

1994. aasta septembris reisiparvlaeval Estonia toimunud sõjalise kasutusega seadmete veo asjaolude uurimiseks moodustatud asjatundjate komisjoni

ARUANNE

1. Taust

Vabariigi Valitsus moodustas oma 07.03.2005 korraldusega nr 129 asjatundjate komisjoni 1994. aasta septembris reisiparvlaeval Estonia toimunud sõjalise kasutusega seadmete veo asjaolude uurimiseks (edaspidi komisjon). Komisjonile esitati kuus küsimust, mis puudutasid võimalikku sõjatehnika vedu kolmel kuupäeval septembris 1994. Komisjon esitas oma töö aruande 01.09.2005.

06.10.2005 pikendas Vabariigi Valitsus komisjoni volitusi ning palus täiendavalt uurida, kas on olemas reisiparvlaeva Estonia huku põhjuste seisukohalt olulisi asjaolusid, mida ei ole piisava põhjalikkusega uuritud. Komisjon esitas oma teise aruande 10.03.2006.

31.03.2006 pikendas Vabariigi Valitsus komisjoni volitusi eesmärgiga küsida 29.09.1994 kuni detsember 1997 tegutsenud Õnnetuse uurimise ühiskomisjoni (edaspidi ühiskomisjon) liikmete selgitusi komisjoni 10.03.2006 aruandes esitatud väidetele. Ühiskomisjoni juhile kapten Uno Laurile saadeti komisjoni aruande alusel koostatud küsimused, millele viimane vastas 26.07.2006 memorandumiga (edaspidi memo). Oma kolmandas aruandes, mis esitati 15.03.2007, võttis komisjon seisukoha U. Lauri memorandumis väljendatud selgituste suhtes.

01.11.2007 pikendas Vabariigi Valitsus veel komisjoni volitusi, tehes komisjonile ülesandeks vahendada Rootsi Kuningriigi valitsuse poolt algatatud parvlaev Estonia hukku puudutavate teadusuuringute tulemusi. Käesolev aruanne annabki ülevaate nimetatud uuringutest ja nende tulemustest.

2. Uuringute taust

Ühiskomisjoni lõpparuande kohaselt oli laevahuku põhjuseks see, et vöörivisiiri kinnitused purunesid, visiir kukkus merre ja vööriramp avanes täielikult. Avatud vöörist tulvas autotekile suur kogus vett, mis tekitas kiiresti kasvava kreeni paremale. Kui kreennurk jõudis 40°, jäid vee alla 4. teki aknad, mis lainete ja veesurve tõttu purunesid ja päästsid vee tekiehitisse. Kreeni suurenemine jätkus ja kui laev oli vajunud külili, hakkas ahtriosa uppuma. Umbes kell 01:48 kadus laev täielikult veepinnalt.

Erialakirjanduses esitatud kriitika õnnetuse sellise käigu kohta võib kokku võtta järgmiselt. Püstivuse kaotanud laeva kreen ei saa ühtlaselt kasvada 0 kraadist 180-ni, vaid niipea kui vesi pääseb tekiehitisse, pöörab laev loetud minutitega põhja üles. Pärast seda võib laev ulpida veepinnal tunde või isegi päevi, kuna vee juurdevoolu takistab õhk, mis ei pääse veetiheda põhja kaudu välja. Estoniaga juhtus aga täpselt vastupidine – ta läks aeglaselt (ca 20 minutit) ümber ja uppus vahetult pärast seda (või isegi samal ajal). Ühiskomisjoni lõpparuandest ei leia aga laeva sellisele käitumisele mingit seletust. Vastuseta on nii see, mis takistas laeval kiirelt ümber minemast kui ka see, kuidas pääses vesi juba enne ümberminekut autoteki alla, et laeva kiirelt uputada.

2005. aasta märtsis tegi Rootsi Kuningriigi valitsus Rootsi Riiklikule Innovatsiooniagentuurile VINNOVA ülesandeks tellida teadusuuring, mis selgitaks parvlaev Estonia hukkumise kulgu ja annaks uusi teadmisi meresõidu ohutuse edendamiseks. Aasta hiljem tellis VINNOVA vastavad uuringud kahelt erinevalt konsortsiumilt.

SSPA konsortsiumisse kuulusid:

- mereohutuse ja laevaehitusega tegelev Rootsi konsultatsioonifirma SSPA Sweden AB;
- mereohutuse ja laevaehitusega tegelev Šoti konsultatsioonifirma *Safety at Sea Ltd* koos Glasgow ja Strathclyde Ülikoolide ühise laevaehituse teaduskonna juures tegutseva Laeva Stabiilsusuuringute Keskusega;
- Göteborgis asuv Chalmersi Tehnikaülikool;
- Wageningenis asuv Hollandi Meresõidu Uuringute Keskus MARIN.

Uurimistöö on vormistatud 18 aruandes, mis on avaldatud veebiaadressidel www.sspa.se ja www.safety-at-sea.co.uk/mvestonia/ ning mille loetelu on antud lisa. Viited aruannetele on alljärgnevalt tehtud vastavalt lisa numeratsioonile. Konsortsiumi seisukohtade vahendamisel on kasutatud ka teavet, mis pärineb komisjoni esimehe 06.11.2008 intervjuust konsortsiumi teadus-tehnilise koordinaatori dr Andrzej Jasionowskiga (viidetes: Int).

HSVA konsortsiumi moodustasid Hamburgi Tehnikaülikool ja Hamburgi Laevamudelite Bassein ning nende uurimistöö on vormistatud lõpparuandes, mis on avaldatud veebiaadressil www.vinnova.se/upload/dokument/Verksamhet/Transporter/Sjosakerhet/Estonia/HSVA1663_FINAL.pdf. Konsortsiumi seisukohtade vahendamisel on kasutatud ka teavet, mis pärineb TUHH-i tööaruandest, mis ei ole avaldatud, ning komisjoni esimehe 05.11.2008 intervjuust dr Petri Valantoga HSVA-st.

Alljärgnevad uurimistööde ülevaated on kooskõlastatud vastavalt SSPA projektijuhi dr Claes Källströmi ja HSVA projektijuhi dr Petri Valantoga.

3. SSPA konsortsiumi uurimus

3.1 Ülevaade

Uurimistöö eesmärk oli mõista sündmuste kulgu parvlaev Estonia hukkumisel ja seletada laevahuku võtmetähtsusega põhjusi, samuti anda soovitusi selleks, et ennetada sarnase tragöödia kordumist (18, lk 11).

