

Tero Asikainen

TULIPALON ENNALTAEHKÄISY JA SEN TORJUNTA
LAIVAOLOSUHTEISSA

Merenkulun koulutusohjelma
2019

TULIPALON ENNALTAEHKÄISY JA SEN TORJUNTA LAIVAOLOSUHTEISSA

Asikainen, Tero
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Merenkulun koulutusohjelma
Elokuu 2019
Sivumäärä: 56
Liitteitä: -

Asiasanat: merenkulku, tulipalo, paloturvallisuus, palofysiikka, sammutus

Tulipalo on aina vaarallinen ja vakava tilanne. Laivan ollessa merellä tulipalo voi aiheuttaa valtavan vaaratilanteen, jonka etenemistä on usein vaikea pysäyttää ja sen aiheuttamat vahingot ovat yleensä hyvin mittavia. Apua voi joutua usein odottamaan huomattavan pitkään, jolloin tulipalon torjunta- ja sammutustyöt lankeavat yleisesti ottaen aina miehistön harteille.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on tutkia ja selvittää laivaolosuhteissa tapahtuvan tulipalon ennaltaehkäisyä lakien ja säädösten sallimin keinoin sekä sen torjuntaan liittyviä asioita huomioiden välineistön tärkeyden. Työssä käydään pääsääntöisesti läpi palamiseen, palontorjuntaan, palofysiikkaan sekä ennaltaehkäisevään toimintaan liittyviä seikkoja. Tarkoituksena ei ollut tutkia mitään tiettyä alustyyppiä tai kehittää uutta palontorjunnan ja sen ehkäisyn saralla, vaan päätellä jo valmiin aineiston perusteella millaisia keinoja ja välineitä miehistöllä ja matkustajilla mahdollisesti on käytettävissä ja mitä palaminen on.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on toimia ennen kaikkea yleisenä oppaana maallikoille tai vaihtoehtoisesti juuri opintonsa aloittaneelle opiskelijalle.

Vaikeinta työssä oli löytää oikea näkökulma ajatellen palontorjuntaa juurikin merenkulun näkökulmasta ja rajata työ keskittyen näihin nimenomaisiin seikkoihin. Työssä on tiedonhaullisissa asioissa käsitteellisen taustan tarkasteluun käytetty kirjallisuuskatsausta tarkasteltaessa teoreettista viitekehystä, joka tässä tapauksessa tarkoitti alan kirjallisuutta erityisesti palontorjuntaan nojaten, sähköisiä julkaisuja sekä internetiä, jossa suurin osa nykyajan tiedonhausta on. Myös oma kokemus työharjoitteluista eri laivoilla osoittautui tärkeäksi seikaksi tätä aihetta kirjoittaessa, sillä käytännön hallitseminen usein selvittää varsinkin tällaisen aiheen osalta monia eri seikkoja.

FIRE PREVENTION AND FIRE FIGHTING AT SEA

Asikainen, Tero

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Maritime Engineering

August 2019

Number of pages: 56

Appendices: -

Keywords: seafaring, fire, fire safety, fire physics, extinguishing

Fire is always a dangerous and serious situation. When a ship is at sea, a fire can cause a huge incident, which is often difficult to stop and the damage it causes is usually quite significant. Help can often be expected after a considerable period of time and fire prevention and extinguishing work generally falls on crew's shoulders.

The purpose of this thesis is to study and investigate the prevention of fire in ship conditions and issues related to its abatement. The thesis mainly deals with general issues related to combustion, fire prevention, fire physics and preventive activity. It was not intended to investigate any particular type of ship or to develop new methods in the field of fire prevention but to conclude on the basis of the material already available what means and tools are available to the crew and passengers and what combustion is.

The purpose of this thesis is primarily to serve as a general guide for laymen or alternatively to a student who has just started their studies.

The hardest job was to find the right perspective from the point of view of Fire Fighting at sea and to limit the work especially focusing on these particular aspects. Literature, electronic publications and the internet have been used in information-intensive matters.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	MÄÄRITELMIÄ	6
3	PALOFYSIIKKA.....	8
3.1	Perusteet.....	8
3.2	Palamisen edellytykset.....	8
3.3	Syttyminen	10
3.4	Palokaasut	11
3.4.1	Yleisimpiä palokaasuyhdisteitä	12
3.5	Palon jaksot.....	13
3.6	Paloluokat	14
3.6.1	Paloluokka A.....	15
3.6.2	Paloluokka B.....	15
3.6.3	Paloluokka C.....	15
3.6.4	Paloluokka D.....	16
3.6.5	Paloluokka F	16
3.7	Käsitteitä	17
3.7.1	Palamisnopeus	17
3.7.2	Palamislämpötila.....	17
3.7.3	Leimahduslämpötila.....	18
3.7.4	Syttymisrajat	18
4	ENNALTAEHKÄISY.....	19
4.1	Järjestöt ja säädökset.....	19
4.1.1	IMO	20
4.1.2	SOLAS.....	22
4.1.3	Pääluku II-2.....	24
4.1.4	STCW	25
4.1.5	FTP Code	25
4.1.6	FSS Code	26
4.1.7	Euroopan turvallisuusvirasto ja EU	27
4.1.8	Liikenne- ja viestintäministeriö	28
5	PALONTORJUNTA LAIVAOLOSUHTEISSA.....	29
5.1	Välineet	30
5.1.1	Palomiehen varusteet	31
5.1.2	EEBD	35
5.1.3	Kansainvälinen laituriliitin.....	36
5.1.4	Palopumput.....	36

5.1.5 Inerttikaasulaitteet.....	38
5.1.6 Sprinklerijärjestelmä.....	39
5.1.7 Palontorjuntakaavio	41
5.2 Sammutusmenetelmät	42
5.2.1 Alkusammutus	42
5.2.2 Sammutushyökkäys.....	43
6 SAMMUTTEET	44
6.1 Vesi ja lisäaineet	45
6.2 Vaahdot.....	45
6.3 Jauheet	47
6.4 Kaasut	49
6.4.1 Hiilidioksidi	49
6.4.2 Typpi.....	52
6.4.3 Halonit ja niiden korvaajat.....	52
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	53
LÄHTEET.....	55

1 JOHDANTO

Tulipalo missä tahansa on aina ei-toivottu tapahtuma monesti eri syystä. Sanonta kuuluukin, että tuli on hyvä renki, mutta huono isäntä. Tämän sanonnan tärkeyttä ei voi tarpeeksi toistaa varsinkin silloin, kun puhutaan merellä seilavasta laivasta. Tulipalo tällaisessa ympäristössä on katastrofi, sillä merellä ollessa mahdollisen avun pyytäminen ja sen saapuminen paikalla kestää yleensä huomattavasti kauemmin, kuin mitä tarve sillä hetkellä olisi. Lisäksi laivalla on yleisesti ottaen paljon lastia sekä mahdollisesti myös matkustajia, joiden turvallisuus on tällöin uhattuna. Tämän takia on suoranainen ehto, että laivan oma henkilökunta pystyy itse huolehtimaan hätätilanteen hoitamisesta. Tulipalon sammutustyöt ja mahdollisten lisävahinkojen estäminen on prioriteettilistalla aivan kärjessä. Aivan yhtä tärkeää on myös näiden vaaratilanteiden ehkäisy.

Jo koulussa ollessaan merenkulun opiskelijat tekevät paljon tehtäviä liittyen palontorjuntaan ja käyvät läpi kansainvälisiä säädöksiä sekä suorittavat harjoitteita pelastautumisesta ja palontorjunnasta. Tämä yhdistettynä aluksella tapahtuvaan jatkuvaan harjoitteluun jo itsessään auttaa huomaamaan erilaisia poikkeavia tilanteita ja mahdollisesti puuttumaan niihin, mikäli jokin asia ei ole paloturvallisuuden mukaisella tasolla. Monesti jo pelkkä nk. maalaisjärki on suuri apu vaaratilanteiden minimoimisessa. Öljyisten rättien jättäminen tulitöissä tarkoitettulle työskentelypaikalla tai vaikkapa niinkin yksinkertainen asia, kuin tupakointi sängyssä, nähdään yleisellä tasolla vähintäänkin arveluttavana.

Nykypäivän merenkulku on turvallisuuden kannalta aivan toista, kuin mitä se oli vielä muutama vuosikymmen sitten. Nykyään säädökset, palontorjuntavälineistö, rakennusmateriaalit ja ennen kaikkea koulutus on niin hyvällä tasolla, että hätä- ja vaaratilanteisiin voidaan puuttua sekä nopeasti, että tehokkaasti.

2 MÄÄRITELMIÄ

IMO	International Maritime Organization, Kansainvälinen merenkulkujärjestö.
ILO	International Labour Organization, Kansainvälinen työjärjestö.
SOLAS	Safety of Life at Sea, Kansainvälinen yleissopimus ihmishengen turvallisuudesta merellä.
STCW	International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers. Kansainvälinen merenkulkijoiden koulutusta, pätevyyskirjoja ja vahdinpitoa koskeva yleissopimus.
FSS Code	International Code for Fire Safety Systems, Kansainvälinen paloturvallisuussäännöstö.
FTP Code	International Code for Application of Fire Test Procedures, Kansainvälinen palontestausmenetelmien soveltamista koskeva säännöstö.
CO	Hiilimonoksidi eli häkä.
CO ₂	Hiilidioksidi
N ₂	Typpi
EEBD	Emergency Escape Breathing Device, Pelastautumiseen tarkoitettu paineilmlaite.

MSC	Maritime Safety Committee, Merenkulun turvallisuuskomitea.
MEPC	Maritime Environment Protection Committee, Merenkulun ympäristönsuojelukomitea.
LC	Legal Committee, Laillisuuskomitea.
TCO	Technical Co-operation Committee, Teknisen yhteistyön komitea.
FC	Facilitation Committee, Avustusvaliokunta.
EPIRB	Emergency Position Indicating Radio Beacon, Merenkulun hätälähetin.
SART	Search and Rescue Transponder, Tutkamajakka, jonka tarkoitus on lähettää vastaussignaalin takaisin pelastusalukselle.
IMDG	International Maritime Dangerous Goods Code, Kansainvälinen vaarallisten aineiden merikuljetuksien säännöstö.
ISM	International Safety Management Code, Kansainvälinen turvallisuusjohtamissäännöstö.
ISPS	International Ship and Port Facility Security Code, Kansainvälinen alus- ja satamaturvallisuuksäännöstö.
EMSA	European Maritime Safety Agency, Euroopan meriturvallisuusvirasto.

3 PALOFYSIIKKA

3.1 Perusteet

Sanastokeskus TSK ry:n mukaan palaminen määritellään seuraavanlaisesti: ”Palaminen on aineen yhtymistä happeen siten, että syntyy korkea lämpötila ja valoilmiö.” Tulipalon määritelmä taas kuuluu näin: ”Tulipalo on tapahtuma, jossa tuli aiheuttaa tai uhkaa aiheuttaa vahinkoa.”. Palaminen ja tulipalo ovat siis kaksi eri asiaa, jotka kuitenkin liittyvät toisiinsa ratkaisevalla tavalla. Ilman toista ei voi olla toista. (Hytinen, Tolonen & Väisänen 2008, 14.)

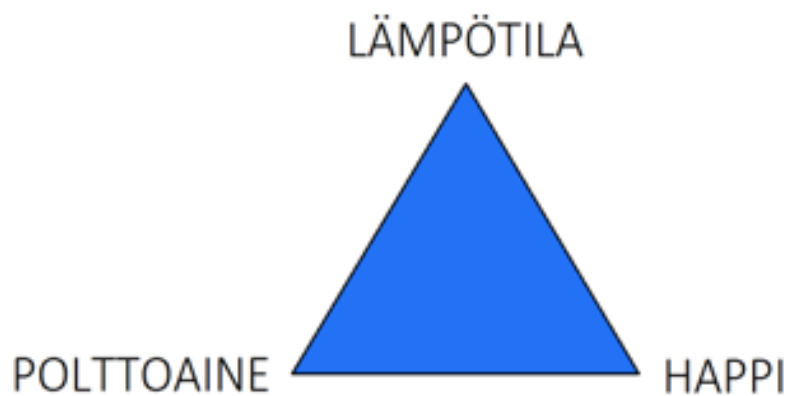
Hapettuminen, joka tunnetaan myös tavan termillä ruostuminen, on myös eräs palamisen muoto, jossa happi reagoi raudan kanssa aiheuttaen hitaan palamisreaktion. Tämä kyseinen reaktio ei kuitenkaan aiheuta paloturvallisuuden kannalta merkittävää vaaraa, vaan liittyy lähemmin kunnossapidon osa-alueisiin. Tosin näissäkin pitää ottaa huomioon paloturvallisuus, sillä monet esimerkiksi palontorjuntaan liittyvät varusteet sijaitsevat usein paikoissa, joissa hapettuminen on myös ongelma.

Palofysiikan, ja sitä kautta palamisen ymmärtäminen, on suoranainen ehto tehokkaan paloturvallisuuden järjestämiseksi ja palontorjunnan tehokkuuden maksimoimiseksi. Tulipalot varsinkin laivalla voivat olla hyvin arvaamattomia, mutta ymmärtämällä palamisen eri vaiheita ja sen käyttäytymistä, voidaan ennaltaehkäistä monia vahinkoja.

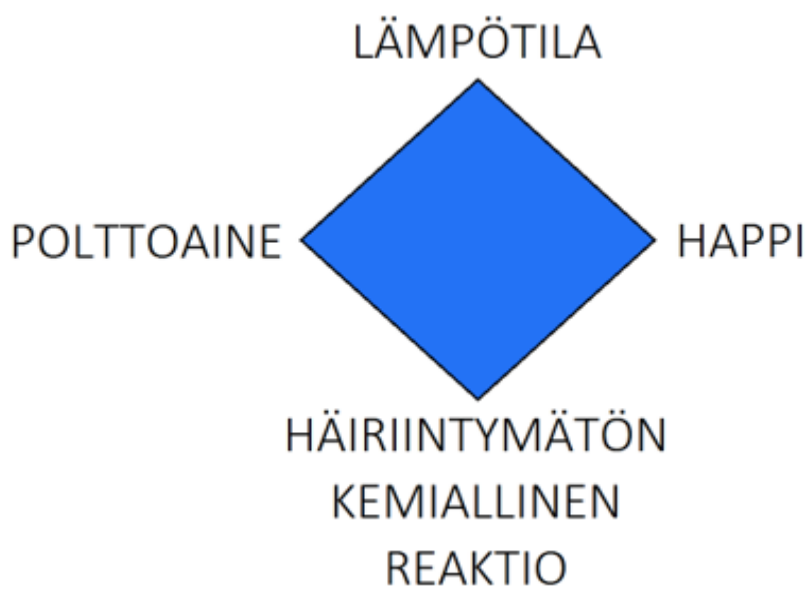
3.2 Palamisen edellytykset

Palamisilmiön perusedellytyksenä on, että kaikki siihen tarvittavat komponentit ovat yhtäaikaaisesti läsnä. Mikäli jokin näistä komponenteista puuttuu, ei palamista voi tapahtua ollenkaan. (Hytinen ym. 2008, 17)

Seuraavassa kaaviossa on esitetty kuvainnollisesti palamisreaktioiden perusedellytykset.



