

Jussi Saastamoinen

# VARAUTUMINEN AUTOKANNEN TULI- PALOON

Case Silja Serenade

Opinnäytetyö  
Insinööri (AMK), merenkulun koulutusohjelma

2019



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

<b>Tekijä/Tekijät</b>	<b>Tutkinto</b>	<b>Aika</b>
Jussi Saastamoinen	Insinööri (AMK)	Marraskuu 2019
<b>Opinnäytetyön nimi</b>		58 sivua 31 liitesivua
Varautuminen autokannen tulipaloon		
<b>Toimeksiantaja</b>		
M/S Silja Serenade		
<b>Ohjaaja</b>		
Tapani Salmenhaara		
<b>Tiivistelmä</b>		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutustua laivojen autokansien paloturvallisuuteen ja varautumiseen mahdolliseen tulipalon riskiin. Opinnäytetyön toimeksiantaja on M/S Silja Serenade. Tutkimuksen avulla pyrin löytämään autokansipaloihin vaikuttavia tekijöitä ja parannuskohteita autokansien paloturvallisuuteen liittyvissä asioissa. Autokansi on rakenteeltaan avoin eli siellä ei ole paloa rajaavaa osastointia toisin kuin aluksen muissa osissa. Avoin rakenne tekee autokannesta haavoittuvaisen palotilanteessa. On tärkeää, että aluksen palontorjuntaan liittyvät järjestelmät ja miehistön valmiudet tulipaloon ovat ajan tasalla. Valitsin aiheen, koska asia on tärkeä eikä autokansien paloturvallisuudesta ole paljon tutkittua tietoa.</p> <p>Tässä työssä hain vastausta kysymykseen autokansien paloturvallisuuden tilasta. Paloturvallisuusasioita käsitellessäni otin huomioon autokannen rakenteen, teknisen ja operatiivisen paloturvallisuuden sekä syttymisriskit. Työssäni pyrin saamaan kokonaiskuvan näiden asioiden vaikutuksista autokansien paloturvallisuuteen.</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä M/S Silja Serenaden paloturvallisuudesta vastaavan henkilöstön kanssa. Järjestelmien ja toimintatapojen kuvaus on saatu kyseiseltä alukselta. Koska eri matkustaja-autolauttojen rakenteet ja palontorjuntajärjestelmät eivät pääpiirteittäin eroa toisistaan, pystytään tätä opinnäytetyötä hyödyntämään myös yhtiön muilla aluksilla. Työtä tehdessäni tutustuin paloturvallisuuteen liittyvään kirjallisuuteen, lainsäädäntöön ja aiemmin sattuneiden autokansipalojen onnettomuustutkintaraportteihin. M/S Silja Serenaden autokannen paloturvallisuuden kehittäminen oli osana opinnäytetyötä. Paloturvallisuuden kehittämiseen hain tietoa haastatteluilla ja kyselylomakkeella, jotka oli suunnattu M/S Silja Serenaden ja M/S Baltic Princessin paloturvallisuudesta vastaavalle henkilöstölle.</p> <p>Autokannen paloturvallisuus on tärkeä aluksen turvallisen kulun kannalta. Siksi siitä on huolehdittava asiaankuuluvalla tavalla ja tulipalon riskit pitää tunnistaa. Palon havaitsemis- ja sammutusjärjestelmien toimintakunto sekä miehistön valmiudet palonsammutukseen vaikuttavat siihen, kuinka hyvin palo saadaan torjuttua. Autokansipaloja on syttynyt vähän eikä suuria vahinkoja ole tapahtunut, koska paloturvallisuuslaitteet ovat toimineet ja niitä on käytetty oikein. Suuriin vahinkoihin johtaneissa tapauksissa palo on levinnyt nopeasti ja sammutustoiminta on ollut puutteellista.</p>		
<b>Asiasanat</b>		
Autokansi, tulipalo, paloturvallisuus, sammutusjärjestelmät, kehittäminen		

Author (authors)	Degree	Time
Jussi Saastamoinen	Bachelor of Engineering	November 2019
<b>Thesis title</b>		
Preparing for a car deck fire		58 pages 31 pages of appendices
<b>Commissioned by</b>		
M/S Silja Serenade		
<b>Supervisor</b>		
Tapani Salmenhaara		
<b>Abstract</b>		
<p>The objective of this thesis was to investigate car deck fire safety and preparations for a potential risk of fire. The thesis was commissioned by M/S Silja Serenade. The study aims to find the contributing factors of fires on car decks. In addition to this, development proposals were part of the study. The car deck has an open structure, which means that there is no fire-containing compartmentation. The open structure creates challenges in the event of fire. For this reason, it is important that the vessel's fire safety systems and crew's preparedness in case of fire are at a high level.</p>		
<p>This study aimed to identify the status of the vessels' car deck fire safety. In this respect, the structure of car deck, technical and operational fire safety and the risk of ignition were considered. Based on these factors, overall picture of the car deck fire safety was determined.</p>		
<p>The thesis study was conducted in cooperation with M/S Silja Serenade's engine crew. The description of the systems and procedures were obtained from that vessel. Car deck structures are almost the same on every vessel that have ro-ro-spaces. For this reason, this thesis can be utilized on the other vessels of the company. In this study, the focus was on fire safety publications, legislation and accident investigation reports. The improvement of car deck fire safety was also an aspect in the thesis. For this, information was sought by interviews and a questionnaire.</p>		
<p>The fire safety of the car deck is important for the safe navigation of the vessel. The status of the vessel's fire safety depends on the condition of systems and crew's competence. Fires on car decks are uncommon. In most cases, fires have caused only minor damages because fire safety systems have worked well, and they have been used properly. In the event of major damages, fire has spread quickly, and action during extinguishing has been inadequate.</p>		
<b>Keywords</b>		
car deck, fire, fire safety, extinguishing system, development		

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	SILJA LINE .....	8
2.1	M/S SILJA SERENADE .....	9
3	TOIMINTAYMPÄRISTÖ .....	9
3.1	Yleisesti .....	10
3.2	Palamisen edellytykset .....	10
3.3	Palojen luokitus.....	11
3.4	Autokansipalon vaarat .....	11
4	TEKNINEN PALOTURVALLISUUS.....	12
4.1	Autokannen rakenne.....	12
4.2	Palonilmaisimet.....	14
4.2.1	Savunilmaisin.....	14
4.2.2	Kaasuilmaisin.....	15
4.3	Kiinteät sammutusjärjestelmät.....	15
4.3.1	Palopumput.....	16
4.3.2	Kuivasprinkleri .....	16
4.3.3	Märkäsprinkleri .....	17
4.4	Palopostit.....	17
4.5	Vaahto .....	19
4.6	Käsisammuttimet .....	20
5	OPERATIIVINEN PALOTURVALLISUUS .....	21
5.1	Palon ennaltaehkäisy.....	21
5.3	Paloturvallisuuslaitteiden valvonta ja kunnossapito .....	23
6	LAINSÄÄDÄNTÖ .....	25
6.1	SOLAS.....	25
6.1.1	SOLAS II-2.....	26
6.1.2	SOLAS II-2, Sääntö 20: Ajoneuvotilojen, erityistilojen ja ro-ro-tilojen suojaus	28

6.1.3	Paloturvallisuusmääräysten kehitys .....	28
6.2	Fire Test Procedures code eli FTP .....	30
6.3	Fire Safety Systems code eli FSS-koodi.....	30
6.4	Suomen lippuvaltioviranomaisen Traficom .....	31
7	ONNETTOMUUSTAPAUKSIA .....	31
8	AUTOKANSIPALOJEN ESIINTYMINEN .....	32
8.1	Palojen esiintyminen aluskohtaisesti .....	32
9	TUTKIMUSMENETELMÄT .....	33
10	JOHTOPÄÄTÖSET .....	34
10.1	Autokannen rakenne.....	34
10.2	Palon syttymissyyt .....	35
10.3	Palon havaitseminen ja siihen reagointi.....	36
10.4	Palon sammutus ja miehistön toiminta palon aikana .....	36
10.5	Sammutusjärjestelmien toimivuus ja niiden käyttäminen.....	38
11	KEHITTÄMISEHDOTUKSET .....	39
11.1	Autokannen rakenne.....	39
11.2	Palon syttymissyyt .....	39
11.3	Palon havaitseminen ja siihen reagointi.....	40
11.4	Sammutusjärjestelmien toimivuus ja niiden käyttö.....	41
12	PALOTURVALLISUUSJÄRJESTELYT SILJA SERENADELLA .....	42
12.1	Perehdytys.....	42
12.2	Sammutus ja valvontajärjestelmät .....	42
12.2.1	Kuivasprinkler eli hajasuihkujärjestelmä .....	42
12.2.2	Sammutusvaahto.....	44
12.2.3	Siirrettävä vaahdonkehitin.....	45
12.2.4	Käsisammuttimet .....	45
12.2.5	Raivauskalusto .....	47
12.2.6	Palonilmaisimet.....	47
12.2.7	Kameravalvonta – CCTV .....	48

12.3	Järjestelmän testaus.....	49
12.4	Toiminta palon sattuessa.....	50
12.5	Harjoitukset.....	51
13	OPINNÄYTETYÖN YHTEENVETO.....	52
	LÄHTEET.....	54
	TAULUKKOLUETTELO	
	KUVALUETTELO	
	LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty yhdessä M/S Silja Serenaden paloturvallisuudesta vastaavan henkilöstön kanssa. M/S Silja Serenade on Tallink Silja Oy:n Helsinki–Maarianhamina–Tukholma-reitillä liikennöivä matkustaja-autolautta. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tutkia matkustaja-autolauttojen, ro-ro-laivojen, ropax-laivojen ja autolauttojen autokansien paloturvallisuuteen liittyviä asioita. Vaikka autokansilla sattuu suhteellisen vähän tulipaloja, niin autokannen avoin rakenne ja tiivistä pakatut lastiyskiköt luovat otolliset puitteet mahdollisen tulipalon leviämiseksi. Koska laivat liikkuvat yleensä yksin ja ulkopuolisen avun saaminen alukselle saattaa olla hankalaa, on tärkeää, että kaikki mahdolliset tulipalon riskit saadaan ehkäistyä ennakolta. Matkustaja-autolauttoilla ja ropax-aluksilla sattuvat tulipalot saattavat aiheuttaa isoa vahinkoa ympäristölle ja aiheuttaa vaaraa suurelle määrälle ihmisiä.

Merenkulun historiassa on tapahtunut autokansipaloja, joista osasta on selvitty pienin vaurioin, mutta osassa seuraukset ovat olleet tuhoisat. Tulipaloon reagointi ja palonsammutuslaitteiston toiminta ovat olleet ratkaisevassa asemassa lopputuloksen kannalta. Tapauksissa, joissa palo on havaittu nopeasti ja oikeisiin toimenpiteisiin on ryhdytty ripeästi, vahingot ovat olleet vähäisiä. Vaikka reagointi olisi nopeaa, voivat vioittuneet laitteet ja väärät toimenpiteet sammuttamiseen ryhtymisessä aiheuttaa aluksen menettämisen kokonaan ja lisäksi pahimmassa tapauksessa suuren määrän kuolonuhreja. Tämä osoittaa sen, että koulutuksella ja laitteiston toiminnan varmistamisella on suuri merkitys autokannen paloturvallisuuteen.

Tiedonkeruun työhöni olen suorittanut luotettavista internet-lähteistä ja alan kirjallisuudesta sekä haastatteluilla. Autokannen paloturvallisuudesta on annettu määräykset Solaksen II-2 -luvussa, jonka 20 sääntö määrää ajoneuvotilojen, erityistilojen ja ro-ro -tilojen suojauksesta. Paloturvallisuusmääräyksiä on ajan mittaan päivitetty. Tässä opinnäytetyössä olen tutkinut SOLAS 2014 -painosta. Teoriaosuuteen olen ottanut mukaan palonilmaisimien ja palonsammutusjärjestelmien toiminnan sekä sivunnut lain määrittämää palokoulutusta.

Opinnäytetyössäni pyrin löytämään kehityskohteita autokannen paloturvallisuuteen tutustumalla autokansipaloja koskeviin onnettomuustutkimusraportteihin. Lisäksi laadin autokansien paloturvallisuutta koskevan kyselylomakkeen (LIITE 1.), jonka lähetin M/S Silja Serenaden ja M/S Baltic Princessin paloturvallisuudesta vastaavalle henkilöstölle. M/S Baltic Princessin otin mukaan sen vuoksi, että eri alusten autokannet vastaavat rakenteeltaan hyvin lähelle toisiaan ja että otanta kyselyyn olisi suurempi. Baltic Princessiltä en kuitenkaan saanut vastauksia kyselyyni, joten tutkimukseni kohdentui vain Silja Serenadeen.

Tässä työssä etsin vastausta kysymykseen, miten autokannen tulipaloon on varauduttu teknisen ja operatiivisen paloturvallisuuden toimivuuden näkökulmasta. Pyrin saamaan vastauksen tähän tutkimalla tapahtuneita autokansipaloja. Tutkimukseni olen rajannut paloturvallisuusjärjestelmien toimintaan, koulutukseen, toimiin palon sattuessa sekä lastiyksiköihin liittyvien paloturvallisuusriskien tunnistamiseen. Työssäni en ole ottanut huomioon palosta välillisesti aiheutuvia tapahtumia, kuten aluksen evakuoimista tai toimintaa komentosillalla palon aikana.

## **2 SILJA LINE**

Silja Oy Ab on vuonna 1957 perustettu suomalainen varustamo. Vuonna 2006 se liitettiin osaksi virolaista AS Tallink Gruppia. Nykyään Tallink Silja Oy:n laivat seilaavat reitillä Helsinki–Maarianhamina–Tukholma ja Turku–Maarianhamina–Tukholma. (Tallink Silja 2018.)

Tallink Silja Oy:n eli tutummin Silja Linen väreissä laivoja on neljä. Helsinki–Maarianhamina–Tukholma -reitillä liikennöivät M/S Silja Serenade ja M/S Silja Symphony. Turku–Maarianhamina–Tukholma -reitillä liikennöivät M/S Baltic Princess ja M/S Galaxy. Näistä aluksista M/S Silja Serenade ja M/S Baltic Princess liikennöivät Suomen lipun alla, kun taas M/S Silja Symphony ja M/S Galaxy Ruotsin lipun alla. Nämä alukset ovat noin 200 metrisiä matkustaja-autolauttoja eli ne pystyvät kuljettamaan vajaa 3000 matkustajaa sekä 400 henkilöautoa tai 60 rekkaa. (Tallink Silja 2018.)



## 2.1 M/S SILJA SERENADE

M/S Silja Serenade on Tallink Silja Oy:n matkustaja-autolautta, joka liikennöi reitillä Helsinki – Maarianhamina – Tukholma. Se on rakennettu vuonna 1990 Masa-Yards Turku Shipyardin telakalla ja valmistuttuaan se oli aikansa suurin matkustaja-autolautta. Se on tunnettu erityisesti laivan pituussuuntaisesti kulkevasta Promenade-kävelykadusta, jonka varrella on matkustajia palvelevia liikkeitä ja ravintoloita. (Tallink Silja 2019.)

Taulukko 1. Silja Serenaden tekniset tiedot (Tallink Silja 2019)

Pituus	203.0 m
Leveys	35.8 m
Syväys	7.1 m
Koneteho	32 000 kW
Sähkön tuotanto	14 000 kVa
Nopeus	21/23 knt
Kaistametrit	950 m
Matkustajamäärä	2850
Miehistö	480
Bruttovetoisuus	58376 t
Nettovetoisuus	35961 t
Jääluokka	1 A Super

## 3 TOIMINTAYMPÄRISTÖ

Tässä luvussa kerrotaan palamisesta yleensä, palamisen edellytyksistä ja pajojen luokituksesta. Autokannen avoin rakenne ja siellä oleva palokuorma luovat palon leviämislle hyvät edellytykset.

### 3.1 Yleisesti

Palaminen on kemiallinen reaktio, joka saa aikaan valoa ja lämpöä. Tämän reaktion saa aikaan aineen yhtyminen happeen. Aineita, jotka saavat palamisen aikaan hapen kanssa, kutsutaan polttoaineiksi, jotka palaessaan kehittävät energiaa. Polttoaineita esiintyy kolmessa olomuodossa: jähmeänä, nesteenä tai kaasuna. (Hyttinen ym. 2010, 14.)

Palaminen voi tapahtua joko liekehtien tai hehkuen. Liekkipalaminen tapahtuu palavan kemiallisen reaktion seurauksena kaasun kanssa, kun taas hehkupalossa palotapahtuma tapahtuu jähmeän polttoaineen pinnalla. (Hyttinen ym. 2010, 14.)

Liekkipalossa palavat kaasut ja höyryt. Se aiheuttaa liekin, joka synnyttää ympäristöön valoa ja lämpöä. Savun muodostuminen on liekehtivässä palossa vähäisempää kuin hehkupalossa. Monissa paloissa voi esiintyä sekä liekehtivää että hehkuvaa palamista joko samanaikaisesti tai peräkkäin. (Hyttinen ym. 2010, 14.)

### 3.2 Palamisen edellytykset

Palaminen on mahdollista vain, jos kaikki sen vaatimat edellytykset täyttyvät samanaikaisesti. Mikäli joku palon edellytyksistä puuttuu, ei palamisreaktio ole mahdollinen (Pedanet s.a; Hyttinen ym. 2010, 17-18).

Jotta palo syttyy ja palaa, tarvitaan riittävän suuri lämpötila, joka on korkeampi kuin palavan aineen syttymispiste. Tällöin jähmeästä aineesta muodostuu pyrolyysin vaikutuksesta kaasuja. Riittävän suuren lämpötilan myötä nestemäiset polttoaineet alkavat kiehua ja tämän ansiosta syntyy myös kaasuja ja höyryjä. (Hyttinen ym. 2010, 17.)

Palaminen vaatii happea, jota esiintyy ilmassa normaalisti 21 t-%. Mikäli happipitoisuus laskee 16–12 t-%:iin, niin pieni liekki sammuu. Palaminen voi jatkaa vielä alemmissa happipitoisuuksissa, mikäli palo on erittäin voimakas. Palamiseen tarvitaan polttoaineita, jotka ovat yleensä hiilivetyjä. Myös kemikaalit ja metallit ovat polttoaineita, kuten esimerkiksi rikki ja rauta. Polttoai-

neiksi lasketaan kaikki aineet, jotka palaessaan synnyttävät enemmän lämpöä, mitä kuluu palamisreaktioihin. Tällainen reaktio on nimeltään eksotermisen palaminen. (Hyttinen ym. 2010, 17.)

Liekehtivään palamiseen tarvitaan vielä häiriintymätön ketjureaktio, koska se tapahtuu monien osareaktioiden kautta (Hyttinen ym. 2010, 18).

### 3.3 Palojen luokitus

Suomessa on käytössä SFS-EN 2 -standardi, joka jakaa palot neljään eri luokkaan. Luokat ovat nimetty A-, B-, C- ja D -luokiksi ja näitä kirjainmerkintöjä käytetään muun muassa käsisammuttimissa kertomaan, minkälaisia paloja niillä voidaan sammuttaa. Paloluokat ovat jaoteltu tarkemmin alla olevassa taulukossa. (Termipankki 2018.)

Taulukko 2. Paloluokat (Hyttinen ym. 2010, 19)

PALOLUOKKA	AINE	PALOTAPA	ESIMERKKI
A	Jähmeät aineet	Liekki, hehku, kyteminen	Puu, hiili, paperi
B	Nesteet	Liekki	Steariini, bensiini, petroli
C	Kaasut	Liekki	Nestekaasu, asetyleeni
D	Metallit	Liekki, hehku	Alumiini, magnesium

### 3.4 Autokansipalon vaarat

Mikäli autokannella pääsee syttymään tulipalo, aiheuttaa se suuren riskin koko laivalle ja sen henkilöstölle sekä matkustajille. Autokannen palokuormaan vaikuttaa siellä olevan lastin määrä ja laatu.

Autokansipalo voi saada alkunsa monesta eri syystä. Onnettomuustutkintareporttien mukaan suurin osa autokansipaloista on alkanut lastiyksiköstä eli henkilöautosta, rekasta tai trailerista. Syttymissyynä on ollut esimerkiksi sähkövika, jota ei ole voinut ennakoida ennen auton ajamista autokannelle. Koska

lastiyksiköt ovat pakattu autokannelle tiiviisti ja autokannen avoin rakenne mahdollistaa palon esteettömän leviämisen siellä, on tärkeää, että palo saadaan havaittua mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tällä varmistetaan se, että paloa päästään sammuttamaan ennen kuin se pääsee leviämään ja pahimmassa tapauksessa polttamaan koko laivan. Palon syttymislähde on saatava nopeasti selville, jotta paloa päästään sammuttamaan oikealla menetelmällä. Autokansipaloja on tapahtunut useita, mutta Itämerellä suurin on sattunut vuonna 2010, jolloin Lisco Gloria niminen ro-pax-alus paloi lähes kokonaan autokannella syttyneen ja nopeasti levinneen tulipalon johdosta.

## **4 TEKNINEN PALOTURVALLISUUS**

Tässä luvussa kerrotaan autokannen tekniseen paloturvallisuuteen liittyvistä asioista. Tekninen paloturvallisuus pitää sisällään autokannen rakenteen ja siihen liittyvät paloa rajoittavat tekijät. Lisäksi tässä luvussa käsitellään myös autokannen palontorjuntajärjestelmät.

### **4.1 Autokannen rakenne**

Autokantta rajaavat laipiot ja kannet tulee olla paloluokituksestaan A-60. Tämä tarkoittaa, että niiden on oltava valmistettu teräksestä tai muusta saman arvoisesta materiaalista. Niiden on oltava eristetty hyväksytyillä palamattomilla materiaaleilla. Autokannen vastakkaisen pinnan lämpötila ei saa nousta 140 °C (saumakohdat 180 °C) korkeammaksi alkuperäisestä lämpötilasta 60 minuutissa. Mikäli rajapinnan toisella puolella on esimerkiksi tankkeja, kuivatankkeja, saniteettitila tai pienen syttymisriskin omaava koneistotila, voidaan käyttää A-0 luokitusta. (SOLAS 2014, 125-126, 220.)

Autokansille asennettavissa sähkölaitteissa ja -kaapeleissa on otettava huomioon autokannella mahdollisesti syntyvät räjähdysriskit bensiini-ilmaseokset. Niiden on oltava rakenteeltaan soveltuvia tällaisiin olosuhteisiin. Sama pätee myös, mikäli sähkökaapeleita on asennettu ilmastointikanaviin. (SOLAS 2014, 219.)

Suurten matkustaja-autolauttojen autokansien ja erityistilojen ilmanvaihto on järjestettävä siten, että ilma vaihtuu vähintään 10 kertaa tunnin aikana. Ilmanvaihtojärjestelmän tarkoituksena on, että autokansille ei pääse muodostumaan

syttymisvaarallisia kaasuseoksia. Ilmanvaihto järjestetään usein tuulettimien avulla. Ilmanvaihtokanavat eivät saa olla yhteydessä laivan muun ilmastoinnin kanssa, ettei autokannella oleva ilma mene sitä kautta asuintiloihin. Lisäksi autokannen ilmanvaihtojärjestelmää on kyettävä seuraamaan ja ohjaamaan ulkoisesti, jotta se saadaan pysäytettyä, mikäli tulipalo syttyy. Ilmastointikanavien on oltava paloluokituksestaan A-60, mikäli ne kulkevat vaakasuorassa koneistotilojen läpi ja niiden palonestopeltien on oltava teräsrakenteisia. (SOLAS 2014, 218-219.)