Selleks analüüsiti kõigepealt pääsenute tunnistuste jm varem kogutud tõendeid. Seejärel ehitati Estonia lihtsustatud pealisehitusega 1:40 mõõtmes mudel ning mudelkatsete käigus mõõdeti vee sissevoolu avatud vöörirambist ja kreeni kujunemist. Paralleelselt uuriti matemaatiliste simulatsioonide abil vee sissevoolu laeva erinevatele tekkidele ja sellest tingitud laeva käitumist. Samuti uuriti simulatsioonide ja 4. teki mudeli (mõõtmes 1:20) abil vee sissevoolu tekiehitisse ja selle edasist liikumist. Lõpuks ehitati täielik Estonia mudel (mõõtmes 1:40) ja kontrolliti katseliselt eelneva töö tulemusena õnnetuse tõenäolisemaks hinnatud stsenaariumi võimalikkust (18, lk 11-12).

Töö tulemusena jõuti järeldusele, et kõige tõenäolisemalt kulges laevahukk järgmiselt:

- vöörivisiiri kinnitused purunesid ning visiir nihkus oma kohalt, tõmmates irvakile ka vöörirambi. Rambi äärtest hakkas autotekile voolama vett, mis tekitas aeglaselt kasvava kreeni paremale;
- umbes kell 01:05 kukkus visiir merre ja tõmbas vöörirambi pärani. Suur kogus vett tulvas autotekile, tekitades mõne minutiga kuni 40° kreeni;
- kreeni tõttu jäid vee alla laeva küljel asunud ventilatsioonivad, mille kaudu hakkas vesi voolama autoteki all asunud veekindlatesse ruumidesse;
- samuti kreeni tõttu vee alla jäänud pealisehitise aknad pidasid veerõhule vastu, mistõttu ei läinud laev kohe ümber, vaid ujus 15-20 minutit oma küljel. Kogu selle aja voolas vesi põhiliselt ventilatsioonitorude, aga ka kesksektiooni kaudu autoteki alla;

- viimaks hakkasid aknad siiski purunema, ülemised tekid ujutati üle ja laev läks ümber;
- 10-15 minutit pärast ümberminekut uppus laev ahter ees, kadudes kell 01:48 täielikult veepinnalt (18, lk 6 ja 72; 17 lk 96-98).

Kuna toodud versioon eeldab, et laevakere on terve ja et pealisehitise aknad pidasid vastu arvestatavale veerõhule, neid asjaolusid pole aga varem uuritud, siis soovitab konsortsium tungivalt:

- vaadelda põhjalikult kogu laevakere ja vaatlus dokumenteerida;
- vaadelda põhjalikult vöörirambi asendit laevavraki küljes, vaatlus dokumenteerida ja seejärel tuua ramp lõplike vaatluste teostamiseks pinnale;
- tuua vähemalt kolm akent koos raamidega pinnale ning testida nende purunemiskindlust (18, lk 6-7 ja 72-73).

3.2 Olulisemad järeldused

Komisjoni varasemate aruannete ja laevahuku ümber käiva diskussiooni seisukohalt on olulised eelkõige alltoodud SSPA konsortsiumi järeldused.

1) Peamiselt pääsenute ütluste analüüsi tulemusel jõudis konsortsium järeldusele, et visiiri merre kukkumine ja vöörirambi avanemine toimus seni arvatust 10 minutit varem, umbes kell 01:05. Seega pikeneb ka õnnetuse kulg 34 minutilt 43 minutile (18, lk 19; 5 lk 10).

Kreeni tekkimine

2) Kui suurel kiirusel sõitval laeval avaneb vööriramp, siis vajub laev mõne minutiga 40° kreeni. Katsed Estonia mudeliga näitasid, et kui laev sõidab kiirusega 14,5 sõlme ja vööriramp avada täielikult, hakkab merevesi voolama autotekile kiirusega 1500-1800 tonni minutis. Selle tagajärjel kasvab kreen kiiresti – 30 sekundi pärast on kreen 15°, ühe minuti pärast 25° ja umbes 3-4 minuti pärast 46-47°. Selles asendis laev stabiliseerub ning kreen saab edasi kasvada üksnes juhul, kui vesi pääseb laeva teistele tekkidele (3, lk 24; 4, lk 6; 12, lk 12).

3) Kui laev sõidab vigastatud visiiri ja irtakil vöörirambiga, siis on vee sissevool liiga väike selleks, et tekitada järsku tuntav kreen. Mudelkatsed näitasid, et kui visiir ja ramp on 1 m ulatuses avatud, pääseb autotekile umbes 20 tonni vett minutis (3, lk 18 ja 24). Nende andmete alusel tehtud simulatsioonid näitasid, et vee sellise sissevoolu juures vajub laev ühtlaselt umbes 10 minutiga 21° kreeni (18, lk 46).

4) Kuni 20° kreen võib laeval tekkida erinevate autoteki all asuvate ruumide üleujutamise tagajärjel, kuid 20° ületava kreeni teke eeldab suure tõenäosusega vee jõudmist autotekile (17, lk 12, Art lk 4). Samas, vesi võib jõuda autotekile ka keskseksiooni kaudu alt üles liikudes. Simulatsioonid näitasid, et ainult uppumise mehaanika ehk laeva teadaoleva käitumise alusel ei saa välistada stsenaariume, mis eeldavad auku laeva põhjas või vee tungimist autotekile muul viisil kui vöörirambi kaudu (14, lk 12 ja 13; 17 lk 107; Art lk 5).

Kaadumine

5) Kui laeva hotelliosa aknad purunevad vahetult pärast vee alla jäämist, s.o 40° kreeni juures, siis läheb laev mõne minutiga ümber. Simulatsioonid näitasid, et purunenud akende korral ei võtnud laeva ümberminek (kreeni suurenemine 40 kraadist 180-ni) kunagi kauem kui 2-3 minutit (Art, lk 6). Samas, kui eeldada, et laeva aknad üldse ei purune, siis laev ei kaadu (Int).

6) Järelikult, osa ülemiste tekkide akendest pidid siiski purunema, kuid arvatust suurema veerõhu juures. Akende vastupidavus on ainus füüsikaline seletus sellele, miks laev ujus 15-

20 minutit oma küljel ega läinud kiirelt ümber. Kui simulatsioonis eeldati, et aknad hakkasid purunema 5 m sügavusel, siis võttis laeva kaadumine (kreeni suurenemine 40 kraadist 180-ni) aega 7 minutit, ning eeldusel, et aknad andsid järgi 10 m sügavusel, võttis kaadumine aega 20 minutit (17, lk 13 ja 73). Estonia mudel, millel puudusid 4., 5. ja 6. teki 172 aknast 6 akent, pööras põhja üles umbes 25 minutiga (17, lk 99).