Kuva 1. Hehkupalon perusedellytykset



Kuva 2. Liekehtivän palon perusedellytykset

Palaminen tapahtuu yleisesti ottaen kahdella eri tavalla. Palo on joko liekehtivä, jolloin itse reaktio tapahtuu ns. kaasussa vapauttaen suuren määrän energiaa sekä lämpönä, että valona. Toinen palamisen muoto on hehkuminen.

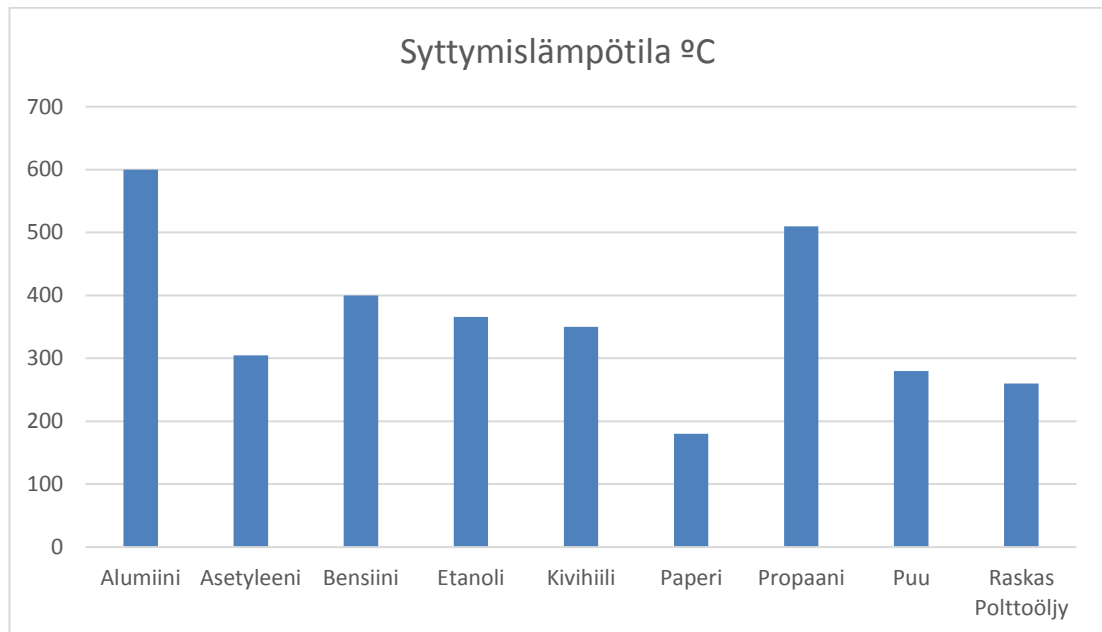
Liekehtivä palaminen vaatii riittävän määrän happea, tarpeeksi korkean lämpötilan ja polttoainetta. Neljäs edellytys, joka erottaa liekehtivän palon hehkupalosta, on häiriintymätön kemiallinen reaktio. Tämä tarkoittaa sitä, että palava aines eli polttoaine pääsee jatkuvasti yhtymään happeen aiheuttaen liekin. Liekehtimällä palavat nesteet ja öljyt, kuten esimerkiksi polttoöljy ja asetyleeni, mutta myös eräät kiinteät aineet, jotka sulaessaan käyttäytyvät nesteiden tavoin.

Hehkupalo on matalassa lämpötilassa itse polttoaineessa tapahtuvaa kytevää palamista, joka lopulta voi kehittyä liekehtivä palamisen asteelle, mikäli perusedellytykset ovat yhtä aikaa voimassa. Hehkupalon perusedellytykset ovat riittävä lämpötila, happi ja polttoaine. Kemiallista reaktiota ei tarvita, sillä happi yhtyy suoraan polttoaineeseen. Hehkuvan palamiset kohdat ovat yleensä hyvin pieniä ja kuumia, jonka takia niitä on joskus hyvin vaikea havaita ennen niiden leviämistä ja lopulta liekehdintää. Tämän takia palovahdin toiminta sammutuksen jälkeen on äärimmäisen tärkeä asia. Happea saadessaan pesäke saattaa alkaa liekehtivän palamisen vaiheen uudestaan, sillä usein muut perusedellytykset ovat usein jo valmiina. Vain kiinteät aineet palavat hehkumalla. Tällaisia materiaaleja ovat esimerkiksi koksi ja erilaiset metallit. (Hyttinen ym. 2008, 33.)

3.3 Syttyminen

”Syttymislämpötila on alin lämpötila, jossa syttyminen tapahtuu.” (Palo- ja pelastussanasto TSK 2006, 33). Näin palo- ja pelastussanasto määrittelee syttymisen. Tulipalossa lämpötila näyttelee merkittävää roolia, sillä syttymisen laatu on pitkälti kiinni siitä. Mikäli syttymiseen käytetään pelkkää lämpöä, puhutaan itsesyttymisestä. Siinä palava materiaali syttyy tuleen tietyssä lämpötilassa. Näin ollen ulkoista lämmönlähdettä, kuten esimerkiksi kipinää, ei tarvita.

Tällöin toki muutkin perusedellytykset ovat jo läsnä, sillä valtava lämpötila ei synny itsestään. (Hyttinen ym. 2008, 33.)



Taulukko 1. Eräiden aineiden syttymislämpötiloja.

3.4 Palokaasut

Kun tulipalo syttyy, sen alkuvaiheessa kuumenevista materiaalien pinnoista alkaa vapautumaan myrkyllisiä yhdisteitä, joita kutsutaan palokaasuiksi. ne voidaan jakaa kolmeen eri osa-alueeseen; Ilmaan, pyrolyysituotteisiin sekä palaneisiin kaasuihin. Lisäksi ne sisältävät myös muita nestemäisiä ja kiinteitä sivutuotteita, kuten vettä ja hiiltä. Palokaasut jaetaan joko lamaaviin palokaasuihin tai ärsyttäviin palokaasuihin sen perusteella, miten ne vaikuttavat ihmiselimistöön.

Hiilimonoksidi (CO) tunnetaan paremmin nimellä häkä. Se on hiilen ja hapen yhdiste, joka on myös hajuton, mauton, väritön ja erittäin helposti syttyvä kaasu. Häkä on lamaava kaasu. Sen myrkyttävä vaikutus perustuu siihen, että se imeytyy yli 200 kertaa tehokkaammin verenkiertoon happeen verrattuna. Näin ollen hemoglobiini ei pysty kuljettamaan riittävää määrää happirikasta verta elimistön käytettäväksi. Tästä johtuen erilaiset hermostolliset ongelmat

aiheuttavat lopulta ihmiselle tajuttomuuden ja jopa kuoleman, mikäli riittävä määrä häkää on imeytynyt verenkiertoon. Häkämyrkytyksen oireita ovat mm. päänsärky, huimaus, oksentelu, näköhäiriöt sekä yleinen heikkoutentunne. Jo 50 ppm:n pitoisuudet ovat vaarallisia ja voivat aiheuttaa sydämen ja hermoston toiminnassa erilaisia muutoksia. (Terveyskirjasto 2019)

3.4.1 Yleisimpiä palokaasuyhdisteitä

Syaanivety (HCN) on yhdiste, jota syntyy typpeä sisältävien aineiden palauksessa. Erittäin myrkyllinen. Ei sitoudu verenkiertoon hiilimonoksidin tavoin vaan estää solujen hapenkäytön. Aiheuttaa suurina annoksina ihmisille välittömän kuoleman. Myrkyllistä myös vesieliöille. (Hyttinen ym. 2008, 54)

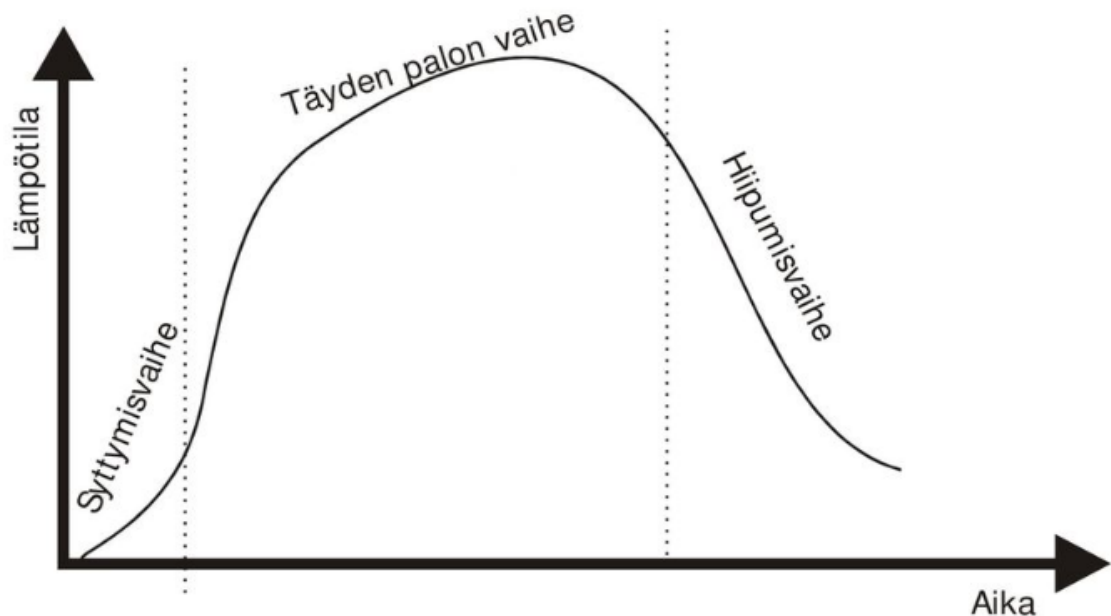
Hiilidioksidi (CO_2) on kaasu, jota määrällisesti löytyy eniten puhuttaessa palokaasuista ja niiden koostumuksesta. Hiilidioksidi on hajuton ja väritön kaasu, joka on myös ilmaa raskaampaa. Tämän takia hiilidioksidin käyttö sammutteena edellyttää suurissa määrin sitä, että esim. laivan konehuoneessa tilat on evakuoitava tukehtumisvaaran vuoksi. Aiheuttaa suuremmissa määrin hengityksen tihtymistä. Vaarallinen pitoisuus hengitysilmassa yli 10 tilavuusprosenttia.

Typpioksidit, joista tärkeimmät NO ja NO_2 . Näitä kemiallisia yhdisteitä syntyy silloin, kun typpipitoiset materiaalit palavat. Korkeissa lämpötiloissa mahdollisuus myös siihen, että ilman oma typpi alkaa sekoittua palamisreaktioon. Aiheuttavat suurina pitoisuuksina hengityselinten ongelmia. (Hyttinen ym. 2008, 55)

Vetykloridi (HCl) on yhdiste, jota syntyy klooria sisältävien materiaalien palauksessa. Erittäin voimakkaasti syövyttävä kaasu. Myrkyllistä hengitettynä. Yskä, kurkkukipu, hengitysvaikeudet, sumentunut näkö ja mahdolliset palovammat ovat yleisimpiä vetykloridialtistuksen oireita. (ILO:n www-sivut 2019)

3.5 Palon jaksot

Tulipalon vaiheet voidaan jakaa kolmeen eri osaan. Syttyminen, täyden vaiheen palo ja hiipuminen.



Kuva 3. Tulipalon jaksot (Anttila K. 2005)

Syttymisvaihe on palon kannalta kaikkein tärkein ja kriittisin. Mitä kauemmin tätä vaihetta voidaan pitkittää, sen parempi, sillä tässä vaiheessa tulipalon sammuttaminen on vielä verrattain helppoa. Palo on vielä paikallinen ja lämpötilat varsin matalat (noin 350 °C). Tässä vaiheessa muodostunut savu kertyy enimmäkseen katon yläreunaan muodostaen savupatjan. Rakennus- sekä palosuunnittelussa tulisi ottaa huomioon tilankäyttö, mahdolliset laitteistot ja niiden sijoittelu, sillä ne ovat myös omiaan hidastamaan kyseistä vaihetta entisestään. Jakson loppuvaiheilla tapahtuu leiskahdus savukaasujen syttyessä. Tällöin lämpötila nousee nopeasti noin 600 °C.

Täyden palamisen vaihe merkitsee sitä, että tulipalo on saavuttanut maksimaalisen palamisen asteen ja palo on levinnyt kaikille mahdollisille pinnoille, jotka entisestään tukevat paloa antamalla sille lisää polttoainetta. Tässä vaiheessa lämpötilat ovat hyvin korkeita. Yleensä yli 800 °C. Täyden palamisen

vaihe jatkuu niin pitkään kuin polttoainetta riittää. Myös savukaasut toimivat polttoaineena tämän vaiheen korkeissa lämpötiloissa.

Hiipuminen on palamisen viimeinen vaihe. Lämpötilat alkavat laskea johtuen polttoaineen vähenemisestä. Paloteho sekä liekehtiminen vähenevät ja lopulta palo alkaa kytä. Muodostuu hehkupalo. Tässä vaiheessa tulipalon vaara ei ole vielä ohi, vaan pinnat voivat edelleen olla hyvinkin kuumia ja rakennusmateriaalit osittain palamattomia. Mikäli tällainen palo pääsee kosketuksiin riittävän happimäärän kanssa, voi palo leiskahtaa ja mahdollisesti sytyttää lähialueen uudelleen. (Kerttula 2013, 11.) (Hyttinen ym. 2008, 57-59.)

3.6 Paloluokat

Suomessa ja koko Euroopan alueella tulipalot luokitellaan eurostandardi EN 3062-EN2:n mukaan eri kategorioihin riippuen siitä miten ne palavat ja millainen materiaali on kyseessä. Sähköpalot kuuluvat joko B- tai C-luokaan riippuen siitä mikä materiaali on milloin kyseessä.

