uppmätt kl 20:30 och 01:30 våghöjder på 4,1 och 4,6 m. Källa: MS GABRIELLAN LIIKKEIDEN LASKENTA VTT Valmistustekniikka Raportti VAL32-001192

1.2.3 Skadorna

Utredningen påbörjades efter GABRIELLAs ankomst i Helsingfors. Då hade man redan utfört de akuta reparationerna för att återställa bogportarnas funktion och portklackens tillförlitlighet till acceptabel nivå. Utredningen påbörjades med observationer ombord, men det centrala i utredningen vilar på rapportering som klassningssällskapet utfört.

Den yttre bogporten på GABRIELLA är till lösningen en s.k. fjärilport. Dess två delar är försedda med dubbelgångjärn, och portarna rör sig parallellt med sig själva vid öppning och således utan rotation. När porthalvorna är slutna, stöds de av klackar innanför skrovet, mot vilka pallar på portarna vilar (se Figur 3).

Den skadade nedre centerklacken ger stöd i tre riktningar (se Figur 4). Dess centerdel med sin förplatta tar emot längs och uppverkande krafter och sidklackarna tar emot krafter från sidorna. Dessutom kan sidokrafter upptas av iscyldrarna med sina motplattor, som ligger mellan centerdelens förplatta och sidoklackarna.



Figur 3. Fartyget innanför bogporten uppifrån sett. Området i mitten upptill är skrov. Den vita streckade linjen avskiljer den skadade bogportsklacken med provisorisk reparation och förstärkning.

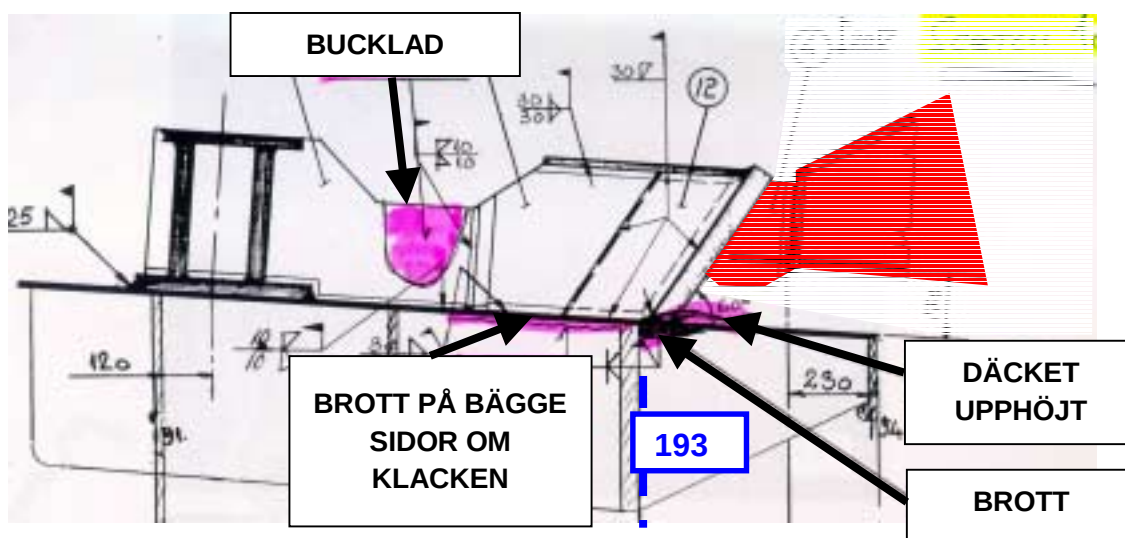


Figur 4. Bogportens skadade nedre centerklack efter reparation och förstärkning i Stockholm. Förstärkningen hade utförts genom att svetsa längsgående en s.k. RHS balk på centerklacken som stöd för den bucklade stommen. De vita pilarna visar stödkrafter åt portarna och de ljusblå pilarna isbräckarcylindrarnas fästen.

Enligt klassningssällskapets rapport hade bogportarnas nedre centerklack stigit upp vid skadeuppkomsten och vänts till höger, uppenbarligen forcerad av vänstra bogporten. Härvid hade tankdäckets plåt rivits på tvären bakom stödets främre tvärplatta men framom tankens inre förstärkta spant. Dessutom hade den längsgående svetsfogen mellan klacken och tankdäcket rivits utmed en längd av 400 mm (se figur 5).

Den nedre centerklacken hade dessutom möjligen förflyttats bakåt så att ett glapp på 15 mm uppkommit mellan klack och bogport. Glappet hade avlägsnats vid den provisoriska reparationen i Stockholm med en platta som placerats mellan port och klack.

Figur 5 som kompletterats av klassens skadeinspektör på basis av bogportskonsultens ritning med anteckningar på skador och underliggande spanter visar den byggda konstruktionen med de relativa positionerna för spanter och nedre centerklack. Spant nr 193 under klacken är mer än 60 mm bakom klackens framplatta och bildar därför en diskontinuitet till framplattan.



Figur 5. Skadorna på bogprtarnas centerklack enligt klassens skaderapport (Ref 4). Det röda är motstycket på bogporten. Det blå-röda är skador på centerklacken. I denna bild har tvärsbant 193 och även de övriga spanterna placerats akterom sina referenslinjer. Detta är i motsats till skeppsbyggnadsprincipen enligt vilken bogens tvärsbant utmärks enligt sin akter yta och spanterna skulle då ligga för denna referenslinje.

1.3 Utredningarna

Vid olycksutredningen uppsamlades relevant dokumentation gällande ritningsskedet på bogportarnas nedre centerklack med stöd av klassningssällskapet (Det Norske Veritas, DNV) och konsulten (MacGREGOR-NAVIRE) som ritat bogporten samt rederiet. För att få en uppfattning om de vågkrafter som verkat på bogen under olycksnatten jämfört med det vågtryck som ligger som krav för bogdimensionering, läts VTT utföra beräkningar om fartygets rörelser under skaderesan.

