

SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULU



Pasi Koivula
2008

PALOFYSIIKKA JA PALONTORJUNTA

Merenkulku Rauma
Merenkulun koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

PALOFYSIIKKA JA PALONTORJUNTA

Koivula, Pasi

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Merenkulun koulutusohjelma

Ohjaaja: lehtori Jarmo Teränen

Huhtikuu 2008

UDK-luokka: 614.842

Asiasanat: palontorjunta, savusukellus, palokalusto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää tulipalon peruskäsitteitä, sammuttamista, savusukellusta sekä muita tulipaloihin liittyviä asioita. Apuna käytettiin alan kirjallisuutta, lehtiä sekä tekijän omia sekä muiden kokemuksia tulipaloista.

Työn alkuosassa on käyty läpi palofysiikkaa. Siinä selvitetään tulipalon peruskäsitteitä, paloluokkia sekä savukaasujen muodostumista ja palamista. Työn loppuosioissa on selvitetty tulipalon leviämiseen ja sammuttamiseen sekä savusukellukseen liittyviä asioita.

Työssä vaikeinta oli aihealueen rajaaminen, koska erilaisia laivatyyppjejä on niin paljon. Opinnäytetyö onkin tehty yleiseksi oppaaksi tulipaloista laivoilla.

ABSTRACT

FIRE PHYSICS AND FIRE FIGHTING

Koivula, Pasi

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Maritime Studies

Tutor: Lecturer, Sea Captain, Jarmo Teränen

April 2008

UDC: 614.842

Keywords: fire fighting, smoke diving, fire fighting equipment

The purpose of this thesis was to investigate the basic principles of fire, fire fighting and smoke diving and additionally some other fire related topics. The sources of the information were professional literature and the personal experiences of the writer and his colleagues.

The first part of this thesis deals with fire as a physical phenomenon. It clarifies the basic principles of fire, fire-resistance ratings and the combustion and the formation of combustion gases. The latter part of the thesis deals with the spreading of fire, fire fighting and smoke diving.

The major problem of this thesis was how to limit the topic. The main reason for this was the vast number of different types of vessels in the international merchant fleet. While keeping this in mind, the thesis was written as a basic guide to fires onboard.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO

2 MÄÄRITELMIÄ 6

3 PALOFYSIIKKA 7

3.1 Palaminen 7

3.2 Paloluokat 9

3.3 Syttyminen 14

3.4 Palokaasut 17

3.5 Lieskahdus 21

4 PALONTORJUNTA 23

4.1 Varusteet 23

4.2 Sammuttaminen 25

4.3 Tiedustelu ja tiedottaminen 27

4.4 Tulipalon leviäminen 28

4.5 Sammutushyökkäys 32

4.6 Muita palontorjuntaan liittyviä asioita 41

4.6.1 Inert-järjestelmä 41

4.6.2 Kansainvälinen laituriliitin 42

4.6.3 Palohälytyskeskukset ja anturit 44

4.6.4 EEBD 49

5 SAVUSUKELLUS 50

5.1 Savusukeltaja 50

5.2 Paineilmalaitteet 55

5.2.1 Hihnasto ja kantoteline 56

5.2.2 Paineenalennin ja letkusto 57

5.2.3 Paineilmapullot 59

5.2.4 Hengitysventtiili 60

5.2.5 Kasvo-osa eli maski 61

5.2.6 Paineilmalaitteiden huolto 66

LÄHTEET 69

1 JOHDANTO

Tulipalot ovat aina vakava riski, niin maalla kuin merellä. Varsinkin laivoilla voi ulkopuolisen avun saanti olla jopa päivien päässä. Laivan omien palontorjuntavälineiden oikea käyttö ja huolto korostuvat suuresti tulipalon sattuessa. Miehistön on kyettävä toimimaan oikein ja harkitusti tilanteissa, joihin he eivät ennen ole joutuneet. Tulipalotilanne on sellainen, ettei siitä koskaan tiedä, mitä seuraavaksi tapahtuu. Harva meistä on joutunut tositalanteeseen tulipalon suhteen, ja hyvä niin.

Jokainen laivalla työskentelevä voi omalta kohdaltaan parantaa paloturvallisuutta. Hyttien, käytävien, varastojen sekä työtilojen pitäminen puhtaina sekä järjestyksessä parantavat jo huomattavasti paloturvallisuutta. Hytissä tupakointi on laivoilla yleisesti sallittua, mutta vuoteessa tupakointi on ehdottomasti kielletty. Maissa vuoteessa tupakointi aiheuttaa eniten palokuolemia. Vaikka laivoissa ovat nykyään ns. palamattomat petivaatteet, ei se kuitenkaan salli tupakointia vuoteessa. Myös irrotettavan palovaroittimen asennus oman hytin kattoon lisää osaltaan turvallisuutta.

Palo- ja pelastusharjoitusten tärkeyttä ei koskaan voi vähätellä. Siksi onkin tärkeää, että harjoitukset pidetään suunnitelmien mukaan. Harjoituksista on tärkeää saada sellaisia, että kaikki niihin osallistuvat tuntisivat itsensä tärkeiksi osanottajiksi. Tämän vuoksi tulisikin pitää ns. toimintaharjoituksia, joihin liitettäisiin sekä palo- että pelastusharjoitus. Myös palolaitteiden ja varusteiden tuntemista ja niiden oikeaa käsittelyä voidaan parantaa ainoastaan harjoitusten yhteydessä. Harjoitusten lopuksi käytävä keskustelutilaisuus on myös tärkeä osa harjoittelua. Siinä ei etsitä syyllisiä, vaan yritetään yhdessä keksiä keinoja mahdollisten epäonnistumisien ja puutteiden korjaamiseksi.

2 MÄÄRITELMIÄ

Savusukellus on paineilmahengityslaitteiden ja asianmukaisten suojarusteiden avulla tehtävää sammutus- ja pelastustyötä, joka edellyttää tunkeutumista rajattuun sisätilaan, jossa on savukaasuja. Palavan kohteen ulkopuolella tapahtuva työskentely paineilmahengityslaitetta käyttäen rinnastetaan savusukellukseen. Savusukellusta eivät ole sammutus- ja pelastustehtävät, jotka edellyttävät paineilmahengityslaitteiden käyttöä mutta eivät edellytä tunkeutumista rajattuun sisätilaan. Tällaisia tehtäviä ovat mm. pelkästään ulkona tapahtuvat tulipalot sekä jälkiraivaus, jotka saattavat edellyttää paineilmahengityslaitteiden käyttöä.

Savusukelluspari on kahden savusukelluskelpoisen henkilön muodostama sammutuspari.

Savusukelluskelpoisuus. Savusukellus on henkisesti ja ruumiillisesti vaativaa työtä, jonka turvallinen tekeminen edellyttää tekijän savusukelluskelpoisuutta. Savusukelluskelpoisuus muodostuu terveydentilaan, toimintakykyyn, koulutukseen ja harjoitteluun liittyvistä vaatimuksista. Savusukellukseen osallistuvan uuden henkilön hyväksyminen on tarpeen tehdä nimenomaisella päätöksellä.

Suojapari on kahden savusukelluskelpoisen henkilön muodostama savusukellusparin toimintaa turvaamaan varautunut pari. Suojapari voi turvata useamman kuin yhden savusukellusparin toimintaa edellyttäen, että se voi hoitaa turvaamistehtävän tehokkaasti.

Savusukellusvalvonnan tarkoituksena on parantaa savusukelluksen turvallisuutta. Savusukellusvalvonnan avulla seurataan savusukeltajien viestejä, valvotaan savusukellusaikaa ja ilmoitetaan pelastusyksikön esimiehelle ja savusukellusparille savusukellukseen liittyvistä tarpeellisista asioista. Savusukellusvalvonnasta pidetään valvontapöytäkirjaa.