Paloluokka	Kuvaus
A	Kuitumaiset, orgaaniset aineet. Aine palaa liekehtimällä tai hehkuen. Puu, paperi, hiili, tekstiilit yms.
B	Palavat nesteet. Aine palaa liekehtien. Bensiini, öljy, alkoholi, terva, steariini yms.
C	Kaasupalot. Aine palaa liekehtien. Maakaasu, asetyleeni, butaani, propani, vety yms.
D	Metallipalot. Aine palaa liekehtien tai hehkuen. Magnesium, litium, Natrium yms. ml. lukien näiden seokset.
F	Eläin- ja kasvirasvapohjaiset palot. Aine palaa liekehtien.

Taulukko 2. Paloluokat ja niiden kuvaukset

3.6.1 Paloluokka A

Paloluokka A:han kuuluvat kaikki kuitumaiset ja huokoiset materiaalit, jotka palaessaan muuttuvat hiiltynyksi palojätteeksi. Tällaisia ovat useammat rakennusmateriaalit ja tekstiilit, kuten esimerkiksi puu, erilaiset kankaat ja puristelevyt. Materiaalit ovat yleensä huonosti vettä imeviä, mutta ominaisuudet vaihtelevat tässä luokassa jonkin verran. Tämän takia rakennuspaloissa pyritään käyttämään sammutteita, joissa lisäaineet auttavat huokoisten materiaalien läpäisemisessä. Tämä on sammutuksessa tärkeä lähestymismuoto, sillä muuten uudelleensyttymismahdollisuus on varsin korkea. A-luokan paloissa suositeltava sammutinryhmä on A, jonka pääasiallinen sammutustapa on jäähdytys. (Tissari 1999, 88)

3.6.2 Paloluokka B

Paloluokka B käsittää palavat nesteet. Näitä ovat mm. bensiini ja polttoöljy. B-luokan paloissa käytetään tukahduttavia sammutteita ja sammutusmenetelmiä. Useimmat tähän luokkaan kuuluvat nesteet ovat vettä kevyempiä ja tämän takia kelluvat sen pinnalla. Sammutustöissä tämä pitää ottaa huomioon, sillä palava neste saattaa helposti roiskua aiheuttaen lisää palopesäkkeitä. Palaville nesteille suositellaan sammutteiksi joko vaahtoa tai esimerkiksi laivan konehuoneesta tutulla kiinteällä kaasujärjestelmällä, jossa hiilidioksidia pumpataan valtavia määriä suoraan palonlähteeseen ja näin katkaistaan kemiallinen reaktio poistamalla siitä happi. Mikäli palo on pienempi, voidaan yrittää myös tukahdutusta esimerkiksi käyttämällä palopeitettä, jos asetetaan suoraan palopesäkkeen päälle. (Tissari 1999, 89)

3.6.3 Paloluokka C

Paloluokka C käsittelee kaasupaloja. Tällaisia aineita voivat olla esimerkiksi maakaasu ja propaani. Kaasupalojen sammutukseen käytetään C-luokan sammutteita, joiden ensisijainen sammutustapa on tukahduttaminen. Hiilidioksidin pumppaaminen palotilaan tai veden mukana ruiskutettava jauhe ovat

eräitä menetelmiä sammuttaa kaasupalo. Mikäli kaasuvirtaus palossa on suuri, ensisijainen tehtävä on joko katkaista kaasun syöttö tai muulla tavoin ehkäistä sen leviäminen ympäristöön. Tämä johtuu siitä, että niin kauan, kun kaasua on paloalueella ja ympäristössä, tulipalon tai räjähdyksen vaara on ilmeinen. Jos kaasupaloa ei saada perinteisin menetelmin sammumaan, jatketaan paloalueen jäähdytystä vedellä, kunnes kaasu palaa loppuu. (Tissari 1999, 89-90)

3.6.4 Paloluokka D

Paloluokka D kuuluvat erittäin voimakkaasti reagoivat metallit, joita ovat esimerkiksi natrium ja magnesium. Koska nämä kyseiset metallit reagoivat hyvin voimakkaasti perinteisiin sammutteisiin, kuten vesi, hiilidioksidi ja vaahdot, on kehitetty erikoisjauheita, jotka sulaessaan muodostavat erityisen pinnoitteen metallien päällä ja näin ollen katkaisevat kemiallisen ketjureaktion sammuttaen palon. Voimakkaasti reagoivat metallit kuuluvat vaarallisiin aineisiin ja niiden kuljettamisesta on määrätty erikseen liikenneministeriön vaarallisten aineiden annetussa päätöksessä, jossa ne luokitellaan kategoriaan epäorgaaniset helposti syttyvät kiinteät aineet. (Tissari 1999, 90)

3.6.5 Paloluokka F

Paloluokkaan F käsittää eläin- ja kasvirasvapohjaiset palot. Näitä varten on kehitetty erityisiä elintarvikerasvasammuttimia, jonka sammute muodostaa erilaisten rasvojen ja öljyjen pinnalle tukahduttavan saippuamaisen kalvon. Vaikuttavina sammuteaineina toimivat kaliumpohjaiset suolaliuokset. Rasvapaloissa suositellaan kuitenkin ensisijaisena menetelmänä tukahduttamista joko mahdollisesti astian kannella tai sammutuspeitteellä. F-luokan sammuttimet ovat lisäksi suunniteltu estämään rasvan mahdollinen uudelleensyttyminen ja niillä pitää olla myös A- ja B-luokitukset. (Kerttula 2013, 15) (Turvanasin www-sivut 2019)

3.7 Käsitteitä

Seuraavassa osiossa on joitakin palamiseen liittyviä käsitteitä, jotka kuuluvat palofysiikan ja palontorjunnan teoriaan osana muuta kokonaisuutta. Käsitteet kuvaavat palon etenemistä, prosessia sekä syttymistä. Tähän on koottu kaikkein tärkeimpiä.

3.7.1 Palamisnopeus

“Palavan aineen massan pieneneminen aikayksikköä kohti. Palamisnopeuden yksikkö on kg/s.” (Palo- ja pelastussanasto TSK 2006, 33) Palamisnopeuteen vaikuttavat palavan materiaalin ominaisuudet, sen sisältämän hapen määrä ja palamiseen tarvittavan ulkopuolisen hapen määrä. Muita pienempiä osatekijöitä ovat palopinta-ala sekä mahdolliset paloreaktiota kiihdyttävät aineet tai olosuhteet. Palot voidaan jaotella sen mukaan, kuinka nopeaa palaminen itsessään on. Hitaassa palamisessa puhutaan hehkupalosta, joka tarkoittaa esimerkiksi hiilen punahehkuista kytöpaloa. Normaalissa palamisessa palo on jo päässyt liekkiasteelle. Räjähdyksessä puhutaan taas hyvin nopeasta palamisesta, jota ei enää itsessään ole mahdollista sammuttaa, vaan se pitää aina ennaltaehkäistä. (Hyttinen ym. 2008, 26) (Tissari 1999, 81)

3.7.2 Palamislämpötila

Palamislämpötila riippuu monesta eri osatekijästä. Palavan materiaalin ominaisuudet, palokaasut ja ilmansaati vaikuttavat lämpötilaan eniten. Myös palon laatu määräytyy näiden perusteella. Mikäli palo on liekehtivä, on maksimilämpötila liekin oma lämpötila. Hehkupalossa se taas on kytevä materiaalin pinta.

Palava aine	Palamislämpötila °C
Savuke	500
Bensiini	900
Puu	1000
Kivihili	1200
Parafiini	1430
Metaani	1900
Vety	2050
Hiilimonoksidi	2100
Asetyleeni	2300
Asetyleenihappiliekki	3100

Taulukko 3. Eräitä aineiden palamislämpötiloja

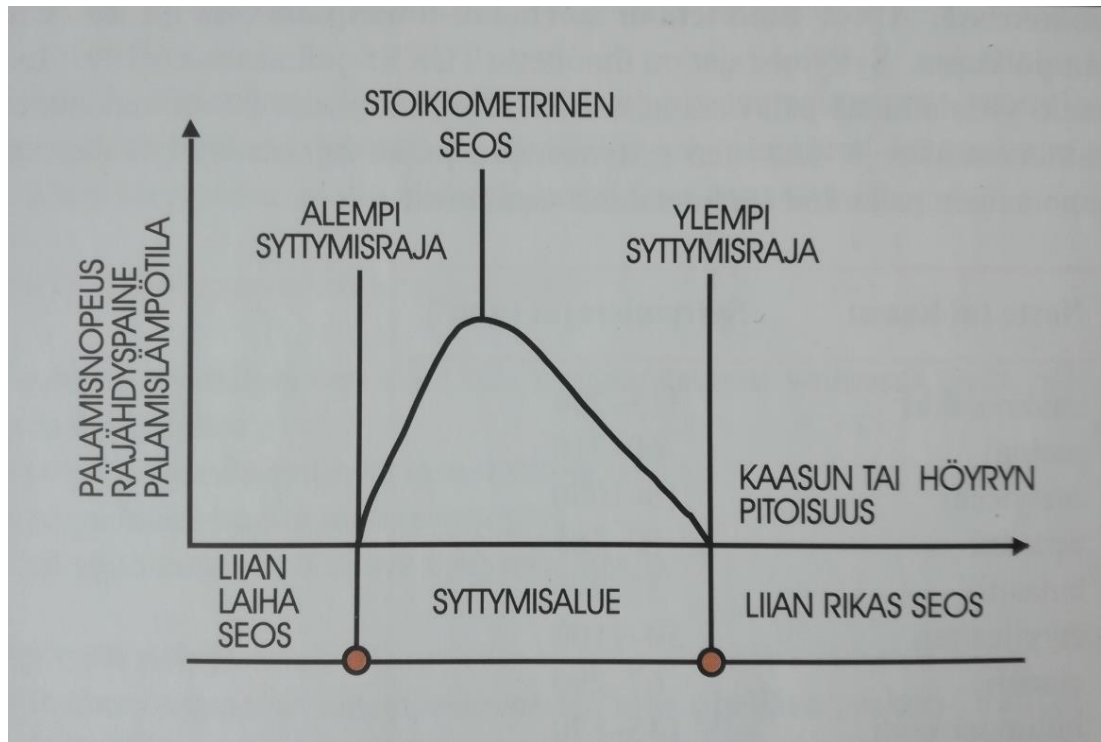
3.7.3 Leimahduslämpötila

“Alin lämpötila, jossa nesteestä erottuu niin paljon kaasua, että se muodostaa pinnan lähellä ilman kanssa seoksen, joka leimahtaa sytyttimen vaikutuksesta mutta joka ei jatka palamista sytyttimen poistuttua”. (Palo- ja pelastussanasto TSK 2006, 33) Leimahduslämpötilaa voidaan pitää eräänlaisena turvallisuusmittarina puhuttaessa paloturvallisuudesta. Mitä alhaisempi leimahduslämpötila, sitä vaarallisempaa ainetta voidaan pitää. Tämän takia on olemassa säädöksiä, jotka rajoittavat tai määräävät aineiden turvallisesta kuljettamisesta, varastoinnista ja käsitlemisestä. Erilaiset lisäaineet tai mahdolliset epäpuhtaudet voivat alentaa leimahduslämpötilaa huomattavasti. Tämän takia monet seokset ovat monta kertaa herkempiä syttymään ja näin ollen niitä on myös käsiteltävä sillä tavalla. (Työterveyslaitoksen [www-sivut](http://www.ttl.fi) 2019)

3.7.4 Syttymisrajat

Syttymisrajat ovat pitoisuuksia, joiden rajoissa kaasun/höyryn ja ilman tai pölyn ja ilman seos voi syttyä. Alemman ja ylemmän syttymisrajan väli ilmaisee nk. syttymisalueen. Syttymisrajat vaihtelevat aavistuksen kirjallisuuden mukaan, joten normaalisti näihin rajoihin annetaan hieman leveämmät arvot turvallisuutta ajatellen. Tämä johtuu siitä, että aineiden ominaisarvot ja seosmäärät

voivat hieman vaihdella eri olosuhteissa. Syttymisrajat ilmoitetaan joko syttyvän aineen tilavuusprosenttimääränä tai grammoina yhdessä kuutiometrissä ilmaa, jolloin lämpötila on 20°C vakio ja ilmanpaine normaali. (Työterveyslaitoksen www-sivut 2019)



Kuva 4. Kaasuilmaseoksen syttymisrajat. Kuvasta voidaan havaita, että alemman ja ylemmän syttymisrajan lähetyvillä palanopeus hidastuu voimakkaasti. Laihalla seoksella osa ilmasta jää palamatta. Rikkaalla seoksella taas osa polttoaineesta. (Hytinen ym. 2008, 39)

4 ENNALTAEHKÄISY

4.1 Järjestöt ja säädökset

Ennaltaehkäisy on merenkulkijan kannalta kaikkein paras palontorjunnan väline. Kun omalla toiminnalla pystytään vaikuttamaan palovahinkojen huomattavaan pienenemiseen, on se askel, joka kannattaa ottaa. Ihmishenkien menetys ja mittavat materiaalivahingot laivanomistajalle ja varustamolle

maksavat paljon. Ja kun tähän lausekkeeseen lisätään loukkaantunut tai kuollut henkilö, oikeutta voidaan käydä jopa vuosia.

Sääntöjen tarkoitus ei ole kiusata ketään tai tehdä töistä hankalampia. Syy on yksinkertainen. Tulipalojen, räjähdysten, alusvaurioiden ja lastivaurioiden vähentäminen ja erityisesti ihmishengen suojeleminen. Suomessa turvallisuusasiat ovat menneet koko ajan kohti ideaalia suuntaa. Vaikkakin monissa asioissa säännöt tuntuvat välillä häiritsevän itse työntekoa, ovat merenkulun ammattilaiset kuitenkin ottaneet ne suurimmaksi osaksi positiivisella mielellä vastaan. Osittain tämä johtuu siitä, että Suomessa on yhtenäinen mielipide turvallisuuskulttuuria kohtaan. Kun turvallisuussäädöksiä otetaan hiljalleen käyttöön, ne tulevat lähes automaattisesti osaksi varustamon toimintaa ja näin ollen osaksi päivittäisiä rutiineja. (Lappalainen 2016, 149-153)

Merenkulussa sääntely turvallisuusasioissa on nykyään erittäin hyvällä tasolla. Tätä varten kansainvälinen merenkulkujärjestö on perustettu. Suomessa valvontaa suorittaa Traqi, joka valvoo kansallisia säädöksiä, Liikenne- ja viestintäministeriö sekä Euroopan unioni, jota edustaa EMSA. Virastot käyvät jatkuvaa sisäistä keskustelua asioista, jotta turvallisuutta voidaan entisestään parantaa ja säädöksiä korjata, jotta mahdollisiin vaaratilanteisiin voidaan puuttua myös tulevaisuudessa.