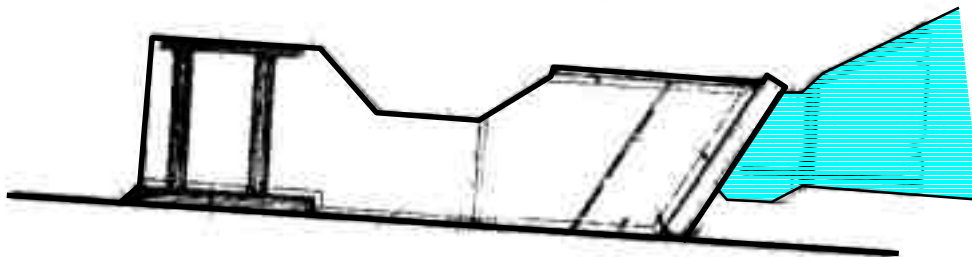
Vid utredning av ritningar från fartygets design-skede observerades att den byggda konstruktionen avvek på olika sätt från alla ritningar för bogen. Av denna orsak utreddes hur konstruktionen hade godkänts genom att även betrakta information gällande systerfartygen, samt det organisatoriska system, inom vilket ett fartygsprojekt förverkligas. Dessutom utreddes de uppdateringsåtgärder gällande bogportskonstruktioner som startats efter ESTONIA-katastrofen.

1.3.1 Ritningar för bogens konstruktion

Fartygets bog var ursprunglig och den hade förstärkts enligt de nya krav som trätt i kraft efter ESTONIA-katastrofen. Det nedre stödet för bogportarna var inte bland de förstärkta delarna.

Ritningar som påverkat placeringen av den skadade centerklacken hade sina ursprung på två olika håll. Varvet nyttjade en design-underleverantör för konstruktion av bogport med anhöriga delar, men ritade själv anliggande förstärkningar i själva fartygsskrovet.

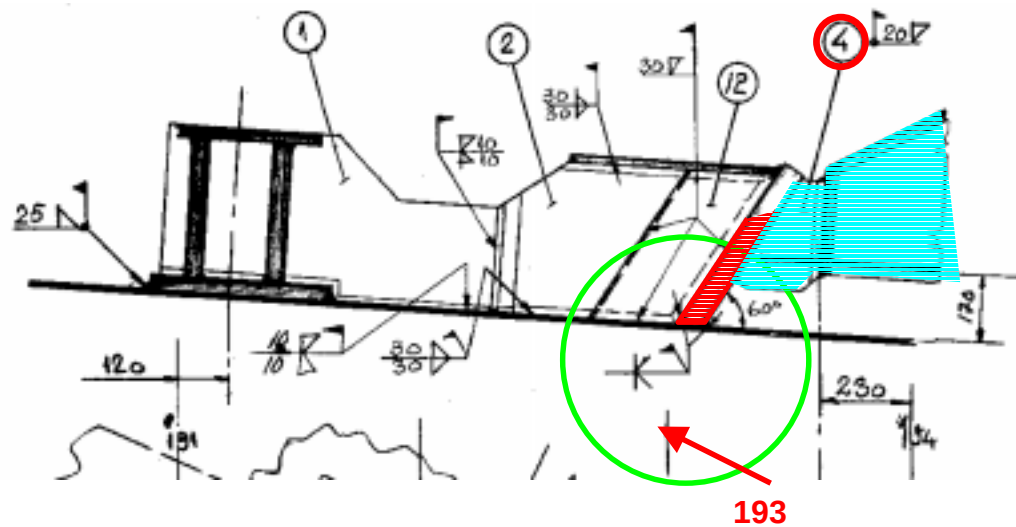
Konsultens konstruktion. Konsulten som ritat bogportskonstruktionen hade noggrant formgivit och måttat stödet och dess delar (se figurer 6 a, b och c). Figur 6 a visar den på tankdäck installerade klacken och motstyckena på bogportshalvorna. Figur 6 b är en del av centerklackens monteringsritning och figur 6 c visar motstycket på bogporten.



Figur 6 a. Bogportarnas centerklack på tankdäcket och motstycket på bogport (i blått).

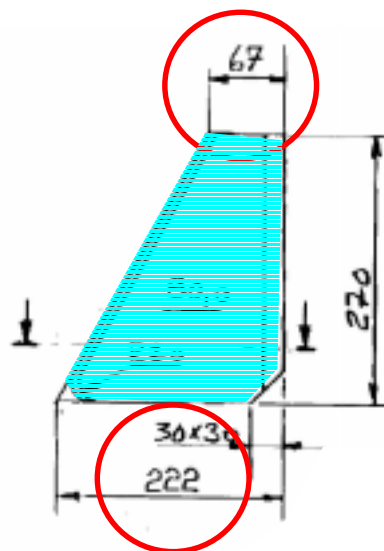
Monteringsritningen i figur 6 b visar centerklackens läge jämfört med spantens 193 referenslinje. Konsulten hade inte konstruerat kontinuitet mellan centerstödet framplatta och fartygskonstruktionen genom den förstärkta tvärsanten 193 såsom varvet (se nedan), men kontinuiteten hade förmodligen i efterhand antecknats endast i en av klassen godkänd ritning gällande en delhet²⁰.

²⁰ Den av varvet eftersträfvade kontinuiteten i konstruktionen hade antecknats i konsultens delmontage ritning för klackens framparti: MacGREGOR NAVIRE ritning 33-13474, edition 2, Split byggnadsnummer 356 "B". 9.6.1986. Approved DNV 28 JUL 1986. (Ritningskopian som utredningen erhållit gäller ms AMORELLA.)



Figur 6 b. Konsultens montereritning för centerklacken på AMORELLA med spantens 193 referenslinje liggande akterom centerklackens nedre hörn.

Ritningsserien innehöll även anliggande delar på bogporten, som bogporten tar stöd genom (del 4 i figur 6 b) med fullständiga mått för tillverkning (se figur 6 c). Noggranna mått på delar till centerstöd med anliggande komponenter kan ha orsakat att centerskallackens placering skedde enligt konsultens ritning till detalj med referens till bogporten men inte till fartygskonstruktionen.