7) Pärast akende purunemist ei saa kreen suurenda ühtlaselt 40°st 180°ni, vaid mingil hetkel pöörab laev ennast suhteliselt kiiresti ümber. Simulatsioonid näitasid, et akende vastupidavuse tõttu püsis laev 15-20 minutit 40-45° kreenis, ent kui kreen jõudis 50°ni, pööras laev vähem kui 5 minutiga põhja üles (17, lk 100). Mudeli ümberminek algas mõnevõrra hiljem – pärast rambi avamist läks mudel mõne minutiga 45° kreeni, mis suurenes 20 minuti jooksul 80°, misjärel pööras mudel vähem kui 5 minutiga põhja üles (17, lk 99). Mudelkatsetuse avalikul esitlusel 03.04.2008, mida komisjoni esimees filmis, toimus kaadumine veelgi kiiremini – kreen kasvas 90 kraadilt 160-ni umbes 2 minutiga.

Uppumine

8) Kui laeva pealisehitis ujutatakse üle, siis pöörab laev ennast alati kõigepealt ümber ja alles siis hakkab uppuma, ehk see, et püstivuse kaotanud laev hakkaks uppuma juba 90° või 120° kreeni juures, ei ole võimalik. Nii simulatsioonid kui ka katsed mudeliga näitasid, et arvestatav kalle ahtri suunas ei teki enne, kui kreen on 170°. Kuni selle ajani püsis laev peaaegu horisontaalasendis. Veelgi enam, nii simulatsioonid kui ka katsed näitasid, et laev püsis peaaegu horisontaalasendis ehk ulpis põhi ülespidi ka mingi aja pärast ümberminekut (17, lk 99,100).

9) Laev upub, sõltumata sellest, kas autoteki all laeva veekindlateks osadeks jaotavad ukсед on kinni või lahti. Siiski mõjutab veekindlate uste olukord uppumise kiirust – simulatsioonid näitasid, et avatud ustega uppus laev sõltuvalt akende tugevusest 5-10 minutiga, kinniste ustega aga 10-30 minutiga pärast ümberminekut (14, lk 8 ja 10). Estonia mudel, millel uste asemel olid avad, uppus aruande kohaselt umbes 5 minutiga (17, lk 99), samas avalikul esitlusel, mida komisjoni esimees filmis, võttis uppumine aega 12,5 minutit.

10) Laev upub alles siis, kui autotekk ja kõik selle kohal olevad ruumid on veega täidetud ning autoteki all asuvatest ruumidest on vee all 83%. Teistpidi öeldes, kuni 2104 m³ autoteki alla jäävast 12 895 m³ on täidetud õhuga, laev ei upu, vaid ulbib veepinnal põhi ülespidi (17, lk 12 ja 50). Sõltuvalt õhu asukohast võib laeva üks ots olla vee all, kuid täielikult laev põhja ei vaju. Nagu ülal öeldud, kui laev on kreenis, saab vesi autoteki alustesse ruumidesse voolata algul laeva küljel asuvate ventilatsioonivõrkude kaudu ning hiljem ka purunenud uste jm avauste kaudu keskseksioonis.

Samas, autoteki all oli kolm ruumi kogumahuga 2050 m³, mida laeva väliskülje kaudu ei ventileeritud ja millel ei olnud ka keskseksiooniga muud ühendust kui väike avariiväljapääs. Seega, kui veekindlad ukсед olid suletud, siis sai nende ruumide veega täitumine alata alles pärast laeva ümberminekut. Muuhulgas tähendab see, et laeva ümbermineku hetkel oli autoteki all piisavalt veevaba ruumi, et hoida laev veepinnal (17, lk 14-15). Vastav simulatsioon näitas, et kui ka nimetatud avariiväljapääs jääb suletuks, siis laev simulatsiooni aja jooksul põhja ei vaju (14, lk 8 ja 10).

3.3 Komisjoni märkused

Simulatsioonide ja mudelkatsete põhjal tehtud järelduste kasutamisel tuleb arvestada mitmete asjaoludega, mis teadlaste tegevust piirasid. Alljärgnevalt on neist piirangutest kirjeldatud mõnda olulisemat.

Õhu väljapääs

1) Kasutatud simulatsiooni tarkvarad ei võimalda arvestada nn lõksu jääva õhu fenomeniga. Nimelt, selleks, et laev saaks uppuda, peab selles olev õhk asenduma veega. Kuna laeva põhjas avausi ei ole, siis laeva ümbermineku korral jääb alumistel tekkidel olev õhk n.ö lõksu ning see surutakse pealevoolava vee poolt kokku. Sõltuvalt lõksu jäänud õhu hulgast, võib laev ulpida veepinnal tunde või isegi päevi. Kasutatud simulatsiooni tarkvarad seda fenomeni arvestada ei suuda, mis tähendab, et vee arvestuslik juurdevool jätkub samas tempos ka pärast laeva kaadumist kuni kõigi ruumide täitumiseni (14, lk 7).

Lõksu jääva õhu fenomen on probleemiks ka mudelkatsetustel. Nimelt, väiksemõõdulises mudelis surub vesi õhku kokku vähem kui päris laevas, mistõttu proportsionaalselt sama kogus õhku võtab päris laevas vähem ruumi kui mudelis. Selle kompenseerimiseks lasti mudelkatsete ajal 20% laeva sulgunud õhust kaugjuhitavate klappide kaudu välja. Katsete puhul, kus õhku välja ei lastud, laevamudel ei uppunud, vaid jäi põhi ülespidi ulpima (18, lk 60-62).

Samas, kuigi konsortsiumi teadlased ei suuda lõksu jääva õhu mõju laeva uppumisele täpselt hinnata, on nad seisukohal, et see mõju on marginaalne ning ühesugune kõigi eeldatud stsenaariumite puhul (14, lk 13).