4.1.1 IMO

International Maritime Organization eli kansainvälinen merenkulkujärjestö on vuonna 1948 perustettu yhdistyneiden kansakuntien alainen merenkulun turvallisuuteen ja sen aiheuttamien päästöjen torjumiseen tähtäävä virasto. Järjestön pääkonttori sijaitsee Lontoossa.

Merenkulku on olennainen osa kestäväen talouskasvun tulevaa ohjelmaa. Kansainvälisen merenkulkujärjestön kautta sen jäsenvaltiot, kansalaisyhteisöt ja merenkulkuala työskentelevät yhdessä varmistaakseen kestäväen ja vahvan panoksen vihreitä arvoja ajatellen sekä talouden kasvua kestäväällä tavalla.

Kestävä merenkulku ja sen kehittäminen ovat yksiä IMO:n tärkeimmistä painopisteistä tulevana vuosina.

Järjestö koostuu edustajakokouksesta, neuvostosta ja viidestä pääkomiteasta: Meriturvallisuuskomitea (MSC); Meriympäristön suojelukomitea (MEPC); Oikeudellinen komitea (LC); Teknisen yhteistyön komitea (TCO) ja Avustusvaliokunta (FC). Useat alakomiteat tukevat tärkeimpien teknisten komiteoiden työtä. Yhteenvetokertomukset komiteoiden ja alivaliokuntien työstä löytyvät kokousten osiosta.

IMO:n suurinta päätösvaltaa käyttää nk. edustajakokous, joka järjestetään kahden vuoden välein. Kaikki jäsenmaat osallistuvat kokoukseen, jossa päätetään seuraavan kahden vuoden ajaksi neuvoston jäsenet. Muita käsiteltäviä kohtia ovat mm. järjestön budjetti sekä muut järjestön toimintaan liittyvät asiat.

Päätehtävänään järjestöllä on luoda eräänlainen sääntelykehys merenkulku-alalle, joka on oikeudenmukainen ja tehokas, yleisesti hyväksytty ja myös toteutettu. Toisin sanoen sen tehtävänä on luoda tasapuoliset toimintaedellytykset, jotta alusten operoijat eivät pysty taloudellisissa kysymyksissä oikaisemaan ja näin ollen vaarantamaan alusten ja ympäristön turvallisuutta ja niiden riittävää tasoa. Tämä lähestymistapa kannustaa tällöin myös innovaatioihin ja parempaan tehokkuuteen.

Merenkulku on äärimmäisen kansainvälinen teollisuuden osa-alue ja se voi toimia tehokkaasti vain, jos säännöt ja standardit ovat kaikkien itsensä sopimia, hyväksymiä ja toteuttamia. IMO on foorumi, joka auttaa tässä prosessissa.

IMO:n toimenpiteet kattavat kaikki kansainväliset merenkulun näkökohdat, mukaan lukien alusten suunnittelun, rakentamisen, laitteistot, miehityksen, operoinnin ja purkamisen osalta. Näin varmistetaan, että kyseinen ala säilyy turvallisena ympäristöystävällisenä, energiatehokkaana ja turvallisena niin nyt, kuin tulevaisuudessakin. (IMO:n www-sivut 2019.)

4.1.2 SOLAS

SOLAS-yleissopimusta sen peräkkäisissä muodoissa pidetään yleisesti tärkeimpinä kaikista kauppalaivojen turvallisuutta koskevista kansainvälisistä sopimuksista. Ensimmäinen versio hyväksyttiin vuonna 1914 vastauksena Titanicin katastrofiin, toinen vuonna 1929, kolmas vuonna 1948 ja neljäs vuonna 1960. Vuoden 1974 versio sisältää hiljaisen hyväksymismenettelyn, jossa säädetään, että muutos tulee voimaan tiettyyn päivämäärään mennessä, mikäli tietty määrä sopijapuolia ei vastusta esitystä. Tämän vuoksi vuoden 1974 yleissopimusta on päivitetty ja muutettu useaan otteeseen. Nykyään voimassa olevaa yleissopimusta kutsutaan joskus SOLAS-sopimukseksi 1974, sellaisena kuin se on muutettuna.

SOLAS-yleissopimuksen päätavoitteena on määritellä alusten rakentamista, laitteita ja käyttöä koskevat vähimmäisvaatimukset, jotka ovat niiden turvallisuuden mukaisia. Lippuvaltiot ovat vastuussa siitä, että niiden lipun alla seilaavat alukset täyttävät tarpeelliset vaatimukset. Tästä johtuen aluksille on määrätty useita erilaisia sertifikaatteja. Valvontasäännökset sallivat myös sopijahallitusten tarkastaa muiden sopijavaltioiden aluksia, mikäli on perusteltua uskoa, että alus ja sen laitteistot eivät ole olennaisesti yleissopimuksen vaatimusten mukaisella tasolla. Tätä menettelyä kutsutaan satamavaltion valvonaksi. Nykyisessä yleissopimuksessa on lisäksi, joissa esitetään yleiset velvollisuudet, muutosmenettelyt jne.

SOLAS on jaettu 14:ään eri päälukuun:

- Pääluke I Yleiset säännökset – Alustyyppien kartoitus ja sertifikaattien myöntäminen yleissopimuksen täyttävälle aluksille.
- Pääluke II-1 Rakenne – Alusten osastointi ja vakavuus, koneistojen ja sähkölaitteet, öljysäiliöalusten ja irtolastialusten standardisointi.

- Pääluke II-2 Palontorjunta, palonhavaitseminen ja palonsammutus – Yksityiskohtaiset paloturvallisuusmääräykset kaikille aluksille ja erityistoimenpiteet matkustaja-aluksille, rahtialuksille sekä säiliöaluksille.
- Pääluke III Hengenpelastusvälineet ja järjestelyt – Pelastuslaitteita- ja järjestelyjä koskevat vaatimukset mukaan lukien pelastusveneiden ja pelastusliivien vaatimukset alustyyppin mukaan.
- Pääluke IV Radioliikenne – Globaalin hälytys- ja turvallisuusjärjestelmän (GMDSS) käyttö kansainvälisessä liikenteessä. Alusten on kuljetettava laitteita, jotka on suunniteltu parantamaan onnettomuuden jälkeisiä pelastamismahdollisuuksia (EPIRB, SART).
- Pääluke V Navigointiturvallisuus – Sopijavaltioiden on luvun IV mukaan varmistettava, että alusten navigointi tapahtuu turvallisella tavalla kaikilla aluksilla ja kaikissa olosuhteissa.
- Pääluke VI Lastin kuljetus – Kaikenlaisen lastin käsittelyyn ja kuljetukseen liittyvät asiat pois lukien nesteet ja kaasut.
- Pääluke VII Vaarallisten aineiden kuljetus – Luvussa vaaditaan vaarallisten aineiden kuljettamista IMDG-säännösten mukaisella tavalla.
- Pääluke VIII Ydinvoimakäyttöiset alukset – Perusvaatimukset ydinvoimakäyttöisille aluksille, joka koskee erityisesti niiden säteilysuojia.
- Pääluke IX Alusten turvallisuusjohtaminen – Vaatii laivanomistajaa ja varustamoaa nimeämään turvallisuushenkilön, joka vastaa kansainvälisen turvallisuusjohtamissäännösten noudattamisesta aluksilla.
- Pääluke X Turvallisuusvaatimukset suurnopeusaluksille – Määrittää suurnopeusalusten noudattamisesta niille tarkoitetun turvallisuussäännösten (HSC) suhteen.

- Pääluke XI-1 Erityisvaatimukset meriturvallisuuden parantamiseksi. Luvussa selvitetään vaatimuksia liittyen tarkastuksia tekeviin järjestöihin, niiden tekemiin tarkastuksiin ja raportointiin.
- Pääluke XI-2 Erityisvaatimukset meriturvallisuuden parantamiseksi. Luku sisältää ISPS -säännösten. Sen A-osa on pakollinen ja B-osa sisältää suositeltuja ohjeita.
- Pääluke XII Muita varotoimia irtolastia kuljettaville aluksille – Erikoisvaatimukset yli 150 metriä pitkille irtolastialuksille. (IMO:n www-sivut 2019.)

4.1.3 Pääluke II-2

SOLAS:n pääluke II-2 (Fire protection, fire detection and fire extinction) käsittelee määräyksiä koskien alusten paloturvallisuutta kaikella tasolla. Näiden tarkoitus on ensisijaisesti ehkäistä mahdollisia vaaratilanteita ja tarvittaessa avustaa ja opastaa palon sammutuksessa. Se on tarkkaan harkittu ja monien vuosien aikana tehokkaaksi hiottu säännöstö, jota kuitenkin tarvittaessa päivitetään liitteillä samaan tapaan IMO:n muiden yleissäännösten kanssa.

Pääluke jaetaan seuraaviin eri osioihin:

- Osio A: Yleistä
- Osio B: Tulipalojen ja räjähdysten ennaltaehkäisy
- Osio C: Tulipalon rajoittaminen
- Osio D: Pelastautuminen
- Osio E: Operatiiviset vaatimukset
- Osio F: Vaihtoehtoiset suunnitelmat ja järjestelyt
- Osio G: Vaatimukset

4.1.4 STCW

Merenkulkijoiden koulutusta, pätevyyskirjoja ja vahdinpitoa koskeva kansainvälinen yleissopimus hyväksyttiin 7. heinäkuuta 1978 ja se tuli voimaan 28. huhtikuuta 1984. Sen pääasiallisena tarkoituksena on edistää merenkulkijoiden turvallisuutta ottaen huomioon sekä itse ihminen, että työympäristö. Yleissopimusta täydennettiin vuosina 1995 ja 2010, jolloin voimaan tuli ns. Manilan sopimus. Se määritteli uudelleen vanhoja sääntöjä ja epämukaisuuksia sekä otti huomioon uudenlaisen teknologian käyttämisen merenkulussa. Mukana oli myös luonnon ja ympäristön suojeluun liittyviä standardisointeja. (IMO:n www-sivut 2019)

4.1.5 FTP Code

Kansainvälinen palontestausmenetelmien soveltamista koskeva säännöstö julkaistiin ensimmäisen kerran vuonna 1996, mutta varsinaisesti voimaan se tuli vasta heinäkuussa 1998. Säädös määrittelee SOLAS:n pääluvun II-2 mukaisesti erilaisten tuotteiden kansainväliset laboratoriotestit, tyyppihyväksynät sekä palotestausmenetelmät.

Vuonna 2066 IMO aloitti FTP-säännöstön uudistamisen, joka valmistui nykyiseen muotoon vuonna 2010. Tässä muodossaan siitä tuli entistä yksityiskohdaisempi materiaalien ja tuotteiden osalta puhuttaessa niiden testauksesta sekä käyttöönoton hyväksymisestä. (IMO:n www-sivut 2019)

FTP-säännöstö käsittää seuraavat testausosiot:

- | | |
|-----|--|
| I | Palamattomuuskoe |
| II | Savu- ja myrkyllisyyskoe |
| III | A, F ja B luokan osastojen kokeet |
| IV | Palo-ovien ohjausjärjestelmien testaus |

V	Pintamateriaalien syttyvyyskoe
VI	Verhojen, tekstiilien ja kalvojen palokoe
VII	Verhoiltujen huonekalujen palokoe
VIII	Vuodevaatteiden palokoe
IX	Suurnopeusalusten palorajoittavien materiaalien palokoe
X	Suurnopeusalusten palo-osastojen palokoe

4.1.6 FSS Code

FSS-säännösten tarkoituksena on määrätä paloturvallisuusjärjestelmille kansainväliset standardit SOLAS-yleissopimuksen II-2 luvun mukaisesti, joka tarkoittaa sitä, että se on kaikille pakollinen säännös. FSS-koodi koostuu 15 luvusta, joista jokaisessa käsitellään erityisiä järjestelmiä ja järjestelyjä, lukuun ottamatta lukua I, joka sisältää useita määritelmiä ja myös yleisiä vaatimuksia vaihtoehtoisten mallien ja myrkyllisten sammutusaineiden käyttämiselle ja hyväksymiselle.

Jotkut alkuperäisistä teknisistä määräyksistä siirrettiin yleissopimuksesta kansainväliseen paloturvallisuusjärjestelmän (FSS) säännöstöön. Tärkein syy erillisen säännösten tekemiseen oli erottaa kuljetus ja muut lakisääteiset vaatimukset, jotka selvästi kuuluvat yleissopimukseen. (IMO:n www-sivut 2019)

FSS-koodi koostuu seuraavista luvuista:

- Luku I Yleiset määritelmät
- Luku II Kansainvälinen laituriliitin

- Luku III Henkilösuojaimet
- Luku IV Käsiammuttimet
- Luku V Kiinteät kaasusammutinjärjestelmät
- Luku VI Kiinteät Vaahtosammutinjärjestelmät
- Luku VII Kiinteät vesisammutus- ja vesisumujärjestelmät
- Luku VIII Automaattiset sprinkleri- ja hälytinjärjestelmät
- Luku IX Kiinteät paloilmaisin- ja palohälytinjärjestelmät
- Luku X Savunilmaisinjärjestelmät
- Luku XI Hätävalaisujärjestelmät
- Luku XII Kiinteät hätäpalopumput
- Luku XIII Hätäpoistumisteitä koskevat järjestelyt
- Luku XIV Kiinteät vaahtosammutinjärjestelmät kannella
- Luku XV Inert-kaasujärjestelmät.

4.1.7 Euroopan turvallisuusvirasto ja EU

Euroopan meriturvallisuusvirasto EMSA on yksi Euroopan Unionin alueella toimivista viranomaisista, joiden tavoitteena on reaaliaikaisen ja tarkan tiedon toimittaminen kansallisille viranomaistahoille. Se tarjoaa erilaisia merenkulun palveluita koko EU:n alueella. Päätehtäviin kuuluvat:

- Alusliikenteen seurantapalvelut
- Maanhavaintopalvelut
- Integroidut merialan datapalvelut
- Ympäristövahinkojen torjunta
- Satamavaltiovalvonnan seuranta.

Näiden lisäksi EMSA tekee teknisiä tarkastuksia koskien mm. luokituslaitoksia, koulutussertifikaatteja, alusliikenteen seurantajärjestelmiä sekä valvoo, että satamatarkastukset tehdään sääntöjen mukaisesti.

Euroopan Unioni on vahvasti mukana paloturvallisuuden edistämisessä. Se tekee paljon yhteistyö mm. IMO:n kanssa meriturvallisuuden ja näin myös paloturvallisuuden edistämiseksi. Monet EU:n säännöstöistä ovat kuitenkin ensisijaisesti määritelty jäsenmaiden käyttöön ja koskee lähinnä jäsenmaiden omaa lainsäädäntöä ja mahdollisia onnettomuustilanteita. (EU:n [www-sivut](http://www.sivut) 2019.)