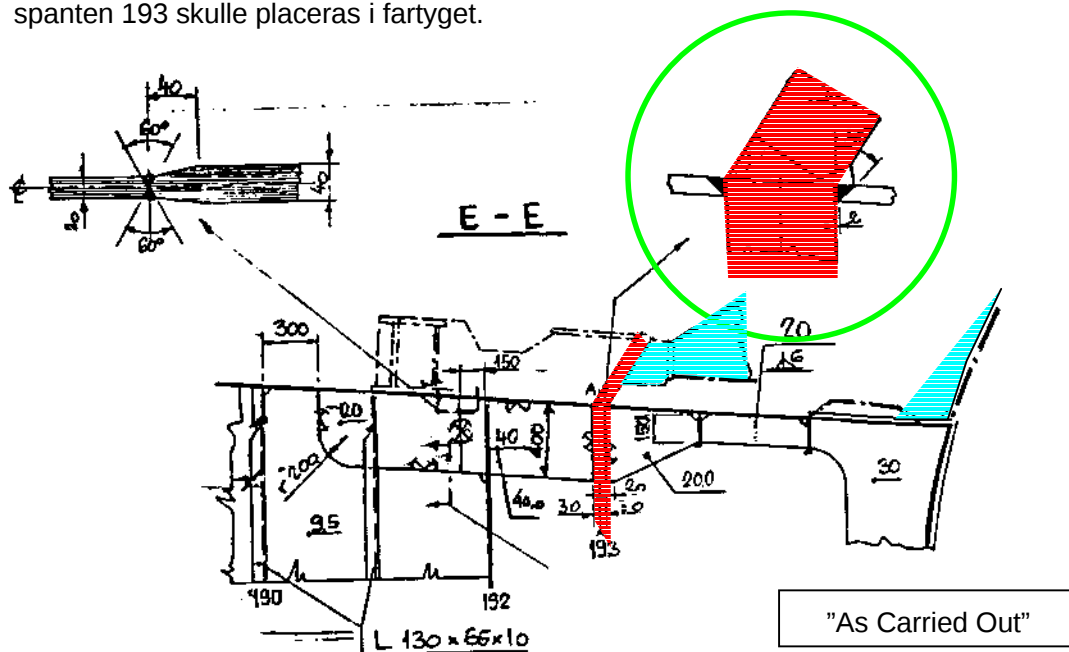
Figur 6 c. Motstycket på bogportarna, som bestämmer placering av centerklacken. Placeringen bestäms av måtten inom de röda cirkarna. (Detta är del nummer 4 i figur 6 b).

Varvets konstruktion för det förstärkta skrovet. Överenskommelsen mellan varvet och konsulten hade krävt att varvet utför nödiga förstärkningar av skrovet invid bog-

portsklacken. Konsulten hade informerat om lokala verkande krafter och förutsatt tillbörlig styvhet för skrovet. Varvets egen konstruktion kan ses i figur 7.

Varvet hade löst frågan om förstärkningar inom stödets verkningsområde genom att fästa centerstödet förplatta direkt på den förstärkta spanten nr 193 under tankdäck så att krafter på förplattan förs direkt ner i skrovkonstruktionens längsgående och tvärliggande förstärkningar. Förplattan skulle så ha bildat en kontinuerlig komponent med tankspanten (se figur 7 den inringade detaljen). Denna detalj som inte förverkligats hade varit väsentlig för hållfastheten för centerstödet infästning. Den av varvet ritade konstruktionen var både stark, enkel och klar.

Vid olycksutredningen har observerats att mitt på spant 193 i varvets ritning har antecknats en streckad linje. Linjen är förmodligen den referenslinje enligt vilken den förstärkta spanten 193 skulle placeras i fartyget.



Figur 7. Varvets ritning för förstärkning av skrovet vid centerklacken. Den inringade infästningen av centerstödet frontplatta direkt på underliggande spant hade inte förverkligats, varför "As Carried Out" stämpling av ritningen var felaktig.

1.3.2 Den byggda konstruktionen

Diskontinuiteten mellan den skadade centerkläckens framplatta och underliggande tvärspant upptäcktes vid skadeundersökningen. Centerkläckens framplatta och tvärspant 193 låg såsom figur 5 av skadan visar. Avståndet mellan dem var mer än 60 mm.

I fartyget hade spant nr 193 byggts upp genom tankdäcksplåten såsom varvets detaljritning i figur 7 visar. Centerklackens framplatta hade sålunda installerats avvikande från det av varvet planerade och förom tvärsphantens genomföring. Detta kan observeras i skaderapportens fotografier. Dessutom fattades de stödande delarna på bägge sidor om



centerstöttans längsstomme bakom framplattan (delarna 12 i figur 6 b). Den byggda konstruktionen avviker från varvets ritning i väsentlig grad mot det svagare.

Klassningssällskapet hade stämplat den byggda konstruktionen som godkänd (As Carried Out) enligt varvets ritning, fastän ritningen inte motsvarade det byggda. Klassens skadeinspektör hade vid skaderapportering brukat konsultens ritning, men antecknat spanter under tankdäck avvikande från skeppsbyggandspraxis genom att placera spanterna akterom sina referenslinjer (figur 5).

1.3.3 Belastningar på bogen

GABRIELLAs bogskada hade uppkommit i sjögång, som normalt kan förväntas på norra Östersjön, varför utredningskommissionen intresserade sig för den belastningsnivå som kunde ha verkat. Kommissionen beställde av dåtida VTT-Tillverkningsteknik beräkningar om GABRIELLAs rörelser och bogkrafter under förhållandena vid tiden för skadans uppkomst²¹. Syftet var att erhålla en uppfattning om bl.a. tillräckligheten på bogens dimensioneringslaster och den skadade bogens hållfasthetsnivå. I det följande redogörs för dessa resultat. Förutom beräkningarna gällande GABRIELLA används resultat ur den undersökning som sjöfartsmyndigheten låtit utföra genast följande på GABRIELLA-incidenten gällande vågkrafter på ro-ro-fartygs bogar och vågförhållanden på Östersjön samt tillämpning av IACS 95²² rekommendationerna på passagerarfartyg på Östersjön.

Sjöfartsverket lät under åren 1998–2000 utföra en undersökning gällande bogkrafter på fartyg av olika storlek i förhållande till sjögång som kan förväntas på norra Östersjön²³. Syftet med utredningen var att bilda en grund för uppskattning av potentiella fartygsspecifika trafikeringsbegränsningar. Utredningen ledde till att sällan förväntad sjögång kan vara hårdare än man tidigare uppfattat. Som en del i utredningen inspekterades alla finska passagerarfartygs bogar och gavs rekommendationer för trafikeringsbegränsningar²⁴, som redogörs senare i detta kapitel.

Det beräknade dimensioneringstrycket på GABRIELLAs bogport enligt idag gällande dimensioneringskrav är 168,5 kPa. I figur 8 visas med kurvor, i vilka sjöförhållanden i våghöjd och våglängd (den modala perioden) detta vågtryck uppnås. Fartygets hastighet används som parameter²⁵. I figur 8 finns även utmärkta de förhållanden för vilka boglastberäkningarna på GABRIELLA utfördes i denna incidentutredning.