Autokansi on varustettava automaattisilla palonilmaisimilla. Suomalaisia aluksia koskeva laki aluksen teknisestä paloturvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä (1686/2009), määrää savunilmaisimien ja lämpöilmaisimien sijoittamiselle kriteerit autokansilla. Savunilmaisimien sijoitus on toteutettava siten että niiden:

- Enimmäislattiapinta-ala ilmaisinta kohden: 74 m<sup>2</sup>
- Keskikohtien enimmäisvälimatka: 11 m
- Enimmäisetäisyys laipiosta: 5,5 m

Lämpöilmaisimien sijoitus on toteutettava siten, että niiden:

- Enimmäispinta-ala ilmaisinta kohden: 37 m<sup>2</sup>
- Keskikohtien enimmäisvälimatka: 9 m
- Enimmäisetäisyys laipiosta: 4,5 m

(Finlex 2015, 25.)

Autokansi on varustettava kiinteillä palonsammutusjärjestelmillä, joko kaasuilla tai vastaavan sammutustehon aikaansaavilla vesi- ja vaahtojärjestelmillä. Näiden järjestelmien on katettava koko autokansi. Järjestelmä laukaisu on pystyttävä suorittamaan lastitilasta erillään olevasta tilasta manuaalisesti. Sammutusjärjestelmän, joka käyttää sammutusaineena hiilidioksidia, on kyettävä laukaisemaan suljettuun tilaan kaasua sellainen määrä, joka vastaa 45 %:a tilan kokonaistilavuudesta. Mikäli kiinteä sammutusjärjestelmän sammuttava aine on muu kuin kaasu, on sen oltava vähintään yhtä tehokas kuin kaasusammutusjärjestelmän. Kiinteän vaahtojärjestelmän käyttäminen autokannella edellyttää, että siellä on myös kiinteä hajasuihkujärjestelmä. (SOLAS 2014, 220.)

Vesisuihkujärjestelmää käytettäessä on kyettävä varmistamaan sammutusveden poissaanti autokannelta, jotta aluksen vakavuus ei kärsi. Tämä toteutetaan ylivuotokaivoilla, joiden kautta autokannella oleva vesi poistetaan laidan yli mereen. Ylivuotokaivot on mitoitettava siten, että niillä pystytään poistamaan vähintään 125 prosenttia sekä kiinteään että paloletkuista saatavan veden määrästä. (SOLAS 2014, 220.)

Autokannen poistumistiet on sijoitettava siten, että sinne pysäköidystä autosta on poistumispaikalle enintään 20 metrin matka. Autot on pysäköitävä siten, että niiden välistä on esteetön pääsy poistumispaikalle. Poistumisteitä on oltava vähintään kaksi, joista vähintään toisesta on pääsy pystysuuntaiseen portaikkoon. Niiden on johdettava helposti pelastusvene- ja pelastuslautta-aseille. (Finlex 2015, 35-36.)

## **4.2 Palonilmaisimet**

Palonilmaisimilla tarkoitetaan laitteita, jotka on asennettu havaitsemaan tulipaloja. Palonilmaisimista muodostuva palonhavaitsemisjärjestelmän on oltava sellainen, että se kykenee havaitsemaan palonalut nopeasti. Palonilmaisimen asennuksen jälkeen sen toiminnan varmistamiseksi vaaditaan todenmukainen koetustaus. Kiinteiden palonilmaisimien lisäksi autokansilla on oltava kierto-  
vartiointi. (SOLAS 2014, 219.) Autokannella tulee olla palohälytyspainikkeita ja niiden suurin etäisyys toisistaan saa olla 20 metriä. Palonilmaisimet tulee asentaa kaikille ajoneuvoja kuljettaville kansille lukuun ottamatta avoimia tiloja. (SOLAS 2014, 220) (Finlex 2015, 44)

Palonilmaisimien on oltava yhteydessä valvomoon, jossa on jatkuva miehitys. Tällaisesta valvomosta on palohälytyksen tultua kyettävä sulkemaan palo-ovet ja palavan tilan tuuletus (SOLAS 2014, 220).

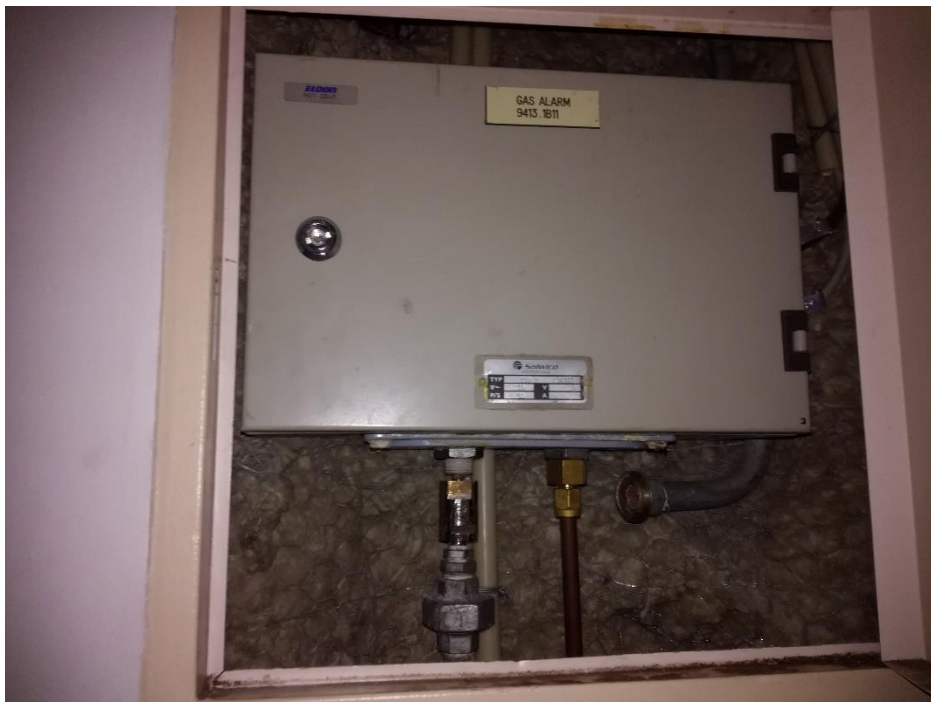
### **4.2.1 Savunilmaisimien**

Savunilmaisimien, eli optinen ilmaisimien, havaitsee tilassa leijailevan savun. Se tunnistaa etenkin suuret savuhiukkaset, jotka aiheuttavat häiriötä laitteen sisä-

seen valonlähteeseen ja tämä aiheuttaa tänne aktivoitumisen. Suuria savuhiukkasia syntyy hitaasti kyteivistä paloista, kuten esimerkiksi sähkölaitteista aiheutuvia paloja. (Etelä-Pohjanmaan pelastuslaitos, s.a.)

#### 4.2.2 Kaasuilmaisin

Kaasuilmaisin haistelee ilmassa olevia palovaarallisia kaasuja ja mikäli kaasujen pitoisuudet ylittävät asetetut arvot, antaa ilmaisin hälytyksen.



Kuva 1. Kaasuilmaisin, joka haistelee autokannella olevia kaasuja. Lastauksen ja purkauksen ajaksi se poistetaan käytöstä, koska silloin autokannella leijailee paljon autoista aiheutuvia kaasuja.

#### 4.3 Kiinteät sammutusjärjestelmät

Autokansille on asennettava joko kiinteä sammutuskaasujärjestelmä tai vaahdosammutusjärjestelmä, jolla saavutetaan vähintään samanarvoinen palonsuojaus (SOLAS 2014, 220).

Aluksen eri tiloihin on asennettava kiinteät palontorjuntajärjestelmät, jotka vastaavat toiminnaltaan ja ominaisuuksiltaan tehokasta tilojen suojausta niissä mahdollisesti alkavien tulipalojen varalta. Lisäksi niiden on oltava nopeasti saatavilla ja käyttövalmiina. Eri tilat vaativat erilaisia järjestelyitä, koska niiden palofyysiset ominaisuudet ovat erilaisia. Tässä luvussa keskitytään autokansilla oleviin sammutusjärjestelmiin. (SOLAS 2014, 176.)

Kiinteät sammutusjärjestelmät ovat nimensä mukaan kiinteitä eli ne on rakennettu alukseen jo sen ollessa telakalla tai myöhemmin sen jälkeen. Ne on suunniteltu siten, että ne antavat riittävän suojan paloa vastaan tilassa, johon ne on asennettu.

Kiinteät palonsammutusjärjestelmät ovat joko vesi- tai kaasutoimisia. Sammutuskaasujärjestelmät saavat paineensa omista kaasupulloista, mutta vesisammutusjärjestelmät tarvitsevat pumpput, jotta sammutusjärjestelmä saadaan paineistettua. Autokansilla sammutusvetenä toimii merivesi, jota palopumpput pumpaavat merivesikaivosta. Sen tulee sijaita tyhjän laivan vesilinjan alapuolella jäätyttömässä tilassa. (Häkkinen, P 1994, 176.)

#### **4.3.1 Palopumput**

Matkustaja-aluksilla, joiden bruttovetoisuus on yli 4000 tonnia, on oltava palopumppuja 3 kappaletta, joiden suurin tuottama paine on 10 baaria. Jokaisella palopumpulla on kyettävä saamaan vettä laivan jokaiseen osastoon myös putkirikon aikana. Näistä yhden on oltava käytettävissä hätäpalopumppuna eli sen on oltava kytkettävissä hätätauluun. Sen on sijaittava erillään koneistotiloista siten, ettei koneistotilassa sattuneen tulipalon savu pääse sinne. Palopumpuiksi voidaan hyväksyä kaikki saniteetti-, painolasti-, yleis- ja tyhjennyspumput, kunhan niillä ei pumpata öljyä. (Finlex 2015.) (Häkkinen 1994, 176)

Tulipalon sattuessa missä tahansa aluksella, on vähintään yhden palopumpun pystyttävä toimimaan siten, että se pystyy antamaan vettä kahdesta pisteestä 25m<sup>3</sup>/h (Finlex 2015).

#### **4.3.2 Kuivasprinkleri**

Kuivasprinklerillä tarkoitetaan sprinklerijärjestelmää, joka ei ole paineistettu. Paineistamattomalla tarkoitetaan, että sprinkleriputkistossa ei ole vettä, vaan palohälytyksen tultua tai testauksen yhteydessä sinne on luotava paine joko sprinkleri- tai palopumpulla. Järjestelmän laukaisu tapahtuu käsin ja sammutusvesi ohjataan manuaalisesti haluttuun kohteeseen. Se soveltuu käytettäväksi koneistotiloissa ja autokansilla. (W & M Fire Protection Systems 2018.)



Autokansille asennettava kuivasprinklerijärjestelmä on mitoittettava siten, että se antaa riittävän sammutustehon kahteen sammutussektoriin samanaikaisesti (Arvidson 2010, 7).

### 4.3.3 Märkäsprinkleri

Märkäsprinklerin toiminta eroaa kuivasprinklerin toiminnasta siten, että se on koko ajan paineistettu. Sprinklerin suuttimen päässä on ampulli, joka sisältää kiehuvaa ainetta ja lämpötilan kohotessa aineen laajentuminen rikkoo ampullin, jonka jälkeen suutin alkaa kehittämään vesisuihkua. Tällainen järjestelmä sopii käytettäväksi asuintiloihin. (Fireline 2018.)



Kuva 2. Sprinkleri-järjestelmän suuttimia. Vasemmalla kuivasprinklerin suutin ja oikeanpuoleiset märkäsprinklerin suuttimet.

## 4.4 Palopostit

Paloposti on palolinjaan yhdistetty vedenottopiste. Palopostit ovat kiinnitetty aluksen seinärakenteisiin, joissa niiden on kestettävä kuumuutta. Matkustajaaluksilla paloposteilta vaaditaan välitöntä käyttövalmiutta eli niiden on oltava paineistettu siten, että sulkuventtiili avaamalla se saadaan käyttökuuntoon. Palopostista voidaan myös irrottaa letku palopumpun ollessa käynnissä. (SOLAS 2014, 177,180.)

Palopostit ovat yhdistetty paloletkuihin, joiden pituus on 10–20 metriä. Paloletkujen on oltava kiinni palopostissa välittömän käyttövalmiuden varmistamiseksi, eikä niitä saa käyttää muuhun tarkoitukseen. Rakenteeltaan niiden on

oltava sellaiset, että ne kestävät järjestelmän tuottaman paineen. (SOLAS 2014, 178,180.)

Palopostien sijoittelun on oltava sellainen, että vähintään kahdesta palopostista saadaan ohjattua vesisuihku palavalle alueelle. Kun kahdesta palopostista syötetään vettä samanaikaisesti, on vedenpaineen oltava 4 000 brt:n matkustaja-aluksilla vähintään 4 baaria. (SOLAS 2014, 177.)

Mikäli aluksella on enemmän kuin yksi palopumppu, on sen kyettävä tuottamaan 80 % vaaditusta kokonaistehosta jaettuna asennettujen palopumppujen kokonaismäärällä. Yhden palopumpun on kyettävä siirtämään vettä 20 m<sup>3</sup> /h. Palohälytyksen tultua ainakin yhden palopumpun on käynnistytävä automaattisesti. Vähintään yksi palopumppu on pystyttävä käynnistämään kauko-ohjauksella aluksen komentosillalta. (SOLAS 2014, 180.)



Kuva 3. Paloposti Silja Serenaden autokannella.

## 4.5 Vaahto

Vaahdon määritelmä on kaasua nesteessä. Vaahdot ovat erilaisia vesiliuoksia. Jotta tämä määritelmä täyttyy, on kaasun osuuden oltava vähintään 50 % vaahdon kokonaistilavuudesta (Rosander & Giselsson 1994, 9).

Koska polttonesteet ovat vettä kevyempää, on niistä aiheutuvia paloja mahdollonta sammuttaa vedellä, sillä vesi vajoaa sammutettavan nesteen alapuolelle. Vaahdot sopivat polttoainepalojen sammuttamiseen. Vaahto on suureksi osaksi vettä. Vaahto muuttuu nestettä kevyemmäksi, kun siihen sekoitetaan kaasua. Tällöin vaahto jää palavan nesteen pinnalle. (Rosander & Giselsson 1994,10.)

Vaahdon sammutusteho perustuu jäähdytykseen ja eristämiseen. Koska vaahto sisältää paljon vettä, toimii se hyvänä jäähdyttäjänä hajotessaan palavan aineen pintaa. Vaahdossa olevat kaasukuplat sen sijaan eristävät liekkien pääsyn kosketuksiin palavien kaasujen kanssa, joita esiintyy palavan aineen pinnalla. (Rosander & Giselsson 1994, 12-13.)

Vaahdon valmistamiseen tarvitaan, vettä, vaahdotetta ja ilmaa. Nämä sekoitetaan keskenään, jolloin muodostuu vaahtoa. Esimerkiksi laivojen kiinteissä vaahtojärjestelmissä vaahdote pumpataan palolinjaan, jossa se sekoittuu veden kanssa. Lisäksi tarvitaan ilmaa, jota saadaan ilmaejektorin kautta. Ilman imemiseen järjestelmässä käytetään hyväksi palopumpun tuottamaa energiaa. (Rosander & Giselsson 1994, 14.)

Vaahdon ominaisuuksia kuvailtaessa puhutaan vaahtoluvusta, joka kertoo, kuinka paljon vaahtoliuoksessa on ilmaa. Esimerkiksi vaahtoluvun ollessa 50 tarkoitetaan, että valmiissa vesi + vaahtoliuoksessa on 50-kertainen määrä ilmaa verrattuna veden ja vaahdotteen määrään. Vaahdot voidaan jaotella vaahtoluvun mukaan alla olevan taulukon mukaan. (Rosander. & Giselsson 1994,15.)

Taulukko 3. Vaahtolukutaulukko. (Rosander &amp; Giselsson 1994, 15.)

<u>Vaahtotyyppi</u>	<u>Vaahtoluku</u>	<u>Tyypillinen arvo</u>
raskas vaahto	1- 20	7
keskivaahto	21 - 200	70
kevytvaahto	yli 201	700

#### 4.6 Käsiammuttimet

Käsiammuttimet ovat liikuteltavia alkusammutukseen käytettäviä sammutuslaitteita. Niitä on eri kokoisia ja ominaisuuksiltaan erilaisia. Käsiammuttimen koon ja ominaisuuden valintaan vaikuttaa sen käyttökohde. Kooltaan käsiammuttimet ovat enintään 20 kg. Niiden on oltava EN 3 -standardin hyväksymiä. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto s.a.)

Käsiammuttimet jaetaan vaahtosammuttimiin, jauhesammuttimiin, vesiammuttimiin ja hiilidioksidisammuttimiin. Eri sammuttimet soveltuvat eri paloluokkien alkusammutukseen, jotka ovat eritelty alla olevassa taulukossa. (Presto 2019.)

Sammutintyyppi	Soveltuvat paloluokat
Jauhe	ABC
Vaahto	AB
CO <sub>2</sub>	B

Taulukko 4. Paloluokat ja soveltuvat sammutintyyppit (Presto 2019).

Autokannelle on sijoitettava käsiammuttimia enintään 20 metrin välein. Lisäksi autokannella on oltava vähintään kolme veden sumutinta ja yksi siirrettävä vaahtonkehitysyksikkö (SOLAS 2014, 222).

## 5 OPERATIIVINEN PALOTURVALLISUUS

Tässä luvussa käsitellään operatiivista paloturvallisuutta autokansien osalta. Henkilöstön koulutus ja paloon valmistautuminen ovat tämän kappaleen keskeiset teemat.

### 5.1 Palon ennaltaehkäisy

Tulipalo voi aiheuttaa sattuessaan isoa vahinkoa ja sen ehkäiseminen on helpompaa kuin sammuttaminen. Palon ennaltaehkäisyyn pystytään vaikuttamaan tunnistamalla riskit ja ottamalla huomioon oikeat toimintatavat. (Suomen riskienhallintayhdistys 2012.) Autokansipaloja voidaan ehkäistä eri tavoin. Koulutus antaa miehistölle valmiudet varautua mahdolliseen tulipaloon. Varustamot antavat ohjeita autoilla matkustaville käytännön asioista autokannelle tuotavista ajoneuvoista ja niissä säilytettävistä tavaroista ja aineista. (KYSELYLOMAKE.)

### 5.2 Henkilöstön koulutus

Henkilöstön koulutus on osa paloturvallisuutta. Järjestelmät ja toimintatavat menettävät merkityksen, jos niiden kanssa ei osata toimia.

Ihmiset oppivat asioita monella tavalla, esimerkiksi erilaisilla harjoitteilla, havainnoimalla tai lukemalla ja kuuntelemalla. Oppimisen avulla ihmiset sopeutuvat paremmin toimintaympäristön luomiin haasteisiin (Etälukio s.a).

#### 5.2.1 STCW

Jokaisella aluksen kansi- ja koneosastoon kuuluvalla henkilöllä on oltava voimassa STCW:n mukainen hätätilanteiden peruskoulutus. Hätätilanteiden peruskoulutus on voimassa 5 vuotta. Koulutus pitää sisällään

- STCWA-VI/1-1 säännön mukainen pelastautumiskoulutus
- STCW A-VI/1-2 säännön mukainen palokoulutus
- STCW A-VI/1-3 säännön mukainen ensiapukoulutus
- STCW A-VI/1-4 säännön mukainen työsuojelu- ja alus sosiaalisena ympäristönä -koulutus (Trafi 2018b.)

STCW-palokoulutuksia järjestetään miehistö-, päällystö- ja palopäällikkötasolla. Miehistön palokoulutus vaaditaan kaikilta kansi- ja konepuolen henkilöiltä, jotka eivät kuulu aluksen päällystöön. Päällystön palokoulutus tulee olla suoritettuna kaikilla henkilöillä, jotka ovat joko kansi- tai konepäällystössä. Palopäällikkökoulutus on suunnattu aluksilla toimiville palopäälliköille.

### **5.2.2 Miehistön palokoulutus**

STCW A-VI / 1-2 -palokoulutus on suunnattu aluksen miehistössä toimiville henkilöille. Palokoulutus on pituudeltaan 2 päivää ja se pitää sisällään seuraavat asiat:

- Sammutusmenetelmät
- Sammutustekniikat
- Työturvallisuus
- Sammutusharjoitukset
- Paineilmahengityslaitteiden käyttö
- Savusukellusharjoitukset

(Meriturva 2018b.)

### **5.2.3 Päällystön palokoulutus**

STCW A-VI / 3 -palokoulutus on suunnattu alusten kansi- ja konepäällystölle. Palokoulutus on pituudeltaan 3 päivää ja se pitää sisällään seuraavat asiat:

- Sammutustaktiikan kertaus
- Sammutusharjoitukset
- Paineilmalaitteiden toiminnan ja huollon kertaaminen
- Etsintä-, pelastus- ja sammutusharjoitukset
- Sammutus- ja pelastussuunnitelman laatiminen
- Toiminta- ja johtamisharjoitus

(Meriturva 2018c.)

### **5.2.4 Alusten palopäällikkökurssi**

Palopäällikkökurssi ei ole STCW-kurssi, mutta varustamot voivat halutessaan kouluttaa henkilöstöään sen avulla. Palopäällikkökoulutus on pituudeltaan 6 päivää ja se on suunnattu alusten palopäälliköille. Kurssin tavoitteena on syventää STCW-palokoulutuksia laivapalojen sammuttamisen, johtamisen teorian ja käytännön harjoitusten muodossa. Palopäällikkökoulutuksessa perehdytään:

- Sammutteisiin ja sammutuslaitteiden toimintaan
- Paineilmalaitteiden rakenteeseen ja testaamiseen
- Kemikaalien tunnistamiseen ja torjuntaan kemikaalivuototilanteissa

Koulutus koostuu kolmesta moduulista, jotka ovat:

- Laivapalojen sammutustekniikka ja johtaminen
- Käytännön laivapaloharjoitukset
- Vaarallisten aineiden kurssi

(Meriturva 2018a.)

### **5.3 Paloturvallisuuslaitteiden valvonta ja kunnossapito**

Tarkastuksista ja paloturvallisuuslaitteiston kunnossapidosta on oltava selkeä suunnitelma. Tarkastuksia tehdään määräajoin riippuen tarkastettavasta kohteesta joko viikoittain, kuukausittain, neljännesvuosittain, vuosittain tai viiden vuoden välein. (Finlex 2015.)

Kansainvälisessä liikenteessä oleville aluksille tehdään määräajoin paloturvallisuuslaitteiden tarkastuksia. Näillä pyritään varmistamaan, että laitteisiin ei tule yllättäviä ja ennalta-arvaamattomia vikoja. Tarkastuksissa kaikkien palontorjuntalaitteiden on oltava omilla paikoillaan ja toimintakuntoisia. Mikäli näissä varusteissa esiintyy tarkastusten yhteydessä puutteita, on ne korjattava ennen kuin alus pääsee lähtemään merelle. Tarkastuksista vastaa Suomen lippuvaltioturvallinen Traficom tai luokituslaitosten edustajat. (Laivojen paloturvallisuus ja satamien palontorjuntavalmius 1982, 5.)

Laki aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä (1686/2009) (Finlex 2015. 28-29), jonka antopäivä on 12.6.2015 ja voimaantulopäivä

1.7.2015. Tarkastukset ja testit määritetään lain kohdissa 2.11.3.1 – 2.11.11. määrää aluksien paloturvallisuuslaitteiden tarkastuksista seuraavasti:

3. Viikoittain suoritettavat testit ja tarkastukset:

3.1 kuulutus- ja hälytysjärjestelmien toiminta; ja

3.2 hengityslaitteiden paineilmapullojen vuototarkastus.