4.1.8 Liikenne- ja viestintäministeriö

Liikenne- ja viestintäministeriö, LVM, on vuonna 1892 perustettu ministeriö, jonka pääasiallisena tehtävänä on lainvalmistelu yhdessä eduskunnan, presidentinkanslian ja valioneuvostojen kanssa. Liikenne- ja viestintäministeriö vastaa myös liikenne- ja viestintäpolitiikan toimeenpanosta sekä hallinnonalan virastojen ja laitosten ohjauksesta. Suurin osa lakivalmisteluista on nykyään osana kansainvälistä toimintaa, jolloin mukana valmisteluissa ovat myös EU, IMO sekä muut kansainvälisesti merkittävät tekijät. Ministeriö jaetaan neljään eri osastoon: konserniohjausosasto, palveluosasto, tieto-osasto ja verkko-osasto.

Liikenne- ja viestintäministeriön hallintoalueet uudistuivat vuoden 2019 alkupuolella, jolloin Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi, Viestintävirasto ja Liikennevirasto yhdistettiin uudeksi Liikenne- ja viestintävirastoksi, jota kutsutaan

nimellä Traficom. Se on suomen virallinen merenkulkuviranomainen, jonka alaisuuteen kuuluvat kaikki lupa-, rekisteri- sekä valvonta-asiat ja myös niiden kehittäminen. Turvallisuus ja ympäristöystävällisyys ovat avaintavoitteita Traficom toiminnassa. Sen pääpaikka on Helsinki ja siellä työskentelee noin 900 henkilöä. (Liikenne- ja viestintäministeriön www-sivut 2019.)

Merenkulun puolella Traficom toimii viranomaisasemassa ja sillä on suurin päätäntävalta näissä asioissa. Se vastaa mm. merenkulun opetuksen laadusta yhdessä opetusministeriön kanssa ja valvoo sekä kehittää menetelmiä niiden toiminnan laadun ylläpitämiseksi.

Merenkulun pätevyyskirjojen myöntäminen on myös osa Traficomien toimintaa. Näissä asioissa se noudattaa kansainvälisen merenkulkujärjestön antamia ohjeistuksia. Pätevyyskirjojen myöntäminen kuuluu osana STCW:tä, joka määrittelee tarkkaan pätevyyskirjojen laadun ja niille vaadittavan henkilökohtaisen ammattiosaamisen tason. Merenkulun pätevyyskirjat voidaan jakaa neljään eri luokkaan, joita ovat kansipäälystön pätevyyskirjat, konepäälystön pätevyyskirjat, miehistön pätevyyskirjat ja talousosaston pätevyyskirjat. Lisäksi näille voidaan myöntää myös erillisosaamista osoittavia lisäpätevyyksiä.

5 PALONTORJUNTA LAIVAOLOSUHTEISSA

Palontorjunta laivoilla vastaa monella tapaa palontorjuntaa maalla. Välineet ja tekniikat ovat monta kertaa lähes identtisiä ja vaarallisuusaste vähintäänkin yhtä korkea. Kuitenkin erojakin löytyy huomattavia määriä. Alusten oma henkilökunta on ensisijainen palo- ja pelastushenkilöstö, jonka koulutustaso ja määrä harvemmin vastaa ammattipalokunnan koulutusta ainakaan länsimaissa yhteiskunnissa. Tämän takia merellä järjestettävät harjoitukset ovat ensisijaisen tärkeitä. Ne auttavat miehistöä ylläpitämään elintärkeitä taitoja ja tämän lisäksi myös välineistö pysyy lainmukaisessa kunnossa.

Varautuminen onnettomuustilanteisiin merellä on yksi tärkeimmistä asioista, joita henkilöstö voi tehdä. Sen sivuuttaminen on paitsi nykyisten

merenkulkusäädösten mukaisesti laitonta, mutta myös vaarallista, sillä oma ammattitaidottomuus riski itselle, muulle henkilöstölle, alukselle ja myöskin lastille.

Kansainvälinen SOLAS-yleissopimus määrittelee hyvin tarkasti käytettävät välineet, varusteet, laivan erilaiset sammutusjärjestelmät sekä miehistön ja sata-maviranomaisten toimintaa. On ensisijaisen tärkeää tietää palontorjunnan perusteet ja välineiden käyttötavat. Ilman perustietoutta tulipalon kaltaisessa onnettomuustilanteessa on lähes mahdotonta selvitä edes välttävästi. Tässä kappaleessa käydään läpi tärkeimpiä perusteita palontorjuntaan ja laivan järjestelmiin liittyen.

5.1 Välineet

Palontorjunnan kannalta välineet ovat aina sijoitettu siten, että ne ovat helposti saatavilla, mikäli tarve niiden käyttämiseen tulee. Lisäksi ne merkitään myös erillisin kilvin varmuuden vuoksi.

Välineiden pitää olla Traficomien hyväksymiä ja niiden pitää täyttää laivavarustelain 1503/2011 mukaiset termit. Varusteet saattavat näin ollen hieman vaihdella riippuen aluksesta ja sen koosta, sillä ne pyritään aina mitoittamaan tarkoituspäran mukaisesti. Yleisesti ottaen aluksilla pitää olla vähintään kahdet palomiehen varusteet. Palomiehen varusteita säilytetään erikseen laivan pa-loasemilla ja niiden on oltava aina käyttövalmiina. Tämän takia niiden kunto tarkistetaan määrääjoin, yleensä aina paloharjoitusten yhteydessä. Paineilmapullot ja venttiili tarkastetaan viikoittain, muut varusteet vähintään kerran kuussa.

Suuri määrä varusteita ja kuuma ympäristö laittavat fyysisen kunnon koetuksella. Harjoittelulla tätä rasitetta voidaan vähentää, mutta viime kädessä se on itse henkilön oman kunnon varassa, kuinka hyvin tehokkaasti pystytään toimimaan.

Laivaväelle järjestetään ensimmäisen kerran jo kouluaikana useita palontorjuntaa liittyviä kursseja. Kurssit järjestetään STCW-standardin mukaisesti ja niistä saadaan todistukset. Painelaitteistojen tuntemus ja käyttö erilaisissa

tilanteissa on yksi osa tätä koulutusta. Näiden avulla tehdään erilaisia harjoitteita, joita ovat mm. savusukellus, sammutushyökkäys ja tajuttoman pelastaminen.

5.1.1 Palomiehen varusteet

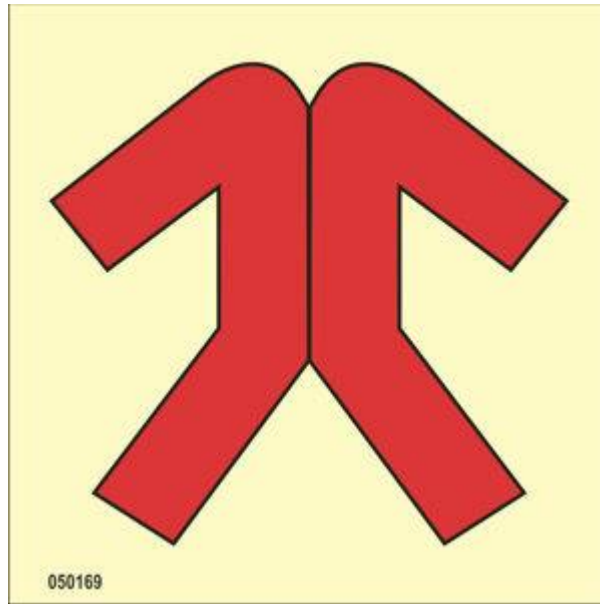
Palomiehen varustekokonaisuus koostuu kahdesta osa-alueesta; Henkilökohtaisista suojarusteista sekä paineilmalaitteistosta. Henkilökohtainen suojaus pitää olla kunnossa, jotta sammutustehtävään voidaan lähteä. Varusteiden paikat on merkitty erillisin turvamerkinnoin.

Henkilökohtaisiin suojarustuksiin kuuluvat:

- Suojapuku, joka on valmistettu vettähylkivästä materiaalista. Tämän lisäksi sen täytyy suojata lämpösäteilyltä, kuumilta höyryiltä sekä muilta ympäristön aiheuttamilta haitoilta
- Kumiset hansikkaat ja saappaat, joiden pitää olla myös standardien mukaisesti eristetty mahdollisilta sähköiskuilta
- Kypärä, jonka tehtävä on suojata päätä iskuilta ja muilta ympäristön aiheuttamilta haitoilta
- Tyyp hyväksytty taskulamppu, jossa pitää olla vähintään kolmen tunnin yhtämittainen paloaika ilman latausta
- Viranomaishyväksytty kirves, joita saattaa henkilökohtaisen varusteen lisäksi olla sijoitettuna myös muualle aluksessa



Kuva 5. Palomiehen varustus (Varsinais-Suomen pelastuslaitos 2016)



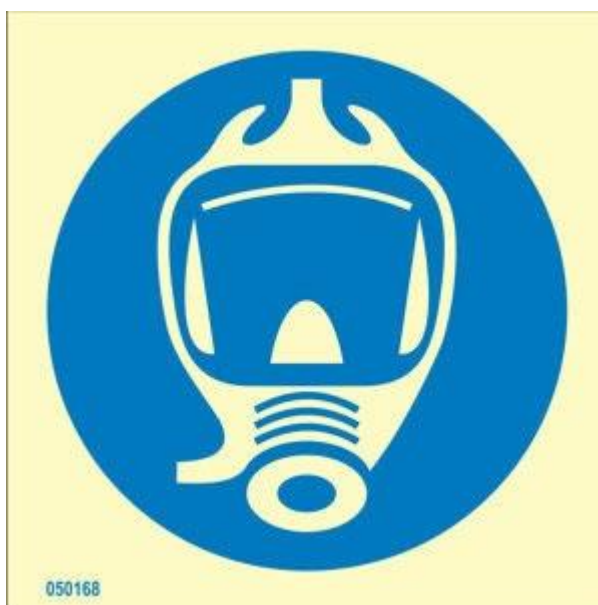
Kuva 6. Palomiehen suojavaate -turvamerkki (Imomerkkien www-sivut 2019)

Palomiehen paineilmalaitteisto koostuu seuraavista osista:

- Kantolaite, johon mahtuu yleensä joko yksi tai kaksi ilmapulloa. Lisäksi siinä pitää olla paikka säppihakalla, johon saadaan tarvittaessa kiinni korkeita lämpötiloja kestävä turvaköysi. Kantolaitteesta löytyy myös hihnasto, jolla laite saadaan kiinnitettyä selkään tukevalla tavalla.
- Paineilmapullo, jossa pitää olla vähintään 1200 litraa ilmaa
- Regulaattoriyksikkö, josta löytyy paineensäädin, lisä- ja varailmaventtiilit
- Hengitysventtiilillä varustettu kasvo-osa eli maski



Kuva 7. Dräger PSS 5000 Paineilmahengityslaite (Drägerin [www-sivut](#) 2019)



Kuva 8. Hengityssuojainkaappi -turvamerkki (Imomerkkien [www-sivut](#) 2019)

5.1.2 EEBD

Emergency Escape Breathing Device (EEBD) on pelastautumiseen tarkoitettu paineilmalaitte, jota käytetään pakenemaan alueelta, jossa vallitsee vaaralliset olosuhteet. Tällainen tilanne voi olla esimerkiksi tulipalo konehuoneessa tai hyttikäytävällä, jonka palaessa syntyy hengitykselle vaarallisia palokaasuja. Kuten nimestä voidaan päätellä, laite on nimenomaan tarkoitettu pakenemiseen vaarallisesta tilanteesta. Se ei ole paineilmalaitte, jolla voidaan viipyä vaara-alueella kauemmin kuin mitä tarkoitus on. Jokaisella aluksella, jotka ovat SOLAS-säädöksen alaisia, pitää olla myös EEBD-paineilmalaitteet.

EEBD:t koostuvat seuraavista osista:

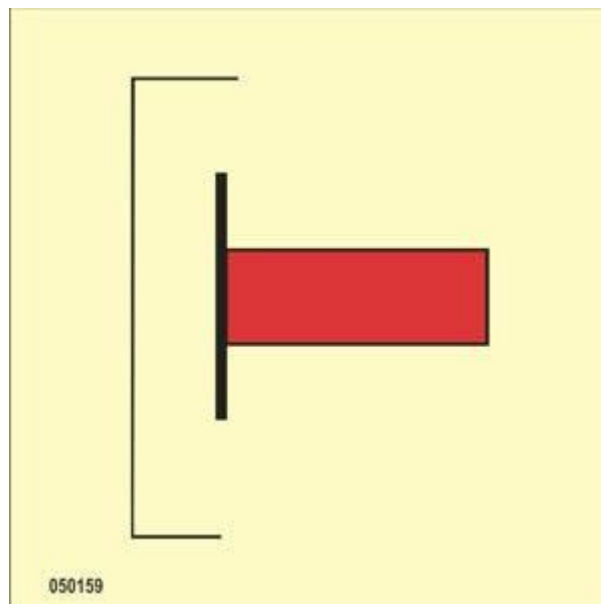
- Paineilmapullo kantolaitteineen, jossa happea vähintään 10:ksi minuutiksi. Valmistajasta ja mallista riippuen monet laitteet ylittävän tämän aikamäärään jopa kaksinkertaisesti
- Painemittari, joka ilmaisee pullon paineen käytön aikana ja sitä täytettäessä
- Kasvo-osa suojahuppuineen, joka suojaa myrkyllisten kaasujen hengittämislä ja pitää paineilmapullosta tulevan hapen sisällään.



Kuva 9. EEBD -turvallisuusmerkki (Imomerkkien www-sivut 2019)

5.1.3 Kansainvälinen laituriliitin

Kansainvälinen laituriliitin on kansainvälisen merenkulkujärjestön jäsenmaiden yhteinen FSS-koodin alainen letkuliitin, joka ansiosta paloletkut voidaan asentaa nopeasti missä tahansa maailmaa, kunhan satamavaltio kuuluu IMO:n alaisuuteen. Tämä helpottaa merkittävästi veden saantia hätätilanteessa. Laituriliittimen paikka vaihtelee hieman aluksesta riippuen, mutta löytyy yleensä joko kannelta tai paloasemalta.