Mudelkatsed

2) Nagu ülal (vt p 3.2.4) öeldud, ei saa olemasoleva teabe alusel laevahuku teisi stsenaariume välistada. Samas ei olnud konsortsiumil ressursi, et teha lõplikke mudelkatseid rohkem kui ühe versiooni kontrollimiseks. Nn visiir-versiooni kasuks otsustati seetõttu, et konsortsiumi arvates on selle kinnituseks kõige enam tõendeid. Samas, lõplikeks katseteks kasutatud laevamudeli konstrueerimisel ei lähtunud eelneva töö tulemusena kõige tõenäolisemaks peetud ja põhjalikult uuritud asjaoludest, vaid laevamudel ehitati nii, et vee ja õhu liikumine laevas oleks võimalikult vaba. Eelkõige tuleb juhtida tähelepanu järgmistele lahendustele:

- pärast võõrirambi avamist hoiti see magneti abil avatuna kuni katse lõpuni (18, lk 60), kuigi varem tehtud katse oli näidanud, et ilma magnetita ramp paigal ei püsi, vaid rammib üles-alla (4, lk 6). Ka oma lõppjäreldestes on konsortsium sedastatud, et lainete ja laeva pikisuunalise kõikumise mõjul võis ramp üles-alla liikuda (18, lk 6 ja 72);
- mudelil puudusid kõik kesksektiooni autotekile viivad trepikodade ja liftide tulekindlad ukсед, kokku 10 ust paremal ja 6 vasakul pool (12, lk 9). Arvestades, et juba 35° kreeni juures on kõik parempoolsed ukсед täielikult vee all, siis tähendab see, et peaaegu kohe pärast võõrirambi avamist jäid alumised tekid avatuks takistamatule vee sissevoolule umbes 20 m² suuruse avause kaudu (10 ust à 2 m²). Kuna see on umbes 10 korda suurem avaus, kui moodustavad ventilatsiooniavad kokku (ca 1,84 m²), siis järelikult täitusid autoteki alused ruumid mudelkatsetes algusest peale peamiselt kesksektiooni uste kaudu. Samas ei nähtu konsortsiumi aruannetest, et nende uste tegelikku vastupidavust oleks eraldi uuritud, nagu näiteks uuriti tekiehitise aknaid. On vaid teada, et ükski 1. tekilt pääsenud 21 reisijast ei maini, et mõni autoteki uks oleks olnud lahti või purunenud, küll mäletavad aga mitmed, et autotekist möödudes nägid nad, kuidas suletud uste vahelt pressis trepikotta vett;
- autoteki all asunud 21 veekindlast uksest olid mudelil avatud (st ukse asemel oli avaus) kõik peale ühe, võimaldades nii autoteki alla jõudnud veel vabalt ruumist ruumi voolata ning õhul välja pääseda (12, lk 8). Samas, eelnevatest simulatsioonidest oli teada, et veekindlate uste olukord mõjutab märgatavalt laeva uppumise kiirust (vt p 3.2.9) ning tõendite analüüsi tulemusel järeldati, et veekindlad ukсед suleti umbes 3 minutit pärast rambi avanemist (18, lk 19; 5 lk 22; vt ka lõpparuanne lk 126);

- et õhu väljapääsu praemini kontrollida, jäeti avatuks ka ahtri suunas väljuvad välisüksed vasakus pardas ning üks vööri väljuv uks paremas pardas, kokku 5 ust (12, lk 9).

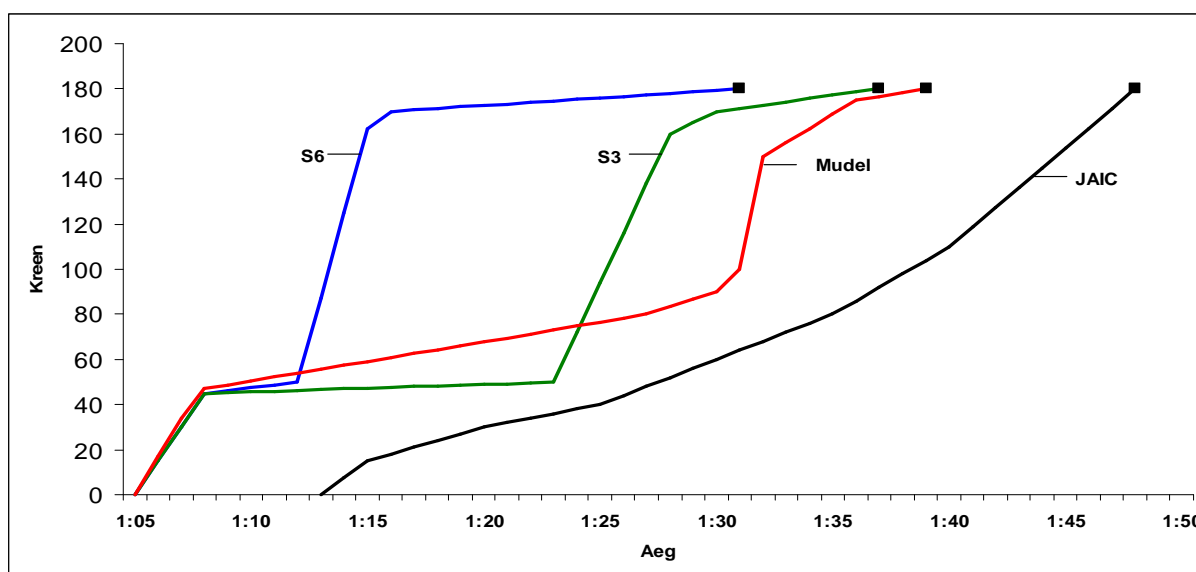
Kuna katsed tehti eeldustel, millest osad on kontrollimata (nt keskseksiooni uste tugevus) ja osasid tegelikkuses tõenäoliselt ei esinenud (nt et veekindlad ukсед olid avatud), siis peab katsetulemuste põhjal tegeliku laevahuku kohta järelduste tegemisel olema ettevaatlik. Komisjon mõistab mudeli esitamisega kaasnevat raskusi, mistõttu ei ole eelnevad märkused mõeldud kriitikana konsortsiumi tööle.

3.4 Vastuolud ühiskomisjoni järeldustega

Õnnetuse algpõhjuse osas on konsortsium ühiskomisjoniga ühte meelt, leides, et õnnetuse põhjustas visiiri purunemine ja vöörirambi avanemine. Samas, õnnetuse kulgu on konsortsium kirjeldanud alljärgnevate oluliste erinevustega.

1) Vahest suurim erinevus ühiskomisjoni ja konsortsiumi seisukohtades puudutab laeva asendit uppumise hetkel. Lõpparuande kohaselt hakkas laev ahtri suunas uppuma juba 80° kreeni juures ning 110° kreeni juures oli suur osa laevast vee all (lk 165 ja 167, vt ka 79). Konsortsiumi arvates ei ole see võimalik, kuna püstivuse kaotanud laev pöörab ennast alati kõigepealt ümber ja alles siis hakkab uppuma. Simulatsioonides ei hakanud terve põhjaga laev ahtri suunas vajuma kunagi enne, kui kreen oli vähemalt 170°. Sama kinnitas katse Estonia mudeliga.