4. Kuukausittain suoritettavat testit ja tarkastukset:

4.1 palomiehen varusteet, palonsammuttimet, palopostit ja letkujen ja suutin-  
ten sijainti oikeilla paikoillaan asianmukaisessa kunnossa;

4.2 kiinteiden palonsammutusjärjestelmien laitteet, kuten sulkuventtiilien oi-  
kea asento, paineet, sprinklerijärjestelmän painetankin pinnankorkeus;

4.3 sprinklerijärjestelmän pumpun automaattinen käynnistyminen paineen  
laskiessa järjestelmässä;

4.4 palopumppujen toiminta; ja

4.5 kaasupalonsammutusjärjestelmien vuototarkastus.

5. Neljännesvuosittain suoritettavat testit ja tarkastukset:

5.1 sprinklerijärjestelmän automaattiset hälytykset käyttäen jokaisen lohkon  
testiventtiiliä;

5.2 kaikkien palo-ovien ja -peltien käsikäyttö; ja

5.3 kiinteiden kaasupalonsammutusjärjestelmien kaasupullojen liitoskohtien  
tiiviyys

6. Vuosittain suoritettavat testit ja tarkastukset:

6.1 kaikkien sammuttimien paikkojen, paineen ja kunnan tarkastus;

6.2 paloilmaisinjärjestelmän toiminta;

6.3 kaikkien palo-ovien ja -peltien kaukokäyttö;

6.4 kiinteiden vaahto- ja vesisummutusjärjestelmien toiminta;

6.5 kaikkien kiinteiden sammutusjärjestelmien luokse päästävien kompo-  
nenttien kunnan visuaalinen tarkastus;

6.6 palopumppujen ja muiden kiinteiden palonsammutusjärjestelmien pump-  
pujen virtaustestit oikean paineen ja virtauksen määrittämiseksi;

6.7 kaikkien palopostien toiminta; 6.8 sprinklerijärjestelmän syöttö palopum-  
pulla;

6.9 kaikkien paloletkujen testaus vedellä;

6.10 kiinteiden palonsammutusjärjestelmien ohjausventtiilit;

6.11 ilman puhallus kaasusammutusjärjestelmien putkiston läpi;



6.12 palonsammutusaineen määrän tarkistus kiinteässä kaasusammutusjärjestelmässä; ja

6.13 palonsammutusaineen määrän tarkistus kiinteässä vaahtosammutusjärjestelmässä tai muussa lisäainetta käyttävässä vesipohjaisessa sammutusjärjestelmässä.

7. Viiden vuoden välein suoritettavat testit ja tarkastukset:

7.1 kiinteiden sammutusjärjestelmien ohjausventtiilien sisäpuolinen tarkastus.

8. Tarkastukset ja testit painelaitteille on tehtävä voimassa olevien painelaitesäännösten mukaisesti.

9. Käsiammuttimen tarkastus on tehtävä vuoden välein. Käsiammuttimen tarkastuksessa ja huollossa on noudatettava käsiammuttimien tarkastuksesta ja huollosta annettua sisäasiainministeriön asetusta (917/2005).

10. Laivan miehistön tai ulkopuolisen huoltajan suorittamaa laivan palonsammutusjärjestelmien ja -välineistön huoltoa, käyttöä ja tarkastusta varten on oltava selvät ohjeet.

11. Suoritettujen huoltojen ja tarkastusten ajankohdat ja havaitut puutteet tulee kirjata.

## **6 LAINSÄÄDÄNTÖ**

Tämä luku käsittelee merenkulun turvallisuuteen ja etenkin paloturvallisuuteen liittyvästä lainsäädännöstä yleisellä tasolla. Tässä luvussa kerrotaan Solaksesta ja sen sisällöstä sekä Suomen lippuvaltioviranomaisesta Traficomista pääpiirteittäin. SOLAS II-2:n sisällöstä kerrotaan hieman tarkemmin.

### **6.1 SOLAS**

SOLAS (International Convention of the Safety of Life at Sea) on YK:n alaisen IMO:n (International Maritime Organization) kansainvälinen yleissopimus ihmishengen turvallisuudesta merellä. RMS Titanicin vuonna 1912 sattunut on-

nettomuus antoi lähtösäyksen SOLAS-yleissopimukselle. Se sisältää vaatimuksia muun muassa alusten rakenteellisista ominaisuuksista ja toimintavoista eri tilanteissa.

SOLAS:ta on tarkennettu useaan kertaan, kun sille on katsottu olevan tarvetta. Nykyisin voimassa on vuonna 1974 hyväksytty yleissopimus (SOLAS 1974), joka tuli voimaan vuonna 1980. Sitä on päivitetty ja muutettu useaan kertaan. (IMO 2018d.)

SOLAS koostuu kolmestatoista luvusta, jotka ovat:

- SOLAS I, Yleiset säädökset
- SOLAS II, Rakenne – Osastointi ja vakavuus, koneistot ja sähkölaitteet
- SOLAS II-2, Palontorjunta, palon havaitseminen ja palon sammuttaminen
- SOLAS III, Hengenpelastuslaitteet ja -järjestelyt
- SOLAS IV, Radioviestintä
- SOLAS V, Turvallisuus ja Navigointi
- SOLAS VI, Lastin kuljetus
- SOLAS VII, Vaarallisten aineiden kuljetus
- SOLAS VIII, Ydinvoimakäyttöiset alukset
- SOLAS IX, Aluksen turvallisuusjohtaminen
- SOLAS X, Turvallisuusvaatimukset suurnopeusaluksille
- SOLAS XI-1, Eritysvaatimukset merenkulun turvallisuuden parantamiseksi
- SOLAS XI-2, Eritysvaatimukset meriturvallisuuden parantamiseksi
- SOLAS XII, Muita varotoimia irtolastia kuljettaville aluksille
- SOLAS XIII, Vaatimustenmukaisuuden tarkistaminen
- SOLAS XIV, Turvavaatimukset arktisilla vesillä operoiville aluksille (IMO 2018e.)

### **6.1.1 SOLAS II-2**

SOLAS II-2 -luku antaa tarkat ja yksityiskohtaiset määräykset aluksen paloturvallisuudelle sen rakenteen ja toiminnallisten vaatimusten täyttämiseksi. Lisäksi se antaa myös ohjeet ja määräykset, joilla nämä vaatimukset saadaan täytettyä. SOLAS II-2 sisältää myös matkustaja- ja säiliöaluksien paloturvallisuutta koskevat lisävaatimukset.

SOLAS II-2 koostuu seitsemästä osasta, A-G:

- A – YLEISTÄ: Tämä osa sisältää paloturvallisuustavoitteet ja toiminnalliset vaatimukset. Tulipalo pyritään estämään kokonaan tai rajoittamaan se mahdollisimman pienelle alueelle ja tehdä aluksessa olevien ihmisten poistuminen mahdollisimman esteettömäksi ja helpoksi. Se antaa vaatimukset myös aluksen paloturvalliselle rakenteelle ja sillä varmistetaan, että palontorjuntatehtäviin päästään niin helposti kuin mahdollista.
- B – TULIPALON JA RÄJÄHDYKSEN EHKÄISY: Tämä osa pitää sisällään toimenpiteet, joilla ehkäistään vaarallisista kaasusta ja polttonesteistä aiheutuvat tulipalot ja räjähdykset. Se pitää sisällään niin rakenteellisia kuin toiminnallisia vaatimuksia.
- C – TULIPALON TUKAHDUTTAMINEN: Tämä osa sisältää vaatimukset palon havaitsemisesta ja hälyttämisestä, siten että palo ei pääse leviämään syttymispaikastaan muualla. Sisältää rakenteelliset ja toiminnalliset vaatimukset.
- D – POISTUMINEN: Tämä osa pitää sisällään palosta ilmoittamisen aluksen henkilökunnalle ja matkustajille. Sisältää vaatimukset poistumisteiden turvallisuudesta ja niiden esteettömyydestä.
- E – TOIMINNALLISET VAATIMUKSET: Tämä osa pitää sisällään vaatimukset toiminnasta palon jo sattuessa. Ohjeiden, harjoitusten ja paloturvallisuuskaavion mukaiset tehtävät on oltava kaikilla henkilökunnan jäsenillä hallussa, jotta toiminta hätätilanteessa on mutkatonta. Myös paloturvallinen alus- ja lastinkäsittelytoiminta kuuluu SOLAS:n E – osaan.
- F – VAIHTOEHTOISET SUUNNITTELUT JA JÄRJESTELYT: Tämä osa pitää sisällään eri menetelmiä, jotka pitävät sisällään paloturvallisuuden vaihtoehtoisia suunnittelua ja järjestelyä. Vaihtoehtoisilla menetelmillä on saavutettava vähintään sama turvallisuustaso kuin pakollisilla menetelmillä.

- G – ERIKOISVAATIMUKSET: Tämä osa pitää sisällään eri tilojen paloturvallisuusvaatimukset ja sen, miten palontorjunta on siellä järjestettävä. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi helikopterialueet ja autokannet.

### **6.1.2 SOLAS II-2, Sääntö 20: Ajoneuvotilojen, erityistilojen ja ro-ro-tilojen suojaus**

SOLAS II-2 sääntö 20 antaa lisämääräykset aluksille, joissa on ajoneuvotiloja, erityistiloja ja ro-ro -tiloja. Tällaisilla aluksilla on oltava riittävät järjestelyt edellä mainittujen tilojen palovaaroihin liittyen. Se antaa määräykset näiden tilojen rakenteellisesta paloturvallisuudesta, palon havaitsemisesta sekä hälytys- ja sammutusjärjestelmistä.

### **6.1.3 Paloturvallisuusmääräysten kehitys**

RMS Titanicin uppoaminen vuonna 1912 sai aikaan sen, että myös alusten paloturvallisuusmääräyksiä aloitettiin kehittämään. Ensimmäinen maailmansota viivästytti uusien paloturvallisuutta koskevien määräysten voimaantuloa ja uudet määräykset tulivat voimaan vasta 1929. Nämä määräykset loivat pohjan SOLAS-sopimukselle, joka sisälsi perusteet alusten paloturvallisuudelle. Vuoden 1929 sopimuksen jälkeen alusten paloturvallisuudesta opittiin paljon uusia asioita, mikä johti uuden, vuonna 1948 voimaan tulleen SOLAS-sopimuksen käyttöönottoon.

Vuonna 1934 tapahtui Morro Castle -nimisellä aluksella tulipalo, joka vaati 134 ihmisen hengen. Tämä tapaus johti tutkimuksiin, joiden perusteella alettiin palamattomien rakennusmateriaalien käyttöä, jotka ovat perustana tämän päivän rakennevaatimuksille. Esimerkiksi palo-ovien automatisointi ja koko aluksen kattava kiinteiden palojärjestelmien asentaminen matkustaja-aluksiin on saanut alkunsa tämän haverin ansiosta. Myös toisen maailmansodan aikana kehittynyt merenkulkuteknologia johti osaltaan vuoden 1948 sopimuksen synty-

miseen. SOLAS II -lukuun se toi mukanaan D, E ja F -osat. 1948 voimaan tulut sopimuksen vaatimukset koskivat matkustaja-alusten lisäksi osittain myös lastialuksia.

Vuonna 1960 solmittiin uusi SOLAS-sopimus. Sen ansiosta vuonna 1948 määritetyt vaatimukset alkoivat koskemaan kokonaisuudessaan matkustaja-alusten lisäksi myös lastialuksia.

Aiemmin solmitut SOLAS-sopimukset olivat asettaneet paloturvallisuusvaatimuksia matkusta-aluksille, mutta ne osoittautuivat riittämättömiksi. 1960-luvulla kansainvälisen liikenteen matkustaja-aluksilla ilmeni useita paloturvallisuusongelmia, joiden vaatimat muutokset päivitettiin vuoden 1974 sopimukseen, joka tuli voimaan vuonna 1980. Suurin uudistus tässä sopimuksessa oli SOLAS II -luvun jakaminen 1 ja 2 osaan. SOLAS II-1 käsittelee aluksen rakenteellisia vähimmäisvaatimuksia ja II-2 sisältää vähimmäismääräykset palosuojelusta, palon havaitsemisesta ja palon sammutuksesta. Lisäksi se edellytti matkustaja-alusten rakentamista palamattomista materiaaleista ja asetti vaatimukset kiinteistä palonilmais- ja palontorjuntajärjestelmistä. Uusia päivityksiä tuli myös eri tyyppisille rahtialuksille, kuten esimerkiksi tankkilaivoille.

Vuonna 1990 tapahtui Scandinavian Star -nimisellä matkustaja-aluksella tulipalo, joka vaati 158 ihmisen hengen. Tämä tapaus toi esiin uusia kysymyksiä alusten paloturvallisuudesta ja evakuointijärjestelyistä. Joulukuussa 1992 tuli voimaan uusi laki paloturvallisuuteen liittyen. Se koski kaikkia uusia ja jo olemassa olevia aluksia. Tämä vaati aluksiin uusimmat kiinteät automaattisammutusjärjestelmät, palonilmaisujärjestelmät, palamattomien rakennusmateriaalien käytön laipioissa ja hätävalaistuksen parantamisen. Vuonna 1992 SOLAS II -lukua muutettiin selkeämmäksi ja käyttäjäystävällisemmäksi. (IMO 2018c.)

## 6.2 Fire Test Procedures code eli FTP

SOLAS II -luvun rinnalle tuli käyttöön FTP-koodi vuonna 1996. FTP-koodi eli FireTest Procedures code on erillinen palokoesäännöstö, jolla pyritään parantamaan aluksen rakenteellista paloturvallisuutta. Se koostuu seuraavista palokokeista:

- Palamattomuuskoe
- Savu- ja myrkyllisyyskoe
- Palo-ovien testaus
- Rakennepintojen palokoe
- Kansipintojen palokoe
- Kankaiden ja kalvojen palokoe
- Huonekalujen ja verhoilun palokoe
- Vuodevaatteiden palokoe (IMO 2018b.)

## 6.3 Fire Safety Systems code eli FSS-koodi

Vuonna 2000 SOLAS II-2 -luku uudistettiin kokonaan ja se tuli voimaan vuonna 2002. Tällä uudistuksella siitä saatiin käyttäjäystävällisempi, sillä SOLAS II-2:sta erotettiin erilleen FSS-koodi, joka sisältää osia SOLAS II-2:sta. FSS koostuu 15 luvusta, jotka ovat:

1. Yleistä
2. Kansainvälinen laituriliitin
3. Henkilösuojaus
4. Käsiammuttimet
5. Kiinteät kaasusammutusjärjestelmät
6. Kiinteät vaahtosammutusjärjestelmät
7. Kiinteät vesisammutus- ja vesisumujärjestelmät
8. Automaattiset sprinklaus- ja hälytysjärjestelmät
9. Kiinteät palon havaitsemis- ja hälytysjärjestelmät
10. Hätävalaistus
11. Näytteenottoon perustuvat savunhavaitsemisjärjestelmät
12. Hätäpalopumput
13. Hätäpoistumistiet
14. Kiinteät vaahtosammutusjärjestelmät kannella
15. Inerttikaasujärjestelmät (IMO 2018a.)

## 6.4 Suomen lippuvaltioviranomaisen Traficom

Liikenteen turvallisuusvirasto Traficom on Suomessa maa-, ilma- ja meriliikenteen turvallisuudesta vastaava viranomaisena. Merenkulussa sen tehtävänä on huolehtia yhdessä merenkulun kattojärjestö IMO:n (International Maritime Organization) kanssa suomalaisten ja Suomessa vierailevien alusten turvallisuudesta merenkulusta.

Traficom vastaa suomalaisten merenkulkijoiden pätevyyksistä ja niiden myöntämisestä. Se voi tehdä tarkastuksia aluksille joko pistokokein tai kotimaisille aluksille sovituin väliajoin. Kotimaisille aluksille tehtävät tarkastukset voidaan sanoa katsastuksiksi ja niissä käydään läpi asiat, jotka vaikuttavat aluksen turvalliseen merenkulkuun aluksen rakenteiden ja järjestelmien perusteella, sekä miehistön pätevyksien perusteella. (Trafi 2018a.)

## 7 ONNETTOMUUSTAPAUKSIA

Tässä työssä on tarkasteltu yhtätoista onnettomuustapausta autokansipaloihin liittyen 1999–2017 väliseltä ajalta. Palojen seuraukset ovat vaihdelleet pienistä vaurioista aluksen menettämiseen. Tapahtumakuvaukset on kerätty internetlähteistä. Yhteenvedotaulukko onnettomuuksista on tämän opinnäytetyön liitteenä. (LIITE 2.)

Tutkitut onnettomuustapaukset ovat opinnäytetyön liitteinä.

- M/S Cinderella (LIITE 3)
- M/S Amorella (LIITE 4)
- M/S Honor (LIITE 5)
- M/S Lisco Gloria (LIITE 6)
- M/S Al Salaam Boccaccio 98 (LIITE 7)
- M/S Und Adriyatik (LIITE 8)
- M/S Corona Seaways (LIITE 9)
- M/S Pearl of Scandinavia (LIITE 10)
- M/S Corona Seaways (LIITE 11)
- M/S Norman Atlantic (LIITE 12)
- M/S Stena Spirit (LIITE 13)

## 8 AUTOKANSIPALOJEN ESIINTYMINEN

DNV-GL on laatinut listauksen ropax- ja ro-ro-aluksilla sekä autolaivoilla sattuneista autokansipalojen määristä sekä syistä ja seurauksista. Listaus on tehty vuosien 2005-2016 aikana sattuneista tulipaloista alusten ro-ro -tiloissa. Alla olevasta taulukosta selviää, millaisia syttymislähteitä näillä aluksilla on ollut. Taulukon tiedot perustuvat EMSA:n (European Maritime Safety Agency) raportteihin, haastatteluihin ja onnettomuustutkintaraportteihin. Tässä luvussa käsitellään autokansipalojen esiintymismäärät alustyyppikohtaisesti. (DNV-GL 2016a.)

Taulukko 5. Taulukko autokansipalojen syttymislähteistä (DNV-GL 2016a).

Tapaukset	Ro-pax	Ro-ro	Autolautat	Yhteensä
Bussit, kuorma-autot	2	0	0	2
Autot (ei uudet)	2	1	2	5
Uudet autot	0	0	1	1
Muut ajoneuvot	0	1	0	1
Rekat	5	0	0	5
Kylmäkontit + liitännät	4	0	0	4
Sähköautot	1	0	0	1
Siirrosta johtuvat	0	2	1	3
Ei tiedossa	4	4	6	14
Yhteensä	18	8	9	35

### 8.1 Palojen esiintyminen aluskohtaisesti

Ro-pax- aluksilla sattui 2005-2016 yhteensä 18 tulipaloa. Laskennallinen oletettu laivasto on 750 alusta (yli 4000grt). Tämä tarkoittaa sitä, että tulipaloja sattui 0,002 laivavuotta kohden. Näistä tapauksista viisi johti isoon vahinkoon, aluksen jättämiseen tai henkilövahinkoihin. Suurten palojen todennäköisyys on siis 0,00056 paloa laivavuotta kohden. (DNV-GL 2016b.)

Ro-ro-aluksilla tapahtui 2005-2016 yhteensä 8 tulipaloa. Näissä tapauksissa laskennallinen oletettu laivasto oli 560 alusta (yli 4000 grt). Tämä tarkoittaa



0,00119 tulipaloa laivavuotta kohti. Yhdessä tapauksessa alus menetettiin kokonaan ja suurta tuhoa aiheuttaneiden palojen esiintymistodennäköisyys on 0,0003 tulipaloa laivavuotta kohden. (DNV-GL 2016c.)

Autolautoilla tapahtui 2005-2016 yhteensä 9 tulipaloa. Laskennallinen oletettu laivasto oli 825 alusta. Tämä tarkoittaa 0,0091 paloa laivavuotta kohden. Paloista kolme oli suuria ja yksi tulipalo vaati yhden kuolonuhrin, joka tuli hiilidioksidisammutusjärjestelmän laukaisun yhteydessä. Suuria vahinkoja aiheuttavien palojen osuus on 0,00040 tulipaloa laivavuotta kohden. (DNV-GL 2016d.)

Autokansipalojen laskennallinen todennäköisyys on pieni. Kaikki kolme alustyyppi mukaan lukien autokannen tulipaloja sattuu laskennallisesti keskimäärin 500-3300 vuoden välein joka aluksella. Nykyään alusten ikä on keskimäärin 25-30 vuotta, joten yhden aluksen kohdalla autokannen tulipalon syttymistodennäköisyys on erittäin pieni sen elinkaaren aikana (Shippedia 2013).

## **9 TUTKIMUSMENETELMÄT**

Opinnäytetyöni teoriaosassa perehdyin autokansien tekniseen ja operatiiviseen paloturvallisuuteen sekä alan lainsäädäntöön kirjallisuuden ja luotettavien internet-lähteiden avulla. Lainsäädännön osalta olen tutkinut SOLAS 2014 -painosta

Tapaustutkimuksina käytin vuosien 1999-2017 välisenä aikana tapahtuneita autokansipaloja. Lähteinä käytin onnettomuustutkintaraportteja, joista olen referoinut 11 eri tapauksen palojen syttymissyitä, palon torjunnan sekä palosta aiheutuneet seuraukset. Tapaustutkimusten avulla pyrin löytämään yhtäläisyyksiä palojen syttymisissä, toimenpiteistä palon aikana sekä näiden yhteisvaikutuksista palon seurauksiin.

Autokansien paloturvallisuuden yleisen tarkastelun lisäksi syvennyin M/S Silja Serenaden autokannen paloturvallisuuteen. Tarkoituksena oli kerätä data kyselylomakkeella ja haastatteluilla autokannen paloturvallisuuteen liittyvistä asioista. Lomakkeella haettiin tietoja autokannen operatiiviseen paloturvallisuuteen. Haastattelu oli suunnattu M/S Silja Serenaden ja M/S Baltic Princessin

paloturvallisuudesta vastaavalle päällystölle. Pienestä vastausmäärästä johtuen kyselyaineiston hyödyntäminen jäi vähäiseksi.

## 10 JOHTOPÄÄTÖSET

Autokansipaloja on syttynyt eri syistä. Yhteistä paloille on se, että niitä ei ole voinut ennustaa etukäteen. Tässä työssä tarkastelluissa yhdessätoista tapauksessa palot olivat saaneet alkunsa lähes poikkeuksetta lastiyksikössä ilmenneen teknisen vian ansiosta. Laivan tekniset järjestelmät eivät ole aiheuttaneet paloja, tästä esimerkkinä autokansilla kulkeneet sähkökaapelit. Pa-loissa vaurioituneet kaapelit ja hydraulikkaöljyputket ovat sitä vastoin saattaneet aiheuttaa palon leviämistä ja aluksen ohjauksen menettämisen. Tässä kappaleessa kerrotaan miten eri seikat ovat vaikuttaneet aluksella olleeseen autokansipaloon. Käsiteltävät asiat ovat:

- Autokannen rakenteen vaikutus tulipaloon
- Palon syttymissy
- Palon havaitseminen ja siihen reagoiminen
- Palon sammutus ja miehistön toiminta palon aikana
- Sammutusjärjestelmien toimivuus ja käyttäminen

### 10.1 Autokannen rakenne

Tutkituissa onnettomuustapauksissa autokansien rakenteet olivat suljettuja tai osittain avoimia. Autokannen suljetulla rakenteella tarkoitetaan, ettei se ole alttiina suoranaisesti ulkoisille säätekijöille, kuten tuulelle. Osittain avoin autokansi eroaa suljetusta autokannesta siten, että sitä ei ole suljettu laipioilla tai se on osittain suljettu eli aluksen kyljissä on aukkoja. Osittain avoin autokansi on altis sääolosuhteille.

Tutkituista tapauksista kolmessa tulipalo sai alkunsa tai levisi osittain avoimelle autokannelle. Nämä tapaukset sattuivat seuraavilla aluksilla:

- M/S Lisco Gloria
- M/S Und Adriyatik

- M/S Norman Atlantic

Yhteistä näissä tapauksissa oli se, että alus menetettiin joko kokonaan tai lähes kokonaan. Palon sattuessa sääolosuhteet olivat tuuliset ja palo levisi nopeasti laajalle alalle. Nopean leviämisen syystä niitä saatu sammutettua.