Savusukellusvalvoja huolehtii savusukellusvalvonnasta. Savusukellusvalvojana toimii hälytysosaston erikseen määrätty henkilö, joka yleensä on palopäällikkö.

3 PALOFYSIIKKA

3.1 Palaminen

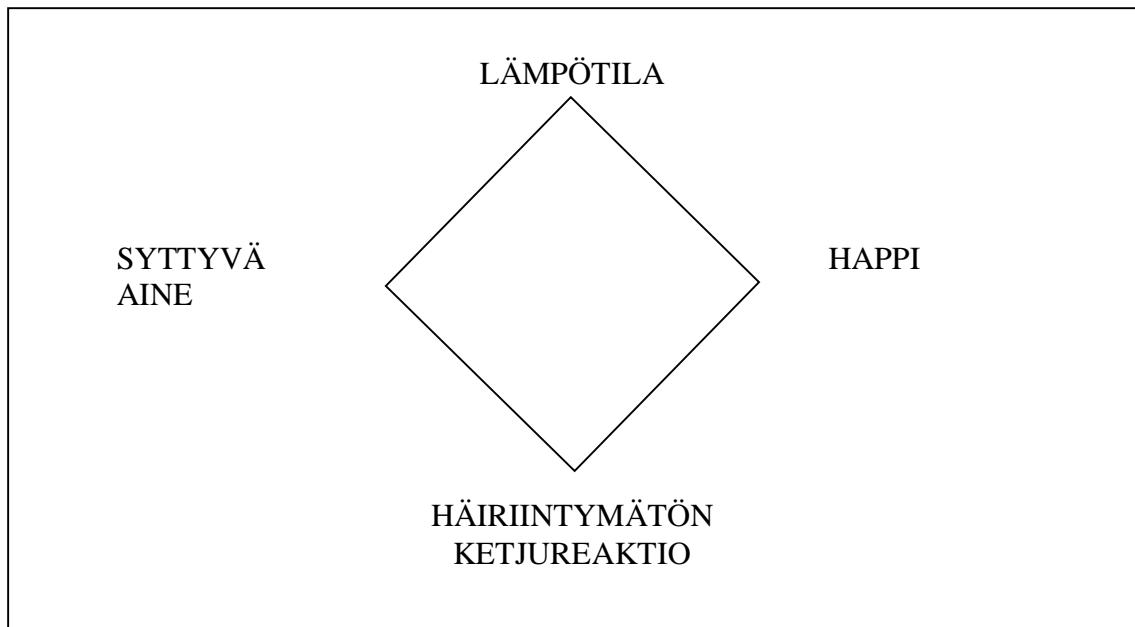
Palaminen on kemiallinen reaktio, jossa aine yhtyy happeen niin nopeasti, että syntyy korkea lämpötila ja valoilmiö. Palaminen voi olla joko hallittua tai hallinnasta riistäytynyttä, jolloin siitä käytetään nimitystä tulipalo. Tulipalossa tuli aiheuttaa tai uhkaa aiheuttaa ympäristölleen vahinkoa. Esimerkiksi raudan ruostuminen tai puun lahoaminen eivät ole palamista, vaan hapettumista. Kummassakin tapauksessa aine yhtyy happeen, mutta niin hitaasti, ettei synny korkeaa lämpötilaa tai valoilmiötä. Hapetusilmiöt eivät edellytä palontorjuntatoimenpiteitä. (Hyttinen 2001, 8-9.)

Jotta palaminen olisi mahdollista, tulee kaikkien palamisen perusedellytysten olla samanaikaisesti voimassa. Palaminen tarvitsee siis yhtä aikaa palavan aineen, hapen (ilman), riittävän lämpötilan sekä näistä muodostuneen häiriöttömän ketjureaktion. Häiriötön ketjureaktio muodostuu palavan aineen jatkuvasta yhtymisestä happeen. Samalla palo ylläpitää riittävää lämpötilaa tapahtuman jatkumiseksi. Sammutus tapahtuu vastaavasti siten, että poistetaan yksi palon perusedellytyksistä. Poistetaan tai raivataan palava aine. Palon lämpötilaa alennetaan eli jäähdytetään paloa. Happi suljetaan tai syrjäytetään pois palosta tukahduttamalla. Ketjureaktio katkaistaan viemällä paloon inhibiittejä eli antikatalyyttejä. (Hyttinen 2001, 8-11; Tissari 1999, 80.)

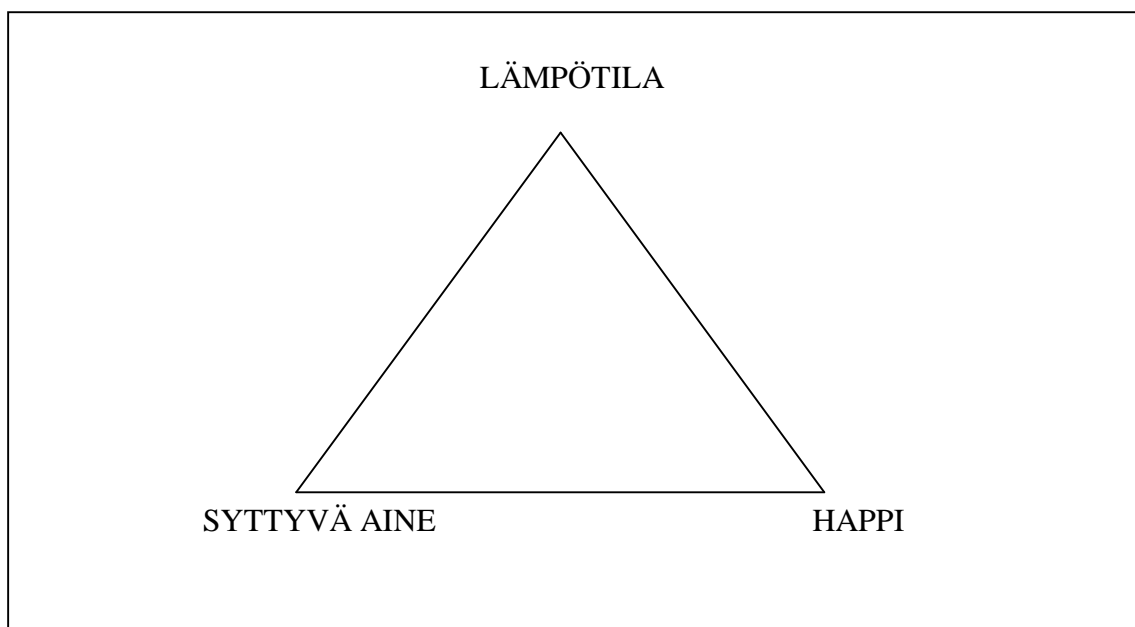
Liekehtivässä palossa palo tarvitsee siis kaikki neljä perusedellytystä, jotta palaminen olisi mahdollista. Liekehtimällä palavat nestemäiset ja kaasumaiset aineet kuten öljyt ja asetyleeni. Liekehtimällä palavat myös aineet, jotka lämmön vaikutuksesta muuttavat olomuotoaan kiinteästä, kuten esimerkiksi muovit.

Hehkupalossa tarvittavat perusedellytykset ovat palava aine, happi (ilma) ja riittävä lämpötila. Tämän palotyypin perusedellytyksistä puuttuu häiriötön ketjureaktio, sillä palamisessa happi yhtyy suoraan palavaan aineeseen aineen pinnassa ilman välittäviä reaktioita. Hehkumalla palavat sellaiset kiinteät aineet, jotka eivät lämmitessään tuota riittävästi syttymiskelpoisia kaasuja. Näin palaa esimerkiksi kivihiili.