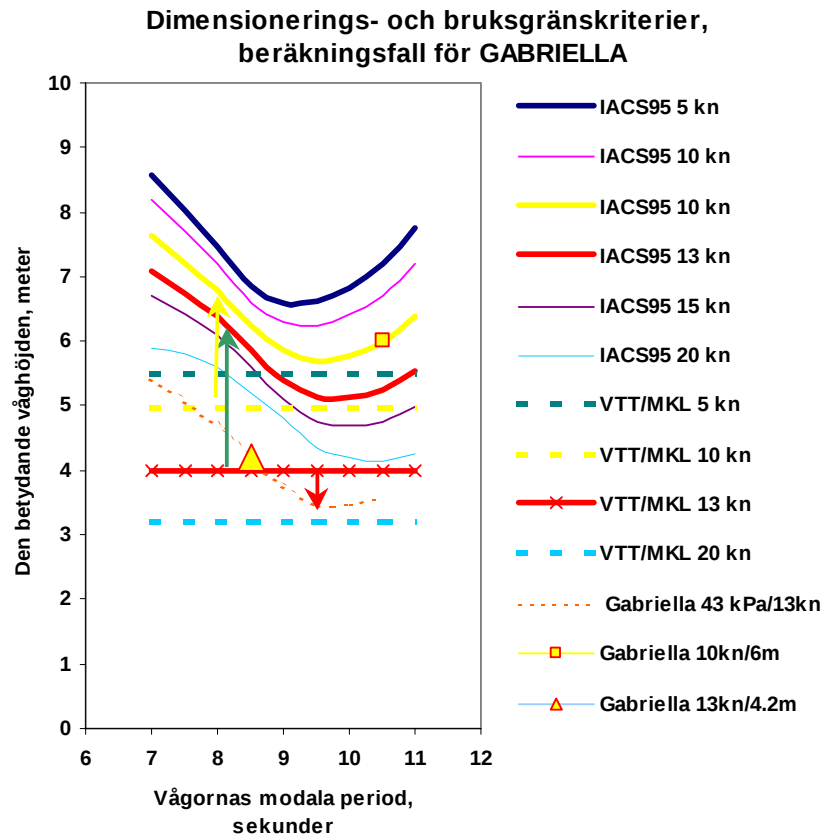
²¹ MS GABRIELLAN LIIKKEIDEN LASKENTA VTT Valmistustekniikka Raportti VAL32-001192

²² De gemensamma för alla klassningssällskap och av IMO godkända kraven på bogdimensioneringslaster, som trätt i kraft år 1995. IACS = International Association of Classification Societies.

²³ Passenger ship structural design against wave induced loads in the Northern Baltic, VTT Manufacturing Technology, Research Report VAL32-992765.

²⁴ Endast ett fartyg av 16 undersökta klarade sig utan anmärkningar. Senare har de övriga korrigerats enligt anmärkningarna.

²⁵ Figur 8 har upplagts enligt figurerna 7.3 och 7.4 i referens 5 genom interpolering av kurvor för hastigheterna 5, 10 och 13 knop.



Figur 8. Bogens dimensioneringstryck (168,5 kPa/IACS 95) för GABRIELLA i olika vågförhållanden samt boglastberäkningarnas förhållanden med triangel (för incidenten) samt kvadraten (i 6,2.2 meters vågor) för dimensioneringstrycket. I bilden har införts även en kurva för de förhållanden som alstrar ett bogtryck om 43,4 kPa på Gabriella som skadat bogen samt de trafikeringsbegränsningar som VTT uppskisserat.

Skadan på GABRIELLA har bedömts inträffad vid en hastighet på 13 knop kl 00:05 då en hård vågstöt kändes, eftersom den enligt manskapet var den mest kännbara under natten och sedan något jämförbart inte mera kändes efter det att hastigheten genast minskats.

Som förhållanden i beräkningen användes två våghöjder: 4,2 m, som verkade under tiden för skadan, samt 6,0 m; två infallsvinklar för sjögången: rakt framifrån och 40 grader snett från förväntster samt; tre hastigheter: 5, 10 och 13 knop. Av fartygets rörelsestorheter beräknades lodaccelerationen och den relativa rörelseamplituden på olika ställen i fartyget samt det yttre vågtrycket på bogen.

Enligt beräkningarna var lodaccelerationerna före den första vågstöten sådana, att passagerare till 10 % i fören skulle ha blivit sjösjuka på en halv timma, i aktern på en timma och mitt i fartyget under loppet av flera timmar.

Enligt de beräknade lodrörelserna för 4,2 meters sjö skulle bottenstöterna var 5 under tre timmar när sjön ligger på snett förom och motsvarande med sjön rakt på fören unge-



fär 10. Med dessa infallsriktningar för sjögången påverkar hastigheten inte på antalet bottenstötter. Å andra sidan blev de beräknade bottenstötarnas antal hastighetsberoende i grövre sjö på 6 meter.

I tillstånd motsvarande skadeuppkomsten vid en hastighet på 13 knop med sjön kommande snett mot fören från babord skulle det beräknade bogtrycket från vågorna vara 43,4 kPa.

Som resultat ur beräkningarna erhöles att skadan kunde ha uppkommit med ett vågtryck som bara är en fjärdedel av det kravenliga dimensioneringstrycket. Detta är förståeligt eftersom konstruktionen hade förverkligats på väsentligen svagare sätt än varvets egen design för förstärkningar skulle ha föreskrivit. Det statistiska underlaget för beräkningarna gör det dock osäkert, huruvida bogen i verkligheten var så mycket svagare än kraven förutsätter. Olycksfallsutredningen har inte kunnat fastställa huruvida bogskadan kan ha uppkommit gradvis eller om bogen före incidenten varit i nyskick.

En minskning av hastigheten sänker det yttre trycket på bogen²⁶, likaså ändring av kursen från rakt mot sjön till mera åt sidan. Enligt beräkningarna skulle trycket sjunka till 35,6 kPa om hastigheten sänktes till 10 knop i den under skadeuppkomsten gällande sjögången med kurs snett mot vågorna. I en högre sjö på 6 meter skulle det kravsenliga bogtrycket på 168,5 kPa uppnås med en hastighet på 11 knop i motsjö och med kurs snett mot sjön vid en hastighet på 14 knop.

Som resultat på utredningen publicerade Sjöfartsverket de av VTT föreslagna rekommendationerna för största rekommenderade hastighet för små, medelstora och stora fartyg som funktion av våghöjd. Även SOLAS-överenskommelsen²⁷ förutsätter sådana utredningar. För fartyg av GABRIELLAs storleksklass är föreslagna väderbegränsningar motsvarande hastigheter på 5,10, 13 och 20 knop 5,5 m, 5,0 m, 4,0 m och 3,2 meter och visas även i figur 8 med vågräta linjer. De har möjligen givits med måttlig försiktighet.