## 10.2 Palon syttymissyyt

Tutkituissa tapauksissa palojen syttymissyitä oli monenlaisia. Yhteistä näille oli se, että ne saivat alkunsa lastiyksiköistä. Yleisin syy oli tekninen vika, mutta kahdessa tapauksessa itse lasti oli aiheuttanut palon. Alla on lueteltu palojen syttymissyyt:

- Lastina olleet grillihiilet, M/S Cinderella
- Henkilöauton sähkövika, M/S Amorella
- Vika henkilöauton starttimoottorissa, M/S Honor
- Kylmäkontin tai rekan sähkövika, M/S Lisco Gloria
- Matkalaukkuvaunun matkatavara, M/S Al Salam Boccacio
- Rekan lämmityslaite, M/S Und Adriyatik
- Kylmäkontin sähkösyöttö, M/S Commodore Clipper
- Sähköauton räjähdys, M/S Pearl of Scandinavia
- Sähkövika käytetyssä kuorma-autossa, M/S Corona Seaways
- Ei tarkkaa tietoa, M/S Norman Atlantic
- Vika kylmäkontissa, M/S Stena Spirit

Kahdeksassa palotapauksessa lastiyksiköissä esiintyi teknisiä vikoja, joita on vaikea ennustaa etukäteen. Riskianalyysin tekeminen on hankalaa, koska satamassaoloajat ovat rajalliset. Palo voi saada alkunsa sattuman varaisesti missä kohtaa autokantta tahansa. Palon syttymissyyllä ei näytä olevan suoraa vaikutusta palon lopputulokseen.

### 10.3 Palon havaitseminen ja siihen reagointi

Tarkastelluissa tapauksissa palot on havaittu joko palonilmaisujärjestelmän antaman hälytyksen kautta tai vahtihenkilöstön havainnolla. Kaikissa tapauksissa hälytyksen oikeellisuus on tarkistettu videovalvonnan avulla tai lähettämällä oletetulle palopaikalle henkilö. Suuressa osassa tapauksia palopaikalle lähetetty henkilö joutui poistumaan palopaikalta, koska hänellä ei ollut palolta ja savulta suojaavaa varustusta. Tapauksissa, joissa paikalle mennyt henkilöstö alkoi sammuttaa paloa ilman suojaavaa varustusta, jouduttiin poistumaan sankan savun vuoksi. Tästä syystä paloja ei päästy sammuttamaan heti, kun niistä oli saatu varmuus.

### 10.4 Palon sammutus ja miehistön toiminta palon aikana

Tutkituissa tapauksissa paloja on sammutettu sekä aluksen kiinteillä sammutusjärjestelmillä että siirrettävällä palonsammutuskalustolla. Sammutusaineina käytettiin vettä, hiilidioksidia ja sammutusvaahtoa. Tapauksissa, jossa paloa päästiin sammuttamaan, käytettiin useampaa sammutusjärjestelmää samanaikaisesti, lukuun ottamatta M/S Cinderella ja M/S Stena Spiritillä sattuneita tulipaloja. Yleisin käytäntö oli, että itse paloa sammutetaan aluksen kiinteällä sammutusjärjestelmällä eli tutkituissa tapauksissa hajasuihkulla tai hiilidioksidilla. Kiinteän sammutusjärjestelmän tukena paloletkuja käytettiin paloa ympäröivien alueiden rakenteiden jäähdyttämiseen, jolla pyrittiin vahvistamaan sammutusefektia ja estämään palon leviäminen.

Palo saatiin sammumaan aluksen oman miehistön sekä ulkoisen avun ja sammutusjärjestelmien ansiosta aluksen ollessa merellä seuraavissa tapauksissa:

- M/S Cinderella: paloletkut
- M/S Amorella: jauhesammutin, hajasuihkujärjestelmä, paloletkut, vaahto
- M/S Honor: hiilidioksidi, paloletkut
- Pearl of Scandinavia: hajasuihkujärjestelmä, laivalle helikopterilla saapunut palokunta

Miehistön toiminnalla ja aluksen omia sammutusjärjestelmiä käyttäen palon leviäminen pystyttiin hidastamaan siten, että alus pääsi satamaan, jossa palo sammutettiin paikallisen palokunnan toimesta:

- M/S Commodore Clipper, hajasuihkujärjestelmä, paloletkut
- M/S Corona Seaways: hiilidioksidi, paloletkut
- M/S Stena Spirit: hajasuihkujärjestelmä

Neljässä tapauksessa palo aiheutti aluksen menettämisen tai mittavat vahingot aluksen rakenteisiin ja lastiyksiköihin. Seuraavissa tapauksissa sammuttamista ei päästy aloittamaan tai se oli tehotonta:

- M/S Lisco Gloria. Aluksen menettäminen. Paloalueen yläpuolisia rakenteita jäädytettiin paloletkuilla.
- M/S Al Salam Boccacio. Alus kaatui ja upposi. Hajasuihkujärjestelmän ja paloletkujen käyttö aiheutti tulvan autokannelle.
- M/S Und Adriyatik. Aluksen menettäminen. Sammutusta ei tehty.
- M/V Norman Atlantic. Alus ja lasti kärsivät suuria vahinkoja. Hajasuihkuventtiilit avattiin ohjaamaan vesi väärälle kannelle.

Pienet tulipalot / palon alut saatiin sammutettua aluksen ollessa merellä tai saatiin rajoitettua palon leviäminen siten, että alus pääsi satamaan. Satamassa palopaikalle saatiin ulkopuolista apua. Niissä tapauksissa, joissa palo levisi nopeasti ja sammuttaminen aloitettiin myöhäisessä vaiheessa, vahingot olivat mittavat.

Miehistön sammutustoimet vaikuttivat osaltaan palon lopputulokseen. Palot saatiin sammumaan tehokkaiden sammutustoimenpiteiden ansiosta. Alusten palontorjuntajärjestelmillä pystyttiin vastaamaan tulipaloihin ja rajoittamaan niitä silloin, kun palo ei ollut levinnyt laajalle alalle. Haasteita palon sammuttamiselle ahtaissa lastitiloissa toivat palot, jotka olivat syttyneet lastiyksiköissä tai ne olivat levinneet lastiyksikön, kuten rekan tavaratilaan, jonne sammutusainetta oli vaikea saada. Tällaiset palot saatiin sammumaan vasta, kun lastia päästiin purkamaan pois autokannelta.

Tapaukset, joissa palopaikat olivat avoimia, sammutusaineen vaikutus päästiin ohjaamaan suoraan kohteisiin, jolloin sammutus oli tehokasta. Näissä tapauksissa oli riski, että palo leviäisi muihin lastiyksiköihin. Neljässä tapauksessa palot johtivat suuriin tuhoihin. Tapauksissa, jotka johtivat joko aluksien tai lastiyksiköiden pieniin vaurioihin, saatiin palo tehokkaasti rajattua.

## 10.5 Sammutusjärjestelmien toimivuus ja niiden käyttäminen

Sammutusjärjestelmien toimivuus ja niiden oikeanlainen käyttäminen sekä nopea reagointi osoittautuivat tärkeiksi tekijöiksi palojen seurausten kannalta.

Kaikissa tutkituissa tapauksissa, joissa palo saatiin hallintaan joko merellä tai satamassa, palontorjuntalaitteisto toimi hyvin. Tapaukset, joissa lopputulokseksi olivat suuret vahingot, palontorjuntalaitteisto ei lähtenyt käyntiin tai sitä käytettiin virheellisesti. Alla on lueteltu huomioita palontorjuntajärjestelmien toiminnasta palotapauksissa.

- M/S Cinderella: Paloletkuilla saatiin sammutettua kannelle levinnyt palava aine. Hajasuihkujärjestelmän käyttö ei olisi hyödyttänyt tässä tapauksessa, koska palava aine oli rekan perävaunussa, johon sen sammutusvesi ei olisi päässyt.
- M/S Amorella: Käsiammuttimella tukahdutettiin ajoneuvon moottoritalasta nouseva savu. Tämän jälkeen auton konepellin alle päästiin paloletkulla. Siirrettävä vaahtosammutin toimi hyvin ja sillä sammutettiin auton palavia rakenteita.
- M/S Honor: Kiinteä hiilidioksidisammutin toimi hyvin. Palavan tilan ilmanvaihto suljettiin, jolloin sinne ei päässyt lisää paloilmaa. Paloletkuilla saatiin jäähdytettyä palotilan rakenteita.
- M/S Lisco Gloria: Hajasuihkujärjestelmä ei lähtenyt käyntiin, mikä esti palon sammuttamisen.
- M/S Al Salam Boccacio 98: Hajasuihkujärjestelmä ja paloletkut toimivat, mutta liiallinen sammutusveden käyttö aiheutti vapaita nestepintoja autokannella. Tämä aiheutti aluksen kaatumisen.
- M/S Und Adriyatik: Paloletkut eivät paineistuneet, eikä hajasuihkujärjestelmä vapauttanut vettä autokannelle. Vika palopumpuissa.
- M/S Commodore Clipper: Hajasuihkujärjestelmä ja palopostit toimivat. Autokannelle joutuneet perunat tukkivat osittain ylivuotokaivot, minkä vuoksi hajasuihkujärjestelmä jouduttiin kytkemään välillä pois päältä, jotta autokannelle joutunut sammutusvesi pääsi valumaan pois.
- M/S Pearl Of Scandinavia: Hajasuihkujärjestelmä toimi ja antoi tarvittavan sammutustehon.
- M/S Corona Seaways: Hiilidioksidijärjestelmä ei aluksi laukaissut kaikkea siinä olevaa hiilidioksidia palotilaan, mutta tämä huomattiin nopeasti ja siihen reagoitiin nopeasti. Paloletkut toimivat ja niillä jäähdytettiin paloalueen ympäröiviä rakenteita

- M/S Norman Atlantic: Hajasuihkujärjestelmä toimi, mutta sammutusvesi ohjattiin väärälle kannelle.
- M/V Stena Spirit: Hajasuihkujärjestelmä toimi ja sillä estettiin palon leviäminen.

## **11 KEHITTÄMISEHDOTUKSET**

Tässä kappaleessa käsitellään asioita, joiden avulla ro-ro -tiloissa tapahtuviin tulipaloihin voidaan valmistautua paremmin. Kehittämisehdotukset ovat johdettu kappaleen 10 johtopäätöksistä.

### **11.1 Autokannen rakenne**

Kolmessa onnettomuustapauksessa, joissa autokannen rakenne oli osittain avoin, palo aiheutti suuria vahinkoja sen nopean leviämisen takia. Nopea leviäminen johtui siitä, että tuuliefekti pääsi vaikuttamaan autokansilla. Osittain avoimien autokansien tuuliefektiä voitaisiin mahdollisesti pienentää niiden aukkoihin asennettavilla luukuilla. Luukut voidaan sulkea merimatkan ajaksi. Toinen vaihtoehto on, että luukut varustetaan automatiikalla, joka sulkisi ne palohälytyksen tultua. Tällöin tuuliefektin vaikutus vähenee.

### **11.2 Palon syttymissy**

Palon syttymissyillä ei näytä olevan vaikutusta palon lopputulokseen. Suurin osa paloista sai alkunsa lastiyksiköiden teknisistä vioista. Kahdessa tapauksessa palon aiheutti lastiyksiköissä olleiden lastien syttyminen.

Koska tekniset viat ovat aiheuttaneet suuren määrän paloja, varustamot voisivat laatia selvityslistan lastiyksiköiden teknisestä kunnosta, joka lastiyksikön omistajan tulee täyttää ennen matkaa. Tämän avulla aluksen miehistö pystyisi tekemään riskianalyysin lastiyksiköistä. Lastiyksiköt voitaisiin arvioida riskin mukaisesti ja sijoittaa autokannelle siten, että mahdollisessa palotilanteessa sammutus onnistuisi parhaalla mahdollisella tavalla.

### 11.3 Palon havaitseminen ja siihen reagointi

Palon havaitseminen aluksilla vaikuttaa pääsääntöisesti olevan hyvällä mallilla. Palon varmistaminen on pienessä osassa tapauksia jäänyt vajavaiseksi. Palotilaan on päästy, mutta varsinaista palon syttymislähdettä ei ole pystytty kaikissa tapauksessa varmistamaan savusta johtuvan huonon näkyvyyden ja autokannelle tiiviisti lastattujen lastiyksiköiden vuoksi. Näistä syistä palon syttymislähteelle ei ole päästy tai sitä ei olla nähty valvontakameralla. Näissä tapauksissa voisi toimia kannettava lämpökamera, jolla palon varmistava henkilö saisi jonkinlaisen kuvan palopaikasta ja palon laajuudesta. Tällöin palosta raportointi saisi vankemman pohjan ja arviointi tarvittavista resursseista niin sammuttajien kuin sammutusjärjestelmien osalta olisi helpompi suorittaa. Kannettavat lämpökamerat ovat hyvä apu myös sammuttamisen aikana, sillä niiden avulla pystytään näkemään, ovatko rakenteet kuumenneet.

Paloja päästiin sammuttamaan 17-45 minuuttia ensimmäisistä palohälytyksistä. Varmuus palon saannista ja sijainnista kestää oman aikansa ja lisäksi, mikäli paloja lähdettiin sammuttamaan siirrettävällä sammutuskalustolla, aikaa kului miehistön järjestymiseen, suojarahusteiden pukemiseen ja sammutuskaluston saamiseen palopaikalle. Harjoittelun lisäämisellä näihin toimiin voitaisiin saada lisää varmuutta ja järjestelmällisyyttä, joiden ansiosta aikaa säästettäisiin.

Lastiyksiköiden tiivis sijoittelu autokansilla on hidastanut sammutusryhmien pääsyä palopaikalle. Tästä syystä väljempi sijoittelu autokannella kulkemista. Tämä tarkoittaisi lastiyksiköiden määrän vähenemistä, millä puolestaan on negatiivisia kustannusvaikutuksia varustamoille.

Palokierroksilla olevien henkilöiden tulisi kiinnittää huomiota autokansilla olevien ajoneuvojen sähkölaitteiden toimintaan. Esimerkiksi mikäli autokannella olevasta autosta kuuluu tuulettimen tai lämmityslaitteen ääntä, olisi syytä varmistaa, että ne ovat tarkoituksenmukaisia. Tarkoituksenmukaisuuden voi tiedustella henkilöltä, joka on merkattu ajoneuvon kuljettajalta.

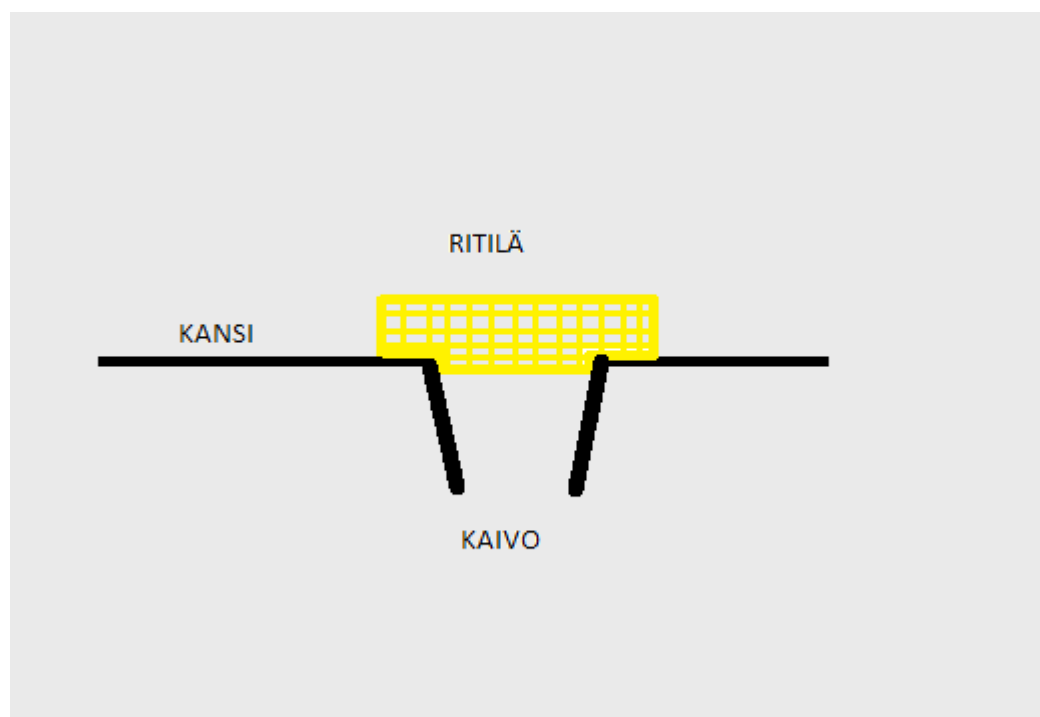


## 11.4 Sammutusjärjestelmien toimivuus ja niiden käyttö

Tapauksissa, joissa sammutusainetta ei saatu palopaikalle, ei paloja päästy sammuttamaan ajoissa. Tämä johtui joko siitä, että sammutusjärjestelmät eivät lähteneet käyntiin tai niitä käytettiin väärin.

Järjestelmien toimimattomuus johtuu pääasiassa teknisistä vioista. Tekninen vika voi tulla koska vain, mutta sen esiintymistä voidaan pienentää järjestelmän säännöllisellä testaamisella ja huoltamisella.

Sammutusjärjestelmien virheellinen käyttö on johtanut tapauksiin, joissa sammuttavaa ainetta on johdettu autokannelle liikaa. Liika vesi autokansilla on aiheuttanut aluksille kallistumia ja kaatumisen. Liiallinen vesi on johtunut siitä, ettei vesi ole päässyt autokannelta pois, koska ylivuotokaivot ovat tukkeutuneet. Tukkeutumista voisi estää ylivuotokaivojen päälle asennettavilla ritilöillä, jotka estäisivät kannella olevan sammutusveden mukanaan kuljettaman aineksen joutumisen sinne.



Kuva 4. Havainnekuva ylivuotokaivon päälle tulevasta ritilästä.

## **12 PALOTURVALLISUUSJÄRJESTELYT SILJA SERENADELLA**

Tämän osion tiedot on saatu M/S Silja Serenaden autokannen paloturvallisuuteen liittyvän kyselylomakkeen (Kyselylomake, liite 1) avulla ja Silja Serenaden päivämerstarilta, Jari Simpuralta (2018). Silja Serenaden autokannen paloturvallisuusjärjestelyt ovat voimassaolevan lainsäädännön mukaiset. Järjestelmien tarkemmat kuvaukset löytyvät luvusta 4 Tekninen paloturvallisuus.

### **12.1 Perehdytys**

Uusi henkilöstö perehdytetään autokannen paloturvallisuuteen. Perehdytyksessä tutustutaan autokannen toimintajärjestelmiin ja työskentelytapoihin. Perehdytysmateriaalit ovat miehistön saatavilla ohjekirjoissa. Silja Serenadella on nimetty vastuuhenkilö, joka vastaa ohjeiden ja muun materiaalin ajantasaisuudesta.

### **12.2 Sammutus ja valvontajärjestelmät**

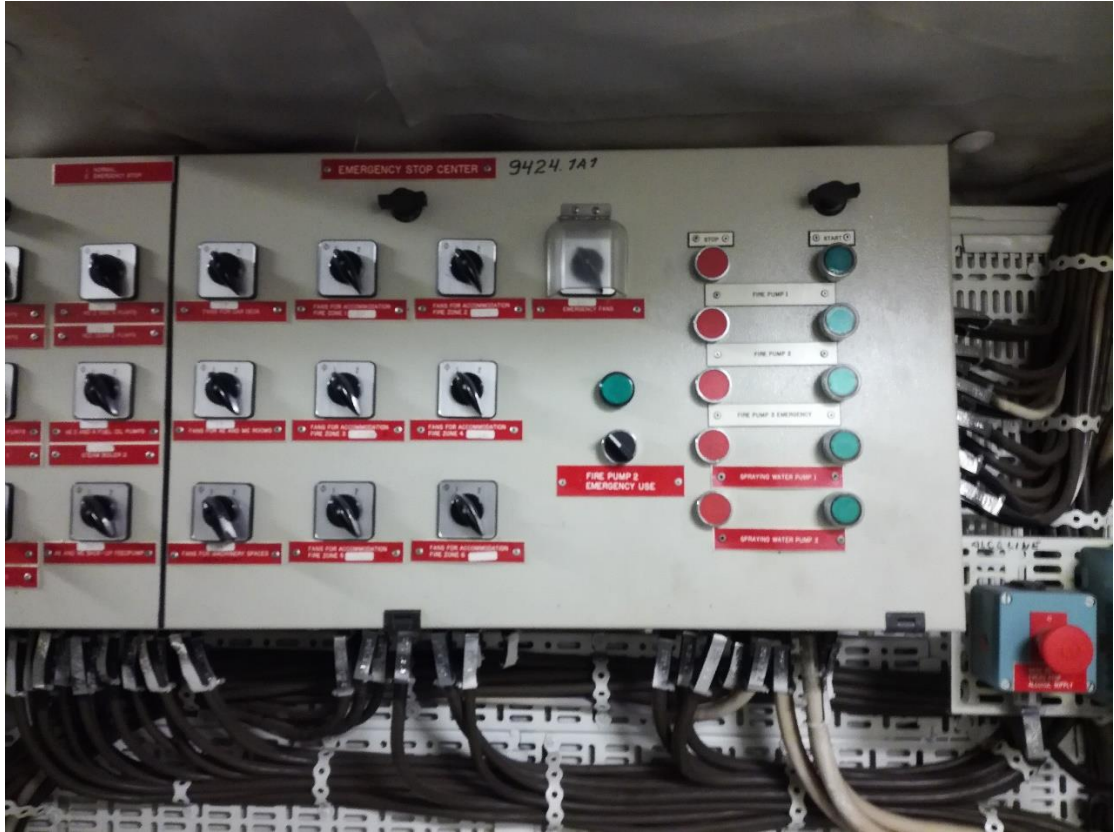
M/S Silja Serenaden autokannella on käytössä kiinteä kuivasprinkler -järjestelmä eli hajasuihkujärjestelmä ja kiinteä vaahdotusjärjestelmä, joka on yhteydessä hajasuihkujärjestelmään. Kiinteän sammutusjärjestelmän lisäksi autokannella on paloposteja, siirrettäviä vaahdonkehitysyksiköitä ja käsisammuttimia.

#### **12.2.1 Kuivasprinkler eli hajasuihkujärjestelmä**

Silja Serenadella on autokansipalojen varalle kiinteä kuivasprinkler-järjestelmä. Tämä tarkoittaa, että järjestelmän putkisto ei ole paineistettu, eikä se näin ollen ole automaattinen. Mikäli autokannella havaitaan tulipalo, on sammutusjärjestelmä aktivoitava käsin. Tämä tapahtuu aluksen 4. kannella olevasta Safety-huoneesta, josta käsin kiinteän sammutusjärjestelmän käyttö ohjataan.

Silja Serenade on varustettu kahdella sprinkleripumpulla sekä kolmella palopumpulla. Palopumppujen pumppauskapasiteetti on 150 m<sup>3</sup>/h. Näistä palo-

pumpuista yksi on kytkettävissä hätätauluun ja sijaitsee erillään muista koneis-  
titoiloista. Palopumpuista jokainen saadaan kytkettyä autokannen sprinklerijär-  
jestelmään, jonka sammutusvetenä toimii merivesi, joka pumpataan järjestel-  
mään merivesikaivosta.



Kuva 5. Autokannen kiinteän sammutusjärjestelmän käyttöpaneeli.



Kuva 6. Sprinkleripumput ja yksi palopumppu.