Kuva 10. Kansainvälinen laituriliitin -turvallisuusmerkki (Imomerkkien www-sivut 2019)

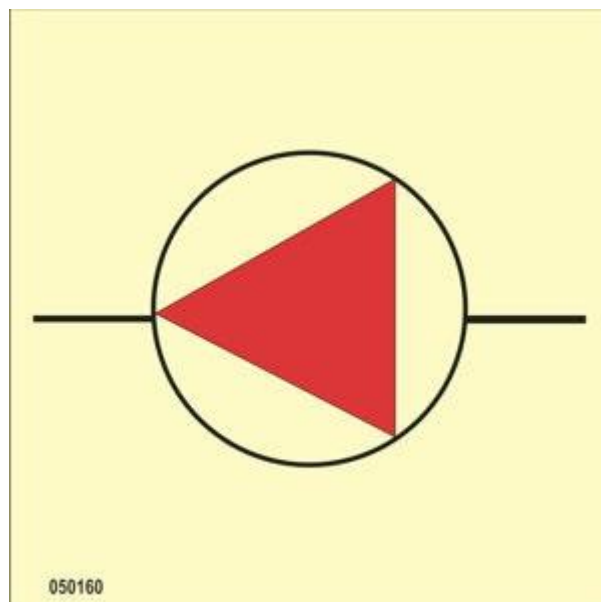
5.1.4 Palopumput

Palopumppu on suoraan palolinjastoon kytketty tehokas pumppu, jonka tarkoitus on pitää yllä jatkuvaa painetta, jotta voidaan taata riittävä vedenvirtaus palolinjastossa. Yleensä palopumput ovat asetettu automaattiseen tilaan, jolloin paineenvaihtelu linjastossa käynnistää pumpun automaattisesti. Palopumput ovat täysin muusta järjestelmästä erotettuja pumppuja ja ne on varustettu turvallisuuden takaamiseksi varoventtiileillä.

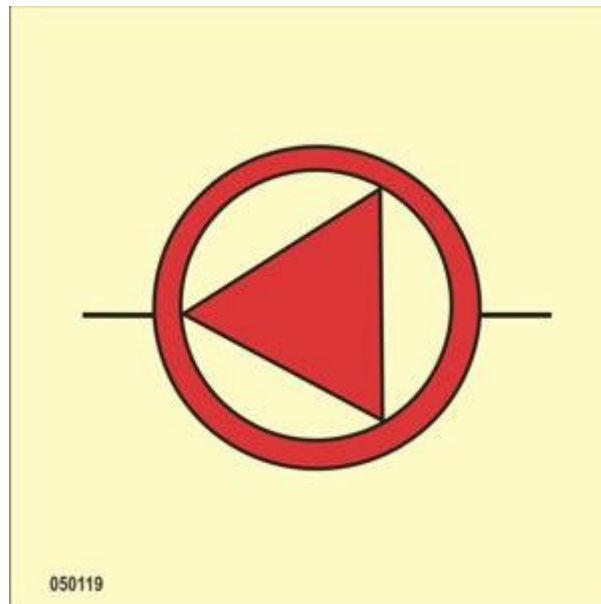
Myös palopumpuilla on varapumput, joita kutsutaan hätäpalopumpuiksi. Näitä käytetään silloin, kun varsinaista palopumppua ei voida käyttää esimerkiksi rikkoutumisen tai virransyötön puuttumisen takia.



Kuva 11. Palopumpun tunnistaa punaiseksi maalatusta ulkokuorestaan.



Kuva 12. Palopumppu -turvamerkki (Imomerkkien www-sivut 2019)



Kuva 13. Hätäpalopumppu -turvamerkki (Imomerkkien www-sivut 2019)

5.1.5 Inerttikaasulaitteet

Inerttikaasulaitteet on suunniteltu erityisesti säiliöalusten käyttöön, jotka kuljettavat palavia tai muuten herkästi syttyviä aineita.

Inerttikaasut ovat tietyissä olosuhteissa palamattomia ja reaktiovapaita kaasuja, jotka ovat tarkoitettu inerttikaasulaitteistojen kanssa korvaamaan herkästi reagoivat kaasut kuten hapen ja vedyn. Typpi ja argon ovat yleisimmät käytössä olevat Inerttikaasut niiden saamisen helppouden ja hinnan vuoksi. Inerttikaasut ovat myrkyllisiä hengitettynä ja tämän vuoksi alukselta pitää löytyä happimittauslaitteet, jotta tilojen voidaan todeta olevan turvallisia ja sisään voidaan mennä ilman pelkoa siitä, että tila onkin hapeton ja ihmiselle täten vaarallinen.

Inerttikaasua tehdään laivoilla yleensä nk. kaasugeneraattorilla (IGG) tai laivan omalla savukaasupesurijärjestelmällä. Savukaasupesurijärjestelmä pesee ja jäähdyttää kattilan savukaasuja, jonka jälkeen ne voidaan siirtää lastiruumiin lastin purkamisen ja ruumien pesun aikana. Varsinaista lisäkäsittelyä ei tarvita, sillä palokaasut itsessään ovat jo hyvin vähähappisia. Kaasua pumpataan esimerkiksi öljytankkereissa suoraan lastiruumaan. Tarkoitus tällä on pitää

ruuman happipitoisuus riittävän alhaalla, jolloin vaaraa syttymisestä tai räjähdyksestä ei ole.

Inerttikaasujärjestelmä koostuu seuraavista komponenteista:

- Kaasugeneraattori (IGG) / Öljykattila
- Kaasun puhdistin (Scrubber)
- Happipitoisuuden tarkkailulaitteisto
- Kaasupuhaltimet
- kaasuputkistot ja venttiilit
- Järjestelmän ohjauskeskus



Kuva 14. Inerttikaasulaitteet -turvamerkki (Imomerkkien www-sivut 2019)

5.1.6 Sprinklerijärjestelmä

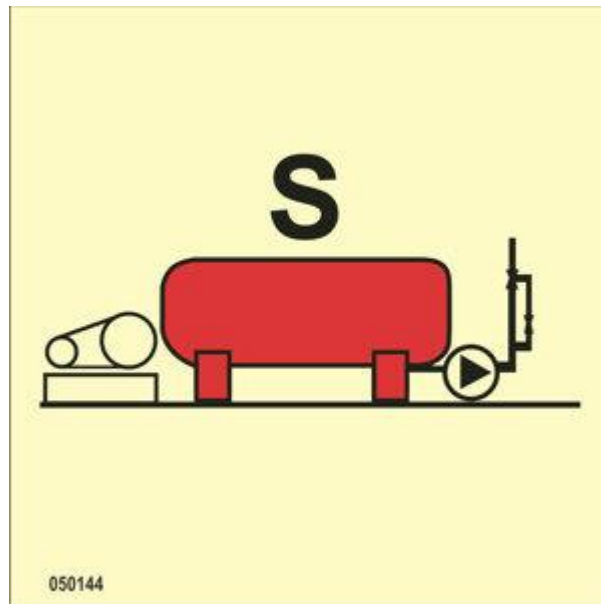
Sprinklerijärjestelmä on automaattinen palonhavaitsemis- ja sammutusjärjestelmä, joka on suunniteltu toimimaan siten, että se on jatkuvassa valmiudessa ja laukeaa välittömästi, mikäli se havaitsee liekin tai liian korkean kuumuuden tiloissa, joihin se on asennettu. Sprinklerijärjestelmässä hyvää on se, että käytännössä jo yhdellä sprinklerin laukeamisella pystytään

tehokkaasti ehkäisemään tulipalon ja sen leviäminen. Se ehkäisee tehokkaasti vahinkoja sekä materiaalisesti, että ihmishenkiä ajatellen.

Sprinklerijärjestelmä on nk. matalapainejärjestelmä, joka koostuu paineistusta vesitankista, josta on putkilähdöt eri puolille alusta. Putkien päissä on nk. sprinkleri -suuttimet, jotka aktivoituvat tarpeen tullen ampuen voimakkaan vesisuihkun siihen tilaan, johon suuttimet ovat asennettu. Järjestelmän putkistot on jatkuvasti paineistettu erityisellä pumpulla, jotta järjestelmä on aina käyttövalmiina. Kun tulipalo havaitaan ja järjestelmä aktivoituu, menevät päälle joko palopumput tai järjestelmälle erikseen asennetut omat syöttöpumput. FSS-säännöstö määrää, että pumppuja pitää olla useampia, jotta voidaan varmistua järjestelmän toimintavarmuudesta ja näille pumpuille on oltava myös erillinen voimansyöttö. Lisäksi mahdollisuutena saattaa olla kansainvälisen laituriliittimen käyttö, mikäli ollaan esimerkiksi kiinnitytty laiturin ja aluksessa on syttynyt tulipalo. Tällöin palolinjaan voidaan syöttää vettä tarvittaessa myös maista.

Sprinklerisuuttimessa on erityinen kvartsilasista tehty kapseli, joka murtuu, kun lämpötila kohoaa tietyn pisteen yli. Samalla vesi virtaa paloanturien läpi, jolloin se antaa palohälytyksen sekä komentosillalle, että konehuoneen valvomoon.

Sprinklerijärjestelmää käytetään yleensä majoitustiloissa, lastiruumissa ja missä tahansa muissa aluksen paikoissa, joissa vesi ei tuota suurta ongelmaa. (Sisäministeriön pelastusosaston [www-sivut](http://www.sivut) 2019)



Kuva 15. Sprinklerijärjestelmä -turvamerkki (Imomerkkien www-sivut 2019)

5.1.7 Palontorjuntakaavio

Palontorjuntakaavio on yleispiirustus, joka ilmoittaa tarkasti kaikki alukselta löytyvät tulipalon torjuntaan liittyvät välineet ja järjestelmät. Mikäli suunnitelmaan lisätään pelastautumiseen tarkoitetut asemat sekä välineet, kutsutaan piirustus pelastussuunnitelmaksi. Kaaviot on tarkoitettu avustavalle paloviranomaiselle sekä aluksien päällystölle yleiseksi ohjeeksi. Yleisissä tiloissa on myös vähintään yleiskaavio muun miehistön tueksi.

Palontorjuntakaavio sisältää mm. palonsammutuslaitteiden sekä järjestelmien sijainnin, palo-osastoinnit, palopeltien sijainnin, selvästi merkityt poistumisreitit, kiinteät palontorjuntajärjestelmät sekä niiden ohjaustaulut jne. Muita tärkeitä tietoja ovat aluksen mitat, kaavion mittasuhteet ja suurimpien osastojen tilavuudet.

Palontorjuntakaaviot on oltava sellaisella paikalla, että ne löytyvät helposti ja nopeasti alukselle tultaessa. Kaaviot on säilytettävä lukitsemattomissa säältä suojassa olevissa punaiseksi maalatuissa putkiloissa, joille on annettu tarkat mitat. Kaaviokotelon viereen on sijoitettava turvallisuusmerkki, jossa lukee paloturvallisuuskaavio sekä laivan omalla virallisella kielellä ja myös mieluiten kansainvälisesti tunnetulla kielellä.

5.2 Sammutusmenetelmät

Sammutus voidaan jakaa neljään eri menetelmään palamisen luonteesta ja sen fysikaalisista sekä kemiallisista ominaisuuksista riippuen. Poistettaessa yksikin palamisen edellytyksistä, palolla ei enää ole tarvittavia voimavaroja jatkaa reaktiotaan. Mitä enemmän palamisreaktioon liittyviä edellytyksiä otetaan yhtälöstä pois, sitä paremmin tulipalo sammuu. Näitä menetelmiä ovat:

- Jäähdytys, jossa palon lämpötilaa lasketaan niin alas, ettei palaminen ole enää mahdollista sen jälkeen, kun jäähdytystoimenpiteitä ei enää jatketa. Yleisimpiä keinoja ovat lämmön sitominen esimerkiksi veteen tai lämmön levittäminen vaahdolla suuremmalle alueelle.
- Tukahdutus, jolloin palamisreaktiossa tarvittava hapen määrä laskee niin alas, että palamisreaktio katkeaa. Palamistilassa olevan hapen määrä pitää saada riittävän alas, jotta palaminen ei ala uudestaan.
- Sammutusraivaaminen, missä palamisreaktio tehdään mahdottomaksi poistamalla palava aines eli polttoaine
- Kemiallisen reaktion rikkominen, joka on erityisen hyvä liekkipaloja vastaan, tarkoittaa sitä, että sammutteiden sisältävät kemialliset aineet reagoivat palossa olevien muiden aineiden kanssa hidastaen palamisen reaktiota, joka lopulta sammuttaa palon.

5.2.1 Alkusammutus

Parhain ja helpoin tapa sammuttaa tulipalo, on saada se sammumaan jo alkuvaiheessa, jolloin vaara miehistölle ja alukselle on vielä pieni ja vahingot alukselle sekä lastille hyvin pienet. Oikein tehty alkusammutus voi merellä ollessa olla elämän ja kuoleman kysymys. Aluksilla alkusammutusvälineet ovat sijoiteltu niin, että lähimmän välineet vastaavat parhaiten sammutettavan kohteen ominaisuuksia.

Yleisimpiä alkusammutuksessa käytettäviä välineitä ovat erilaiset paineellisen käsisammuttimet, jotka ovat nimenomaan suunniteltu alkusammutusta silmällä pitäen. Niitä löytyy sekä jauhe- sekä nesteversioina. Näiden lisäksi on olemassa mm. palopeitteitä, joita voidaan käyttää esimerkiksi pienissä nestetäi sähköpaloissa. Peite laitetaan palon päälle itseään sillä samalla suojaten, jolloin palon alku tukahtuu.

5.2.2 Sammutushyökkäys

Sammutushyökkäys tarkoittaa sammutusparin etenemistä kohta palon keskipistettä ja sen sammuttamista käyttäen erilaisia sammutusvälineitä ja tekniikoita. Sammutushyökkäys tehdään aina pareittain työturvallisuuden maksimoimiseksi. Joskus hyvin erityisissä tilanteissa vain toinen sammutusparista saattaa suorittaa sammutuksen, mutta nämä ovat hyvin harvinaisia tilanteita eikä sitä suositella käytettäväksi.

Ennen sammutushyökkäyksen tekemistä sammuttavan taisteluparin pitää selvittää itselleen tilanteen laatu, mitä välineitä on käytettävissä, onko tehtävällä sivullisia pelastettavia ja onko paloalueella muita sammutustehtävää vaarantavia tekijöitä kuten esimerkiksi palavia kaasuja tai nesteitä. Varusteet tarkastetaan, jotta niiden toimivuudesta voidaan olla varmoja.