2) Märkatavalt erinev on ka ühiskomisjoni ja konsortsiumi käsitus kreeni kujunemisest. Lõpparuande kohaselt vajus täiskäigul sõitnud laev pärast rambi avanemist kiiresti 15° kreeni, mis jäi mõneks ajaks püsima. Selle aja jooksul vähendati kiirust, suleti veekindlad ukсед ning alustati pööret vasakule. Pöörde ajal hakkas kreen kasvama ja suurenes edasi enam-vähem ühtlaselt kuni laeva uppumiseni (lk-d 165-167). Konsortsiumi tehtud mudelkatsed näitasid, et kui suurel kiirusel sõitval laeval avaneb vööriramp, siis kasvab kreen ühtlaselt ja kiiresti 45°. Edasi ei saa aga kreen ühtlaselt kasvada, vaid pärast akende purunemist ehk vee pääsemist tekiehitisse läheb laev mõne minutiga ümber. Sõltuvalt akende tugevusest võib kaadumine alata varem või hiljem, kuid igal juhul toimub see kiiresti (vt p 3.2.6). Erinevused kreeni kujunemisel nähtuvad alltoodud joonisel.



- JAIC (must joon) – ühiskomisjoni versioon lõpparuande põhjal
- Mudel (punane joon) – mudelkatsetus, kus veekindlad ukсед ja autoteki ukсед olid lahti
- S3 (roheline joon) – simulatsioon, kus akende tugevus oli 10 m ja veekindlad ukсед olid lahti
- S6 (sinine joon) – simulatsioon, kus akende tugevus oli 5 m ja veekindlad ukсед ahtris olid lahti
- – hetk, millal laev antud juhul täielikult uppus

3) Lõpparuande kohaselt hakkasid 40° kreeni juures purunema 4. teki aknad, päästes vee ülemistele tekkidele. Kuigi ühiskomisjon ei ütle otse, et kõik aknad purunesid, viitab lõpparuande sõnastus sellele, et akende purunemine oli ulatuslik (lk-d 153-154, 165, 171, 207, vt ka memo lk 7). Konsortsiumi uurimus näitas, et kui akende purunemine oleks alanud nii vara ja olnud ulatuslik, siis oleks laev läinud mõne minutiga ümber. Kuna aga pääsenute ütlustest nähtub üheselt, et seda ei juhtunud, siis järeltas konsortsium, et purunesid ainult mõned aknad ja needki arvatust suurema veerõhu juures.

4) Ühiskomisjon on väljendanud seisukohta, et auk laevakeres allpool veepiiri oleks toonud kaasa täiesti erineva sündmuste käigu, võrreldes sellega, mis tegelikult juhtus (memo lk 7; lisa lk 3). Konsortsiumi teostatud simulatsioonid aga näitasid, et vee tungimine laeva allpoolt veepiiri võib põhjustada põhipunktides sama sündmuste ahela kui vöörirambi avanemine autotekil (kreen – kaadumine – uppumine, vt p 3.2.4). Ainult et, nn augu-versiooni korral oli kreeni kasv ühtlasem ja uppumine algas varem, 2-3 minutit pärast kaadumist (14, lk 12). Muuseas, need kaks erinevust on ka ühiskomisjoni versioonil SSPA konsortsiumi omaga võrreldes (vt ülal p 1 ja 2).

3.5 Vastuolud tõenditega

Esimene kreen

1) Õnnetuse kõige tõenäolisema versiooni kirjelduses on konsortsium asunud seisukohale, et enne visiiri merrekukkumist püsisid vigastatud visiir ja ramp ettevajunud asendis, mistõttu pääses vesi rambi külgedelt autotekile ja laev vajus umbes 5 minutiga 5-10 kraadisesse kreeni. Seda oletust ei toeta laevalt pääsenud isikute ütlused. Nimelt mäletavad kõik ärkvel olnud tunnistajad, et laev kaldus paremale järsult. Mõned räägivad ühest, mõned kahest-kolmest järjestikusest vajumisest, ent igal juhul mäletatakse, et lühikese aja jooksul saavutas laev märkimisväärse kreeni. Et kreen ei olnud tõepoolest tühine, võib lisaks inimeste hinnangutele (15-45 kraadi) järeltada ka olukorra kirjeldustest, mille järgi paljud kukkusid (ka voodist põrandale) või kukkusid asjad (lauad, toolid, kapid, seinapeglid jne) nende ümber.

Masinakontrolliruumi monitor

2) Konsortsiumi versioon õnnetuse käigust ei haaku ka nende kolme meeskonnaliikme tunnistusega, kes nägid masinakontrolliruumi monitorist, et vööriramp oli kinnises asendis ajal, mil laev oli juba märgatavas kreenis. Kuna konsortsium asus seisukohale, et kreen hakkas kiiresti kasvama ja ületas 10° alles pärast seda, kui ramp oli visiiri eraldumise tõttu täielikult avanenud, siis oletasid nad, et mehed vaatasid monitori ajal, kui visiir püsis koos rambiga ettevajunud asendis. Kui visiir merre kukkus, olid mehed küll masinakontrolliruumis, kuid ei vaadanud enam monitori (18, lk 18; 5 lk 20).

Selline seletus ei ole komisjoni jaoks veenev eelkõige järgmisel põhjusel. Nagu kõik teised ärkvel olnud inimesed, mäletavad ka kõnealused meeskonnaliikmed, et laev jäi ootamatult püsivasse kreeni. Just see oli põhjus, miks 3. mehhaanik tõusis toolilt püsti ja vaatas monitori ning motorist ja süsteemimehhaanik otsustasid lahkuda vastavalt töökojast ja *sewage*-ruumist ning läksid masinakontrolliruumi olukorrale selgitust otsima. Ükski meestest ei ole aga öelnud, et hiljem, juba masinakontrolliruumis olles oleks toimunud uus, palju kiirem ja palju suurem kreeni vajumine. Just seda pidanuks nad aga mäletama, kuna konsortsiumi järeltuste kohaselt oli visiiri eraldumisele järgnenud kreeni kasv üle 10 korra järsem (ca 25° minutis), kui vajumine, mida põhjustas rambi äärtest sisse pressinud vesi (ca 2° minutis).