### 12.2.2 Sammutusvaahto

Silja Serenaden autokansi saadaan tarpeen mukaan vaahtotettua kokonaan. Laitteistohuoneessa on kaksi vaahtosäiliötä ja yksi pumppu, jolla vaahto ohjataan sprinkleriputkistoon. Vaahtosäiliöt ovat varustettu mekaanisella sulkuventtiilillä, jotta vaahtosäiliöiden pinta ei laskeudu ajan saatossa. Venttiili sijaitsee vaahtosäiliöiden välittömässä läheisyydessä. Vaahto ohjataan autokannelle sprinkleriputkiston ja sprinkerisuuttimien kautta. Sillä saadaan peitettyä tarvittaessa koko autokansi.

Säiliöissä oleva vaahtoneste tarkistetaan kolmen vuoden välein laboratoriossa. Tarkistuksilla on tarkoitus varmistaa, että vaahton kemialliset ominaisuudet ja sammutuskyky ovat vaadittavalla tasolla.



Kuva 7. Vaahtosäiliöt, pumppu ja käyttöpaneeli.

### 12.2.3 Siirrettävä vaahtonkehitin

Silja Serenaden autokannella on kiinteän sammutusjärjestelmän lisäksi käytössä siirrettävää sammutuskalustoa. Autokannen välittömästä läheisyydestä löytyy kolme siirrettävää vaahtoyksikköä. Nämä sijaitsevat aluksen 3. kannella laivan keula-, keski- ja peräosassa paapuurin puolella.

### 12.2.4 Käsiammuttimet

Autokannelle käsiammuttimiksi on valittu jauhesammuttimet, koska ne ovat sammutuskyvyltään monipuolisimmat. Sammuttimien paikat on merkattu selvästi, jotta ne on helppo löytää. Autokannen läheisyydestä, 4. kannen paloasemalta, löytyy suuri määrä käsiammuttimia, mikäli niitä tarvitaan palopaikalle enemmän.

Aluksen sammuttimien viranomaistarkastusväli on yksi vuosi, mutta laivan oma henkilöstö tarkistaa niitä kuukauden välein. Miehistön tekemät tarkastukset ja yhteistyö viranomaistarkastajien välillä on aluksen päivämestarin vastuulla.





Kuva 8. Siirrettävä vaahtoyksikkö ja käsisammutin. Vaahtonesteet ovat sinisissä kanistereissa.



Kuva 9. Paloaseman käsisammutinkapasiteettia.

### **12.2.5 Raivauskalusto**

M/S Silja Serenadelta löytyy raivauskalustoa, kuten kirveitä ja sorkkarautoja. Raivauskalustoa käytetään, mikäli ajoneuvoon on päästävää sisään tai siitä on poistettava korin osia palon sammuttamisen helpottamiseksi.

### **12.2.6 Palonilmaisimet**

M/S Silja Serenaden autokansi on varustettu sekä savunilmaisimilla että kaasuilmaisimilla. Savunilmaisimia avulla autokannella tapahtuvat palot pystytään havaitsemaan jo kytemisvaiheessa. Kaasuilmaisimilla havaitaan autokannella leijailevat erilaiset palosta aiheutuvat kaasut. Aluksen Safety-huoneessa sijaitsee kaasuilmaisimen merkkitaulu, josta hälytyksen tultua saadaan selville, millaisia pitoisuuksia palavia kaasuja autokannella on. Palonilmaisimien huollosta ja tarkastuksista vastaa aluksen sähkömestari.

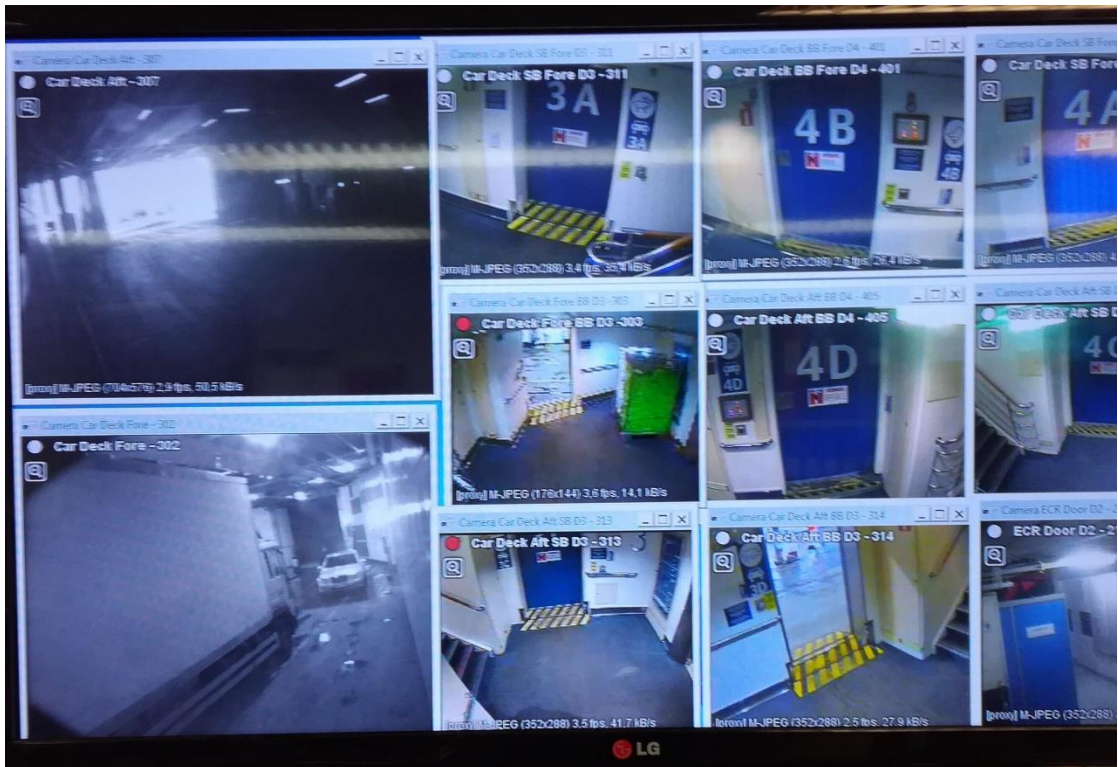


Kuva 10. Safety-huoneen kaasuilmatisintaulu.

### 12.2.7 Kameravalvonta – CCTV

Kaasu- ja savuilmatisimien lisäksi autokannella on automaattinen kameravalvonta. Kameroita autokannella on kaksi kappaletta. Autokannen jokaisessa aulassa on kamerat. Autokannen kamerat kuvaavat sekä aluksen perä- että keulaosaan.





Kuva 11. Valvontakameroiden kuvaa autokannelta ja autokansille johtavista auloista.

### 12.3 Järjestelmän testaus

Silja Serenadella autokannen sprinklerijärjestelmä testataan joka kuukausi lohko kerrallaan. Huolto-ohjelman mukainen testausjärjestys on perästä keulaan eli ensimmäisen kuukauden osalta testataan lohko 2, toisen kuukauden osalta lohko 3 ja niin edelleen. Kun kaikki lohkot on testattu, alkaa kierto alusta.

Testaus tapahtuu siten, että huolto-ohjelman mukainen lohko sprinklataan merivedellä. Sprinklauksen jälkeen tarkistetaan, että kansi on kastunut koko sammutuslohkon alalta. Mikäli jokin alue on jäänyt kuivaksi, on todennäköistä, että suutin on rikkoutunut ja se vaihdetaan uuteen.

Järjestelmän putkivuodot tarkistetaan samassa yhteydessä. Kun järjestelmä on testattu, huuhdellaan se makealla vedellä korroosion ja meriveden sisältämien suolojen mahdollisesti aikaansaamien tukosten ehkäisemiseksi. Makeavesihuuhtelun jälkeen putkiston läpi ajetaan paineilmaa, jotta se saadaan kuivaksi.

Jokainen testaus dokumentoidaan MPM-ohjelmaan (Marine Planned Maintenance) jonne merkitään tehdyt toimenpiteet sekä mahdolliset viat ja puutteet. Sprinklauksen huolto-ohjelmasta ja testauksesta vastaa aluksen päivämestari. Järjestelmän testauksella varmistetaan autokannen kiinteän sammutusjärjestelmän toimintavalmius

Suomen lippuvaltioviranomaisena toimivan Traficomien vuosittaisissa tarkastuksissa autokannen palotorjuntajärjestelmät tarkastetaan joka kerta. Tämä tapahtuu samalla tavalla kuin aluksen omissa huolto-ohjelman mukaisissa tarkastuksissa, mutta Traficomien tarkastuksessa voidaan kerralla tarkastaa koko autokannen sprinklaustoiminta tai vain tietyt lohkot. Mikäli tarkastuksessa ilmaantuu puutteita, on ne korjattava ennen kuin alus saa lähteä satamasta.

#### **12.4 Toiminta palon sattuessa**

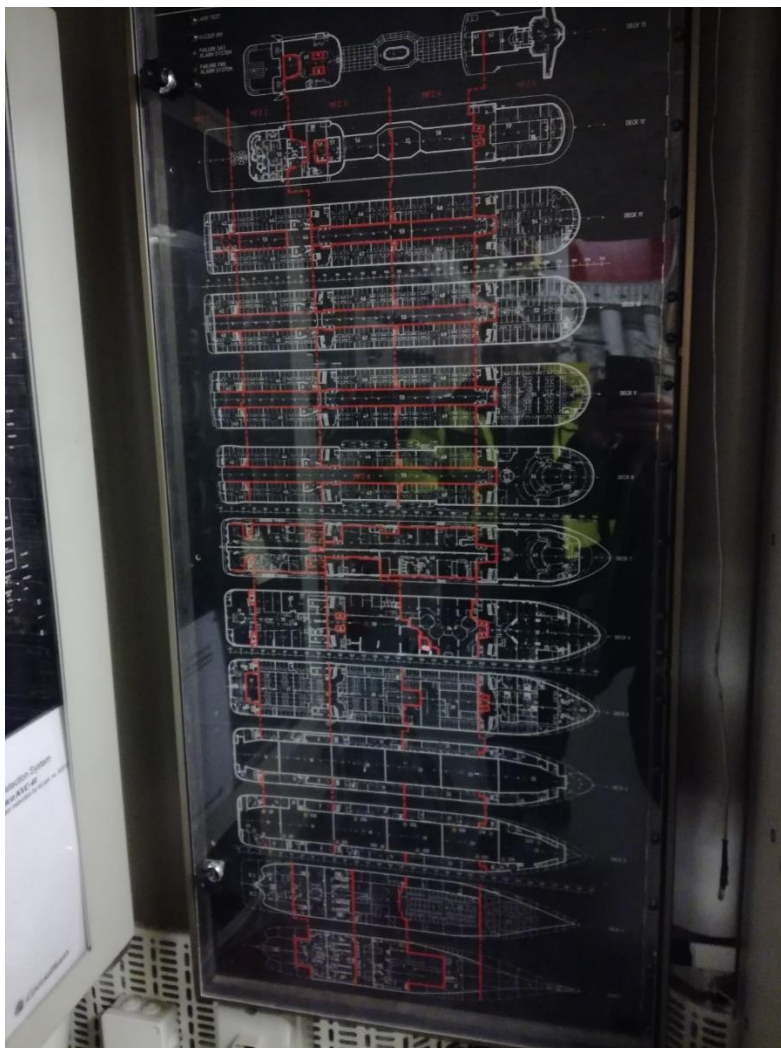
Mikäli autokannella syttyy tulipalo ja sprinkleri päätetään ottaa käyttöön, tapahtuu tämä aluksen 4. kannella sijaitsevasta Safety-huoneesta, jossa sijaitsee sprinkleri- ja palopumppujen käyttöpaneeli. Hälytyksen tullessa aluksen päivämestari miehittää Safety-huoneen ja johtaa autokannen kiinteän sammutusjärjestelmän käyttöä. Safety-huoneessa on paloilmaintaulu, josta nähdään kohde, josta hälytys on tullut. Sama taulu on aluksen komentosillalla ja konevalvomossa. Kynnys sprinklerin käyttämiseen Silja Serenadella on matala, koska vesi toimii tehokkaana palokaasujen jäähdyttäjänä.

Silja Serenaden autokansi saadaan tehokkaasti tuuletettua palon jälkeen. Aluksen keula- ja peräosassa on tuulettimet, joiden avulla savu saadaan ohjattua pois autokannelta. Lisäksi on mahdollista avata autokannen peräramppi tuuletuksen tehostamiseksi. Perärampin avaamisen myötä on mahdollista työntää palava lastiyksikkö mereen, mikäli se sijaitsee autokannen peräosassa.

Mikäli palo vaatii sammuttamista muilla keinoin kuin kiinteää sammutusjärjestelmää käyttäen, niin hälytyksen tultua sammutusryhmät kokoontuvat määrätuille kokoontumisasemille. Sammutusryhmille on määritetty omat tehtävänsä, joiden mukaan ne toimivat palotilanteissa. Jokaisella sammutusryhmällä on

omat ryhmänjohtajat, jotka johtavat sammutustoimintaa palopaikalla. Sammutustöiden aikana ryhmänjohtajat ovat jatkuvassa yhteydessä aluksen johtokeskukseen. Tällä toimenpiteellä varmistetaan, että tilanteen kokonaiskuva pysyy selkeänä toiminnan aikana.

Mikäli autokannella olevista lastiyksiköistä pääsee vuotamaan polttoainetta tai öljyä, saadaan ne poistettua sieltä imeytysaineiden ja öljykaivojen avulla, joista öljy ohjataan sille tarkoitettuun tankkiin, ei mereen.



Kuva 12. Silja Serenaden Safety-huoneessa sijaitseva paloilmäisintaulu.

## 12.5 Harjoitukset

Autokansipalojen varalta järjestetään paloharjoituksia noin kuukauden välein. Aluksen turvallisuusperämies tekee aluksella suoritettavista harjoituksista vuo-

sisuunnitelman. Autokannen osalta järjestettäviä harjoituksia ovat erilaiset palonharjoitukset, joissa harjoitellaan sammutustoimintaa autokansiolosuhteissa. Paloharjoitusten lisäksi autokannella järjestetään erilaisia evakuointi- ja turvallisuuskoulutuksia. Evakuointiharjoituksissa harjoitellaan tilanteiden varalle, joissa autokansi on tyhjennettävä nopeasti ihmisistä. Tällaisia tilanteita voi sattua, mikäli esimerkiksi lastaustoiminnan aikana autokannella syttyy tulipalo. Turvallisuuskoulutuksilla pyritään kartuttamaan turvallista työskentelyä autokansiolosuhteissa.

Silja Serenadella järjestetään yhteistoimintaharjoituksia seuraavien viranomaisten kanssa: pelastuslaitos, poliisi, rajavartiolaitos, tullit sekä puolustusvoimat. Pelastuslaitosten kanssa pystytään harjoittelemaan toimintaa tulipalon sattuessa aluksen ollessa satamassa tai telakalla. Telakalla pystytään harjoittelemaan yhteistyötä pelastuslaitoksen kanssa olosuhteissa, jotka poikkeavat huomattavasti aluksen ollessa merellä. Telakalla aluksella tehdään paljon huoltotoimenpiteitä, joiden takia aluksella on paljon esimerkiksi erilaisia rakennusmateriaaleja ja maaleja, jotka lisäävät palokuormaa. Puolustusvoimien, poliisin ja rajavartiolaitoksen kanssa harjoitellaan esimerkiksi erilaisia henkilön kiinniottoja.

### **13 OPINNÄYTETYÖN YHTEENVETO**

Opinnäytetyön aiheeksi valikoitui autokansien paloturvallisuus, koska olen suorittanut opiskeluihin kuuluvia laivaharjoitteluita sekä matkustaja-autolautoilla että ro-ro -aluksilla ja aihe kiinnosti minua. Opinnäytetyön tekemiseen sain hyvät lähtökohdat toimeksiantajalta Siljalta, josta annettiin paljon teknistä tietoa autokannen paloturvallisuudesta ja autokannen paloturvallisuuden jatkuvan ylläpitämiseen liittyvistä käytännöistä.

Työni aloitin tutustumalla tarkemmin aiheeseen ja lähteisiin, jotka koskivat lähinnä lainsäädäntöä sekä teknistä ja operatiivista paloturvallisuutta. Tämän jälkeen tutkin onnettomuustutkintaraportteja, jotka koskivat matkustaja-autolautoilla ja ro-ro-aluksilla sattuneita autokansipaloja.

Autokansien paloturvallisuusasioita käsitellessäni otin huomioon autokannen rakenteen, teknisen ja operatiivisen paloturvallisuuden sekä syttymisriskit. Työssäni pyrin saamaan kokonaiskuvan näiden asioiden vaikutuksista autokansien paloturvallisuuteen. Autokannen paloturvallisuus on tärkeä aluksen turvallisen kulun kannalta. Siksi siitä on huolehdittava asiaankuuluvalla tavalla ja tulipalon riskit pitää tunnistaa. Palon havaitsemis- ja sammutusjärjestelmien toimintakunto sekä miehistön valmiudet palonsammutukseen vaikuttavat siihen, kuinka hyvin palo saadaan torjuttua.

Autokansipaloja on syttynyt vähän eikä suuria vahinkoja ole tapahtunut, koska paloturvallisuuslaitteet ovat toimineet ja niitä on käytetty oikein. Suuriin vahinkoihin johtaneissa tapauksissa palo on levinnyt nopeasti ja sammutustoiminta on ollut puutteellista.

Koin opinnäytetyöni tekemisen haasteellisena, mutta sain paljon oppia sekä itse aiheesta kuin myös tutkimuksen tekemisestä. Tiedonkeruu ei itsessään ollut haastavaa. Haasteena oli pikemminkin oleellisen tiedon poimiminen suuresta tietomäärästä. Opin arvioimaan, mikä tieto on oman opinnäytetyöni kannalta relevanttia.

Opinnäytetyön haastavuus vastasi odotuksiani. Vaikka opinnäytetyön tekeminen oli pitkä ja työläs prosessi, niin mielestäni tutkimukseen uhrattu aika ja siitä saatu tieto palkitsivat. Toivon mukaan voin hyödyntää oppeja joskus myös työelämässä.

## LÄHTEET

Arvidson, M. 2010. Sprinkler design guidelines relevant for ro-ro decks. SP Technical Research Institute of Sweden: Borås.

Budestelle für Seeunfalluntersuchung. 2012. Autokansipalo, Lisco Gloria. Pdf-dokumentti. Saatavissa: ([http://www.bsu-bund.de/SharedDocs/pdf/EN/Investigation\\_Report/2012/Investigation\\_Report\\_445\\_10.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](http://www.bsu-bund.de/SharedDocs/pdf/EN/Investigation_Report/2012/Investigation_Report_445_10.pdf?__blob=publicationFile&v=1)) [Viitattu 15.3.2018].

The Commonwealth of the Bahamas. 2017. Autokansipalo, M.V Stena Spirit. Pdf-dokumentti. Saatavissa: (<https://www.bahamasmaritime.com/wp-content/uploads/2017/12/M.v-Stena-Spirit-Marine-Safety-Investigation-Report-Published.pdf>) [Viitattu 15.1.2019].

Danish Maritime Authority. 2011. Danish Maritime Accident Investigation Board. Pearl Of Scandinavia. Fire. Pdf-dokumentti Saatavissa: <https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Reports/MAB1807.pdf> [Viitattu 27.2.2019].

DNV-GL. 2016a. Esiintymistodennäköisyydet ja palon syytä. Pdf-dokumentti. Saatavissa: (<https://www.dnvgl.com/news/enhancing-fire-safety-on-ro-ro-decks-69059>) [Viitattu 25.10.2018].

DNV-GL. 2016b. Tulipalot ro-ro kansilla, Ro-pax. Pdf-dokumentti. Saatavissa: (<https://www.dnvgl.com/news/enhancing-fire-safety-on-ro-ro-decks-69059>) [Viitattu 26.1.2019].

DNV-GL. 2016c. Tulipalot ro-ro kansilla. Ro-ro alukset. Pdf-dokumentti. Saatavissa: (<https://www.dnvgl.com/news/enhancing-fire-safety-on-ro-ro-decks-69059>) [Viitattu 25.10.2018].

DNV-GL. 2016d. Tulipalot ro-ro kansilla. Autolautat. Pdf-dokumentti. Saatavissa: (<https://www.dnvgl.com/news/enhancing-fire-safety-on-ro-ro-decks-69059>) [Viitattu 25.10.2018].

Etelä-Pohjanmaan pelastuslaitos. s.a. Savunilmaisien. Www-dokumentti. Saatavissa: [https://www2.seinajoki.fi/pelastuslaitos/ohjeet\\_ja\\_lomakkeet/paloilmoittainlaitteisto.html](https://www2.seinajoki.fi/pelastuslaitos/ohjeet_ja_lomakkeet/paloilmoittainlaitteisto.html) [Viitattu 1.9.2019].

Etälukio. Oppimisen psykologia. WWW-dokumentti. Saatavissa: ([https://www11.edu.fi/etalukionv/psykka\\_ruotsi/index.php?cmscid=56&oid=76&subid=76](https://www11.edu.fi/etalukionv/psykka_ruotsi/index.php?cmscid=56&oid=76&subid=76)) [Viitattu 29.11.2018].

Finlex.2015. Alusten paloturvallisuus. Pdf-dokumentti. Saatavissa: [https://www.finlex.fi/data/normit/42156/TRAFI\\_23041\\_03\\_04\\_01\\_00\\_2013\\_Alusten\\_paloturvallisuus.pdf](https://www.finlex.fi/data/normit/42156/TRAFI_23041_03_04_01_00_2013_Alusten_paloturvallisuus.pdf) [Viitattu 7.3.2018].

Finlex. 2015. Palonilmaisimien sijoittelu. Pdf-dokumentti. Saatavissa: [https://www.finlex.fi/data/normit/42156/TRAFI\\_23041\\_03\\_04\\_01\\_00\\_2013\\_Alusten\\_paloturvallisuus.pdf](https://www.finlex.fi/data/normit/42156/TRAFI_23041_03_04_01_00_2013_Alusten_paloturvallisuus.pdf) [Viitattu 7.3.2018].

Fireline. Märkä sprinkleri. WWW-dokumentti. Saatavissa: (<https://www.fire-line.com/blog/4-types-fire-sprinkler-systems/>) [Viitattu 11.4.2018].

Hyttinen, V., Tolonen, P. & Väisänen, T. 2010. Palofysiikka. 4. painos. Pelastusopisto: Kuopio.

Häkkinen, P. 1994. Laivan putkistot. 5. painos Teknillinen korkeakoulu, Kone-tekniikan osasto, Laivalaboratorio: Espoo.

IMO. 2018a. Fire Safety System Code. WWW-dokumentti. Saatavissa: (<http://www.imo.org/en/OurWork/safety/fireprotection/pages/history-of-fire-protection-requirements.aspx>) [Viitattu 15.3.2018].

IMO 2018b. Fire Test Procedures. WWW-dokumentti. Saatavissa: (<http://www.imo.org/en/OurWork/safety/fireprotection/pages/history-of-fire-protection-requirements.aspx>) [Viitattu 15.3.2018].

IMO. 2018c. Paloturvallisuusmääräysten kehitys. WWW-dokumentti. Saatavissa: (<http://www.imo.org/en/OurWork/safety/fireprotection/pages/history-of-fire-protection-requirements.aspx>) [Viitattu 15.3.2018].

IMO 2018d. SOLAS yleisesti. WWW-dokumentti. Saatavissa: (<http://www.imo.org/es/KnowledgeCentre/ReferencesAndArchives/Historyof-SOLAS/Paginas/Default.aspx>) [Viitattu 26.2.2018].