Kuitumaiset aineet palavat tavallisimmin niin, että itse aine hehkuu ja siitä vapautuu palamiskelpoisia kaasuja jotka palavat. Tällöin sanotaan, että aine palaa sekä hehkumalla että liekehtimällä. Esimerkiksi puu, paperi ja kankaat palavat näin.



Kuva 1. Liekehtivästi palavan palon edellytykset.



Kuva 2. Hehkumalla palavan palon edellytykset.

3.2 Paloluokat

Palot jaetaan neljään eri luokkaan riippuen palotyypistä. Palo voi olla joko A-, B-, C- tai D-luokan palotyyppi.

A-luokan palotyyppin muodostavat kuitumaiset ja orgaaniset aineet kuten puu, paperi, hiili. Siis aineet, jotka palaessaan jättävät jälkeensä hiilloksen. Tämän tyyppisissä paloissa palaminen tapahtuu sekä hehkuen että liekehtien. Kuitumaisten aineiden palon sammuttamiseen sopivat A-ryhmän sammuttimet ja sammutusaineet, joilla sammutusvaikutus on pääasiassa jäähdyttävä. Sammuttamisessa palossa syntyvä lämpö pyritään sitomaan johonkin jäähdyttävään sammutteeseen, esimerkiksi veteen, jolloin palavan aineen lämpötila alennetaan alle palamislämpötilan, ja palo sammuu. Veden sammutusvaikutus on pääasiassa siis jäähdyttävä, mutta siitä syntyneellä vesihöyryllä on myös tukahduttava vaikutus. Veden lämmönsitomiskyky on erinomainen. Vesi sitoo lämpöä lämmitessään kiehumispisteeseensä ja edelleen muuttuessaan höyryksi. Yksi litra vettä höyrystyessään täydellisesti muuttuu 1700 litraksi 100 °C vesihöyryä. A-luokan sammutteena käytetään myös paljon sammutusjauhetta. Sammutusjauhetta voidaan käyttää myös erityiskohteiden suojauksessa. Sammutusjauheen käyttöä kannattaa aina miettiä, koska jauhe purkautuu säiliöstä paineen avulla, ja tämän vuoksi on helposti leviävää. Jauhe on helppo suunnata kohteeseen ja suutinta apuna käyttäen voidaan säännöstellä sammutusjauheen määrää, mutta kuitenkin jauhe pyrkii aina leviämään ja tämän vuoksi se helposti sotkee suurenkin alueen. (Hyttinen 2001, 8-19; Tissari 1999, 88-89.)



Kuva 1. A-luokan paloihin sopivat sammuttimet sekä opastusmerkki.

B-luokan palotyyppin muodostavat nesteiden tai sulavien aineiden palot. Näitä aineita ovat esimerkiksi bensiini, dieselöljy, steariini. Palaminen tapahtuu liekehtien ja sammuttaminen tapahtuu B-ryhmän sammutusaineilla tai sammuttimilla tukahduttamalla tai ketjureaktion katkaisemisella. Pieniä nestepaloja voidaan sammuttaa myös sammutuspeitteellä, jolloin sammutuspeite kiedotaan tiiviisti astian ympärille ja odotetaan niin kauan, että palo on sammunut. Tukahduttamisessahan pyritään happipitoisuus laskemaan normaalista 21 %:sta alle 15 %:iin, jolloin palaminen ei enää ole mahdollista ja palo sammuu. Tyypillisiä B-luokan palotyyppin sammuttimia laivoilla on hiilidioksidi sekä sammutusvaahto.

Hiilidioksidi (CO₂) on ilmaa raskaampi kaasumainen sammute. Se on palamaton kaasu, joka syrjäyttämällä hapen palokohteesta aikaansaa palon tukahtumisen. Hiilidioksidi on sammutusaineena erittäin siisti, eikä se vahingoita hienojakaan mekaanisia laitteita, joten hiilidioksidi sopii myös erittäin hyvin sähköpaloihin. Haittapuolena on se, ettei hiilidioksidi sovellu oikein hyvin ulkotiloissa olevien palojen sammuttamiseen, koska pienikin tuulen virtaus vie kaasun pois palokohteesta. Hiilidioksidi voidaan helposti puristaa nestemäiseen muotoon. Yksi kilo hiilidioksidia muodostaa 500 litraa samaa kaasua, täten esim. 6kg:n CO₂-sammutin sisältää noin 3000 litraa kyseistä kaasua.



Kuva 2. B-luokan paloihin sopiva sammutin sekä opastusmerkki.

Sammutusvaahdon muodostamiseen tarvitaan vettä, veden pintajännityksen alentavaa ainetta eli vaahtonestettä sekä jotakin kaasua. Yleisimmin käytössä on mekaaninen vaahto eli ilmavaahto. Sen muodostamiseen käytetään vettä, vaahtonestettä ja ilmaa, eri suhteissa keskenään riippuen siitä, onko kysymyksessä raskas-, keski- tai kevytvaahdo. Vaahdon muodostamiseen tarvitaan edellä mainittujen aineiden lisäksi erityinen vaahdotuslaite. Vaahdon sammutusvaikutus on tukahduttava, eristävä sekä jäähdyttävä. Sammutusvaahtoa käytetään palavien nesteiden sammuttamiseen, suojavaahdotukseen, jne. Sammutusvaahto ”vyörytetään” palavan kohteen päälle, jolloin voidaan paremmin kontrolloida, minne sammutusvaahto halutaan. Se voidaan myös ruiskuttaa palavan kohteen päälle, esimerkiksi konehuonepalossa, mutta tällöin tulee sammutusvaahdon haittapuoli hyvin selville, eli sammutusvaahto on sammutusaineena erittäin sotkevaa ja helposti tunkeutuvaa sellaisiinkin paikkoihin, mihin vaahtoa ei haluta.

(Hyttinen 2001, 8-19; Tissari 1999, 89.)



Kuva 3. Vaahdotukseen tarvittavaa kalustoa.

C-luokan palotyyppin muodostavat palavat kaasut, joita ovat esimerkiksi nestekaasu ja asetyleeni. Palaminen tapahtuu kaasuille tyypillisesti eli liekehtien. Sammuttamiseen voidaan käyttää C-ryhmän sammutusainetta tai sammutinta tukahduttamalla tai ketjureaktion katkaisemisella. Yleensä kaasupaloissa pyritään katkaisemaan kaasun tulo, eli sulkemaan kaasuhana. Tätä sammutusmenetelmää kutsutaan sammutusraivaukseksi. Jos palo on kuitenkin kaasuhanan läheisyydessä, eikä sinne näin ollen päästä, voidaan käyttää vesisuihkua suojana mentäessä sulkemaan kaasuhana. C-luokan sammuttimina toimivat jauhesammuttimet. Vesisuihkun avulla voidaan myös jäähdyttää kaasupulloja, etteivät ne lämmönvaikutuksesta repeäisi tai räjähdä. (Hyttinen 2001, 8-19; Tissari 1999, 89-90.)



Kuva 4. C-luokan paloihin sopiva sammutin sekä opastetaulu.

D-luokan palotyyppin muodostavat metallien palot, kuten esimerkiksi alumiini, magnesium, natrium sekä elektronmetalli, joka on alumiinin ja magnesiumin seos. Tämän luokan aineiden palotapana on hehkupalo. Metallin ollessa hienojakoisessa muodossa luokitellaan se helposti syttyväksi ja palavaksi aineeksi. Jotkut metallit voivat jopa syttyä itsestään hienojakoisena, mutta massiivisessa muodossa niitä on vaikea saada syttymään. Aerosoleina kaikki metallipölyt voivat räjähtää. Tavanomaiset sammutusaineet kuten vesi, hiilidioksidi ja jauheet voivat aiheuttaa hyvin voimakkaan ja tuhoisan reaktion palavissa metalleissa. Tämän vuoksi onkin kehitetty erityisiä sammutusjauheita, jotka sulavat metallin pinnalle muodostaen tiiviin, happea läpäisemättömän kuoren. Sammutusvaikutus on yleensä tukahduttava. Herkästi reagoivat metallit kuljetetaan vaarallisina lasteina erityisin ohjein. Näistä ohjeista tulee tulla ilmi aineen nimi, vaarallisuusluokka, syttymispiste tai muu vaara sekä toimintaohjeet ja sammutusmenetelmät tulipalon sattuessa. (Hyttinen 2001, 8-19; Tissari 1999, 90.)