GABRIELLAs hastighet var vid skadetidpunkten nära rekommendationen i den gällande våglängden (den modala perioden). IACS 95 -dimensioneringstrycket underskreds möjligen märkbart, men å andra sidan är säkerhetsmarginalen i våghöjd rätt liten. Med utgång i kurvorna i Figur 8 och användande similitudsprincipen har beräknats den kurva för GABRIELLA som skulle ge ett bogtryck på 43 kPa. I Figur 8 anges med uppåtvisande pilar när en säkerhetsmarginal skulle förekomma och nedåtvisande röd pil när vågtrycket kunde överskrida GABRIELLAs beräknade kapacitet för hållfasthet, då vågornas period överstrider 8,5 s för 4 meters vågor. Man kan sluta sig till att en sjö på 3 meter skulle möjligen ha kunnat få till stånd skada på GABRIELLAs bog om den modala perioden varit över 9 sekunder. Detta betyder att bogportsklacken skulle förväntas ta skada även om GABRIELLA skulle föras med en rekommendationshastighet på 13 knop och

²⁶ Enligt beräkningarna sänker en hastighetssänkning i 6 meters sjö boglasten effektivare än i 4,2 meters sjö.

²⁷ SOLAS (1997) V-kapitlet, regel 23. "A list of all ... restrictions in operating areas, sea state restrictions, restrictions in permissible ..., speed, ... shall be compiled before the passenger ship is put in service."

rekommendationen inte skulle ha varit måttlig nog för att spara bogen som underskridit kraven och för att förhindra att skada skulle ha uppkommit.

1.3.4 Kontroll av skeppsbyggnadsprojekt

Ett externt klassificeringssällskap anlitas för kontroll av ett skeppsbygge och dess designskede och det bl.a. godkänner ritningar. Klassen inspekterar slutligen det färdiga fartyget och stämplar gällande ritningar "As Carried Out". I fallet GABRIELLA misslyckades bägge skedena för bogportens nedre centerklack, emedan varvets förstärkningsritning försetts med "As Carried Out" -stämpel även om denna inte motsvarat fartyget. Å andra sidan hade även dimensioneringen av centerklackens delar godkänts fastän den inte fyllde varvets krav på kontinuitet i konstruktionen.

Konsultens ritningar var gjorda redan för systerfartygen AMORELLA (Split skrov nr. 356) och ISABELLA (357). Ritningarna var gjorda 6 år före GABRIELLA (372) byggdes. Byggena av AMORELLA och ISABELLA övervakades av samma klass men en annan inspektör än GABRIELLA (FRANS SUELL), som gjordes för en annan kund. Inom klassen handhas ISABELLAs dokumentation av en annan inspektör än GABRIELLAs. Det är likväl möjligt att inspektionerna blev mindre än vanligt, för GABRIELLA var det tredje i en serie fartyg. GABRIELLA (FRANS SUELL) blev färdig då det Jugoslaviska kriget redan brutit ut, vilket kan ha påverkat på inspektionen av några delar.

Varvet hade inte sört för att sammanpassa två olika serier ritningar för bogportens nedre centerklack. Varvet hade byggt centerstödet enligt den serie ritningar som var fullständigare i dimensioneringen av olika delar, men som inte passade till dess egen förstärkningsritning.

Påföljande inspektion av det byggda fartyget hade klassificeringssällskapet antecknat godkännandet på varvets ritning, som inte motsvarade det byggda fartyget och därför felaktigt. Den så stämplade ritningen förblev dokumentation för inspektioner under påföljande bruk av fartyget och den avvikande verkliga konstruktionen inspekterades inte i något påföljande skede. Inte ens skaderapporten nämner avvikelser från den "As Carried Out" -stämplade ritningen (Referens 4).

1.3.5 Övervakning av förstärkningar efter ESTONIA-olyckan

Sjöfartsmyndigheten hade ordinerat inspektioner och förstärkningar för alla ro-ro-passagerarfartyg efter ESTONIA-olyckan. Förstärkningarna gjordes enligt nya krav som trätt i kraft 1995 (IACS-95). De var gemensamma för alla klassificeringssällskap och hade godkänts av IMO. Dimensioneringskraften hade i dessa krav ökat med 43% jämfört med de tidigare (IACS 82). Ökningen av dimensioneringskravet visar på basis av boglastberäkningarna att bogportens nedre centerstöd på GABRIELLA sannolikt inte uppfyllde ens det tidigare gällande kravet (IACS 82) på hållfasthet.



GABRIELLAs föregående rederi anlidade en annan konsult (Delta-Marin) för planering av förstärkningar än den nuvarande anlitat för systerfartygen AMORELLA och ISABELLA (Elomatic). Byggandet av förstärkningarna övervakades av samma klass.

GABRIELLA övergick i det nuvarande rederiets ägo 1997. Under ägarbytet var förstärkningsarbetena igång och de förverkligades gradvis och delvis innan ägarbytet och delvis under.

IACS reglerna (Requirements concerning STRENGTH OF SHIPS, UR) gäller ovillkorligen för både bogportslås och klackar²⁸. Förstärkningarna för bogportarna hade konstruerats utgående från de uppskattade bogkrafterna. Förstärkningarna för GABRIELLA (SILJA SCANDINAVIA) gällde bogportsklackarna och dessutom hade observerats små brister på själva bogportarna (små hörnbitar hade fattats vid del 4 figur 6 b). Klassnings-sällskapetets inspektör gjorde regelbundna inspektionsbesök på fartyget och levererade tabeller över de fortskridande förstärkningarna till ägaren.

Inga förstärkningar hade förberetts för centerklacken, även om små hörnbitar hade fattats på själva bogportarna och korrigeringar hade krävts. Inspektören använde "As Carried Out" -stämplade ritningar vid arbetet och inspektionerna var omfattande om än stick-provsmässiga. Skillnaden mellan fartyget och den "As Carried Out" -stämplade ritningen upptäcktes aldrig och centerklackens förstärkning uteblev.

Jämförelse av systerfartygen. Incidentutredarna har informerats att bogportarnas nedre centerklack i systerfartygen AMORELLA och ISABELLA har byggts enligt varvets ritning för kontinuitet med tvärspanten²⁹. I incidentutredningen var man även intresserad av de dimensioneringskrafter som använts som underlag för förstärkningarna av systerfartygen GABRIELLA och ISABELLA samt av själva konstruktionen av de olika bogportsklackarna.

Vid jämförelse av fartygen märktes en liten nivåskillnad mellan de totalbelastningar som givits för dimensionering även om fartygen används i samma vatten. Konsulten som anlits för ISABELLA (Elomatic) hade självmant analyserat bogkonstruktionen och förstärkningsarbeten hade förverkligats överskridande kraven som tillkommit efter ESTONIA-olyckan.