Tehtävälle lähdettäessä paloletku on palomiehen paras palontorjuntaväline ja henkivakuutus. Vedellä pystytään säätelemään palon vaikutusta sekä ympäristöön, että myös sammutajiin. Mikäli tehtävältä täytyy päästä pois, on paloletkua pitkin helppo tulla takaisin sen sijaan, että paineilmalaitteiden kantolaitteeseen kiinnitettäisiin turvanaru, joka muutenkin hankalassa tilanteessa todennäköisesti vain hidastaisi vauhtia. Sammutustehtävää suoritettaessa edetään mahdollisimman turvallisesti, joka tarkoittaa verkkaista lähestymistapaa varsinkin, jos kysymyksessä on liekkipalo. Tullessa lähemmäs kohdetta eteneminen tapahtuu mieluiten matalana, jolloin leimahdusvaara suoraan kasvoille pienenee. Mahdolliset ovat suljetaan takana, jotta palon saama happi voidaan minimoida. Ennen ovien avaamista voidaan kädellä kokeilla, onko se kuuma, mikäli silmin ei voida nähdä mahdollisen lämmön aiheuttamia

vaurioita. Kohteelle päästyään sammuttaminen voidaan aloittaa. Vettä kannattaa käyttää ainoastaan niin paljon, kuin siihen on tarvetta. Varsinkin merellä oltaessa pitää koko ajan olla hyvin tarkkana sen vuoksi, että laivoilla on paljon suurialaisia pintoja, jotka voivat vedellä täyttyessään mahdollisesti jopa vaikuttaa aluksen vakavuuteen. Kaiken muun lisäksi myös ylimääräisten vesivahinkojen välttäminen on suotavaa. Palokohteeseen ruiskutetaan vettä niin kauan, että se sammuu. Tämän jälkeen varmistetaan, ettei mahdollinen jälkisyttyminen ole mahdollista. Mikäli käytössä on radiopuhelimet, ilmoitetaan ulos tilanteen laatu ja tarvittaessa jatketaan muihin tehtäviin. Kun lupa on annettu, voidaan aloittaa tilojen tuuletus. (Koivula 2008, 32-34)

6 SAMMUTTEET

Sammutteiksi luokitellaan yleisesti ottaen kaikki aineet, joilla pyritään joko sammuttamaan tai vähintäänkin rajoittamaan tulipaloa ja sen etenemistä. Tarkoitus on joko alentaa palavan kohteen lämpötilaa niin alas, ettei palamiseen tarvittava ketjureaktio ole enää mahdollinen tai täysin eristää palava materiaali, jotta se ei pysty käyttämään happea hyväkseen, jolloin palamista ei voi tapahtua.

Yleisimmät sammutteet ovat vesi ja sen eri lisäaineet, kaasumaiset sammutteet, jauheet sekä vaahdot. Niiden teho perustuu jäähdytykseen, tukahdutukseen tai molempiin. Myös inhibiatiovaikutus, jossa kemiallisen palamisreaktion nopeutta pyritään hidastamaan, on mahdollinen puhuttaessa kaasujen ja jauheiden sammutusvaikutuksesta.

Sammutteilla voidaan palon sammuttamisen lisäksi suojata myös sammutushenkilöstöä esimerkiksi lämpösäteilyltä. Tähän tarkoitukseen vesiletku suihkusuuttamiseen on paras työkalu. Vesisumu suojaa tehokkaasti lämpösäteilyn etenemisen, mikäli sammutustehtävä vaatii sammuttajilta pääsyä lähemmäs kohdetta.

6.1 Vesi ja lisäaineet

Vesi on kaikkein yleisin sammute, sillä sitä on saatavilla lähes kaikkialla suurisäämäärin ja se on taloudellisesti hyvin edullinen vaihtoehto.

Veden sammutusteho perustuu sen jäähdyttävään ja osittain myös tukahduttavaan tehoon. Vesi sitoo itseensä tehokkaasti lämpöenergiaa, noin 2,6 MJ litraa kohden, jolloin palamisen voimakkuus laskee huomattavasti. Kun vettä ruiskutetaan kuumaan palopesäkkeeseen, saattaa vesi ruveta höyrystymään sen jälkeen, kun se ei enää pysty sitomaan enempää lämpöenergiaa itseensä. Tämä aiheuttaa tukahduttavan ilmiön, sillä höyrystyessään vesi laajenee eksponentiaalisesti syrjäyttäen savukaasuja ja happea. Yhdestä vesilitrasta saadaan jopa 1700 litraa höyryä.

Veteen voidaan lisätä erilaisia lisäaineita. Näin siitä saadaan entistä tehokkaampi sammute. Veden lisäaineilla pystytään mm. tehostamaan sen imeytymistä sammutettavaan materiaaliin ja kemiallisilla aineilla vesipohjaisia aineita voidaan niiden reagoinnin takia käyttää nykyään jopa eläinpohjaisten rasvapoljen sammutukseen. Näitä varten on kuitenkin erilliset eläinrasvapaloihin tarkoitetut sammuttimet, joissa sammute ei normaalin veden tavoin aiheuta rasvan tai öljyn kanssa reagoidessaan räjähdystä.

Veden ominaisuuksien vuoksi se soveltuu parhaiten kiinteiden materiaalien sammuttamiseen. Tässäkin on kuitenkin poikkeuksia. Erilaiset veteen herkästi reagoivat aineet, kuten esimerkiksi natrium tai kloorivety aiheuttavat reagoidessaan veteen sivutuotteita, jotka voivat aiheuttaa haittaa ympäristölle ja sammutusta suorittavalla henkilöstölle.

6.2 Vaahdot

Sammutusvaahdot jaetaan A- ja B-luokan vaahtoihin sen mukaan, mitkä niiden ominaisuudet ovat. A-luokan vaahdoissa sammutusteho perustuu veden pintajännitteen rikkomiseen, jolloin sammute läpäisee paremmin sammutettavan kohteen pintamateriaalin ja näin ollen sammutteen teho paranee. B-luokan sammutteen teho taas perustuu sen siihen, että joutuessaan kosketukseen nesteiden kanssa sammute muodostaa pinnalle ohuen kalvon, joka eristää

palavan pinnan hapestaa ja näin ollen tukahduttaa palon. Tämän takia vaahto onkin nestepaloissa suositeltava sammutusaine. Ne ovat nimenomaan suunniteltu kestämaan palavia polttonesteitä. Sen sisältämä vesi auttaa palavaa kohdetta myös jäähtymään, jolloin sillä on kaksinkertainen sammuttava vaikutus. Vaahdot koostuvat joko synteettisistä tai orgaanisista aineista tai niiden yhdistelmistä.

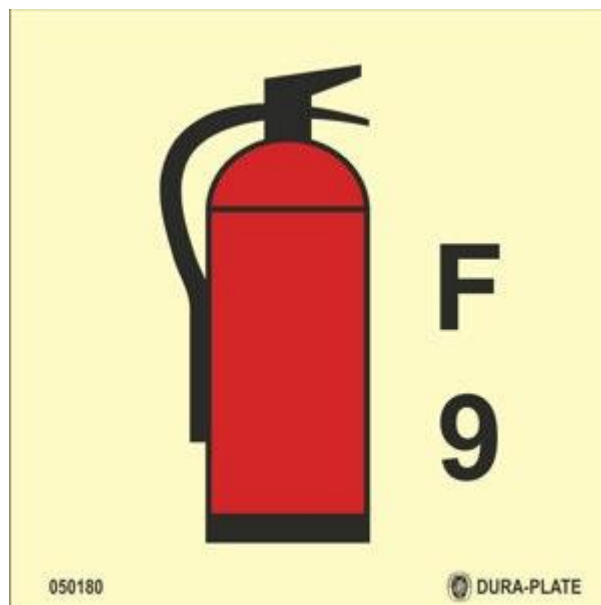
Vaahdot jaetaan raskaisiin, keskiraskaisiin ja kevyisiin vaahtoihin sen perusteella kuinka paljon vaahtotiivisteestä saadaan valmista sammutetta. Vertailulukuna pidetään sitä, kuinka paljon yhdestä litrasta vaahtotiivistettä saadaan valmista vaahdotetta myöskin litroina. Raskas vaahto on arvoltaan alle 20, keskiraskas 20:sta-200:een ja kevyen vaahdon yli 200.

Sammutusvaahdot voidaan jakaa seuraaviin luokkiin perustuen niiden ominaisuuksiin:

- Proteiinivaahtoihin (P), joissa vaikuttava ainesosa on hydrolysoitu proteiini, joka veteen lisätessä hajoaa takaisin sen omiksi lähtöaineiksi. Käyttökohteena ovat mm. palavat polttonesteet.
- Fluoroproteiinivaahtoihin (FP). Tämän vaahdon ominaisuudet ovat edellä mainitun normaalin proteiinivaahdon mukaisia, mutta siihen on lisätty fluorattuja pinta-aktiivisia hiilivetyjä. Voidaan käyttää esimerkiksi suojavaahdotteena.
- Synteettisiin vaahtoihin (S): vaahto muodostetaan pinta-aktiivisten hiilivetyjen tai muiden fluorattujen pinta-aktiivisten aineiden seoksista.
- Liuottimia kestävät vaahdot (AR): Muodostaa liuottimien pinnalle suojakalvon.
- AFFF-kalvovaahtoihin (Aqueous Film-Forming Foam): Synteettisiä vaahtoja, jotka kykenevät tarvittaessa muodostamaan palavien

nesteiden pinnalle suojakalvon. Käyttökohteena sekoittumattomat palavat polttonesteet.

- FFFP-kalvovaahtoihin (Film-Forming FluoroProtein): Fluoroproteiinivaahtoja, joilla on sama kalvonmuodostuskyky kuin AFFF-vaahdoilla, mutta nämä sisältävät hydrolysoitua proteiinia. Käyttökohteet edellisen kalvovaahdon mukaisesti palavat polttonesteet. Vaahdon levittämiseen voidaan käyttää mm. vaahtoputkea ja vahtosprinkleriä. (Hyttinen ym. 2008, 110-118.)



Kuva 16. Vahtosammutin 9 kg -turvamerkki (Imomerkkien www-sivut 2019)

6.3 Jauheet

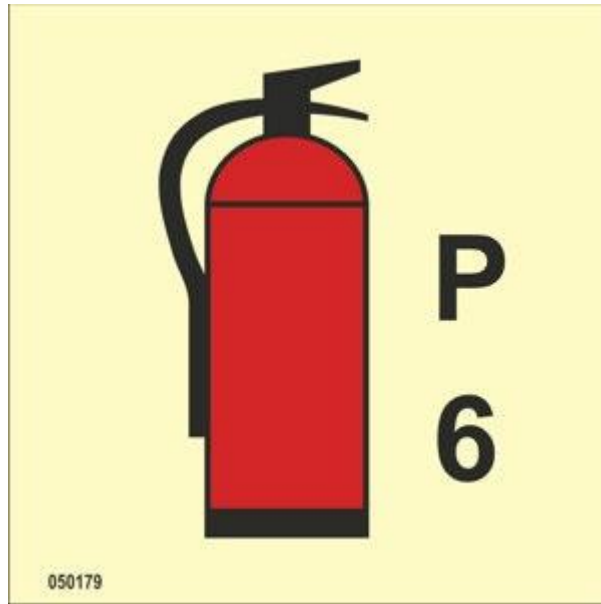
Jauhesammutteet jaetaan kahteen eri luokkaan, ABC ja BC, perustuen niiden sammuttaviin ominaisuuksiin. ABC-luokan sammuttimet ovat tarkoitettu sekä hehkupalon, että liekehtivät palon sammuttamiseen. BC-luokan sammute on tarkoitettu vain liekehtivälle palolle.

Jauheella sammutettaessa on muistettava, että silläkin on omat rajoitteensa, kuten muillakin sammutteilla. Parhaiten ne sopivat mm. pienten kiinteämateriaalisten palojen, pienten nestepalojen sekä jossain määrin myös sähköpalojen sammuttamiseen. Sähköpalojen kanssa pitää olla erityisen tarkkana, sillä monilla jauheilla on eristäviä ominaisuuksia, jotka saattavat joissakin tapauksissa jopa rikkoa sähköllä toimivat laitteet. Lisäksi jauheiden pöly leviää monesti hyvin laajalle alueelle aiheuttaen mittavat siivouskustannukset.

Kohteet, johon jauheet ovat erityisen sopivia, kuuluvat myös punahehkuiset metallipalot. Monta kertaa esimerkiksi vedellä sammuttaminen saattaa olla huono valinta, sillä vesi höyrystyy nopeasti ja saattaa aiheuttaa metallissa suuriakin muodonmuutoksia. Tätä varten on kehitetty metallipaloihin soveltuvia jauheita, joilla metallipalot saadaan tukahdutettua ja sammutettua.

Sammutusjauhe koostuu erilaisista komponenteista, joita ovat:

- Sammutusaine. Yleisimpiä yhdisteitä ovat mm. kaliumbikarbonaatti, kaliumsulfini ja ammoniumsulfaatti
- Paakkuuntumisenestoaine, jonka tarkoitus on helpottaa sammutusjauheen virtausta sammuttimessa.
- Liukasteaine, jolla pyritään estämään jauheen paakkuuntuminen.
- Vedenhylkimisaine, jonka tarkoitus on torjua sammutteen suolakiteisiin imeytyvä vesi ja tätä kautta vähentää entisestään sammutteen paakkuuntumista. Hyttinen ym. 2008, 106-110.)



Kuva 17. Jauhesammutin 6 kg -turvamerkki (Imomerkkien [www-sivut](http://www.sivut) 2019)

6.4 Kaasut

Laivoilla monet eri tilat ja järjestelmät ovat pääasiallisesti hiilidioksidilla sammutettavia, sillä kaasut yleensä eivät aiheuta niin mittavia vesi- tai muita sammutevahinkoja. Lisäksi monet sammuttamiseen käytettävät kaasut ovat nk. inerttejä, joilla mahdolliset lisävahingot ja muut vaaraa aiheuttavat toimenpiteet voidaan minimoida. Kaasuihin perustuvia sammutusjärjestelmät ja alkusammuttimet ovat hyvin yleisiä sekä aluksilla, että maissa. Tässä osioissa käydään joitakin läpi.