Omana ryhmänä ovat vielä sähköpalot. Niillä ei ole varsinaisesti omaa paloluokkaa, vaan niiden palot luetaan B- tai C-luokkiin sen mukaan, onko niissä palavana aineena neste vai kaasu. Sähköpalojen yleisimmät syyt ovat sähkölaitteiden väärinkäytöt ja viat sekä sähköasennusten yhteydessä tapahtuneet virheet. Laivoilla sähköpalojen syttymiset johtuvat mm. liasta ja pölystä sekä tärinän aiheuttamasta sähköliitosten löystymisestä. Löysään liitokseen syntyy vastusta, joka lämpenee ja ajan mittaan voi sytyttää tulipalon. Sähköpalojen osalta onkin erityisen tärkeää pitää sähkökeskukset ja -laitteet puhtaina sekä huolehtia, etteivät lika ja pöly pääse niihin. Myös liitosten määräaikaisten tarkastukset ja kiristykset ennaltaehkäisevät tulipalovaaraa.

3.3 Syttyminen

Syttymislämpötila on alin lämpötila, jossa syttyminen tapahtuu. Syttymislämpötila vaihtelee eri aineilla, ja siihen vaikuttaa myös aineen olomuoto. Kun aine on saavuttanut syttymislämpötilan, ei tällöin tarvita ulkopuolista liekkiä tai kipinää sytyttämään ainetta. Jos aine syttyy pelkästään lämmön avulla, kutsutaan syttymislämpötilaa myös itsesyttymislämpötilaksi.

Aine	Syttymislämpötila (°C)
Metaani	537
Propani	510
Bensiini	400–530
Kevyt polttoöljy	250
Raskas polttoöljy	400
Kivihiili	350–440
Alumiini	600
Rauta	930
Kalium	69

Taulukko 1. Taulukossa muutamien aineiden syttymislämpötiloja

Itsesyttymisessä tapahtuu fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia reaktioita, joiden johdosta aine lämpenee. Jos systeemin lämmöntuotto on suurempi kuin lämpöhäviöt, niin lämpötila jatkaa nousemistaan. Näin määritellään ilmiö nimeltään itsesytyminen. (Hyttinen 2001, 27.)

Itsesyttymistä aiheuttavia aineita on paljon. Itsestään syttyvässä tai itsesyttymistä aiheuttavassa aineessa tapahtuu fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia reaktioita, joiden seurauksena aine lämpenee itsestään niin, että tietyissä olosuhteissa sen syttymislämpötila ylittyy ja aine syttyy palamaan. Palamaton itsesyttymistä aiheuttava aine voi kuumentaa sen lähellä olevia syttyviä aineita niin, että nämä sytyvät. Itsesyttymisestä hyvänä esimerkkinä voidaan pitää turveaumat. Ne voivat syttyä itsestään vaikka keskellä talvea. Aumasta käydään lastaamassa turvetta, jolloin turve, joka on hyvin lämpöeristetty auman sisällä, pääsee kosketukseen hapen kanssa ja itsesytyminen voi tapahtua.

Turveaman itsesyttymistä ei voi estää, vaan niitä täytyy jatkuvasti tarkkailla. Varsinkin silloin, kun aumasta on otettu turvetta. Kivihiililajeista suurin itsesyttymistäipumus on ruskohiilellä ja pienempi laihoilla kivihiilillä, esimerkiksi antrasiitilla. Kivihiilikasojen itsesyttyminen ehkäistään varastoimalla hiili oikein ja seuraamalla jatkuvasti kasan lämpötilaa. Lastauksen aikana onkin tärkeää, että valvova perämies mittaa lastin lämpötilaa säännöllisesti. Jos lämpötila lastissa nousee yli 50 °C:n, täytyy lastaus pysäyttää ja odottaa, että lasti jäähtyy. Itsesyttymisessä syttymisenergia on peräisin itse aineesta, eikä syttymiseen näin ollen tarvita mitään ulkopuolista sytykettä.

Leimahduslämpötila on alin lämpötila, jossa nesteestä erottuu niin paljon kaasua, että se muodostaa pinnan lähelle ilman kanssa seoksen, joka leimahtaa erillisen sytyttimen vaikutuksesta. Esimerkiksi bensiinillä leimahduslämpötila on -40 °C, kun taas sen syttymislämpötila on 400–530 °C.

Nesteen leimahduspiste määritetään nostamalla hitaasti nesteen lämpötilaa, kunnes nesteen pinnasta alkaa vapautua höyryjä. Kun höyryt muodostavat oikean suhteen ilman kanssa, syntyy höyryn ja hapen syttyvä seos. Tämä voidaan todeta pinnan yläpuolelle viedyn liekin avulla, jolloin liekki leiskahtaa koko nestepinnan yli. Alin lämpötila, jossa tämä leiskahdus tapahtuu, on nesteen leimahduslämpötila. Kun liekki poistetaan, niin nestepinta ei kuitenkaan syty palamaan. Tämän leiskahdusilmiön voi havaita hyvin esimerkiksi kotona grilliä sytyttäessä. Kun laittaa sytytysnestettä hiilien päälle ja saman tien tulitikun, ei leiskahdus ole kovin suuri. Mutta jos antaa sytytysnesteen hetken aikaa imeytyä hiiliin, ja samanaikaisesti neste alkaa höyrystyä, ja sen jälkeen sytyttää nesteen, voi havaita voimakkaankin leiskahduksen.

Nesteet saattavat syttyä myös leimahduspisteensä alapuolella olevissa lämpötiloissa, jos ne ovat erittäin hienojakoisessa sumumaisessa muodossa tai ovat koostuneet eri jakeista kuten öljytuotteet. Nesteseoksien leimahduspiste voi olla alempi kuin yksityisten seoksessa olevien aineiden leimahduspisteet. (Lappeteläinen 2003, 23–28.)

Eri aineiden leimahduspisteet tulee huomioida tarkasti paloturvallisuuden kannalta aineiden kuljetuksissa ja varastoinneissa. Monesti on esim. laivan maalivarastoissa sekaisin erilaisia aineita, joiden syttymis- ja leimahduslämpötilat voivat olla kovinkin erilaisia. Siksi olisikin paloturvallisuuden kannalta tärkeää, että maalivarastot ovat siistejä ja aina hyvässä järjestyksessä, eikä siellä olisi irrallisia rättejä, avonaisia maali- tai tinneripurkkeja, jotka voivat lämpötilan noustessa alkaa höyrystyä ja aiheuttaa vaaratilanteita. Myös maalikaapin säännöllinen tuuletus edesauttaa paloturvallisuutta ja mahdollistaa paremman ja turvallisemman työskentelypaikan.