IMO 2018e. SOLAS 1974 luvut. WWW-dokumentti. Saatavissa: ([http://www.imo.org/en/About/conventions/listofconventions/pages/international-convention-for-the-safety-of-life-at-sea-\(solas\),-1974.aspx](http://www.imo.org/en/About/conventions/listofconventions/pages/international-convention-for-the-safety-of-life-at-sea-(solas),-1974.aspx)) [Viitattu 26.2.2018].

Laivojen paloturvallisuus ja satamien palontorjuntavalmius. 1982. INSKO: Helsinki



Marine Accidental Investigation Branch. 2011. Report of the investigation of the fire on the main vehicle deck of Commodore Clipper. Pdf-dokumentti. Saatavissa: (<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/547c6fb0e5274a428d000037/CommodoreClipperReport.pdf>) [Viitattu 2.1.2019].

Marine Accidental Investigation Branch. 2014. Report of the investigation of the fire on the main deck of the ro ro cargo ferry Corona Seaways. Pdf-dokumentti. Saatavissa: (<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/547c6f1f40f0b60244000005/CoronaSeaways.pdf>) [Viitattu 5.2.2019].

Meriturva. 2018a. Alusten palopäällikkökurssi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.meriturva.fi/fi/koulutus/alusten-palopaallikkokurssi> [Viitattu 8.12.2018].

Meriturva. 2018b. STCW I-VA/1-2, miehistön palokoulutus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.meriturva.fi/fi/koulutus/stcw-palokoulutus> [Viitattu 8.12.2018].

Meriturva 2018c. STCW I-VA/3, päällystön palokoulutus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.meriturva.fi/fi/koulutus/stcw-paallystön-palokoulutus> [Viitattu 8.12.2018].

Ministry of Infrastructure and Transport. s.a. Fire on board ro-ro pax Norman Atlantic. Pdf-dokumentti. Saatavissa: ( <http://www.hbmci.gov.gr/js/investigation%20report/Final%20as%20Interested%20Authority/2014-NOR-MAN%20ATLANTIC.pdf> ) [Viitattu 1.2.2019].

National Transportation Safety Board. s.a. Onnettomuustutkinta, M/S Honor. Pdf-dokumentti. Saatavissa: (<https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Reports/MAB1807.pdf>) [Viitattu 6.4.2018].

Panama Maritime Authority. s.a. Preliminary Investigation Report On the Sinking Of M/V Salam Boccaccio 98. Saatavissa: (<http://www.navi-capitani.it/Navi%20e%20Capitani/gallerie%20navi/Ro-Ro%20%20e%20%20Ro-Pax%20%20---%20Ro-Ro%20%20and%20%20Ro-Pax/foto/B/Boccaccio/Relazione%20sul%20naufragio.pdf>) [Viitattu 3.5.2019].

Pedanet. s.a. Palaminen. WWW-dokumentti. Saatavissa: (<https://peda.net/lappeenranta/peruskoulut/joutsenon-koulu/oppiaineet2/pitk%C3%A4-matemaattikka/kemia/7-luokka/oppikirja/iajr/5/pvpahjkl>) [Viitattu 4.4.2018].

Presto Paloturvallisuus Oy. 2019. Paloluokat. WWW-dokumentti. Saatavissa: (<https://www.presto.fi/tuotteet/sammuttimet/paloluokat>) [Viitattu 1.4.2019].

Republic of Turkey, Undersecretariat for Maritime Affairs. 2018. Report Of the Investigation of The Fire On Board Und Adriyatik. Pdf-dokumentti. Saatavissa ([http://www.ubak.gov.tr/BLSM\\_WIYS/KAIK/en/en\\_Doc/20180629\\_110537\\_76347\\_2\\_64.pdf](http://www.ubak.gov.tr/BLSM_WIYS/KAIK/en/en_Doc/20180629_110537_76347_2_64.pdf)) [Viitattu 20.12.2018].

Rosander, M. & Giselsson, K. 1994. Vaahtokirja. Valtion pelastusopisto Espoo.



- Shippipedia. 2013. Alusten elinkaari.WWW-julkaisu. Saatavissa: (<http://www.shippimedia.com/life-cycle-of-a-ship/>) [Viitattu 31.3.2019].
- Solas 2014. Consolated edition. Polestar Wheatons UK. IMO publication.
- Tallink Silja. 2018. M/S Silja Serenade. WWW-julkaisu. Saatavissa: (<https://www.tallinksilja.fi/silja-serenade#tabs-content-9>) [Viitattu: 19.9.2019].
- Tallink Silja. 2018. Yleistä. WWW-julkaisu. Saatavissa: (<https://www.tallink-silja.fi/tietoa-tallink-siljasta#tabs-content-3>) [Viitattu 19.2.2018].
- Simpura, J. 2018. Päivämestari. Ekskursio Silja Serenadella 24.2.2018. Silja Line.
- Suomen riskien hallintayhdistys. 2012. Paloriskit. WWW-dokumentti. Saatavissa: (<https://www.pk-rh.fi/riskien-luokittelu/vahinkoriskit/paloriskit.html>) [Viitattu 29.11.2018].
- Tepa-termipankki. 2018. Paloluokat. WWW-dokumentti. Saatavissa: (<http://www.tsk.fi/tepa/fi/haku/tulipalo>) [Viitattu 1.3.2018].
- The Bahamas Maritime Authority. 2017. M/V Stena Spirit. Pdf-dokumentti. Saatavissa: (<https://www.bahamasmaritime.com/wp-content/uploads/2017/12/M.v-Stena-Spirit-Marine-Safety-Investigation-Report-Published.pdf>) [Viitattu 3.2.2019].
- Trafi. 2018a. Merenkulku. WWW-dokumentti: Saatavissa: <https://www.trafi.fi/merenkulku> [Viitattu 5.3.2018].
- Trafi. 2018b. Pätevyudet. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.trafi.fi/merenkulku/patevyudet/lisapatevyystodistukset\\_2/yhdistetty\\_lisapatevyystodistus/hatatilanteiden\\_peruskoulutus\\_%28stcw\\_vi\\_1%29](https://www.trafi.fi/merenkulku/patevyudet/lisapatevyystodistukset_2/yhdistetty_lisapatevyystodistus/hatatilanteiden_peruskoulutus_%28stcw_vi_1%29) [Viitattu 5.3.2018].
- Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. s.a. Käsiammuttimet. WWW-dokumentti. Saatavissa: (<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/pelastustoimen-laitteet/kasiammuttimet>) [Viitattu 1.4.2019].
- Turvallisuustutkinta. 2005. M/S Amorella, tulipalo autokannella. Pdf-dokumentti. Saatavissa: ([https://turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/vesiliikenneonnettomuuksientutkinta/2005/b12005m\\_tutkintaselostus/b12005m\\_tutkintaselostus.pdf](https://turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/vesiliikenneonnettomuuksientutkinta/2005/b12005m_tutkintaselostus/b12005m_tutkintaselostus.pdf)) [Viitattu 2.4.2018].
- Turvallisuustutkinta. 1999. M/S Cinderella, tulipalo autokannella. Pdf-dokumentti. Saatavissa: ([http://www.turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/vesiliikenneonnettomuuksientutkinta/1999/c11999m\\_tutkintaselostus/c11999m\\_tutkintaselostus.pdf](http://www.turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/vesiliikenneonnettomuuksientutkinta/1999/c11999m_tutkintaselostus/c11999m_tutkintaselostus.pdf)) [Viitattu 28.2.2018].

W&M Fire Protection Services. 2018. Kuiva sprinkleri. WWW-dokumentti. Saatavissa: (<https://www.wmsprinkler.com/what-is-a-dry-sprinkler-system/>) [Viitattu 11.4.2018].

## TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Silja Serenaden tekniset tiedot (Tallink Silja 2019)

Taulukko 2. Paloluokat (Hyttinen ym. 2010, 19)

Taulukko 3. Vaahtolukutaulukko (Rosander, M. & Giselsson, K. 1994, 15.)

Taulukko 4. Paloluokat ja soveltuvat sammutintyytit (Presto 2019)

Taulukko 5. Taulukko autokansipalojen syttymislähteistä. (DNV-GL 2016)

## KUVALUETTELO

Kuva 1. Kaasuilmaisin, joka haistelee autokannella olevia kaasuja. Lastauksen ja purkauksen ajaksi se poistetaan käytöstä, koska silloin autokannella leijailee paljon autoista aiheutuvia kaasuja. Jussi Saastamoinen 2018.

Kuva 2. Sprinkleri-järjestelmän suuttimia. Vasemmalla kuivasprinklerin suutin ja oikeanpuoleiset märkäsprinklerin suuttimet. Jussi Saastamoinen 2018.

Kuva 3. Paloposti Silja Serenaden autokannella. Jussi Saastamoinen 2018.

Kuva 4. Havainnekuva ylivuotokaivon päälle tulevasta ritilästä. Jussi Saastamoinen 2018.

Kuva 5. Autokannen kiinteän sammutusjärjestelmän käyttöpaneeli. Jussi Saastamoinen 2018.

Kuva 6. Sprinkleripumput ja yksi palopumppu. Jussi Saastamoinen 2018.

Kuva 7. Vaahtosäiliöt, pumppu ja käyttöpaneeli. Jussi Saastamoinen 2018.

Kuva 8. Siirrettävä vaahtoyksikkö. Vaahtonesteet ovat sinisissä kanistereissa. Jussi Saastamoinen 2018

Kuva 9. Paloaseman käsisammutinkapasiteettia. Jussi Saastamoinen 2018.

Kuva 10. Safety-huoneen kaasuilmaisintaulu. Jussi Saastamoinen 2018

Kuva 11. Valvontakameroiden kuvaa autokannelta ja autokansille johtavista auloista. Jussi Saastamoinen 2018.

Kuva 12. Silja Serenaden Safety-huoneessa sijaitseva paloilmaintaulu. Jussi Saastamoinen 2018.

## AUTOKANNEN PALOTURVALLISUUS – kysely

Tämä kysely on osa ”Varautuminen autokannen tulipaloon” -opinnäytetyötäni (merenkulun insinööri, AMK). Kysely on laadittu päivämeestari Jari Simpuran ja yliopettaja Tapani Salmenhaaran avustuksella. Se on suunnattu aluksen autokannen paloturvallisuudesta vastaavalle henkilöstölle. Kun kyselyyn on vastattu, tulee se lähettää sähköpostilla [jussi.saastamoinen@edu.xamk.fi](mailto:jussi.saastamoinen@edu.xamk.fi)

Kyselystä saadut vastaukset käsitellään anonymisti eli vastaajan nimi ja työtehtävä eivät näy julkisesti. Toivon vastaukset lokakuun loppuun mennessä.

### KOULUTUS JA PEREHDYTYKSEN

1. Sisältyykö autokannen palontorjunta uuden henkilöstön perehdytykseen?

Ei

Kyllä

▪ Millaista perehdytysmateriaalia teillä on käytössä?

▪ Miten käytännössä hoidatte palontorjuntaan liittyvän perehdytyksen?

2. Kuinka usein henkilöstön paloturvallisuusosaamista kerrataan / harjoitellaan autokannen osalta?

▪ Miten kertaaminen / harjoittelu tapahtuu?

3. Onko ohjeet ja muu materiaali autokannen paloturvallisuudesta helposti henkilöstön nähtävillä?

Ei

Kyllä

▪ Missä ohjeet ja muu materiaali sijaitsevat?

▪ Onko nimettyä vastuuhenkilöä, joka vastaa ohjeiden ja muun materiaalin ajantasaisuudesta?

### **JÄRJESTELMÄT**

4. Millaisilla palonhavitsemisjärjestelmillä autokansi on varustettu?

5. Onko autokannelle kiertävä palovahti?

Ei

Kyllä

▪ Toteutetaanko kierros säännöllisin väliajoin?

6. Miten kiinteät palonsammutusjärjestelmät soveltuvat erilaisten palojen (esim. sähköpalot, polttoainepalot, kiinteät palot) hallintaan? Onko jonkinlaisia paloja, joihin tarvitaan kiinteiden sammutusjärjestelmien lisäksi käytettäväksi myös siirrettävää sammutuskalustoa?

7. Kattaako CCTV-valvonta koko autokannen?

- Ei  
 Kyllä

### **LASTIYKSIKÖT**

8. Annettaanko autolla matkustaville ohjeet autokannen paloturvallisuuteen liittyvistä asioista?

- Ei  
 Kyllä

9. Miten matkustajia on informoitu aineista/tavaroista, joita autossa ei saa säilyttää matkan aikana?

10. Millä tavoin lastiyksiköiden sijoittelu autokannella vaikuttaa sen paloturvallisuuteen tällä hetkellä?

11. Miten autokannelle muodostuneet pakokaasut ym. mahdolliset autoista haihtuvat/valuvat paloarat aineet (moottorin käydessä /kolaritilanteessa sieltä valuvat polttoaineet/voiteluöljyt) on huomioitu autokannen lastaus- ja purkaustilanteissa?

**SAMMUTUSTYÖSKENTELY**

12. Miten autokannen lastauksessa ja ajoneuvojen sijoittelussa huomioidaan palopaikalle pääseminen?

13. Pystytäänkö palopaikka havaitsemaan helposti savun keskeltä (mahdolliset lämpökamerat, ym.)?

14. Miten sammuttajia pystytään ohjaamaan autokannella sammutustöiden aikana?

Kiitos vastauksista!

## Liite 2/1

Aluksen nimi	Autokannen rakenne	Palo havaittu	Havainnon ajankohta	Syttymissyvyys	Reagointiaika hälytys/sammutus	Sammutusjärjestelmä	Muita huomioita	Seuraukset
M/S Cinderella	Suljettu	Vahtimies	Klo 00.20	Lastina olleet grilliliilet	40 minuuttia	Paloletku	Palava aine saatiin leivittävä autokannelle.	Vesija palovaurioita palokohhteessa
M/S Amorella	Suljettu	Savunilmaisain	Klo 22.12	Henkilöauton sähkövykka	17 minuuttia	Hajasuihkujärjestelmä /paloletkut /vaahto	Autokannella oli hyvin tilaa palon sytyessä	Lähellä olleisiin lastiyskoihin savuhahtoja ja naarmuja
M/S Honor	Suljettu	Savunilmaisain/vahti mies	Klo 03.02	Auton starttimoottori	28 minuuttia	Hiihtiloksidei / tilan ulkoinen jäähdytys	Autokansi erttään tiiviisti lastattu	Autokannella olleisiin autoihin vahinkoa palosta
M/S Lisco Gloria	Osittain avoin	Savunilmaisain/vahti mies	Klo 23.58	Ei tarkkaa tietoa, mahdollisesti rekan polttoaine	Sammuttamista ei päästy aloittamaan	Hajasuihkujärjestelmä	Vesisuihkujärjestelmä ei lähtenyt käyntiin	Aluksen menettämisen
M/S Al Salam Boccacio	Suljettu	Lämpöilmaisain	Klo 19.09	Avoin matkalaukkuvaunu	28 minuuttia	Hajasuihkujärjestelmä	Informaation kulku heikkoa	Alus kaatui ja upposi
M/S Und Adriyatik	Suljettu/osittain avoin	Savunilmaisain	Klo 05.35	Ei tarkkaa tietoa, mahdollisesti rekan lämmityslaitte	Sammuttamista ei päästy aloittamaan	Paloletku/hajasuihkujärjestelmä	Palopaikeille ei saatu sammutusvettä	Aluksen menettämisen
M/S Commodore Clipper	Suljettu	Valvontakamera/savunilmaisain	Klo 02.37	Sähkönsyöttö kyimäkonttiin	42 minuuttia	Paloletku/Hajasuihkujärjestelmä	Vuotokäivot tukkeutuivat	Lämmön aiheuttamaa vägentelyä kansissa
M/S Pearl Of Scandinavia	Suljettu	Savunilmaisain	Klo 05.58	Sähköauton akun räjähdys	17 minuuttia	Hajasuihkujärjestelmä	Auton käyttövoima muuttettu polttomoottorista sähköiseksi	Vaurioita lastiyskoihin
M/S Corona Seaways	Suljettu	Valvontakamera/savunilmaisain	Klo 02.15	Käytetty kuorma-auto	45 minuuttia	Hiihtiloksidei	Palon leviäminen hidastettiin tehokkaasti	Pieniä rakenteellisia vaurioita.
M/V Norman Atlantic	Osittain avoin	Savunilmaisain	Klo 04.18	Ei tarkkaa tietoa	30 minuuttia		Pitkä aika ennen kuin savunilmaisain havaitsi palon	Suurat tuhot aluksen ja lastin osalta
M/V Stena Spirit	Suljettu	Savunilmaisain	Klo 06.38	Kyimäkontti	30 minuuttia	Hajasuihku/vaahto	Palon lähde ei varmistettu kunnolla	Pieniä rakenteellisia vaurioita.

## Autokansipalo M/S Cinderellalla

20.5.1999 M/S Cinderellalla sattui autokansipalo, joka sai alkunsa rekan lastina olleista grillihiilisäkeistä. Tapauksesta tehtiin onnettomuustutkinta Suomen Onnettomuustutkintakeskuksen toimesta (Turvallisuustutkinta 1999.) Seuraavissa kappaleissa on koottu onnettomuustutkintaraportista keskeiset asiat palon syttymiseen, palon sammuttamiseen ja palon seurauksiin liittyen.

M/S Cinderella on 191 metrinen ja 46398 bruttorekisteritoninen autolautta, jonka lippuvaltio oli onnettomuusajankohtana Suomi. Aluksen autokannella sattui tulipalo 20.5.1999 hetki sen jälkeen, kun se oli lähtenyt Tallinnasta kohti Helsinkiä. Onnettomuushetkellä aluksella oli yhteensä 1885 matkustajaa ja miehistön jäsentä. Autokannella oli tuolloin 18 rekkaa, 15 puoliperävaunua ja kolme pakettiautoa.

Kello 00.20 vahtimies havaitsi normaalilla palontarkastuskierroksella savua, joka oli lähtöisin rekan perävaunusta. Hän ilmoitti asiasta välittömästi komentosillalle. Konepäällikkö antoi aluksen palontorjuntahenkilölle palohälytyksen klo 00.41. Savun lähteeksi selvisi perävaunussa lastina olleet grillihiilet, jotka paloivat osin kytemällä ja osin liekeillä. Aluksen palonsammutusryhmät pääsivät aloittamaan kohteen jäähdyttämisen ja sammutuksen noin kello 01.00.

Koska autokannella oli hyvin tilaa vähäisestä lastin määrästä johtuen, saatiin grillihiilet purettua kannelle, josta ne oli helppo sammuttaa paloletkuilla. Rekan kuljettaja ilmoitti, että hiilten lisäksi lastina oli myös tulitikkuja. Hajasuihkujärjestelmän käyttö ei tässä tapauksessa auttanut, koska perävaunun pressu esti sammutusveden pääsyn palokohteeseen.

Palo oli sammutettu kello 01.37 ja tämän jälkeen autokannelle jätettiin jälkivartiointi yön ajaksi. Koska autokannella oli hyvin tilaa, pystyttiin palavan rekan ympärillä olevat lastiyksiköt sijoittamaan kauemmas palaneesta rekasta.



Kun palo oli sammutettu, autokansi tuuletettiin, jotta palosta aiheutunut savu saatiin pois. Sammutuksen seurauksesta autokannen oikealle puolelle kerääntyi vettä noin 10-15 senttimetriä. Alusta päätettiin kallistaa 1 aste oikealle, jotta vesi saatiin autokannelta pois.

Palon havaitsemisesta palon sammuttamiseen meni aikaa alle tunti. Rekan rakenteet ja lasti kärsivät palon, savun ja sammutusveden aiheuttamia vahinkoja.

On arvioitu, että palo sai alkunsa itsestään syttyneistä hiilistä. Syy hiilten itsensä syttymiseen saattoi johtua siitä, että niiden valmistukseen kuuluva jäähdytysvaihe on jäänyt vajaaksi. Hiilet ja tulitikut on luokiteltu vaaralliseksi lastiksi. Tässä tapauksessa varustamolle ei oltu ilmoitettu tarkasti, että minkälaista hiiltä rekassa oli kyydissä. Myöskään tulitikkujen kuljettamisesta ei oltu ilmoitettu. Vaarallisten aineiden omaavat lastiyksiköt olisi pitänyt varustaa varoitustarroilla. Tässä tapauksessa näin ei ollut. Grillihiilistä aiheutuneen tulipalon johdosta varustamo päätti, ettei grillihiiliä enää kuljeteta sen aluksilla.

## Autokansipalo M/S Amorellalla

19.5.2005 M/S Amorellalla sattui autokansipalo, joka sai alkunsa vanhasta henkilöautosta. Tapauksesta tehtiin onnettomuustutkinta Suomen Onnettomuustutkintakeskuksen toimesta (Turvallisuustutkinta 2005.) Seuraavissa kappaleissa on koottu onnettomuustutkintaraportista keskeiset asiat palon syttymiseen, palon sammuttamiseen ja palon seurauksiin liittyen.

M/S Amorella on 169 metrinen ja 34384 bruttorekisteritoninen matkustaja-autolautta, jonka kotipaikka onnettomuushetkellä oli Maarianhamina. Tulipalon sattuessa aluksella oli yhteensä 1236 matkustajaa ja miehistön jäsentä.

19.5.2005 kello 22.12 M/S Amorellan ollessa Tukholman saaristossa matkalla kohti Maarianhaminaa, tuli komentosillalle automaattinen palohälytys viidennen kannen autokannelta, jonka lastina oli 89 henkilöautoa ja 3 moottoripyörää. Viides autokansi oli lastattu 81 %:sti täyteen. Vahtimiehen saavuttua autokannelle hän havaitsi savua. Komentosillalle ilmoitettiin runsaasta savusta autokannella. Myös komentosillalta oli havaittu savun muodostuminen autokannelle.

Palon lähde löydettiin nopeasti. Vanhan Volvo-merkkisen henkilöauton konepellin alta nousi savua. Palava ajoneuvo oli sijoitettuna autokannen oikealle puolelle autokannen etuosaan, johon ajoneuvot oli lastattu väljemmin. Paloa yritettiin sammuttaa jauhesammuttimella siinä onnistumatta. Kello 22.22 miehille annettiin palohälytys. Savun muodostus esti paikalla olleen henkilöstön sammutustyöskentelyn palopaikalla, koska heillä ei ollut savusukellusvarusteita yllään. Hetkeä myöhemmin paikalle saapui miehistön jäseniä savusukellusvarusteiden kanssa. Letkuserivitys aloitettiin ja paloa aloitettiin sammuttamaan paloletkuilla. Palo saatiin kertaalleen sammumaan, mutta se syttyi uudelleen. Koska autokansi ei ollut täynnä, pystyttiin palavan auton etupuolella olevaa autoa siirtämään ja näin ollen estämään palon leviäminen. Kello 22.29 hajasuihkujärjestelmä kytkettiin päälle. Hajasuihkujärjestelmää käytettiin sekä sammuttamiseen että rakenteiden jäähdyttämiseen.

Palavan ajoneuvon konepelti avattiin ja moottoripaloa alettiin sammuttamaan hajasuihkujärjestelmän ja paloletkun voimin. Palosta aiheutuvan lämmön seu

rauksena auton renkaat ja alustamassat alkoivat sulamaan ja palamaan. Sulaneet osat saatiin sammutettua vaahdon avulla. Konepellin alla alkanut palon on arvioitu saaneen alkunsa sähkölaitteen aiheuttamasta teknisestä viasta.

Tulipalo saatiin sammutettua kello 22.51. Volvoo tuli palosta vaurioita sekä lähellä oleviin autoihin naarmuja ja savuhaittoja.

M/S Honor

M/S Honor on 190 metrin ja 49814 bruttorekisteritoninen autonkuljetuslaiva. Aluksella sattui autokansipalo 24.2.2017. Tapauksesta tehtiin onnettomuustutkintaraportti National Transportation Safety Boardin toimesta. Tähän kappaleeseen on kerätty oleelliset asiat palon syttymisestä, sammutustoimista ja palon seurauksista (National Transportation Safety On Board s.a.)