Hädaside

3) Mudelkatsete alusel järeldati, et kell 01:24 pidi laeva kreen olema umbes 70° ning kell 01:29 umbes 90°. Simulatsioonide põhjal järeldades pidanuks kreeninurgad olema vastavalt 45 ja 100 kraadi.

Samas, kell 01:24.46 on salvestatud Estonialt antud hädaside, kus tüürimees ütleb: „Meil on probleem, tugev kreen paremale. Ma arvan, et see oli 20-30 kraadi.” On raske uskuda, et hädakutsungi andnud tüürimees kreeni hindamisel nii palju eksis. 70° kalde juures pole põrandal võimalik seista, kuna see on muutunud seinaks. Arvestades, et Estonia kaptenisild oli 27 m laiune avatud ruum, siis 70° kreeni juures polnudki tüürimehel kuskil seista, vaid ta pidi kuidagi juhtimispuldi küljes rippuma. On väheusutav, et ta sellistes tingimustes arvas ekslikult, et kreen on maksimaalselt 30°.

Väheusutav on ka see, et kell 01:29.27, kui Estonialt anti viimaseks jäänud hädateade, oli laeva kreen juba 90°, mis mh tähendab, et umbes pool kaptenisillast oli vee all.

Laeva asend uppumisel

4) Õnnetusest pääsenud isikute tunnistustega ei haaku hästi ka konsortsiumi seisukoht, et enne uppumist püsis laev 10-15 minutit veepinnal põhi ülespidi. Ükski pääsenu pole öelnud, et ta oleks näinud laeva põhja pikemat aega veepinnal ulpimas. Samas on mitu tunnistajat, kes mäletavad, et laev uppus vahetult pärast ümberpöörämist või isegi sellega samaaegselt. Samuti on neid, kes väidavad, et laeva ahter hakkas uppuma juba siis, kui laev oli külili. Seega, pääsenute ütlused kogumis toetavad pigem ühiskomisjoni (ja ka HSVA) versiooni laeva lõplikust asendist kui SSPA oma.

Samas peab siinkohal märkima, et kõigist ülekuulamisprotokollidest pole võimalik üheselt aru saada, mis järjekorras inimesed midagi nägid, kust ja kui kaua nad seda nägid. See tekitab näilisi vastuolusid ja jätab palju võimalusi tõlgendusteks.

4. HSVA konsortsiumi uurimus

4.1 Ülevaade

Uurimistöö eesmärk oli valgustada ro-ro tüüpi parvlaeva Estonia uppumise kulgu ja seletada laevahuku võtmetähtsusega põhjusi selleks, et edendada selle muidu igati eduka laevatüübi ohutust (lk 4; siin ja edaspidi on kõik viited tehtud HSVA konsortsiumi lõpparuandele).

Uurimuse viisid läbi Hamburgi Laevamudelite Bassein (HSVA) ja Hamburgi Tehnikaülikool (TUHH) ning see koosneb neljast osast. Kõigepealt määratleti varem kogutud tõendite ja esialgse hüdrostaatilise eelanalüüsi alusel õnnetuse tõenäoline stsenaarium. Seejärel analüüsis HSVA matemaatiliste simulatsioonide abil seda, kuidas laev käitub pärast visiiri kaotamist sooritatud vasakpöörde ajal ja selle järel. Kuna vastav tarkvara võimaldab usaldusväärselt uurida laeva käitumist kuni ajani, mil laeva kreen ületab 55°, siis laeva lõpliku kaatumise ja uppumise asjaolude selgitamiseks tegi TUHH eraldi hüdrostaatilise analüüsi (kalkulatsiooni). Kuna HSVA ja TUHH viisid oma analüüsid läbi sõltumatult, siis alljärgnevas ülevaates näidatakse iga järelduse juures ära ka selle autor (lk 4-5, 66).

Lisaks analüüsis HSVA spetsiaalse tarkvara abil inimeste evakueerumist laevalt. Samas, selle analüüsi tulemusi alljärgnevalt ei tutvustata, kuna see ei ole komisjoni ülesannet silmas pidades sedavõrd oluline.

Kuigi konsortsium ei ole seda oma aruandes otsesõnu nii väljendanud, võib HSVA ja TUHH-i järelduste põhjal formuleerida laevahuku tõenäolise stsenaariumi järgmiselt:

- kell 01:00 kukkus vöörivisiir merre ja tõmbas rambi pärani;

- pärast seda jätkas laev 2-3 minutit sõitu otsesuunas kiirusega vähemalt 14,2 sõlme, lastes nii autokile suure koguse merevett;
- seejärel vähendas meeskond kiirust ja pööras laeva vasakule vastu lainet, mille tagajärjel tekkis koheselt suur kreen;
- kuigi kreen mõne minuti jooksul taandus, jäid siiski vee alla laeva küljel 4. teki kõrgusel paiknenud ventilatsioonivad ja vesi hakkas voolama autoteki alla. Veelgi olulisem oli aga see, et vesi hakkas alumistele tekkidele voolama ka läbi autoteki uste, millest osad olid lahti või purunesid;
- 15-20 minuti pärast hakkasid purunema üksikud tekiehitise aknad ja uksed. Ülemistele tekkidele voolanud vesi kasvatas kreeni veelgi, kuid ümber laev ei läinud. Samal ajal hakkas laev vaikselt ahtri suunas vajuma;
- kell 01:43, kui kreen oli umbes 120-140 kraadi, puudutas ahter merepõhja. Vöör ots kadus veepinnalt 9 minutit hiljem, kell 01:52.

4.2. Olulisemad järeldused

Komisjoni varasemate aruannete ja laevahukku puudutava diskussiooni seisukohalt on olulised eelkõige alltoodud HSPA ja TUHH-i järeldused.

1) Tõendite analüüsi tulemusel jõudis konsortsium järeldusele, et visiir eraldus ja vööriramp avaneks kell 01:00, mis tähendab, et õnnetuse kestvus pikeneb ühiskomisjoniga võrreldes 14 minuti võrra. Muuhulgas tõendab seda vahemaa visiiri ja vraki leiukohtade vahel. Ühiskomisjoni arvatelg eeldab, et laev triivis tuule, lainete ja hoovuse mõjul kiirusega 1,5 sõlme ka siis, kui kreen oli üle 90° ja suur osa laevast vee all. Konsortsiumi arvates on see küsitav (lk 59, vt ka 16-17).