Aine	Leimahduslämpötila (°C)
Asetoni	-18
Etanoli	13
Bensiini	-40
Kevyt polttoöljy	70 - 85
Raskas polttoöljy	55 - 66

Taulukko 2. Taulukossa muutamien aineiden leimahduslämpötiloja

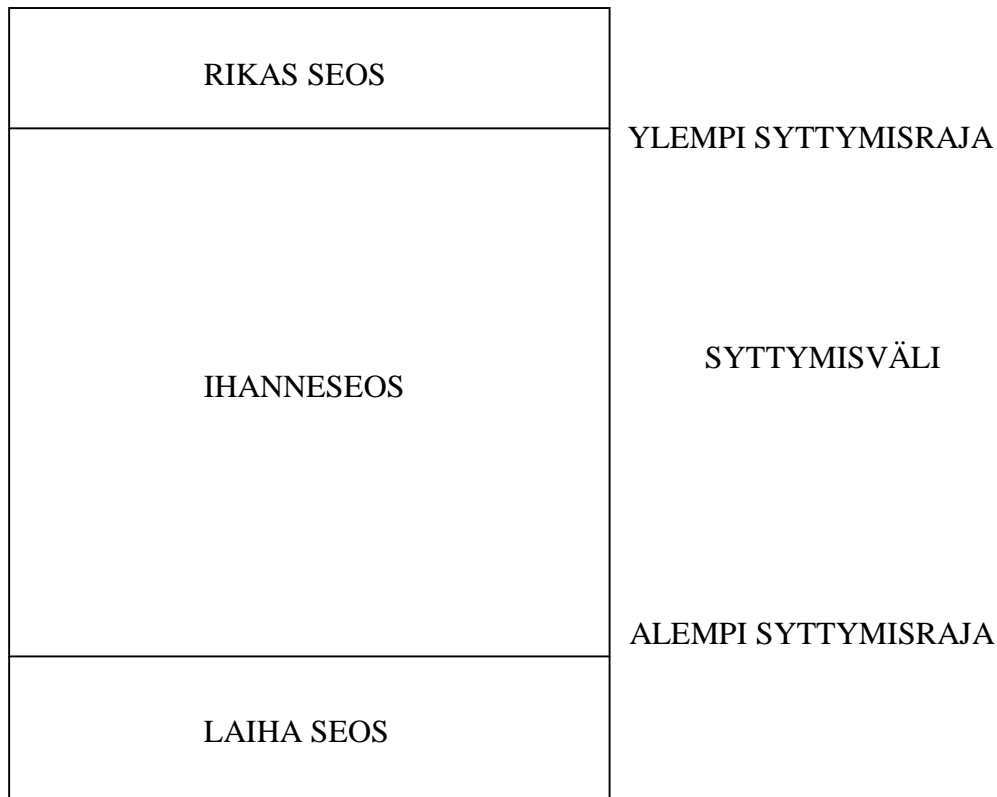
Palavat nesteet määritellään leimahduslämpötilan mukaan seuraavasti:

- Erittäin helposti syttyvä neste, leimahduspiste enintään 0 °C
- Helposti syttyvä neste, leimahduspiste alle 21 °C
- Syttyvä neste, leimahduspiste 21 - 55 °C
- Palava neste, leimahduspiste yli 55 °C ja enintään 100 °C
- Muu palava neste, tarkoitetaan nestettä, jonka leimahduspiste on 55 °C – 100 °C

3.4 Palokaasut

Kun alkupalo liekillä palaessaan alkaa lämmittää ympärillä olevia pintoja, niistä vapautuu syttymiskelpoisia kaasuja, joita sanotaan palokaasuiksi. Palokaasut muodostuvat lämmöstä ja palamisesta ja sisältävät kaasuja kolmesta pääryhmästä: ilmasta, palaneista kaasuista ja pyrolyysituotteista. Sen lisäksi palokaasuissa on kiinteitä ja nestemäisiä aineita, pääasiassa hiiltä ja erittäin likaisia pieniä vesipisaroita. Kaikki alun perin ilmassa ollut typpi (78 %) on muuttumattomana palokaasuissa. Se muodostaa myös prosentuaalisesti suurimman osan palokaasuista. Happea on jäljellä vaihtelevia määriä, muuttamista prosenteista 15 %:iin asti riippuen palamisen laadusta. Palokaasuissa on jäljellä erilaisia kaasumaisia oksideja. Suurimmaksi osaksi palokaasut ovat hiilidioksidia ja vettä, mutta erikoisesti kytevässä paloissa hiilimonoksidipitoisuus on huomattava, useissa tapauksissa jopa 20 %. Muita oksideja, kuten esim. typpioksideja ja rikkioksideja, on sekoittuneena palokaasuihin, sen mukaan mitä aineita on osallisena palamisessa. Kun orgaaniset aineet lämpenevät palaessa, ne hajoavat kemiallisesti, ja muodostuu suuri määrä ns. pyrolyysituotteita. Useimmat pyrolyysituotteet ovat syttyviä. Pyrolyysi ja jossakin määrin palotilassa olevien aineiden tavallinen höyrystyminen muodostavat palavia kaasuja. Niiden määrä on riippuvainen palon ilmansaannista ja palavien aineiden laadusta. Palon ollessa suljetussa tilassa on ilmansaanti riittämätöntä ja palokaasut ovat syttymiskykyisiä. (Hyttinen 2001, 10-20; Giselsson 1987, 4-14.)

Kaasuilmaseokset ovat syttyviä vain määrätyillä pitoisuusalueilla, jonka alarajana on alempi syttymisraja ja ylärajana on ylempi syttymisraja. Näiden rajojen välistä aluetta sanotaan syttymisvälialueeksi. Syttyvillä kaasuilla ja nesteillä voidaan määrittellä tarkka syttymisvälialue. Palokaasujen syttymisvälialuetta on vaikea määrittää tarkasti, koska esimerkiksi huoneistopaloissa se vaihtelee suuresti riippuen siitä, mistä materiaaleista palokaasut ovat pyrolysoituneet. Esimerkiksi puusta ja muovista pyrolysoituneiden palokaasujen syttymisvälit, syttymis- ja palamislämpötilat eroavat toisistaan suuresti. Tavallisessa huoneistopalossa palokaasut ovat erittäin energiapitoisia ja ovat verrattavissa mihin tahansa palavaan kaasuun. (Giselsson 1987, 7-9.)



Kuva 5. Ihanneseoksen ja syttymisvälin raja-arvot

Kaasuseos voi olla syttyvä, kun siinä on happea ja palamiskelpoisia kaasuja. Kun seoksessa on hapen kanssa yhtyviä molekyylejä ja happimolekyylejä sellaiset määrät, että ne kaikki osallistuvat palamisreaktioon, puhutaan teoreettisesta ihanneseoksesta eli stökiometrisestä seoksesta. Yleisesti tästä seoksesta käytetään nimitystä ihanneseos. Tämä ihanneseos on siis syttymiskelpoinen vain määrätyillä pitoisuusalueilla, jonka alarajana on alempi syttymisraja ja ylärajana ylempi syttymisraja. Näiden rajojen välistä aluetta sanotaan syttymisväliksi. Ihanneseoksesta poikkeavina seoksina ovat rikas seos tai laiha seos. Rikas seos syntyy silloin kun palavaa ainetta on enemmän kuin palamiseen tarvittavaa happea. Laihan seoksen nimitystä taasen käytetään silloin, kun palossa on happea enemmän kuin palavaa ainetta. (Giselsson 1987, 14-20.)

Kun palokaasujen pitoisuus saavuttaa alemman syttymisrajan, kaasut alkavat palaa. Huoneen lämpötila alkaa nousta voimakkaasti, ja lämmön vaikutuksesta pyrolysoituminen voimistuu katto-, seinä- ja muista huoneessa olevista materiaaleista. Palokaasujen pitoisuus nousee, paine nousee huoneen yläosassa ja palon voimakkuus kiihtyy. Tässä vaiheessa palo voi jatkua suoraan täyden palamisen vaiheeseen, jos ilman saanti palavaan huoneistoon on vapaa.