I krafterna som verkar på väderdäcket uppmärksammades en betydande skillnad. Skillnader påträffades speciellt för krafter i stöden ovanför bogportarna och dessa var märkbart mindre för GABRIELLA än för ISABELLA. För last på ISABELLAs väderdäck hade man utsett en storleksordning större värde än för GABRIELLAs. Skillnaden synes upp-

²⁸ UR S8 (IACS 1995)

S821: Primary structure and securing and supporting devices

S821a: Scantlings of the primary members, securing and supporting devices of bow doors and inner doors are to be determined to withstand the design loads defined in S8.3.

²⁹ Vid incidentutredningen har systerfartygen dock inte undersökts närmare. Information om på vilket sätt centerklackarna i systerfartygen hade positionerat, dvs. är det en skillnad mellan dimensionering av delar eller i tvärspanternas läge.

komma ur hur totalkraften fördelats på de olika kontaktpunkterna. Lastfördelningsprincipen synes vara en öppen fråga vid skeppsbyggnad.

Bogens beteende under vågornas belastning på bogportarna på ISABELLA hade undersökts med beräkningsmodeller och konsulten hade som resultat föreslagit tillägg av förstävningar till de mest fjädrande områdena ovanför bogöppningen för att minska på deformationerna. Rederiet förverkligade sådana omfattande förstärkningar. Bogportskonsulten hade krävt en viss styvhet för de ovan bogportarna liggande delarna av skrovet redan under fartygets byggnadsskede.

Dimensioneringslasten (resultantkraften) som använts för det skadade nedre centerstödet var även av samma storleksordning, men för GABRIELLA hade ingen lyftande kraft föreskrivits. För ISABELLAs nedre centerstöd hade man ansatt en lyftkraft som var en fjärdedel av den bakåtverkande komponenten.

Konstruktioner ritas på olika håll och ofta görs konstruktionsarbetet av konsulter. Klasserna har regler, enligt vilka exempelvis vågkrafter uppskattas för dimensionering av motstående delar och klassen granskar sådana dimensioneringsunderlag och att dimensioneringen är "tillräcklig". Det är normalt, att beräkningar som utförts på olika håll blir olika i någon mån speciellt om beräkningsmetoderna skiljer sig något. Speciellt borde dock viktiga delkrafter vara av samma storleksordning och verka i jämförbar riktning. I detta fall var motsvarande delar i de två fartygen nominellt identiska, varför totalkraften borde kunna antagas ha fördelats på de olika delarna i lika förhållanden och liknade sätt. Skillnader på riktning och en hel storleksordning mellan kraftkomponenter i fartygen är dock konfunderande, eftersom det synes som om detta kunde resultera i att begynnelsevis identiska fartyg kunde bli förstärkta på mycket olika vis. I klassens arkiv är dokumentationen för GABRIELLA i arkiv hos en annan inspektör än för ISABELLA, även om systerskapet är mycket nära.



2 ANALYS

Skadan på GABRIELLA var konstruktionsmässigt mycket begränsad, varför analysen håller sig till hur denna detalj kommit till och hur detaljen kunnat förbli dold för återkommande inspektioner samt den organisation, inom vilken inspektionen sköts och som består av beställaren/innehavaren, varvet, varvets konsulter, klassen samt de nationella och internationella myndigheterna

2.1 Skadans uppkomst

Nedre centerklacken till GABRIELLAs bogport skadades under påverkan av en vågstöt, vars kraft var sannolikt mycket mindre än vad krävs för dimensionering av bogportar. Kraften var möjligen bara en fjärdedel av i kraftvarande kravnivå och mindre än hälften av vad som krävs vid fartygets byggnadstid. Bogportens lås hade förstärkts enligt nya krav, som tagits i bruk år 1995, för att de maritima myndigheterna hade krävt förstärkningar på alla ro-ro-passagerarfartyg enligt de nya kraven efter ESTONIA-katastrofen 1994. Nedre centerstödet på GABRIELLAs bogport hade inte modifierats, utan bogen hade förstärkts genom att lägga till nya stödklackar för porten.

Fartyget fördes tillräckligt försiktigt med en klar säkerhetsmarginal för skrovets dimensioneringshållfasthet. Säkerhet var även inbyggd i bogportsmekanismen mot den uppkomna skadan för att bogporten sluts av mötande sjö, såsom nutida IACS regler sedan 1995 förutsätter³⁰.

2.2 Kvalitetssäkring av skeppsbyggnadsprojekt

I bakgrunden av skadan på GABRIELLA är att de förstärkningar som varvet ursprungligen konstruerat inte förverkligats vid byggnad av fartyget. Incidentutredningens observation är att centerstödet läge inte hade med tillräcklig noggrannhet beaktats med referens till fartygets spantverk i konsultens ritningar. Speciellt montageritningen var alltför ungefärlig med referenslinjerna för underliggande spanter antydda i icke önskvärt läge med klar skillnad till varvets förstärkningsritning. Konsultens ritning uppvisade diskontinuitet mellan underliggande tvärsant och centerklackens förplatta. Kontinuitet hade däremot i efterhand antecknats i en delmontageritning, som hade godkänts av klassen. Centerklackens placering kom att bestämmas entydigt med referens till bogporten av de noggranna dimensioner som hade ritats för centerklackens och anliggande delar så att diskontinuitet till underliggande spanter kommit till. Uppdagning av bristen försvårades av att den "As Carried Out"-stämplade ritningens aktuella detalj inte motsvarat vad som hade byggts.

Varvets kvalitetssäkring. Bogportskonstruktionen på passagerarfärjor som byggts för trafik mellan Sverige och Finland ändrades från en uppåtvändande visirkonstruktion till

³⁰ De i kraftvarande reglerna förbjuder i klar text sådan placering av bogportsgångjärn, som i fallet ESTONIA tillät uppkomst av öppnande våginverkan.

en mindre åt sidan vändbar tudelad fjärilport i mitten av 1980-talet. De första fartygen med bogport av den nya konstruktionen var Silja Lines WELLAMO och SVEA, som byggdes i Finland och som sattes i trafik 1985 och 1986. Bogporten för GABRIELLA hade ursprungligen konstruerats för systerfartygen AMORELLA och ISABELLA. Systerfartygen sattes i trafik 1988 och 1989, varför denna serie var bland de första med bogport av ny typ. Denna bogportskonstruktion var kanske inte ännu etablerad. Det är möjligt att klassens inspektörer inte ännu innehade erfarenhet av denna fartygstyp.