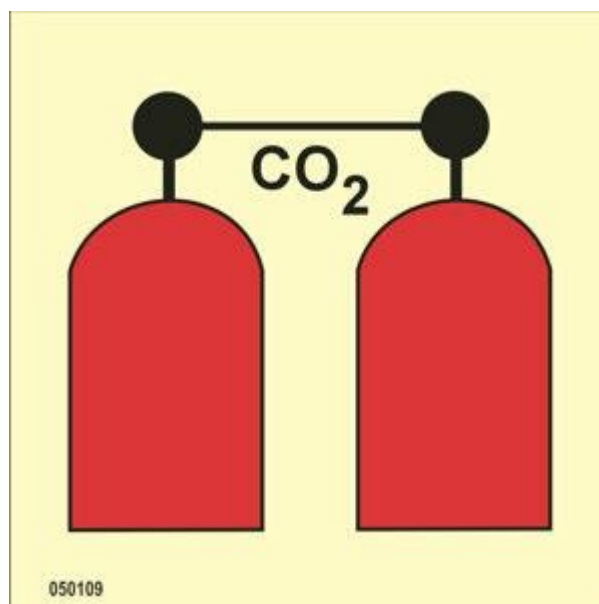
6.4.1 Hiilidioksidi

Hiilidioksidi on ehkäpä kaikkien parhaiten tunnettu ja käytetty sammutekaasu. Se on väritöntä ja hajutonta kaasua, joka kuuluu myös nk. inerttikaasujen joukkoon. Sen sammutusteho perustuu tukahduttavaan menetelmään, jossa se syrjäyttää hapen, jolloin palamisen edellytykset jäävät täyttymättä. Koska hiilidioksidi on noin puolitoista kertaa happea raskaampi kaasu, se painuu ensimmäisenä esimerkiksi konehuoneeseen laukaistuna lattiatasolle, jolloin hengittäminen vaikeutuu ja pahimmassa tapauksessa se voi aiheuttaa hengityskatkoksen ja kuoleman. Hiilidioksidin etuna on se, että se ei aiheuta suuria

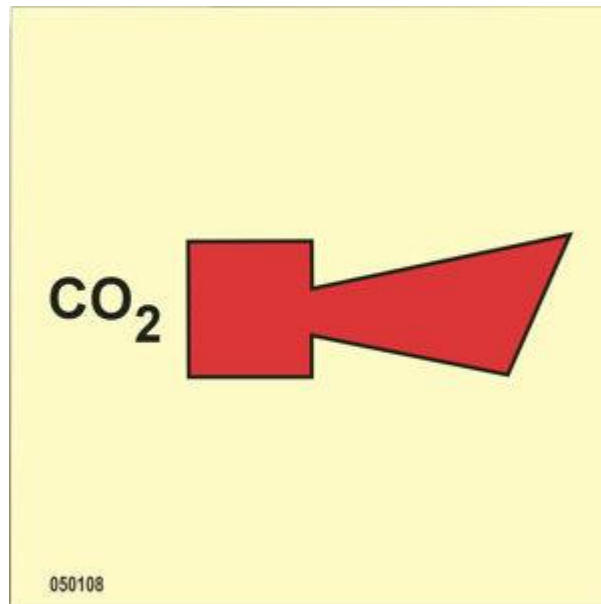
ongelmia rakenteiden pinnoilla eikä se likaa sammutettavaa aluetta, vaan palon sammussa se voidaan tuulettaa pois suuremmista ongelmista.

Laivalla hiilidioksidia löytyy normaalista se alkusammuttimista, että suuremmista hiilidioksidisammutusjärjestelmistä. Normaalioloissa hiilidioksidia säilytetään pulloissa nestemäisessä muodossa, jolloin sitä voidaan tarvittaessa pumpputa valtavia määriä palaviin kohteisiin.

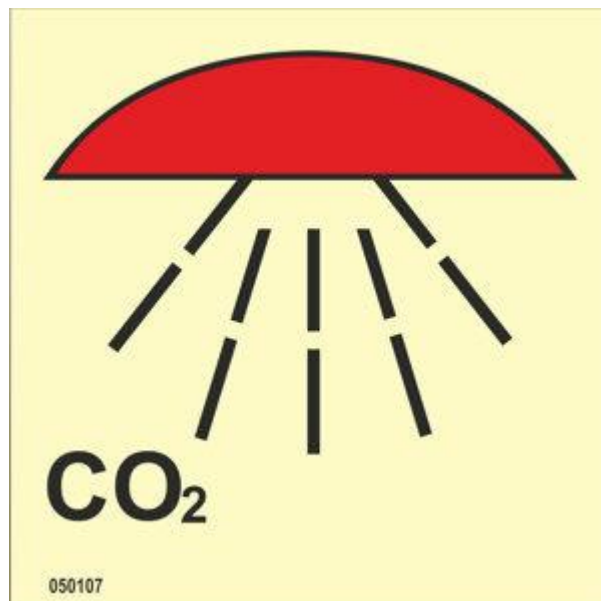
Laivalla konehuoneeseen tulee erillisestä hiilidioksidihuoneesta suorat putket, jolloin mahdollinen tulipalo saadaan nopeasti hallintaan ja tukahdutettua. Jokaisessa ovesa pitää olla merkittynä hiilidioksidin varoitusmerkintä, mikäli alue kuuluu järjestelmän vaikutuspiiriin. Kun hiilidioksidijärjestelmän laukaisukaappi avataan, alkaa automaattinen CO₂-hälytys, joka kattaa koko aluksen. Tämä kertoo, että henkilöstöllä on maksimissaan 30 sekuntia aikaa poistua ennen hiilidioksidin laukaisua. Laukaisujärjestelmä on suunniteltava siten, että järjestelmän koko kaasukapasiteetista voidaan laukaista vähintään 85% ensimmäisen kahden minuutin aikana.



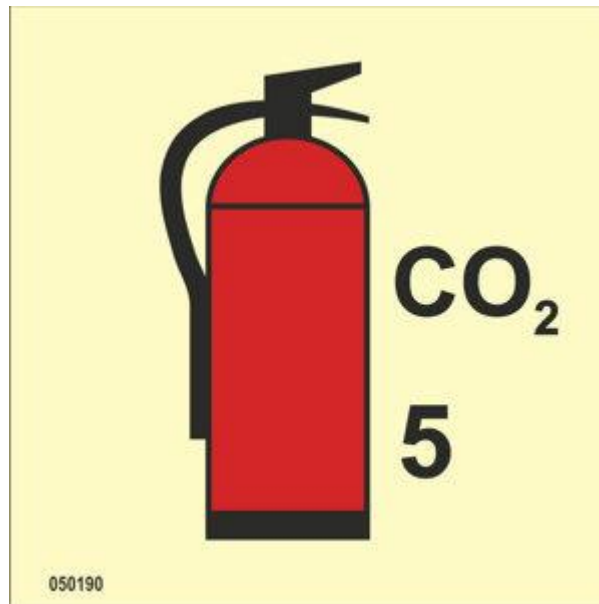
Kuva 16. CO₂-laukaisukeskus -turvamerkki (Imomerkkien www-sivut 2019)



Kuva 17. CO₂-laukaishälytys -turvamerkki (Imomerkkien www-sivut 2019)



Kuva 18. CO₂-suojattu tila -turvamerkki (Imomerkkien www-sivut 2019)



Kuva 19. CO₂-käsisammutin 5 kg -turvamerkki (Imomerkkien www-sivut 2019)

6.4.2 Typpi

Typpi on hiilidioksidin tavoin hajuton ja väritön kaasu, joka suurissa määrin hengitettävässä ilmassa voi aiheuttaa tajuttomuutta ja jopa kuoleman. Se kuuluu myös inerttikaasujen ryhmään. Reagoi joidenkin metallien, esimerkiksi alumiinin, kanssa muodostaen nitridejä, jotka itsessään taas ovat räjähdysherkkiä, joten ei sovellu näiden kanssa käytettäväksi sammutteena. Sammuttaa tukahduttamalla. Voidaan käyttää inertoinnin kautta myös säiliöaluksilla ehkäisemässä syttymistä ja räjähdyksiä ja se on yleinen painekaasu mm. haloneihin perustuvissa kiinteissä sammutusjärjestelmissä.

6.4.3 Halonit ja niiden korvaajat

Halonit ovat CFC-yhdisteiden kaltaisia, jotka sisältävät klooria, fluoria ja hiilivetyjä. Haloneita löytyy sekä käsisammuttimista, että myöskin kiinteistä palon-sammutusjärjestelmistä. Halonien ominaisuuksien takia niitä voidaan käyttää ainoastaan liekkipalojen sammutukseen. Niiden teho perustuu muiden kaasujen lailla tukahduttamiseen. Pienimuotoinen altistuminen ei ole huomattava terveysriski. Vaarallisuus ja sitä myöden myös kieltäminen perustuu niiden muodostamiin yhdisteisiin, kun ne reagoivat yhdessä tulen kanssa. Kaasu

syrjäyttää hapetta ja tekee ympäristön ihmiselle vaaralliseksi. Lisäksi halonien käyttö tuhoaa otsonikerrosta huomattavasti tehokkaammin verrattuna muihin aineisiin.

EU:n alueella kauppamerenkulussa halonit ovat kielletty sammutusaineena, mutta poikkeuksiakin lainsäädännössä on. Valtiollisissa aluksissa, kuten esimerkiksi puolustusvoimien aluksilla, voi olla vielä joitakin halonijärjestelmiä käytössä. Myös ilmailussa käsisammuttimissa ja muissa liikuteltavissa sammuttimissa voi edelleen olla haloneita.

Sen jälkeen, kun lainsäädäntö halonien kieltämiseksi tuli käytäntöön, alettiin etsiä uusia keinoja korvata kyseiset yhdisteet. Monesti halonien sijasta voitiin käyttää muita kaasuja, kuten esimerkiksi hiilidioksidia, mutta kaikissa paikoissa sitä ei voida käyttää. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi miehistötilat, joihin hiilidioksidi on kelpaamaton kaasu. Nykyään kaupallisella nimellä myytävä ns. Inergen-kaasu on yhdiste argonia, tyypeä ja pieni määrä hiilidioksidia, jolloin happitaso pysyy turvallisemmalla tasolla eikä aiheuta miehistölle väliä hengenvaaraa. (Hytinen ym. 2008, 103.)

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Merenkulku on erikoisala, joka nykypäivänä vaikuttaa lähes jokaisen ihmisen elämään. Se on kansainvälinen ja se kehittyy koko ajan. Sitä säätelee monet eri oikeusasteet, järjestöt ja säädökset. Lainsäädäntö on myös iso osa tätä työtä.

Kirjoittaessani tätä työtä jouduin tekemään paljon tiedonhakua ja lisätutkimusta aiheesta, jota oli käyty jo kouluaikana paljon läpi, mutta joka tietyn ajan jälkeen alkaa osittain hämärtymään. Aihe oli itselle hyvinkin mielenkiintoinen. Tuntui, että olin jälleen kerran oppimistilanteessa. Ja se tuntui hyvältä.

Tarkoitus oli tehdä eräänlainen opas tärkeimmistä palontorjuntaan liittyvistä asioista ja faktoista, jotka maallikon ja jopa aloittavan merenkulkualan opiskelijan olisi hyvä tietää, mikäli tällaiselle alalle ikinä päätyisi tai joutuisi kenties

tilanteeseen, jossa näitä tietoja voisi soveltaa edes jossakin määrin. Mielestäni tässä onnistuttiin. Asiaa olisi varmasti voitu käydä läpi huomattavasti tarkemmin, mutta tässä nimenomaisessa työssä haluttiin ottaa huomioon perusasiat ajatellen samalla niitä merenkulullisten seikkojen kautta.

Palontorjunta on aina ollut lähellä omaa sydäntä, sillä se kuuluu osana kone-miehistön tehtäviä ja konepäällikkö on aina aluksen nimetty palopäällikkö. Tämän lisäksi palontorjunta itsessään on osa merenkulun koulutusta, jossa vain tietotaito ja jatkuva harjoittelu voi taata positiivisen lopputuloksen.

Työssä käytiin läpi tärkeimmät aiheet palontorjuntaa liittyen. Teoria ja käytäntö kuuluvat tiukasti yhteen, kun puhutaan onnettomuustilanteista ja pelastautumisesta. Virheisiin ei ole varaa, sillä yleensä ne kostaavat takaisin kymmenkertaisesti. Palofysiikka kertoo mitä itse palaminen on ja mitä se vaatii sammuakseen. Työ käy nämä läpi kohtalaisen tarkasti ja antaa varsin hyvät perusteet jatkaa aiheen tutkimista tarkemmin.

LÄHTEET

Hyttinen, V., Tolonen, P, Väisänen, T. 2008. Palofysiikka. Tampere: Tammerprint Oy.

Sanastokeskus TSK ry. 2006. Palo- ja pelastussanasto. Helsinki: Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö ja Suomen Palopäälystöliitto.

Terveyskirjasto. 2019. Häkämyrkytys. Viitattu 17.7.2019. <https://www.terveyskirjasto.fi/>

International Labour Organization. 2019. Viitattu 18.7.2019. http://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=fi&p_card_id=0163&p_version=2

Anttila K. 2005. Palofysiikka. Yritysturvallisuuden seminaari. Viitattu 18.7.2019. <https://docplayer.fi/7909825-Palofysiikka-t-110-5690-yritysturvallisuuden-seminaari-kalle-anttila.html>

Kerttula. N. 2013. Palontorjunta ja paloharjoitukset aluksella. AMK-opinnäytetyö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.

Tissari E. 1999. Turvallisuus merellä. Kotka: Kotkan Sopusointu Oy Kotkan Kirjapaino Ab.

Turvanasi. 2019. Minkälaisiin paloihin eri sammuttimet soveltuvat? Viitattu 19.7.2019. <https://turvanasi.fi/tietopankki/kysymyksiä-ja-vastauksia/minkälaisiin-paloihin-eri-sammuttimet-soveltuvat/>

Työterveyslaitos. 2019. OVA-ohjeet. Viitattu 22.7.2019. <http://www.ttl.fi/ova/kaytop.html>

International Maritime Organization. 2019. Viitattu 23.7.2019. <http://www.imo.org/>

Lappalainen, J. 2016. Finnish maritime personnel's conceptions on safety management and safety culture. Väitöskirja. Turun yliopisto. Faculty of Mathematics and Natural Sciences Department of Geography and Geology. Viitattu 26.7.2019. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-29-6478-9>

Euroopan Unionin www-sivut. 2019. Viitattu 28.7.2019. <https://europa.eu/>

Liikenne- ja viestintäministeriön www-sivut. 2019. Viitattu 28.7.2019. <https://www.lvm.fi/>

Liikenne- ja viestintäviraston www-sivut. 2019. Viitattu 28.7.2019. <https://www.traficom.fi/>

Varsinais-Suomen Pelastuslaitos. 2016. Palomiehen varusteissa tarkenee. Viitattu 30.7.2019. <https://blogit.turku.fi/vspelastus/palomiehen-varusteissa-tarkenee/>

Dräger. 2019. Viitattu 30.7.2019. https://www.draeger.com/Library/Content/PSS_5000_PI.pdf

Imomerkit. 2019. Viitattu 30.7.2019. <http://www.imomerkit.fi/>

Koivula. P. 2008. Palofysiikka ja palontorjunta. AMK-opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu.

Sisäministeriön pelastusosaston www-sivut. 2019. Viitattu 1.8.2019. <http://www.pelastustoimi.fi/>