Kun palo on kuluttanut lähes kaiken palamiseen tarvittavan hapen, palo tukahtuu ja lämpötila alkaa laskea. Lämmön lasku johtaa kaasujen tilavuuden pienenemiseen ja huoneeseen virtaa korvaavaa ilmaa kaikista mahdollisista aukoista mitä huoneessa on. Happipitoisen lisäilman virratessa sisään virtauspaikkojen läheisyydessä palokaasut saavuttavat ylempään syttymisrajan ja syttyvät.

Palo kuluttaa nopeasti sisään virranneen hapen, ja palo ylittää taas ylempään syttymisrajan ja sammuu. Paine laskee, lämpötila laskee, ilma virtaa sisään, palokaasut syttyvät, palon tarvitsema happi loppuu, palo sammuu, paine laskee jne. Tätä kiertoa kutsutaan palon hengitysvaiheeksi. Palokaasuja pyrolysoituu kaiken aikaa lisää, ja seos on ylempään syttymisrajan läheisyydessä. Jos kyseessä on tiivis huone, voi palo sammua omia aikojaan, koska palossa ei ole tarpeeksi happea, joten seos on liian rikas. Mutta usein ikkunat hajoavat tai jokin muu syy aiheuttaa huoneeseen vapaan lisäilman virtauksen, jolloin palo saa jälleen tarpeeksi happea, jolloin se sekoittuu palokaasuihin ja seos lähestyy ylempää syttymisrajaa. (Lappeteläinen 2003, 28-30.)

Palon syttymislähde tai kytemään jääneet materiaalit sytyttävät palokaasut heti, kun seos saavuttaa syttymisvälialueen. Palo syttyy ensin palokaasupatjan alareunasta, koska siellä seos saavuttaa ensimmäisenä syttymisvälialueen. Tätä syttymistä sanotaan rikkaan palokaasuseoksen leimahdukseksi. Tämä leimahdus on voimakas, koska tilaan on kertynyt erittäin syttymiskelpoisia kaasuja ja nyt seos saa vapaasti ilmaa.

Palon voimakkuus ja lämpötila nousevat nopeasti ja pyrolysoituminen huoneen kaikissa materiaaleissa voimistuu ja samalla palo saa myös vapaasti happea. Tällöin on kysymyksessä täyden palamisen vaihe. Tämä vaihe jatkuu niin kauan kuin materiaaleista irtoaa paloon polttoainetta tai palo muulla keinoin sammutetaan. (Lappeteläinen 2003, 28–30.)

Jos suuri määrä muoveja tai bitumituotteita palaa, kaasujen syttymisväli muodostuu toisenlaiseksi. Nämä kaasut vaativat enemmän happea palaakseen, koska niissä on suuria, paljon hiiltä sisältäviä polttoainemolekyylejä. Ne eivät ole niin helposti syttyviä, eli niillä on korkeampi syttymislämpötila. Suuresta hapentarpeesta johtuen edellä mainittu vuorovaikutus on vähemmän todennäköinen, sen sijaan muodostuu kaasuseos, joka on erittäin ylikaasuuntunut. Suurien hiilihiukkasmäärien esiintyminen palokaasuissa nostaa todennäköisesti kaasujen energiamäärää, mutta samanaikaisesti pienentää kaasujen syttymisherkkyyttä seinävaikutuksen johdosta. Kuumenneissa kaasuissa, joissa on paljon hiilihiukkasia, kuten esim. silloin kun kaasuihin on sekoittunut aikaisemmin muodostunutta nokea, ovat varsinaiset pölyräjähdykset mahdollisia. Tällä tavoin voi energiamuodostus olla hyvin suuri. (Giselsson 1987, 9.)



Kuva 6. Tulipalo on päässyt täyden palamisen vaiheeseen.

3.5 Lieskahdus

Lieskahduksessa kaasut palavat enemmän tai vähemmän suljetuissa tiloissa. Ilmiö voi tapahtua monissa eri olosuhteissa. Lieskahduksen luonne on riippuvainen siitä, millä kohdalla syttymisväliä syttyminen tapahtuu, kuinka paljon kaasut sisältävät energiaa ja mikä on ilman ja palokaasujen vaihtuvuus tilassa. Syttyminen on mahdollista ainoastaan kaasujen pitoisuuden ollessa syttymisvälissä. Syttymisvälin rajat muuttuvat samalla hieman häilyviksi lämmön nousun takia. Syttyminen kuumentaa ainakin pientä osaa palokaasuista. Syttyminen on sen vuoksi mahdollista aivan syttymisvälin rajojen ulkopuolella palopesäkkeen lämmön vuoksi, erityisesti syttymisvälin alarajan alapuolella. Joskus voidaan hidastunut palaminen havaita syttymisvälin ylärajan yläpuolella. Mustat palokaasut liikkuvat kuin liekit syttymättä kuitenkaan kunnolla. Tätä ilmiötä sanotaan joskus ”mustiksi liekeiksi” tai ”mustiksi käärmeiksi”. (Giselsson 1987, 11-14.)

Ihanneseoksen läheisyydessä tapahtuu erittäin nopea palokaasuräjähdyks, lieskahdus. Rajojen läheisyydessä palaminen tapahtuu hitaammin. Riippuen kaasujen ja ilman vaihtuvuudesta huoneessa voi lieskahdus olla pitkäaikainen, ohimenevä tai uusiutuva. Ellei palo saa lisäilmaa, on lieskahdus ohimenevä, koska lieskahduksen takia happipitoisuus vähenee nopeasti. Vähäisen ilmansaannin takia voi lieskahdus olla ajoittain uusiutuva, lämpötilan muutoksista johtuva sykkivä palo. Suuren ilmansaannin takia tulee lieskahduksesta jatkuva, ns. täysin kehittynyt huonepalo. Tilanteen tunnistaa siitä, että liekit palavat jatkuvasti huoneen aukoissa ja siitä, että ilmansaanti tapahtuu aukkojen alareunoista ja vastaava määrä palokaasuja purkautuu aukkojen yläreunoista.

Jos palokaasujen muodostus on vähäistä, palo hiipuu ensimmäisen lieskahdusvaiheen jälkeen, ja palo on paikallistettavissa sen jälkeen ainoastaan etsimällä paikka, jossa palokaasut muodostuvat. Tällainen tilanne on mahdollinen, jos palaminen tapahtuu tiloissa, joissa on palamattomat kattopinnot ja vähän palokuormaa.

Jos palokaasujen lämpötila on korkeampi kuin niiden syttymislämpötila, ei erityistä syttymislähdettä tarvita. Kaasut syttyvät heti joutuessaan kosketuksiin ilman kanssa. Tämä näyttää hyvin dramaattiselta, kun palavat palokaasut purkautuvat ulos huoneesta joko ulko-oven kautta tai esim. rikkoontuneesta ikkunasta. Jos palokaasut eivät löydä tietä ulos, huomaa sisällä oleva savusukeltaja sen nopeasti, koska paine sisällä kasvaa tuntuvasti. (Peipinen 1997, 26-28)

Lieskahdus on vaarallisempi, jos palokaasut tarvitsevat erityisen syttymislähteen. Tällöin tapahtuu viivytys, jonka seurauksena palokaasut ehtivät sekoittua ilman kanssa siten, että osa palokaasuista on syttymisvälillä ennen syttymistään. Tavallisin syttymislähde on kyteväksi tukahtunut palopesäke. Se ei leimahda liekkiin, ennen kuin palo on saanut lisää happea sisäänvirranneesta ilmasta. Jos palopesäke on lähellä lisäilman tuloaukkoa, tapahtuu syttyminen muutaman sekunnin kuluttua. Silloin vain pieni osa palokaasuista on saanut lisähappea ja palon voimakkuus on ainoastaan hieman kiivaampi kuin kuuman rikkaan palokaasuseoksen lieskahdus. Jos palopesäke on sisempänä huoneessa, on palokaasujen ja ilman kosketuspinta suurempi. Syttyminen nostaa lämpötilaa huoneessa nopeasti, palokaasut laajenevat voimakkaasti ja tunkeutuvat ulos huoneesta. Palaminen voi tällöin kiihtyä ja nostaa painetta huomattavasti. (Peipinen 1997, 26-28)