Normalt tillfaller beställaren att under byggnadskedet definiera fartygets layout samt bilda en kontrollänk i byggnadsskedet. Uppdragsgivaren har en central roll i definition av layouten generellt och de därav beroende huvudlinjerna i de tekniska lösningarna. I fallet FRANS SUELL (GABRIELLA) hade uppdragsgivaren köpt ett fartyg enligt ett färdigt koncept. Fartyget med alla dess detaljer hade redan tidigare konstruerats av varvet självt och dess konsulter i samband med de systerfartyg som tidigare byggts för andra rederier. Information om GABRIELLAs beställares roll har inte varit tillgänglig.

Varvets uppgift var att i skrovet planera de konstruktioner som skulle bära upp bogportarna. Varvet hade inte noterat sammanpassning av de noggranna mått som konsulten hade givit delarna för den skadade centerklacken med sin egen konstruktion av skrovets förstärkningar. Varvet hade ändå konstruerat förstärkningar och en hållfast installation för stödet. Varvet hade således i princip efterlevt klausulen i avtalet med konsulten, men försummat koll av att konsultens lösning skulle fungera. Det är möjligt att varvet under de gällande krigsförhållandena inte hade insett vikten att kontrollera konsultens åstadkommanden.

Underleverantörens roll. Varvet hade anlitat en konstruktionsunderleverantör för planering av vissa specialdelar i fartygsbogen. Gränsen för underleveransen hade dragits vid tankdäcket. I avtalet mellan konsulten och varvet hade man förutsatt att varvet konstruerar förstärkningar för skrovet i de ansatta skrovpartierna och varvet hade konstruerat dessa utgående från sin syn att lösa frågan.

Bogportskonsulten hade i sin ritning uppskisserat positionen för centerstödet så att dess frontplatta skulle ligga något framom den tvärsant som låg innanför tanken näst undertill. Ritningen visade ingen kontinuitet mellan tvärsanten och centerstödet men denna kontinuitet hade i efterhand antecknats i en delmontageritning som även bar godkändstämpel. Varvet borde ännu ha ritat tilläggsförstärkningar eller ändrat på konsultens ritningar att passa sin egen lösning. Konsulten gick således "snävt" tillväga och försummade att kolla huruvida dess design passar ihop med och går att bygga i enlighet med varvets lösning på förstärkningarna. Å andra sidan försummade även varvet att kolla huruvida konsultens konstruktion sammanpassar med dess egen.

Klassificeringssällskapets andel. Klassen hade godkänt både varvets ritningar för bogportsstöd och konsultens mera i detalj måttsatta delritningar för byggnad av fartyget. Den hade tydligen inte fäst uppmärksamhet vid att konsultens måttsättning inte passade varvets ritning för centerstödet placering och de förstärkta skrovdelarna. Godkännandet av bägge ritningarna synes ha lett till att konstruktionen byggdes enligt de mera fullständiga ritningarna som konsulten levererat. Konsultens ritningar hade gjorts redan för det



första fartyget i serien. Inspektören var då en annan än den som nu hade hand om FRANS SUELL. Denna fördjupade sig uppenbarligen inte i ritningarna, som härrörde från de tidigare byggda systerfartygen.

Klassen stämplade varvets ritning där centerklackens installation var ritad som en av många såsom "As Carried Out" även om denna detalj inte motsvarade det byggda. Detta synes vara den centrala orsaken till att klackens svaghet förblev dold och uppdagades inte heller senare. Klassen rapporterade inte avvikelsen ens i skaderapporten.

FRANS SUELL blev färdig när det Jugoslaviska kriget redan brutit ut, vilket kan ha inverkat på hur de olika instanserna inspekterade bygget.

I sammandrag ter sig kvalitetskontrollen av GABRIELLAs byggnadsskede sådant, att hela design-, tillverknings-, inspektionskedjan brast angående bogportens nedre centerklack. Som slutsats kan konstateras att ingen saklig kommunikation skett mellan konstruktörer, inspektörer eller tillverkare av ifrågakommande komponenter. Att flera olika detaljplaner genomgått flera inspektionsskeden med detta totalresultat tyder på betydande förvirring i både intern och extern kontroll och varvets administration av ritningar. Systemet fungerade inte på ändamålsenligt sätt.

2.3 Övervakning av fartyget under operation

I detta stycke granskas klassificeringssällskapets och de nationella och internationella myndigheternas roller efter det att fartyget överlåtits.

Efter ESTONIA-olyckan utvecklades nya krav för bogkonstruktion av den internationella maritima organisationen IMO samt klassificeringssällskapernas internationella association (International Association of Classification Societies IACS), enligt vilka bogportslås och -stödklackar även i äldre fartygs bogar skulle förstärkas.

Inspektion utförd av myndigheterna. Sjöfartsmyndigheternas roll i inspektion av fartygskonstruktion har allmän karaktär. I frågor gällande skrovets kravenlighet litar myndigheterna på klassificeringssällskapens funktion. De har befullmäktigats övervaka konstruktioners duglighet och myndigheterna opererar på basis av certifikat (t.ex. skrovcertifikat) utfärdade av klasserna. Om brister förekommer i bakgrundsarbetet, har myndigheterna ytterst små möjligheter att upptäcka dem.

Klassificeringssällskapernas inspektioner. Klassen fungerar under fartygets operativa skede i uppdrag av fartygets ägare och periodiskt inspekterar återkommande närmast med syfte på underhåll av skrov och utrustning.

Vid planering och förverkligande av förstärkningar efter ESTONIA olyckan var varvets "As Carried Out" -stämplade - alltså den för bogportens nedre centerklack oriktiga - ritningen som utgångspunkt, och inte heller då uppdagades den svaga konstruktionen, för att den avvikande verkliga konstruktionen inspekterades aldrig tillräckligt omsorgsfullt. Enligt de nya gällande kraven IACS 95 för skrovets och bogportars hållfasthet bor-

de dock alla delar med betydelse för hållfastheten ha förstärkts att motsvara kraven och därför inspekterats för konstruktion av de nya förstärkningarna.

Det skadade stödets svaghet kan bedömas ha varit latent, ty ingen hade i något tidigare skede fäst någon uppmärksamhet vid den eller att den avvek från den "As Carried Out" - stämplade ritningen.



3 SLUTSATSER

3.1 De omedelbara orsakerna till skadan

Den omedelbara orsaken till skadan var den konstruktiva svagheten i bogportens nedre centerklack. Klacken hade tillverkats enligt bogportskonsultens ritningar, varför stödets position inte sammanpassade med förstärkningarna enligt varvets ritning. Stödet avvek därför från varvets ritning som skulle ha varit riktig ur hållfasthetssynvinkel och som klassen hade stämplat "As Carried Out". Avvikelsen förblev oupptäckt i fartygets alla senare skeden - även i inspektioner efter ESTONIA-katastrofen.