23.2.2017 M/S Honor oli lähtenyt Englannista kohti Yhdysvaltoja. 23.-24.2. välisenä yönä kello 03.02 komentosillalle tuli esihälytys ylimmän kannen autokannelta. Komentosillalla oli hälytyksen aikaan vahdissa ollut 2. perämies ja vahtimies. Vahtimiehen saapuessa palopaikalle järjestelmä antoi varsinaisen palohälytyksen.

Ylimmällä autokannella havaittiin savua ja liekkejä. Yleishälytys annettiin kello 03.11. Konehuone miehitettiin ja aluksen konepäällikkö sai käskyn valmistautua vapauttamaan palavaan tilaan hiilidioksidia aluksen hiilidioksidisammutusjärjestelmästä.

Kello 03.25 tehtiin havainto liekeistä, jotka olivat levinneet autokannen yläpuoliselle kannelle. Liekkejä sammutettiin paloletkujen avulla. Samassa yhteydessä pystyttiin jäähdyttämään palavan tilan ympäröiviä rakenteita. Autokannen tuuletus kytkettiin pois päältä kello 03.28.

Kun saatiin varmistus, että palavassa tilassa ei ollut henkilöitä, vapautettiin sinne hiilidioksidia. Kello 03.39 oli ensimmäisestä palohälytyksestä kulunut 37 minuuttia. Palavan tilan ympäröiviä rakenteita jäähdytettiin samaan aikaan kun sinne vapautettiin hiilidioksidia.

Palavan tilan ulkopuolisten rakenteiden lämpötiloja seurattiin. Hiilidioksidin ja vedellä jäähdyttämisen myötä lämpötilat lähtivät laskuun. Tämän jälkeen tilaan tehtiin tarkastus ja todettiin, että palo oli sammunut.

Palo sai aikaan pieniä vaurioita aluksen rakenteisiin. 16 ajoneuvoa kärsi palosta. Palon syttymissyyksi selvisi yhden auton viallinen starttimoottori ja siinä olleet huonosti eristetyt sähköjohtimet.

## M/S Lisco Gloria

M/S Lisco Gloriolla sattui 8.10.2010 autokansipalo, joka johti aluksen menettämiseen. Onnettomuustutkintaraportin ovat julkaisseet saksalainen Bundestelle für Seeunfalluntersuchung (BSU) ja liettualainen Lithuanian Maritime Safety Administration. Lisco Gloria oli 199 metrinen ja 20140 bruttorekisteritoninen ropax-autolautta, jonka lippuvaltio oli Liettua. Alus on valmistunut vuonna 1999. Tähän on kerätty oleelliset tapahtumat palon syttymisen, palontorjunnan ja palon seurausten osalta (Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung 2012.)

8.10.2010 Lisco Gloria lähti Kielistä kohti Klaipedaa. Turmamatkallaan sillä oli kyydissään yhteensä 235 matkustajaa ja miehistön jäsentä. Lastina sillä oli rekkoja, trailereita, kylmäkontteja ja henkilöautoja. Autokannet olivat täyteen lastattu. Ylin autokansi oli kokonaan avoin ja se oli lastattu dieselkäyttöisillä kylmäkonteilla ja lastiyksiköillä, jotka kuljettivat vaarallisia aineita. Ylemmälle autokannelle oli lastattu kylmäkontit, jotka liitettiin laivan sähköverkkoon. Lastaus oli suoritettu huolellisesti. Matkustajilla ei ollut pääsyä autokannelle merimatkan aikana.

Vahtimies oli palokierroksella ylemmällä autokannella havainnut savun hajua sekä hieman myöhemmin autokannen etuosassa olevassa kylmäkontillisessa rekassa liekkejä. Kello oli 23.58. Samaan aikaan komentosillalle tuli palohälytys ja kameravalvonnasta huomattiin savun muodostusta autokannella. Kyseinen autokansi oli osittain avoin.

Hälytyksen tultua ylemmän autokannen sähkösyötöt kytkettiin pois. Kello 00.02 käynnistettiin hajasuihkujärjestelmä, joka ei kuitenkaan lähtenyt käyntiin. Myöskään konevalvomosta käsin ei onnistuttu laukaisemaan hajasuihkujärjestelmää. Samaan aikaan konehuoneeseen johtavan portaikon automaattinen hajasuihkujärjestelmä käynnistyi, koska portaikossa oli savua. Konehuoneeseen alkoi tulvia vettä, koska hajasuihkujärjestelmän paineputken liitos oli hajonnut. Hajasuihkujärjestelmä jouduttiin kytkemään pois päältä. Samaan aikaan aloitettiin autokansien yläpuolisten rakenteiden jäähdytys.

Palo oli ehtinyt levitä hyvin laajalle alueelle ja kello 00.09 päällikkö antoi käskyn evakuoida alus. Kaikki laivalla olleet ihmiset saatiin pelastettua. Osa henkilöistä kuljetettiin sairaalahoitoon heidän hengitettyä myrkyllistä savua.

Lisco Gloria ajautui Tanskan rannikolle, jossa sitä alettiin jäähdyttämään ulkopuolisin avuin. Sammutusvettä kertyi autokannelle ja alus alkoi kallistua, jonka vuoksi sammutusvettä pumpattiin pois autokannelta. Myöhemmin alus saatiin ankkuroitua ja päästiin tekemään tarkastuksia vahingoista, jotka olivat mittavat niin lastin kuin alukselle aiheutuvien rakenteellisten vaurioiden osalta.

Vaikka toiminta palon sattuessa oli nopeaa, levisi palo nopeasti ja alus tuhoutui lähes kokonaan. Vaikka venttiilit hajasuihkujärjestelmän jakotukissa olivat auki, vettä ei kulkeutunut suuttimille asti. Syyksi on arvioitu, että merivesikäivon venttiili oli kytketty "Manual"-asentoon eli se ei auennut automaattisesti, hajasuihkujärjestelmän pumpun kytkeytyessä päälle. Tästä syystä hajasuihkujärjestelmän antama sammutus oli estynyt.

On arvioitu, että palo sai alkunsa joko rekan tai kylmäkontin vioittuneista sähköjärjestelmistä. Asiasta ei saatu täyttä varmuutta, sillä palo aiheutti niin suuret tuhot, että varmoja todisteita oli vaikea kerätä.

Toinen vaihtoehto syttymisen aiheuttajaksi oli rekan polttoaine. Mikäli palavana aineena olisi ollut polttoaineena käytetty diesel, niin vesisammutuksen vaikutus ei olisi ollut tehokas, koska dieseliä raskaampana aineena vesi olisi vajonnut dieselin alle, jolloin sen sammuttava vaikutus olisi hävinnyt. Polttoainepaossa olisi toiminut paremmin sammutusvaahto. Myös aluksen nopeutta ei laskettu, mikä aiheutti lisää tuuliefektiä, joka helpotti palon leviämistä, koska ylin autokansi oli osittain avoin.

## Al Salam Boccaccio 98

2.-3.2.2006 M/S Al Salam Boccaccio -nimisellä matkustaja-autolautan autokannella sattui tulipalo. Tapauksesta tehtiin onnettomuustutkinta The Arab Republic of Egypt (tutkinnan johtaja) ja Republic of Panama (lippuvaltio) toimesta. Alla on selvitys palon syttymisestä, palontorjunnasta ja palon seurauksista (Panama Maritime Authority s.a.)

M/S Al Salam Boccaccio 98 oli 131 metriä pitkä ja 11779 bruttorekisteritonni-nen matkustaja-autolautta. Onnettomuusmatkalla sillä oli kyydissä yhteensä 1418 henkeä, 14 henkilöautoa, 12 rekkaa ja 7 matkalaukkuvaunua.

Al Salam Boccaccio 98 oli matkalla Saudi-Arabian Dubasta Egyptin Safagaan, kun autokannen lämpöilmaisimet antoivat hälytyksen kello 19.09. Savun oletettiin tulevan aluksen konehuoneesta. Kello 19.12 aluksen päällikkö antoi käskyn valmistella autokannelle paloletkut. Samaan aikaan sähkömies käynnisti autokannen hajasuihkujärjestelmän. Myös matkustajat havaitsivat tulipalon. Komentosillalla ei ollut täyttä varmuutta, mitkä hajasuihkujärjestelmän osat oli kytketty päälle, koska kunnollista yhteyttä konevalvomoon ei ollut. Lisäksi palon syttymislähdettä ei tiedetty suuren savumäärän vuoksi. Hälytystaulujen perusteella saatiin selville, että palo oli autokannen 2., 3. ja 4. sekto-reiden alueilla.

Kello 19.25 eli 16 minuuttia ensimmäisestä palohälytyksestä miehistö luuli palon olevan apukonehuoneessa. Myöhemmin selvisi, että apukonehuoneessa ei pala. Kello 19.36 aluksella havaittiin liekkejä matkatavaravaunussa, joka oli sijoitettu autokannelle laivan etuosan oikealle puolelle. Ensimmäisestä palohälytyksestä oli tässä vaiheessa kulunut 28 minuuttia.

Autokannelle alkoi kertyä vettä. Veden kerääntyminen aluksen toiselle puolelle aiheutti aluksen kallistumisen. Paloa koitettiin sammuttaa hajasuihkujärjestelmän ja letkujen avulla yhteensä 4,5 tunnin ajan. Savua oli levinnyt myös hytteihin, joita alettiin jäähdyttämään. Sankka savu haittasi sammutustöitä, ja palopaikkaa oli hankala havaita. Paloa ei saatu hallintaan, vaikka sammutusvettä käytettiin paljon.



Runsaasta sammutusvedestä ja palojätteestä aiheutuen autokannen valumis-kaivot menivät tukkoon, eikä vesi päässyt valumaan autokannelta pois. Tämä sai aikaan aluksen kallistumisen. Alusta koitettiin oikaista pumppaamalla autokannen vettä toiselle puolelle, mutta vesi valui takaisin. Myös painolastitankkeja koitettiin täyttää ja tyhjentää, mutta tälläkään toimenpiteellä alus ei oien- nut. Alus saattoi kallistua jopa enemmän painolastitankkien pumppaamisen ai- kana ja onkin epäilty, että vettä on pumpattu väärinymmärrysten takia vääriin tankkeihin. Alusta koitettiin ohjata siten, että tuuli auttaisi sen oikaisemisessa. Sammutustöitä jatkettiin autokannella myös sen jälkeen, kun alus oli kallistu- nut. Myöhemmässä vaiheessa myös autokannella olleet ajoneuvot liikkuivat, mikä aiheutti sen, että kallistuma kasvoi ja lopulta alus kaatui ja upposi kello 23.33

Tilanteen johtaminen ja informaation kulku olivat heikkoa. Alussa ei oltu var- moja, oltiinko hajasuihkujärjestelmä kytketty päälle ja lisäksi autokannelle lä- hetetyt sammutusryhmät eivät pystyneet havaitsemaan palopaikkaa. Kului pitkä aika ennen kuin palon syttymislähde selvisi ja siihen mennessä palo ja savu olivat levinneet laajalle alueelle autokannella sekä muihin kerroksiin ja ti- loihin.

Ensimmäiset MayDay-sanomat lähetettiin vasta muutama minuutti ennen aluksen kaatumista. Myöskään yleishälytystä ei annettu. Tällä olisi saatu aluk- sen matkustajat valmistautumaan aluksen jättämiseen. Johtaminen onnetto- muustilanteen aikana oli huonoa ja tilannetietoa jaettiin huonosti. Evakuointi hoidettiin huonosti, eikä siitä annettu erillistä käskyä. Aluksen kaaduttua ja upottua yli tuhat ihmistä menetti henkenä. Luku olisi voinut olla paljon pie- nempi, mikäli lähellä olevia aluksia olisi aiemmin pyydetty auttamaan evaku- oinnissa.

## M/V Und Adriyarik

6.2.2008 Und Adriyatik nimisellä ro-ro-aluksella syttyi tulipalo, joka sai alkunsa todennäköisesti rekan lämmityslaitteesta. Republic of Turkey undersecretariat for maritime affairs Marine Accident Investigation Commission teki tapauksesta tutkimusraportin. Tähän kappaleeseen on koottu oleelliset asiat palon syttymisestä, palontorjunnasta ja palon seurauksista (Republic of Turkey Undersecretariat for Maritime Affairs 2018.)

6.2.2008 Und Adriyatik -niminen ro-ro alus oli matkalla Istanbulista Triesteen mukanaan 22 miehistön jäsentä ja 9 matkustajaa. Aluksen lastina oli 72 rekkaa, 125 puoliperävaunua, 1 matala lavetti ja yläkannella 5 IMDG-rekkaa, joiden kyydissä oli 3. ja 4.1 -luokan lastia eli palavia nesteitä ja palavia kiinteitä aineita. Ajoneuvot ja perävaunut, joissa ei ollut kylmälaitteita, oli lastattu suljetulle autokannelle, sähköisen kylmälaitteen omaavat ylemmälle kannelle ja dieselkäyttöisten kylmälaitteiden omaavat ylimmälle kannelle.

Kello 05.35 alimman autokannen 6. ja 7. sektoreista tuli palohälytys. Hälytys tuli pääkannen autokannen peräosan vasemmalta puolelta. Palopaikalla havaittiin, että pääkannen takaosassa, jossa sijaitsi ramppi ylemmille autokansille, oli rekka liekeissä. Autokansi oli tästä johtuen osittain savun peitossa. Miehistö kokoontui kokoontumisasemalle. Palosta annettiin ilmoitus muille aluksille.

Palopaikalle saapuneista henkilöistä kahdella oli suojarusteet päällä, koska palon oletettiin olevan pieni ja helposti sammutettavissa. Autokannelle päästiin paloletkujen kanssa, jotka eivät kuitenkaan paineistuneet. Todettiin, että palopumput eivät pysyneet päällä. Samaan aikaan havaittiin, että palo oli levinnyt ylemmälle autokannelle, joka oli rakenteeltaan osittain avonainen. Koska paloa ei pysytty sammuttamaan paloletkuilla, käynnistettiin hajasuihkujärjestelmä. Hajasuihkun pumppu ei lähtenyt käyntiin, koska pohjaventtiili oli lukittu ketjulla, joten pumpulle ei saatu vettä.

Konehuoneeseen alkoi tulla runsaasti savua autokannella olevan ilmanottoaukon kautta. Tämän vuoksi konehuoneen ilmanotto kytkettiin pois.

Kello 06.00 sammutettiin pääkoneet ja potkurin lapakulmat asetettiin nolnaan, jotta aluksen nopeutta saatiin laskettua. Tällä toimenpiteellä pyrittiin pienentämään tuulen vaikutusta palon leviämiseen ylemmällä autokannella.

Koska tilanne oli huono ja tulipalo näytti leviävän nopeasti ja sen sammuttaminen oli mahdotonta, lähetettiin MRSC Pulaan ja MRCC Rijekaan hätäkutsu, jossa ilmoitettiin, että aluksen autokansilla olevaa tulipaloa ei saada hallintaan. Lähellä ollut matkustaja-alus IKARUS PALACE kuuli hätäkutsun ja otti suunnaksi Und Ariyatikin sen hetken sijainnin.

Aluksen dieselgeneraattorit sammuiivat kello 06.08, koska palosta aiheutunut savu oli levinnyt konehuoneeseen syrjäyttäen samalla dieselgeneraattorin paloilmassa olevan hapen. Savua oli levinnyt myös hytteihin. Koska palon tiedettiin leviävän aggressiivisesti, komentosillan ympärille viritettiin paloletkut, jotta sitä saataisiin suojattua palon leviämiseltä ja sen lämmöltä. Letkut oli tarkoitus paineistaa hätäpalopumpulla, joka ei kuitenkaan pysynyt käynnissä ja veden sijasta letkuista tuli höyryä.

Palo levisi komentosillalle ja siellä olleet henkilöt joutuivat poistumaan keulapakalle. Paloa ei saatu sammumaan ja alus jätettiin noin kello 06.45-06.50. Osa henkilöistä pääsi pelastuslauttaan ja osa joutui hyppäämään mereen, josta heidät evakuoitiin.

Kello 10.45 paikalle tuli ensimmäinen hinaaja, joka alkoi sammuttamaan tulipaloa vesitykin avulla. Und Adriyatikia pidettiin merellä hinaajien avulla ja sen sammutustöihin osallistui useita hinaajia ja sammutuslentokone. Aluksella ollut tulipalo saatiin hallintaan seuraavan päivän puolella ja sen jäädyttämistä jatkettiin vielä muutamia päiviä. Alus oli niin pahoin palanut, että vakuutusyhtiö lunasti sen. Myöhemmin alus korjattiin käyttökuntoon ja samalla sitä pidennettiin. Tämän jälkeen alus palasi liikenteeseen.

Tutkimuksissa todettiin, että palo oli saanut alkunsa aluksen pääkannelta, joka oli suljettu. Lastina olleet 60 rekkaa ja perävaunua olivat noin 0,5 metrin etäisyydellä toisistaan. Varmaa syytymissyytä ei saatu selville, koska autokansi

vaurioitui niin pahasti. Yhtenä epäilyksenä oli rekan lämmitysjärjestelmään tullut vika.

Palo levisi nopeasti pystysuunnassa ylemmälle autokannelle, joka oli osittain avoin. Avoin rakenne mahdollisti palon nopean leviämisen, koska tuuli auttoi liekkien leviämisen lastiyksiköstä toiseen. Vaikka asuintilat olivat eroteltu autokannesta A-60 rakenteella, palo oli niin aggressiivinen, että se levisi nopeasti avonaisen ajorampin kautta.

Hälytys tuli yöllä, jolloin suurin osa miehistöstä oli nukkumassa. Palon sammuttamisen aloitukseen kului noin 25 minuuttia ensimmäisestä hälytyksestä. Hajasuihkua ei pystytty kytkemään komentosillalta, koska palo oli tuhonnut autokannen kautta kulkeneet kaukokäynnistyskaapelit. Palolinjojen venttiilien ja pumpun manuaalinen käynnistäminen oli mahdotonta, koska savu pääsi leviämään myös konehuoneeseen. Paloa koitettiin sammuttaa myös letkujen avulla, mutta sankka savu ja veden saannin estyminen estivät tämän.

Palon sammuttaminen ei ollut tehokasta. Hälytystä luultiin aluksi virheelliseksi ja aikaa kului, kun tilannetta lähdettiin tarkistamaan. Autokannella ei ollut valvontakameroita ja tämä aiheutti viiveen, koska sinne jouduttiin lähettämään henkilöitä tarkistamaan tilanne. Palon laajuutta aliarvioitiin, joka johti siihen, että suojavarusteita ei puettu heti päälle. Veden saannin puute johtui siitä, että järjestelmän venttiilit eivät auenneet. Venttiilit toimivat hydraulikalla. Syy siihen, etteivät venttiilit auenneet oli se, että järjestelmän ohjauskaapelit olivat ehtineet vaurioitua palossa. Tästä johtuen niitä ei voinut avata konevalvomosta käsin, josta se olisi normaalisti tehty. Myös hajasuihkujärjestelmää ohjaavat venttiilit toimivat samalla periaatteella. Vaikka palopumput aluksi käynnistyivätkin, niin kiinni pysyneet venttiilit saivat aikaan sen, että pumput ylikuumentuivat ja sammuivat.

## M/S Commodore Clipper

16.6.2010 M/S Commodore Clipperin autokannella syttyi tulipalo, joka sai alkunsa rekasta, jossa oli kylmäkontti kyydissä. Marine Accident Investigation Branch (MAIB) teki tapauksesta onnettomuustutkintaraportin. Tähän kappaaleeseen on lyhennetty oleelliset asiat palon syttymisestä, palontorjunnasta ja palon seurauksista (Marine Accident Investigation Branch 2011) tutkimusraportin pohjalta.

16. kesäkuuta 2010 Commodore Clipper -niminen ro-pax laiva oli matkalla St. Helieristä Portsmouthiin. Kello 02.37 vahtihenkilöstö huomasi valvontakamerasta, että pääkannelle, jossa sijaitsee autokansi, oli muodostunut savua. Autokansi oli rakenteeltaan suljettu. Samaan aikaan konevalvomoon tuli hälytys, jonka mukaan aluksen sähkönjakelussa oli maavuoto. Muutama minuutti tämän jälkeen valvontakameran monitorista näkyi lisääntyntä savua pääkannella.

02.42 tuli palohälytys sekä komentosillalle että konevalvomoon. Hälytys tuli aluksen pääkannen vasemmalta puolelta keskilaivan kohdalta. Hälytyksen aiheutti savunilmaisin. Hetken kuluttua myös oikean puolen savunilmaisin laukaisi hälytyksen, jota luultiin aluksi virheelliseksi.

Kello 02.49 tuli uusi palohälytys, jonka oli laukaissut 16 savunilmaisinta. Autokansi tarkistettiin ja siellä havaittiin runsaasti savua. Kaikki sähkösyötöt autokannelle katkaistiin ja autokannen tuulettimet sammutettiin kello 02.55.

02.58 tuli ilmoitus vioittuneesta ohjauksesta. Kumpikaan peräsin ei vastannut ohjaukseen. Kello 02.59 vahtimies ilmoitti komentosillalle, että pääkannen autokannella on tulipalo. Aluksen miehistölle annettiin palohälytys kello 03.01 ja autokannen hajasuihkujärjestelmä kytkettiin päälle siltä osaa autokantta, jossa palon oletettiin olevan.

Savua alkoi levitä autokannelta asuintiloihin ja hajasuihkuja käynnistettiin lisää. Havaittiin, että yksi kylmälaitteella varustettu rekan perävaunu oli tulussa. Myöhemmissä tutkimuksissa palon syttymissyiksi on epäilty vikaa sähkönsyötössä kylmäkonttiin.

Paloa sammutettiin hajasuihkujen avulla ja kello 03.19 jäähdytettiin palavan alueen yläpuolisia rakenteita paloletkuilla. Kello 03.40 savu alkoi hälvetä pääkannen autokannelta ja palon oletettiin olevan hallinnassa.

Kello 04.00 tilanne tulipalon osalta oli hallinnassa hajasuihkujen ja rakenteiden jäähdyttämisen ansiosta. Alus alkoi kallistua vasemmalle puolelle kello 04.43. Autokannen hajasuihkut jouduttiin sammuttamaan, jolloin kallistuma pieneni, mutta autokannen lämpötila nousi. Myös aluksen ohjauksessa oli havaittu puutteita.

Kello 05.23 asuintiloihin alkoi levitä lisää savua autokannelle johtavan portaikun kautta. Kaikki autokannen hajasuihkut käynnistettiin uudelleen. Kello 05.52 aluksen kallistuma oli 6 astetta, jonka vuoksi hajasuihkujärjestelmä jouduttiin taas sammuttamaan. Kello 06.40 liekkejä ei enää näkynyt, mutta savua oli edelleen ilmassa. Täyttä varmuutta palon sammumisesta ei ollut.

Kello 07.20 ilmoitettiin, että uusia kuumia pisteitä alkoi muodostua pääkannen yläpuoliselle kannelle ja asuintiloihin levisi lisää savua. Autokannelle tehtiin uusi käynti ja huomattiin kahden trailerin pressuverhon palavan ja lastina olleita perunoita oli levinnyt autokannelle.

Kello 10.55 Commodore Clipper pääsi hinaajien avustuksella Portsmouthin satamaan ja kiinnittyi laituriin. Palokunta pääsi alukselle kello 11.45. Ennen kuin sammutustöihin ryhdyttiin, autokannella ollut savu pyrittiin tuulettamaan pois autokannen takarampin kautta. Lisäksi sitä kautta pystyttiin tyhjentämään autokantta, jotta liikkuminen olisi ollut helpompaa. Kello 12.30 takaramppi avattiin. Savua oli vähän ja liekkejä ei havaittu.