Jos palomies on palavassa huoneessa rikkaan palokaasuseoksen lieskahduksen tapahtuessa, hän voi havaita, kuinka palokaasut nopeasti mustuvat. Lämpötila nousee huomattavasti. Tummanpunaisia vyöhykkeitä on näkyvissä ja juovia singahtelee syttymislähteen ja ilmantuloaukon välillä, mutta niiden väli on musta. Palokaasut näyttävät olevan aivan paikallaan. Sitten syntyvät liekit, ensin ilman ja kaasujen kosketuskohtaan. Ne ovat ensin punaisenkelainen untuvapeitto, sen jälkeen kuin epämääräinen loiste. Ovet lennähtävät auki, ikkunat särkyvät, rakennus natisee ja paukkuu. (Giselsson 1987, 10-20.)

4 PALONTORJUNTA

4.1 Varusteet

Palomiesten suojavaarusteista on tarkat määräykset. 1.7.1995 astui voimaan suojainten eurooppalainen hyväksymiskäytäntö, joka edellyttää suojaimilta CE-merkinnän. Merenkulussa omat määräyksensä tuovat myös IMO, SOLAS sekä Suomessa myös Merenkulkulaitos.

Savusukeltajalle suojavaarusteet aiheuttavat rajoituksia monella eri tavalla. Vaikkakin henkilökohtainen suojavaatetus sekä suojavaarustus suojaavat hyvin ulkoista lämpöä vastaan, ne ovat myös samalla varsin kuormittavia, koska ne vaikeuttavat kehon aiheuttaman lämmön poistumista. Paineilmalaite taas osaltaan rajoittaa savusukeltajan kuulo-, näkö- ja hajuaistien käyttöä, mutta yhdessä oikeanlaisten vaatetusten ja paloasun kanssa se muodostaa toimivan kokonaisuuden, joka mahdollistaa palokohteeseen menon ja siellä työskentelyn. Kuumalta suojaudutaan periaatteessa samalla tavoin kuin kylmältäkin. Palontorjunnassa ja savusukelluksessa käytetäänkin ns. kerrospukeutumista. Suojaava palovaatetus on aina kerrosvaatetus, jossa eri kerroksilla on kaikilla oma tehtävänsä. Vaatteisiin sitoutunut kuiva, liikkumaton ilma on paras lämmöneriste.

Alusvaatteet siirtävät lämpöä ja kosteutta ulompiin kerroksiin ja pitävät ihon kuivana. Samalla alusvaatteet estävät kuumaa ilmaa polttamasta ihoa. Sopivia alusvaatemateriaaleja ovat puuvillaiset alusvaatteet. Alusvaatteiden tulee olla myös syttymättömiä tai huonosti syttyviä materiaaleja. Hyvinä alusvaatteina voidaan pitää ihan tavallisia puuvillaisia pitkiä alusvaatteita, joita voi ostaa lähes jokaisesta tavaratalosta. Niiden ei siis tarvitse olla mitenkään erityisesti palontorjuntaan suunniteltuja alusvaatteita.

Väliasut taasen eristävät lämmönsäteilyltä. Ne imevät alusvaatteista tulevan kosteuden itseensä ja siirtävät sen uudelleen ulompiin kerroksiin. Väliasulla säädellään vaatekokonaisuuden lämmöneristävyyttä tilanteen mukaan. Sopivia materiaaleja ovat esimerkiksi 1-2- kerroksiset puuvilla- tai villa-asut, palosuojattu viskoosi tai aramidi. Tällaisia väliasuja voi ostaa palontorjuntaan tarjoavia varusteita myyvältä yritykseltä. Koska laivoilla ei kuulu palomiehen tai savusukeltajan varusteihin erillistä väliasua, ei sellaista myöskään laivalta löydy.

Hyvänä väliasuna voi käyttää ihan tavallista verryttelypukua, joka jokaiselta varmasti löytyy. Tuulipuvun käyttö on ehdottomasti kielletty sen herkän sulamisen vuoksi.

Nykyaikaiset 2- ja 3-kerroksiset sammutushaalarit tai sammutusasut eivät välttämättä edellytä väliasun käyttöä, koska ne ovat materiaaliltaan sekä paksuudeltaan sitä luokkaa, että ne suojaavat sellaisenaankin hyvin käyttäjäänsä. Kunnollinen alusvaate kuitenkin kannattaa pukea aina, jotta ihon jäähdytys olisi mahdollista. Laivoilla, varsinkin vanhoissa rahtilaivoissa, ovat käytössä vielä vanhat ns. Leijona-haalarit. Ne ovat yksikerroshaalarit ja siksi huomattavasti kevyemmät käyttää kuin monikerroshaalarit. Niiden lämmönkesto on kuitenkin sen verran vähäinen, että niiden alle on ehdottomasti hyvä pukea myös jonkinlainen väliasu.

Sammutushaalari tai sammutusasu on kuitenkin pukeutumisketjun tärkein lenkki. Sen tulee suojata käyttäjäänsä lämmöltä sekä myös oikein puettuna estää esim. putoilevien, palavien esineiden vahingoittaminen sammuttajaa. Sammutusasu on hyvin tulta ja lämpöä kestävä sekä vettä hylkivää materiaalia. Nykyaikaiset 2- ja 3-kerrosasut kestävät pitkänkin ajan työskentelyn kuumissa olosuhteissa. Monesti sammutusasun materiaali on sellaista, että tarpeeksi kuumentuneena se muuttaa väriä esim. mustasta punaiseksi. Se ei kuitenkaan syty helposti, vaan materiaali on palamatonta tai huonosti syttyvää. Paloasua pestäessä on suositus, että pesun yhteydessä joka toinen kerta lisättäisiin pesuun erityisesti paloasuihin suunniteltua kyllästysainetta. Tämä aine kyllästyttää paloasun pinnan ja tekee siitä kestävämmän.

Henkilökohtaisiin suojarusteisiin kuuluvat vielä mm. pääsuojus eli ns. Mikki Hiiri. Tämän pukemisessa on kaksi erilaista tapaa. Jotkut pukevat pääsuojuksen ensiksi ja vasta sen päälle paineilmamaskin, kun taas jotkut pukevat ensin maskin ja sitten vasta pääsuojuksen. Ensimmäinen tapa suojaa hyvin päätä, jos kuumuuden takia maskin hihnat ja metalliset osat alkavat kuumentua. Ne eivät siis ole suorassa kosketuksessa henkilön päähän. Myös paineilmamaskin riisuminen on nopeampaa.

Savusukeltajan varusteisiin kuuluvat vielä saappaat, käsineet, kypärä, paineilmalaitteet, lamppu, pelastusnaru tai -vaijeri, kirves sekä paineistettu letku. Saappaat eivät saa johdtaa sähköä, ja kypärässä on oltava niskasuojus ja visiiri. Hyvät käsineet suojaavat kuumudelta sekä ovat vettä hylkiviä. Kaikkien varusteiden on oltava CE-hyväksytyjä.