3.3 Faktorer bakom skadan

Sättet att föra fartyget var tillräckligt försiktigt med klar säkerhetsmarginal till vad som kunnat antagas om skrovets hållfasthet. Fjärilbogporten skjuts inåt påverkad av yttre vågkrafter och självlåser sig. En bogport av fjäriltyp är därför till mekanismen trygg, eftersom sjön strävar att sluta den, såsom de nya IACS-reglerna förutsätter.

Faktorena bakom skadan går att finna i arbetsfördelningen mellan de håll som deltagit i förverkligandet av bogportskonstruktionen, emedan arbetsfördelningen inte omfattade samordning av arbetet för att sammanpassa de olika ritningarna för klackens konstruktion. Det är uppenbart att varvets konstruktionsavdelning och tillverkning inte tillräckligt säkrat inbördes samförstånd.

Det svaga bygget av konstruktionen passerade flera steg i kvalitetskontrollen: varvets kvalitetssystem, klassificeringssällskapet och dess lokala inspektörer samt rederiets och myndigheternas inspektörer. Inte heller efter ESTONIA-olyckan upptäcktes konstruktionsens avvikelse från den stämplade byggritningen. Efter att bogporten tillverkats och installerats, var dess felaktighet svår om än inte helt omöjlig att upptäcka.

Om kvalitetskontrollen under fartygets byggnadsskede kan konstateras att hela konstruktions-tillverknings-inspektionskedjan brustit för bogportens centerklack. Man kan även slutleda att konstruktörer, inspektörer och den tillverkande organisationen inte kommunicerade med varandra i god tid eller i sak.

3.3 Olycksutredningens observationer

Nedre centerklacken för GABRIELLAs bogport har efter skadan förnyats. Den nya konstruktionen liknar till väsentliga delar varvets ursprungliga konstruktion för förstärkningar och är såsom konsultavtalet föreskrev.

Det är kutym att även kritiska delar i en fartygskonstruktion planeras av olika håll. Att göra så förutsätter dock centralisering av övervakning av detaljer och reserv till att justera redan konstruerade delar för att samordna dem och leda byggnadsarbetet. Ansvar för



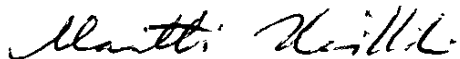
kvalitetssäkringen stannar i princip hos varvet. Systerskap mellan fartyg tages kanske inte alltid i tillräcklig hänsyn i klassens inre arbetsfördelning.



4 SÄKERHETSREKOMMENDATIONER

Det är uppenbart att en satsning måste ske i samordning av arbete hos varv och underleverantörer. Det kräver omdaning av attityder omfattande de högsta organisationsinstanserna. Som mål bör vara samarbetet mellan nyckelparterna i rättan tid för uppnåendet av riktiga konstruktionslösningar in i detaljerna i den färdiga slutprodukten. Säkerhetsrekommendationer för kvalitetskontroll har dock ej ansetts befogade, ty regler är redan tillräckliga.

Helsingfors 29.8.2003


Martti Heikkilä


Kari Lehtola


Klaus Rahka

REFERENSER

Följande referenser finns hos Centralen för undersökning av olyckor:

15. *Ang Baltic Kristina och Gabriella*, PROMEMORIA 080202-9836040, 1998-10-29, Sjöfartsverket, Sjöfartsinspektionen
16. Sjöfartsinspektionen Stockholm, Memo, 1998-10-24
17. Meteorologiska Institutets vindrapport: *Ilmatieteen laitoksen tuulikatsaus ajanjaksolta 12.10.–25.10.1998*, Dno 115/410/98, 12.1.1999
18. *DAMAGE AND REPAIR OF BOW DOOR SUPPORT*, DET NORSKE VERITAS SURVEY REPORT, Helsinki 02.11.1998
19. ms GABRIELLAs track-registrering 23.–24.10.1998
20. PASSENGER SHIP SAFETY CERTIFICATE, ms GABRIELLA, Finnish Maritime Administration, Helsinki 18.5.1999
21. *ms SILJA SCANDINAVIA Survey Reports*, June–October 1996
22. Ritningar "As Carried Out" BRODOGRADILISTE "SPLIT" (varvet)
23. Ritningar "As Carried Out" DELTAMARIN LTD
24. Ritningar "Approved" MacGregor-Navire (FIN) Oy
25. *MS GABRIELLAN LIIKKEIDEN LASKENTA*, VTT Valmistustekniikka Raportti VAL32-001192, Espoo 27.3.2000
26. *Passenger ship structural design against wave induced loads in the Northern Baltic*, VTT Manufacturing Technology, Research Report VAL32-992765.
27. Christian Mürer, *DNV HULL STRUCTURAL RULES, Development, Background, Motives*; Det Norske Veritas AS 1996
28. Requirements concerning STRENGTH OF SHIPS, INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES, Unified Rules S 8 (Rev 2 1995)

VIKING LINE

Onnecornuustufkintakeskus
Sörnäisten rantatie 33 C
00580 Helsinki

att. Matti Heikkilä

SAAPUNUT

11 08 2003

11. 08. 2003
271 / 5 m

Ärende: MS GABRIELLA , BOGPORTSKADAN PÅ FINSKA VIKEN 24.10.1998

Vi har tagit del av ert utkast angående bogportskadan på ms Gabriella och kommenterar utkastet enligt följande.

- Resan, väder- och vågförhållanden samt besättningen iakttagelser och åtgärder under resan stämmer väl överens med vår uppfattning.
- Skadans omfattning och orsak är väl utredda, vi har inget att anmärka mot detta.
- Att konstruktion, tillverkning, övervakning och godkännande gått till på det sätt utredningen beskriver verkar mycket sannolik.
- Analys och slutsats beskriver på ett tydligt sett det problem som finns inom skeppsbyggand, dvs de missförstånd som kan uppstå i gränzoner mellan varvets och underleverantörens åtagande och på grund av att rederi, myndighet, klassificeringssällskap och varv i för hög grad förlitar sig på att den andra parten gjort rätt.

Med en viss förvåning har vi konstaterat att utredning inte nämner någonting om det redundance-krav som finns i de nya reglerna för bogportarna, dvs att klackarna till antal och styrka skall vara så konstruerade att de kan uppta den totala bogportskraften även fast en klack ger vika.

Det vore intressant att veta i hur stor utsträckning redundance-kravet bidragit till att bogporten inte totalhavererade.

Även med tanke på massmedias slutsatser av vad som i värsta fall kunde ha hänt vore det bra att nämna om redundance-kravet.

Viking Line abp


Kaj Jansson
Dir tekn.sekt



Tony Öhman
Teknisk inspektör