Alus oli kallellaan, koska sen ollessa matkalla satamaan ylivuotokaivojen ritilät olivat tukkeutuneet palojätteestä ja tästä syystä sitä jouduttiin oikomaan lastin siirtelyllä, jotta se saataisiin purettua takarampin kautta. Kello 13.15 osa lastista päästiin purkamaan maihin, mutta purkaminen jouduttiin keskeyttämään autokannella olleen savun takia. Savua saatiin poistettua tuuletuksen ja hajasuihkun avulla.

Autokannelta poistettiin lastia ja palojätettä, jolloin palopaikalle pääsy helpotui. Autokannella olleiden peräkärrien rakennusmateriaalit edesauttoivat palamista. Lisäksi peräkärret, jotka olivat varustettu kylmälaitteilla, sisälsivät dieselä, joka oli tankattuna 200 litran polttoainetankissa. Diesel ei kuitenkaan päässyt syttymään, mutta sen olemassaolo aiheutti itsessään riskin.

Koska palavien perävaunujen sammuttaminen oli vaikeaa autokannella, niin niitä alettiin siirtää laivasta ulos. Ensimmäinen palava traileri saatiin ulos autokannelta kello 18.55 ja viimeinen kello 21.00. Palavia trailereita oli autokannella yhteensä 3 kappaletta.

Paloa ei saatu sammutettua mereltä käsin, koska miehistö oletti hajasuihkun hoitavan sammutuksen. Palon havaitsemisesta sen sammuttamisen alkamiseen kului 42 minuuttia. Sammuttaminen hajasuihkulla oli tehotonta, koska iso osa paloista tapahtui perävaunujen sisäosissa, joihin vesi ei päässyt kunnolla. Liikkuminen autokannella oli vaikeaa, eikä paloletkuilla päästy kunnolla tekemään kohdennettua sammuttamista. Myös palokunnan saapumista helikoptereilla harkittiin ja miehistö odotti sitä. Palokunta ei päässyt alukselle sen ollessa matkalla satamaan, koska sopivalla kuljetuskapasiteetilla varustettua helikopteria ei ollut käytettävissä.

Hajasuihkun käyttö oli rajoitettua, koska autokannelle kertyi palojätettä, joka tukki osittain autokannen ylivuotokaivot, eikä ne pystyneet poistamaan vettä tarvittavaa määrää. Tämän takia hajasuihku jouduttiin välillä sammuttamaan, mikä aiheutti sen, että autokannen lämpötila nousi ja palo ei sammunut kunnolla.

Commodore Clipperille aiheutui palosta pieniä vahinkoja palon lämmön aiheuttamien vääntelyiden muodossa. Autokannen katossa menneet kaapelit olivat sulaneet, mikä oli syynä siihen, että aluksen ohjailu komentosillalta ei onnistunut. Kukaan aluksella olleesta miehistön jäsenestä eikä matkustajista loukkaantunut eikä kuollut.

## M/S Pearl of Scandinavia

16. marraskuuta 2010 Pearl of Scandinavia -nimisessä matkustaja-autolautassa tapahtui tulipalo, joka sai alkunsa latauksessa olleesta sähköautosta. Kyseisen auton voimanlähteenä oli ennen ollut dieselmoottori, mutta auton omistaja oli muuttanut sen kokonaan sähköautoksi. Tapauksesta on tehty onnettomuustutkintaraportti Danish Maritime Authority, Danish Maritime Accident Investigation Boardin toimesta Tähän kappaleeseen on kerätty oleelliset asiat palon syttymisestä, palontorjunnasta ja palon seurauksista (Danish Maritime Accident Investigation Board 2011).

Pearl of Scandinavia lähti Oslostasta kello 17.30 kohti Kööpenhaminaa mukanaan 490 matkustajaa ja 161 miehistön jäsentä. Seuraavana aamuna kello 05.58 tuli hälytys maavuodosta ja muutama sekunti sen jälkeen savunilmaisimien aktivoi palohälytyksen. Pearl of Scandinavian autokansi on jaettu kuuteen sektoriin ja hälytys tuli 5. sektorista, joka on aluksen perästä katsottuna toinen sektori. 5. ja 6. sektori oli erotettu toisistaan niin sanotulla tulvaovella, jonka ansiosta autokannella oleva vesi ei pääse leviämään laajalle alalle. Tulvaoven ja autokannen katon välissä oli noin 0,5 metrin rako. Tarkastuksessa selvisi, että liekit ja savu tulivat rekan perävaunusta. Miehistölle ja matkustajille annettiin palohälytys

Hetken kuluttua seurantajärjestelmä antoi vikailmoituksen, joka koski autokannen vasemmalla puolella olevia savunilmaisimia. Samaan aikaan autokannen peräosan oikean puoleiset ilmaisimet ilmoittivat savusta. Palohälytys resetoitiin, mutta tämä ei poistanut vikaa.

Kameravalvonnan avulla koitettiin saada selkeyttä autokannen tilanteesta, mutta selkeää kuvaa ei saatu, koska ruuduilla näkyi vain mustaa savua. Tämän jälkeen autokannen tuuletus kytkettiin pois päältä. Palosta ilmoitettiin Göteborgin meripelastuskeskukseen, joka tarjosi savusukellusapua. Tämä apu toimitettaisiin alukselle helikopterilla.

06.14 ensimmäinen sammutusryhmä oli valmiina, jonka jälkeen myös loput kolme ryhmää valmistautuivat nopeasti. Turvallisuussyistä paloa sammutettiin



ensin kiinteällä hajasuihkujärjestelmällä. Sammuttaminen aloitettiin autokannen 5. sektorissa kello 06.15. Lähellä palopaikkaa olleet sammutusryhmät saivat tehtäväkseen seurata autokannen lämpötilaa. Tämä tapahtui kokeilemalla laipioita käsin. Lämpötilan seurannan yhteydessä huomattiin, että 5. sektorin lämpötila lähti laskuun, mutta 6. sektorissa se pysyi koko ajan samana. Tästä syystä 6. sektorin hajasuihku käynnistettiin klo 06.35.

Ruotsalaiset savusukeltajat saapuivat alukselle kello 07.00 ja hajasuihkun käyttö lopetettiin kello 07.12. Ulkopuolelta tulleet savusukeltajat kävivät autokannella sammuttamassa siellä olevat palot. Kun palot oli sammutettu, autokannen lämpötilojen seuraamista jatkettiin aluksen vahtihenkilöstön toimesta. Kello 09.52 savusukeltajat poistuivat alukselta ja alus jatkoi matkaansa Kööpenhaminaan. Sammutuksen aikana oli koko ajan yhteys komentosillan ja sammutusryhmien välillä.

Tutkimuksissa osoittautui, että palo sai alkunsa latauksessa olleesta sähköautosta, jonka akku räjähti. Auto sijaitsi autokannen 6. sektorissa lähellä 5. ja 6 sektorin välissä olevaa tulvaovea. Räjähdys sai aikaan liekkejä, lämpöä ja kuumia metallinpalasia. Näiden yhteisvaikutuksesta palo levisi 6. sektorista tulvaoven ja katon välissä olevan raon välistä 5. sektoriin. Räjähtäneen auton vieressä olleet perävaunu ja auto syttyivät tuleen. Tulvaoven etupuolella eli 5. sektorissa syttyi tuleen kaksi rekan perävaunua.

Kukaan ei loukkaantunut tulipalossa ja alus kärsi vain pieniä vahinkoja, jonka vuoksi se oli muutaman päivän pois liikenteestä. Palo ei päässyt leviämään laajalle alalle, koska siihen reagoitiin nopeasti ja sammutus oli tehokasta sekä kiinteään hajasuihkun että maista tulleiden savusukeltajien ansiosta.

## M/S Corona Seaways

M/S Corona Seaways -nimisellä ropax-lautalla sattui 4.12.2013 autokansipalo. Tästä onnettomuudesta on tehty onnettomuustutkintaraportti Marine Accident Investigation Branchin (MAIB) toimesta. Tähän kappaleeseen on koottu oleelliset asiat palon syttymisen, palontorjunnan ja palon seurauksien osalta (Marine Accidental Investigation Branch 2014)

Corona Seaways oli 4.12.2013 matkalla Fredericasta Kööpenhaminaan. Aluksen kyydissä oli 19 miehistön jäsentä ja 10 rekan kuljettajaa. Aluksen lastina oli autoja, rekkoja, maatalouskoneita ja tehdaskoneita. Lastiyksiköitä oli yhteensä 170 ja ne oli lastattu tiiviisti. Osa ajoneuvoista oli hinattu laivaan, koska ne olivat viallisia eivätkä liikkuneet omin avuin. Ajoneuvojen virta-avaimet oli jätetty virtalukkoihin stop/park -asentoon.

Kello 02.15 autokannelta tuli palohälytys. Vahtimies lähti tarkastamaan tilanteen, mutta ei päässyt palopaikalle, koska autokansi oli lastattu niin tiiviisti. Samaan aikaan tuli uusi palohälytys. Aluksen päällikkö huomasi valvontakamerasta savun ja liekkejä.

Aluksen miehistö hälytettiin kokoontumisasemalle ja hälytysluettelon ennalta määrätyt henkilöt lähtivät sulkemaan autokannen ilmanvaihtokanavia.

Kello 02.30 hiilidioksidisammutin laukaistiin. Aluksen autokannelle oli tarkoitus vapauttaa 19,8 tonnia hiilidioksidia. Paloa ei saatu sammumaan.

Kello 03.00 autokannen yläpuolisia rakenteita alettiin jäähdyttää vedellä, jotta palo ei pääsisi leviämään pystysuunnassa. Aluksen konepäällikkö ilmoitti, että hiilidioksidipulloista oli vapautunut vain 9 tonnia hiilidioksidia 19,8 tonnin sijasta. Autokannelle vapautettiin lisää hiilidioksidia, koska tulipalon tilanteesta ei ollut täyttä varmuutta. Tämän toimenpiteen jälkeen päätettiin, että palo oli hallinnassa, koska uusia palohälytyksiä ei tullut ja autokannen yläpuoliset rakenteet eivät enää lämmenneet. Samaan aikaan alus oli kääntänyt kurssinsa kohti Helsingborgia, johon oli hälytetty palokunta. Kello 04.00 hiilidioksidia oli jäljellä 10 tonnia ja se päätettiin vapauttaa autokannelle.

Kello 04.45 Corona Seaways kiinnittyi Helsingborgiin, jossa aluksen miehistö ja mukana olleet rekkakuskit evakuoitiin alukselta. Alus ei ollut omalla laituri-paikallaan ja sen lastia ei pystytty purkamaan. Samaan aikaan paikalla ollut satamahinaaja jäähdytti paloalueen ulkopuolisia rakenteita vesitykin avulla. Kello 07.04 paikalle hälytetty palokunta aloitti valmistelut mennäkseen autokannelle, joka oli täynnä savua. Tuuletus aloitettiin ja autokannen lastia päästiin purkamaan kello 09.14. Alus sijoitettiin uudelleen laituriin paremmin, jolloin purkaminen oli turvallisempaa ja kello 12.08 autokannen lastin purkua päästiin jatkamaan.

Palokunta pääsi palon lähteelle ja se saatiin sammutettua kello 13.25. Palon jälkivartiointi siirtyi aluksen miehistön vastuulle kello 21.10. Corona Seaways lähti korjaukseen Landskronaan ja palasi takaisin liikenteeseen 29. joulukuuta 2013.

Palo sai alkunsa kuorma-autosta, jossa oli käytetty boosteria käynnistämiseen, koska sen akut olivat olleet pois. Auto oli odottanut satamassa yön yli lastausta laivaan. Auto oli ollut pitkään käyttämättä ja akkukaapelit kuluneet.

Suurimmat vahingot tulivat pääkannen yläpuoliseen kanteen, josta jouduttiin uusimaan noin 15m<sup>2</sup>. Seitsemän pitkittäissuuntaista jäykkääjää jouduttiin vaihtamaan. Sähkökaapeleita ja palonhavaitsemisjärjestelmät paloivat paloalueelta. Suuttimet ja putkistot säilyivät ehjinä. Hiilidioksidijärjestelmän suuttimissa oli pientä nokea.

Autokannella ollut kuorma-auto ja sen kyydissä ollut pakettiauto tuhoutuivat täysin. Lähellä olleet kaksi perävaunua kärsivät isoja vahinkoja. Lisäksi muutama ajoneuvo kärsi pieniä lämpövahinkoja.

Nopea päätös ylemmän kannen jäähdyttämisellä palopostein ja hajasuihkulla todennäköisesti vähensi runkoon tulevia vaurioita ja palon leviämistä. Koska palo levisi nopeasti, ei jäänyt muuta vaihtoehtoa kuin käyttää hiilidioksidisammutusta. Palo saatiin hallintaan nopean toiminnan ansiosta. Tilannejohtaminen oli nopeaa ja toiminta sammuttamisessa turvallista.

Tutkimukset osoittivat, että palo oli saanut alkunsa Renault-merkkisestä rekasta. Se oli ollut käytössä edellisen kerran 11 kuukautta ennen kuin se oli lastattu Corona Seawaysiin. Palon syttymissyiksi osoittautui starttimoottorissa ollut sähkövika.

## M/V Norman Atlantic

M/V Norman Atlantic oli 186 metrinen rapax-lautta, jonka autokannella syttyi tulipalo. Onnettomuudesta on tehty tutkintaraportti Ministry Of Infrastructure And Transport, Directorate General for Rail and Marine Investigations (DIGIFEMA) toimesta. Tähän kappaleeseen on koottu oleelliset asiat palon syttymisestä, palontorjunnasta ja palon aiheuttamista vaurioista. (Ministry of Infrastructure and Transport s.a.)

M/V Norman Atlantic lähti 27.12.2014 Patraksesta Igoumenistaan, josta se jatkoi matkaa kohti Anconaa. Aluksen lastina oli 129 rekkaa, 90 henkilöautoa, 3 bussia ja moottoripyörä. Aluksella oli 417 matkustajaa, 55 miehistön jäsentä ja 3 salamatkustajaa.

Kello 4.18 komentosillalla soi hälytys, joka oli aiheutunut kannella 4 olevasta savunilmaisimesta. 4. kannella sijaitsee osittain avoin autokansi. Savun lähteeksi epäiltiin pakokaasupilveä, joka oli peräisin kylmäkontin dieselkäytöstä jäädytyskoneesta. Vahtimies ilmoitti komentosillalle, että autokannella ei ole tulipaloa.

Palohälytys soi uudelleen noin 15 minuutin kuluttua, jolloin huomattiin, että 4. kannella olevan osittain avonaisen autokannen kyljessä olevista aukoista tuli liekkejä. Miehistölle annettiin palohälytys ja 1. perämies lähti autokannelle tarkastamaan tilanteen. Tämän jälkeen autokannen hajasuihkujärjestelmä kytkettiin päälle.

Ensimmäisen konemestarin tehtäviin kuului avata hajasuihkujärjestelmän venttiilit, jotta sammutusvettä saadaan ohjattua palopaikalle. Konemestari avasi 3. kannelle johtavat venttiilit, vaikka tulipalo oli 4. kannella.

Palo pääsi kehittymään itsekseen noin 30 minuutin ajan. Tuli levisi nopeasti kovan tuulen, autokannen avoimen rakenteen ja sammutuksen puuttumisen vuoksi. Näiden yhteisvaikutuksesta 4. kannelta alkanut palo levisi hyvin nopeasti myös 3. kannelle sekä ylemmille kansille. Kello 05.45 savua oli levinyt

konehuoneeseen, minkä seurauksena aluksen dieselgeneraattorit sammuivat ja aluksen sähköntuotanto lakkasi.

Aluksella työskenteli sekä italialaisia että kreikkalaisia. Yhtiön turvallisuusjohtamisjärjestelmässä oli määritelty, että työkielenä oli englanti tai italia riippuen miehistön kansalaisuuksista. Tässä tapauksessa työkielenä oli englanti. Osalla miehistön jäsenillä englannin kielen taito oli huono, mikä saattoi vaikuttaa omalta osaltaan yhteistoimintaan aluksella palon aikana.

Aluksen turvallisuusjohtamisjärjestelmä määräsi, että autokannet oli tarkistettava ennen aluksen lähtöä satamasta ja samassa olon yhteydessä oli täytettävä tarkistuslista. Tulipalosta johtuen tarkistuslista oli palanut, joten tutkimuksissa sitä ei pystytty hyödyntämään. Aluksella oli paljon kylmäkontteja, jotka tarvitsivat sähköliitännän. 4. kannella oli 47 lastiyksikköä, jotka tarvitsivat sähköliitännän. Todellisuudessa kannella oli vain 40 sähköpistoketta, joten 7 lastiyksikköä joutui käyttämään omia polttomoottoreilla varustettuja kylmälaitteita. Autokannella järjestettiin kiertävä palovartiointi.

Alusta alettiin evakuoimaan noin neljä tuntia ensimmäisen palohälytyksen jälkeen. Onnettomuudessa kuoli yhteensä 28 henkilöä, joista ainakin 12 ihmistä menetti henkensä tulipalosta johtuen. Loput kuolivat muun muassa hypotermiaan, koska olivat hypänneet mereen. Itse alus kärsi suuria rakenteellisia vahinkoja ja sitä sammutettiin hinaajien vesitykeillä sen ollessa merellä. Aluksen lasti kärsi palosta suuria vaurioita ja suurin osa siitä paloi käyttökelvottomaksi. Palo aiheutti suurta vahinkoa, joten sen syytymiskohtaa ja -syytä oli vaikea arvioida. Syytä on arvailtu ja huomioon on otettu hyvin tunnetut vaihtoehdot:

- Polttomoottorin virheellinen toiminta
- Palava tupakan tumpi
- Palavien nesteiden käyttö
- Avotulen teko autokannella (salamatkustajat)
- Vika sähkölaitteessa
- Sähkökäyttöisen laitteen virheellinen toiminta

Koneet tukehtuivat savun myötä. Myös paine, kosteus ym. muuttuivat konehuoneessa siten, etteivät koneet enää käyneet. Konehenkilöstö jätti konehuoneen liian aikaisin, joten korjaaviin toimenpiteisiin ei enää ollut mahdollisuutta.

Miehistön toiminta on osaltaan saattanut johtaa siihen, että autokannella syntyi tulipalo. Tähän voisi viitata mm. heikko koulutus ja kielivaikeuksista johtuneet väärinymmärrykset. Lisäksi kaikkia trailereita ei oltu kytketty aluksen sähkönsyöttöjärjestelmään ja miehistö oli tehnyt omatoimisia sähkökytkentöjä lastiysikköiden ja aluksen sähköjärjestelmän välille. Autokansi oli varustettu savunilmaisimilla, mutta kova tuuli saattoi kuljettaa savua pois autokannen sivuilla olevista aukoista ja näin ollen savuilmaisin ei reagoinut siihen heti. Tämä aiheutti sen, että palo pääsi kehittymään ennen kuin palonilmaisujärjestelmä havaitsi sen. Autokannen videokamerat eivät olleet tallentavia ja ne osoittivat vain autokannen sisäänkäynneille, koska siten pystyttiin näkemään sinne mahdollisesti pyrkivät salamatkustajat. Koska videovalvonta ei kattanut koko autokannen alaa, niin sitäkään ei pystytty hyödyntämään palon havaitsemisessa.

## M/S Stena Spirit

31.8.2016 Stena Spirit oli matkalla Karskronasta Gdyniaan kyydissä 551 matkustajaa ja 91 ajoneuvoa. Miehistöä aluksella oli 96 henkilöä. Stena Spirit on 175 metriä pitkä ja 39193 bruttorekisteritonoinen matkustaja-autolautta. Tällä matkalla aluksen autokannella syttyi tulipalo. Tästä tapauksesta on tehty onnettomuustutkintaraportti Bahamas Maritime Authorityn toimesta. Tähän kappaleeseen on koottu oleelliset asiat palon syttymisestä, palontorjunnasta ja palon seurauksista (The Bahamas Maritime Authority 2017.)

Kello 06.38 aluksella soi palohälytys. Hälytystaulu osoitti, että 3. kannen autokannella oli tulipalo, joka oli syttynyt aluksen peräosassa autokannen rampin lähellä. Havaittiin, että rekasta, jossa on kylmäkontti, nousi savua. Kylmäkontin ja laivan välinen sähkökaapeli irrotettiin.

Ensimmäinen havainto savun alkuperästä tuli kylmäkontin moottorissa olevasta kiilahihnasta eikä merkkejä tulipalosta ollut näkyvissä. Autokannen tuuletin kytkettiin päälle, jotta kylmäkontista noussut savu saadaan autokannelta pois ja näkyvyys autokannella parantuisi.

Kello 07.00 kylmälaitteen omaavan rekan katolla havaittiin liekkejä. Liekkejä yritettiin sammuttaa vaahtosammuttimella, mutta vaahtosuihku ei ylettynyt rekan katolle.

Kello 07.08 aluksen miehistölle annettiin palohälytys ja autokannen hajasuihkujärjestelmä ja palopumppu kytkettiin päälle. Hajasuihkujärjestelmä alkoi suihkuttaa vettä autokannen peräosaan, jossa palo oli havaittu. Savu levisi 7. kannelle, jossa sijaitsi matkustustiloja. Autokannen hajasuihkujen toimintaa laajennettiin, jotta palo ei pääse leviämään muihin ajoneuvoihin.

Palo saatiin hallintaan kello 07.35 ja alus kiinnittyi laituriin. Satamassa olleet palomiehet pääsivät alukseen ja kävivät tarkistamassa autokannet. Kello 07.52 aluksen 5. kannen autokantta alettiin tyhjentää lastista. Syttynyt kylmä



kontti sammutettiin vedellä ja vaahdolla, minkä jälkeen myös 3. kannen autokantta alettiin tyhjentää. Koska autokannelle tuli happipitoista ilmaa, niin kylmäkonttirekka syttyi uudelleen. Kello 08.40 autokansipalo oli saatu sammutettua. Aikaa ensimmäisestä palohälytyksestä palon sammuttamiseen meni aikaa 2 tuntia ja 2 minuuttia.

3. kannen autokannen katossa kulkevat putket, sähkökaapelit, ilmastointikanavat ja hydraulikkasysteemin (rampit ja vinssit) putket kärsivät hiiltymistä. 5. kannen lattiassa oli maali palanut palopaikan yläpuoliselta alueelta. Alus oli pois liikenteestä 10 päivää korjauksien vuoksi. Yhtään ihmistä ei loukkaantunut eikä kuollut.

Palo sai alkunsa kylmäkontista, jonka komponentit olivat viallisia. Kun kylmälaite on kytketty aluksen sähkönsyöttöjärjestelmään, siitä ei ole saatavissa viailmoituksia, jotka tulevat ajoneuvon hyttiin.

Miehistö teki virheen, koska he eivät varmistaneet savun aiheuttajaa. Vaikka autokannella oli savua, sinne lähetetyillä miehistön jäsenillä ei ollut hengityslaitteita eikä suojarusteita, mikä aiheutti heidän terveydelle vaaran. Savun ohjaaminen pois autokannelta tuulettimien avulla oli virheellistä, koska savun aiheuttajaa ei varmuudella tiedetty. Tästä syystä palo sai happea, joka mahdollisti sen syttymisen. Kun hajasuihkujärjestelmä kytkettiin päälle, tuuletus jätettiin päälle. Tämä heikensi sammutusvaikutusta. Ylimääräisten hajasuihkujen kytkeminen sai aikaan sen, että vettä ei tullut riittävällä paineella paloalueelle. Autokannen hajasuihkujärjestelmä on tehokas, kun kahteen sektoriin ohjataan vettä. Tässä tapauksessa vettä ohjattiin kuuteen sektoriin.