Kreeni tekkimine (HSPA simulatsioonide alusel)

2) Selleks, et suurel kiirusel sõitval laeval tekiks mõne minutiga tuntav kreen, peab vööriramp täielikult avanema. Eelanalüüs näitas, et kui ramp on 1 m ulatuses avatud, kulub 10° kreeni tekkeks 26 või 7 minutit, sõltuvalt sellest, kas visiir on ees või mitte. Pärani avatud rambiga sõitev laev võtab aga merevett sisse kiirusega 300-700 m³/min ning vajub seetõttu 10° kreeni 3-4 minutiga. Seejuures, kõigil juhtudel kasvab kreen ühtlaselt ilma suuremate kõikumisteta (lk 27-29).

3) Ootamatult järsu kreeni, millest kõik pääsenud räägivad, võis põhjustada laeva pööramine vasakule. Eelanalüüs näitas, et kui laeva pöörata järsult vasakule, suureneb kreen momentaalselt 20° juhtudel, kui ramp on 1 m ulatuses avatud, ning 26° siis, kui ramp on pärani. Samas, oletus, et järsu kreeni põhjustas suur laine, on väga ebatõenäoline (lk 30-33).

4) Vee sissevoolu avatud vööril mõjutavad oluliselt laeva kiirus ja see, kui kaua pärast rambi avanemist sõitu otsekursil jätkati. Enne pöörde alustamist autotekil oleva vee hulk omakorda on aga kriitilise tähtsusega sündmuste edasisele käigule. Simulatsioonid näitasid, et kui laeva kiirus oli 16 sõlme, siis kaadus laev kiiresti veel enne pöörde lõpulejõudmist. Kui algkiirus oli 15 sõlme, siis pöörde alustamisel tõusis kreen paari minutiga 50°, vajus siis paari minutiga tagasi 30-25 kraadile, püsis seal umbes 20 minutit ja hakkas seejärel uuesti kiiresti tõusma. Lõpuks laev ikkagi kaadus. Kui aga algkiirust vähendati veel poole sõlme võrra, 14,5 sõlmele, siis suutis laev otsa ilusti ümber pöörata ja pääses (lk 49-51).

Samuti näitasid simulatsioonid, et laev pidi lahtise rambiga otsekursil sõitma 2-3 minutit. Oluliselt lühema aja korral oleks laev pääsenud, oluliselt pikema korral aga kiiresti ümber läinud (lk 46-47, 63).

5) Vesi pidi hakkama voolama ventilatsioonivad ja keskseksiooni uste kaudu autoteki alla juba pöörde ajal. Vastasel juhul oleks laev kas kiiresti kaadunud või suutnud pöörde lõpetada ja pääsenud (lk 40). Seejuures näitasid simulatsioonid, et kriitilise tähtsusega on just vee pääs alla läbi autotekile viivate keskseksiooni uste. Kui eeldati, et 1/3 neist udest on lahti ja ventilatsioonivad kinni, siis vajus laev suurde kreeni, ent suutis pöörde siiski üle elada. Samas, vastupidisel juhul, kus ventilatsioonivad olid lahti ja keskseksioon veekindel, tekkis laeval suhteliselt väike kreen ja juba pöördel voolas enamik veest autotekilt välja (lk 57-58).

6) Avatud vööriga sõitva laeva pööramine paremale alla lainet oleks olnud veel ohtlikum. Simulatsioonid näitasid, et sel juhul oleks laev kiiresti kaadunud. Vasakpöörde ajal võtab laev küll rohkem vett sisse, kuid suurema pikisuunalise kõikumise tõttu voolab palju vett ka välja. Samas, parempöörde korral on sissetuleva vee hulk väiksem, kuid peaaegu kõik see jääb laeva ja suurendab kreeni (lk 61-63).

Kaadumine ja uppumine (TUHH kalkulatsioonide alusel)

7) Pealishitise akende purunemisega ei pruugi kaasneda kreeni kiire kasv, vaid kreen võib suureneda ühtlaselt ilma suuremate hüpeteta edasi kuni laeva uppumiseni. Kalkulatsioonis eeldati, et suured aknad ahtris purunesid 3,3 m sügavusel, esimesed umbes 45° kreeni juures, ning väiksed aknad laeva esiosas 8,2 m sügavusel. Tagajärjeks oli kreeni kasv suhteliselt ühtlases tempos, ning laev uppus umbes 125-140° kreeni juures põhja üles keeramata (lk 71,72 ja 150).

8) Laev kaadub ja upub täielikult umbes 50 minuti jooksul ka siis, kui autotekile viivad ukсед ja veekindlad ukсед laeva allosas on suletud (lk 69).

9) Püstivuse kaotanud laev võib hakata uppuma ka külili olles ning püsida kuni 9 minutit nii, et laeva ahter on merepõhjas ja vööri ots veest väljas. Kalkulatsiooni kohaselt oli kell 01:30 laeva kreen 70° ja ahtrisuunaline kalle (ahtridiferents) 4°. Kell 01:43, kui kreen oli üle 120°, puudutas ahter merepõhja ehk kalle oli umbes 22° (lk 72-73).

10) Laeva uppumiseks piisab kui kajutite osa, masinakontrolliruum ja töökoda 1. tekil ning abimasinateruum ja sauna piirkond 0. tekil on veega täidetud ainult pooles ulatuses ehk laeva põhjaosas on veevaba umbes 3500 m³. Ajal, mil laeva ahter merepõhjaga pörkus ehk laev oli juba osaliselt uppunud, oli laevas veel 5700 m³ õhku (lk 70 ja 73).

4.3. Vastuolud

1) Märkatavalt erinevad TUHH-i ja SSPA järeldused laeva kaadumise ja uppumise tingimuste osas:

- SSPA väidab, et püstivuse kaotanud laeva kreen ei saa ühtlaselt kuni uppumiseni kasvada, vaid pärast tekiehitise akende purunemist läheb laev suhteliselt kiiresti ümber. TUHH on aga seisukohal, et kiiret kaadumist ei pruugi toimuda;
- SSPA väidab, et püstivuse kaotanud laev pöörab ennast alati kõigepealt ümber ja alles siis hakkab uppuma. TUHH on aga arvamusel, et selline laev upub täielikult ka umbes 135° kreeni juures. Seejuures leivad mõlemad konsortsiumid, et pääsenute ütlused toetavad just nende seisukohta laeva asendist uppumise hetkel (vt nt SSPA 14, lk 12 ja HSVA lk 19);
- SSPA väidab, et kui laevas on minimaalselt 2104 m³ veevaba ruumi, siis laev ei upu, vaid ulbib põhi ülespidi veepinnal. TUHH on aga seisukohal, et laeva ei takista uppumast ka mitte 3500 m³ õhku.

2) Märkatavalt erinevad ka HSVA ja SSPA järeldused osas, mis puudutavad vee sissevoolu avatud vöörirambi kaudu. SSPA katsed näitasid, et täielikult avatud vöörirambist tungis vesi sisse kiirusega 1500-1800 t/min, tekitades 3-4 minutiga 46° kreeni. HSVA analüüs aga näitas

2-5 korda väiksemat vee sissevoolu, mis mh tähendab, et 3-4 minutiga tekkis laeval ainult 10° kreen.

3) Teoreetilistes küsimustes HSVA konsortsiumi ja ühiskomisjoni seisukohad palju ei erine. Küll aga jõudis konsortsium tõendite analüüsi tulemusel järeldusele, et õnnetus algas 14 minutit varem. Samuti võib arvata, et ühiskomisjon eeldas tekiehitise akende ja uste ulatuslikumat purunemist kui TUHH ja HSVA.

4) Vastoludest tunnistustega tuleb pidada oluliseks seda, et sarnaselt SSPA ja ühiskomisjoniga ei ole HSVA konsortsiumi stsenaarium kooskõlastatav nende kolme meeskonnaliikme tunnistusega, kes nägid masinakontrolliruumi monitorist kinnist rampi pärast seda, kui laev oli järsult kreeni vajunud. Kuna konsortsium püüab kolme mehe ütlusi oma stsenaariumiga kohandada põhimõtteliselt samal viisil nagu SSPA, siis ei hakka komisjon kordama punktis 3.5.2 esitatud arutlust.

5. Komisjoni järeldused

Komisjoni hinnangul saab refereeritud teadusuuringute alusel teha järgmised üldistatud järeldused:

- 1) parvlaev Estonia uppumine ühiskomisjoni poolt kirjeldatud põhjustel ja viisil on võimalik, ning seni kogutud tõendite alusel tuleb seda pidada lavahuku kõige tõenäolisemaks stsenaariumiks;
- 2) samas, ainult uppumise mehaanika ehk laeva teadaoleva käitumise alusel ei saa välistada stsenaariume, mis eeldavad auku laeva põhjas või vee tungimist autotekile muul viisil kui vöörirambi kaudu. Seetõttu ei saa ka olemasolevatel tõenditel põhinevate teoreetiliste uuringutega selliseid teooriaid veenvalt ümber lükata. Kui soovitakse kindlalt tõestada, et laevakere on terve, tuleb laevavraki väliskülge süstemaatilist uurida ja uurimistoimingud korrektselt jäädvustada. Teatavasti ei ole seda kunagi tehtud;
- 3) pääsenute ütlusi kujul, nagu need on õnnetuse järgselt ülekuulamise protokollidesse talletatud, on võimalik kasutada erinevate, isegi vastuoluliste, teoreetiliste seisukohtade ja stsenaariumide kinnitamiseks. Seetõttu ei võimalda tunnistuste veelkordne läbitöötamine anda suuremat kindlust ühegi väljapakutud laevahuku stsenaariumi suhtes.

Tallinn, 16. veebruar 2009

Margus Kurm

Komisjoni esimees
Juhtiv riigiprokurör

Lisa

SSPA konsortsiumi aruannete loetelu

1. Vassalos, D, Jasionowski, A, Prigara, J, Guarin, L: “WP2.2 Definition of foundering scenarios, WP3.5 CFD Computations and validations, WP4.1 Comprehensive modelling of MV Estonia”, Safety at Sea Report No VIES01-RE-001-AJ, September 2006.
2. Rutgersson, O, Schreuder, M, Bergholtz, J: “WP2.1 Review of evidence and forming of loss hypothesis”, Department of Shipping and Marine Technology, Chalmers, Technical Report, October 2006.
3. Allenström, B, Thorsson, S: “Manoeuvring tests and bow ramp flooding tests” SSPA Report 4006 4100 – 1, March 2007.
4. Allenström, B: “Bow ramp flooding tests with complete car deck”, SSPA Report 4006 4100 – 2, May 2007.
5. Bergholtz, J, Rutgersson, O, Schreuder, M: “WP2.1 Review of evidence Report No. 2 Conceivable course of events”, Department of Shipping and Marine Technology, Chalmers, Technical Report, May 2008.
6. Blok, J J, Luisman, H: “Model experiments on MV Estonia: Flooding tests of superstructure deck No. 4”, MARIN Report No. 20374-1-RD, April 2008.
7. Carette, N F A J, van Daalen, E F G, Ypma, E L: “Computations on MV Estonia: FREDYN Simulations of flooding of superstructure deck No. 4”, MARIN Report No. 20374-2-RD, April 2008.
8. Tukker, J, Blok J J: “Model experiments on MV Estonia: PIV Measurements of flow velocity in flooding tests of superstructure deck No. 4”, MARIN Report No. 20374-3-RD, April 2008.
9. Blok, J J, van Daalen, E F G, Tukker, J, Ypma, E L: “Overall summary report of MARIN research”, MARIN Report No. 20374-4-RD, April 2008.
10. Schreuder, M: “WP4.1-4.3 Numerical simulations of foundering scenarios”, Department of Shipping and Marine Technology, Chalmers, Technical Report, April 2008.
11. Ottosson, P: ”SEAMAN simulations of course of events before foundering”, SSPA Report 4006 4100 – 3, April 2008.
12. Allenström, B: “Foundering tests”, SSPA Report 4006 4100 – 4, April 2008.
13. Strasser, C: “CFD Simulations on MV Estonia: Flooding simulations of superstructure deck No. 4”, Ship Stability Research Centre (SSRC), University of Strathclyde, Report No VIES01-RE-003, May 2008.
14. Jasionowski, A: “PROTEUS3 Simulations of foundering scenarios”, Safety at Sea Report No VIES01-RE-002-AJ, May 2008.
15. Jasionowski, A: “Virtual demonstrator”, Safety at Sea Report No VIES01-RE-004-AJ, May 2008.
16. York, A: “Stability analysis MV Estonia”, Safety at Sea Report No VIES01-RE-005-AY, May 2008.
17. Jasionowski, A and Vassalos, D: “Technical Summary of the Investigation on The Sinking Sequence of MV Estonia”, Safety at Sea Report No VIES01-RE-006-AJ, May 2008.
18. SSPA Consortium: ”Final Report- Research Study on the sinking sequence of MV Estonia”, SSPA Research Report No. 134, ISBN 91-86532-47-2, ISSN 0282-5805, May 2008.