4.2 Sammuttaminen

Savusukellus-, palontorjunta- sekä pelastustehtävät ovat suorittajalleen aina vaarallisia ja etenkin silloin, ellei tehtävää suorittamaan lähtevä henkilö sen vaarallisuutta itselleen tiedosta. Annettuja turvallisuusohjeita ja –määräyksiä on ehdottomasti noudatettava. Työturvallisuuslaki velvoittaa sekä työnantajaa että työntekijää. Työnantaja on velvollinen hankkimaan määräysten mukaiset suojarusteet, laitteet sekä annettava työntekijälle tarvittava koulutus ja opastus. Varsinkin uuden työntekijän sekä harjoittelijan opastus on ensiarvoisen tärkeää. Työntekijä taasen on velvollinen käyttämään annettuja varusteita sekä osallistumaan työympäristössä järjestettäviin palo- ja pelastusharjoituksiin. Jokainen on velvollinen huomauttamaan mahdollisista puutteista ja laiminlyönneistä, joita havaitsee turvallisuuteen liittyvissä asioissa. Varusteiden ja laitteiden oikea käsittely sekä huolto kuuluvat jokaiselle aluksissa työskenteleville.

Sammutus- ja pelastustehtävissä elämän pelastaminen on kaikkein tärkein tehtävä. Jos tulipalossa tiedetään olevan ihmisiä tai eläimiä vaarassa, ovat kaikki voimavarat kohdistettava ensiksi niiden pelastamiseen. Tarpeettomien riskien ottamista on kuitenkin ehdottomasti vältettävä, ettei kävisi niin, että pelastajasta tulisi pelastettava. Ihmisiä ja eläimiä menehtyy tulipaloissa joka vuosi. Se on tosiasia, joka pitää aina muistaa. Joskus tilanne vaan on sellainen, ettei mitään ole tehtävissä. Tällöin on ensiarvoisen tärkeää, ettei turhaan vaaranneta itseä tai muita paikalla olioita.

Aineellisten vahinkojen torjuminen ja rajoittaminen on toiseksi tärkein tehtävä. Kun ollaan täysin varmoja, ettei ihmisiä tai eläimiä ole välittömässä vaarassa, voidaan keskittyä aluksen sekä lastin pelastamiseen. Jotta sammutus- ja pelastustoiminta olisi mahdollisimman tehokasta, on valittava sellaiset menetelmät sekä välineet, joiden avulla tehtävä saadaan suoritetuksi mahdollisimman lyhyessä ajassa, mahdollisimman pienin jälkivahingoin sekä ilman tapaturmia ja kalustetappioita. Liiallisen sammutusveden käyttöä tulee rajoittaa, koska se vaikuttaa aluksen vakavuuteen. Tulipalo tulee ensiksi pyrkiä rajoittamaan pienemmälle alalle ja vasta sen jälkeen suorittaa itse sammutus-
hyökkäys.

Kolmanneksi tärkeimpänä asiana on ympäristöön kohdistuvien vahinkojen torjuminen. Mahdollisten vuotojen aiheuttamien saasteiden sekä tulipalosta syntyneiden palamisjätteidensä pääsyä mereen tulee estää. Tulipalon yhteydessä sattuneet putkistovuodot, sekä niistä aiheutuneet öljyvahingot tulisi saada mahdollisimman nopeasti hallintaan. Siksi laivoilla onkin oltava öljyntorjuntaan soveltuvaa välineistöä tasaisin välein, sekä jokaisen laivalla työskentelevän on niitä osattava käyttää. Turpeeseen imeytetyt öljyt kerätään omiin astioihin ja luovutetaan satamassa niille varattuun jäteastiaan. Jos maali- tai tinneripurkki syttyy itsestään kesäkuumalla, voi purkin sammuttaa muutenkin, eikä sitä tarvitse ensimmäisenä heittää mereen.

4.3 Tiedustelu ja tiedottaminen

Jos tulipalo syttyy aluksessa, on ensimmäiseksi kerättävä mahdollisimman paljon tietoa palokohteesta. Tiedustelemalla pyritään selvittämään, onko ihmisiä tai eläimiä välittömässä vaarassa, palon laajuus ja leviämismahdollisuudet sekä mahdolliset ympäristöä vaarantavat seikat. On tietenkin myös tärkeää selvittää, mikä palaa ja missä palaa sekä mahdollinen syttymissyys, jotta sammutus voitaisiin suorittaa oikeanlaisilla sammutusaineilla. Kun palokohde on selvitetty, aloitetaan itse sammutus- ja pelastustyöt. Tällöin päätetään palokohteeseen suoritettavasta sammutushyökkäyksestä, palokohteen rajoitus- ja katkaisulinjoista sekä pyritään arvioimaan niiden pitävyyden. Turvataan riittävä veden saanti sekä tulipalosta muodostuneiden savukaasujen poistomahdollisuudet. Tiedustelun tarkoitus onkin puhtaasti hankkia tietoa tulipalosta sekä saattaa ne eri johtotasojen käyttöön. Palokohteesta saadut tiedot on syytä kirjata heti ylös, sillä ihmisillä on hätätilanteessa taipumus unohtaa tärkeitäkin asioita.

Tärkeää on myös tiedottaa aluksessa työskenteleville henkilöille mahdollisimman usein sekä totuudenmukaisesti vallitsevasta tilanteesta. Tietojen salaaminen miehistöltä ei kuulu hyviin merimiestapoihin, ja se voi olla myös kohtalokasta. Miehistön tulee olla tilanteen tasalla koko ajan, jotta he voivat varautua muihinkin toimenpiteisiin, kuten esimerkiksi laivan jättöön. Rahtilaivoissa tiedon saattaminen kaikille henkilöille on suhteellisen helppoa verrattuna isoihin matkustaja-aluksiin, missä miehistöä voi olla jopa tuhansia. Jokaisen osaston esimiehen onkin oltava koko ajan tilanteen tasalla sekä annettava alaisilleen jatkuvaa informaatiota. Matkustaja-aluksilla on omat säädökset koskien matkustajien informoimista. Matkustajille pyritään tiedottamaan vallitsevasta tilanteesta sekä toimenpiteistä, mutta siinä on otettava huomioon mahdollisten paniikkien syntyminen. Tärkeää onkin antaa vain se tieto, mikä tiedetään ja mikä on matkustajien turvallisuuden kannalta tärkeää. On varottava tilanteiden ali- tai yliarvioimista tiedottamisessa. Myös maa-asemille sekä lähellä oleville toisille aluksille on annettava informaatiota tapahtumien kuluista. Tällöin voidaan varautua ja valmistautua mahdollisiin evakuointi- ja pelastustoimenpiteisiin. Myös hätäliikenteen käynnistäminen, tilanteen niin vaatiessa, on tärkeää. Hätäliikenteen saa käynnistää vain aluksen päällikön tai aluksesta vastuussa olevan henkilön luvalla. Monesti hätäliikenne aloitetaan liian myöhään, jolloin se menettää merkityksensä, koska se aiheuttaa aina negatiivista julkisuutta. Radioliikenteellisesti hätää ei ole olemassa ennen kuin hätäliikenne on käynnistetty.

4.4 Tulipalon leviäminen

Sammutustoiminnan kannalta on erittäin tärkeää tuntea laivassa käytetyt rakennusmateriaalit, eri rakenteiden osat, sisustusmateriaalit sekä varastoissa olevien erilaisten aineiden sijoittelut ja niiden palonarkuus. Näiden rakenteiden ja materiaalien tunteminen auttaa estämään vaaratilanteiden syntymisen sammutustehtävissä sekä oikeanlaisen sammutushyökkäyksen valinnassa. Rakenteita sekä rakennusmateriaaleja voidaan myös hyödyntää taktisessa mielessä tulipalon sammuttamisessa, palon leviämisen rajoittamisessa tai katkaisemisessa. Varsinkin matkustaja-aluksissa, joissa on paljon palonherkkää materiaalia sekä erilaisia audio- ja äänentoistolaitteita, on tärkeää, että sellaisiin kohteisiin on järjestetty riittävä ja oikeanlainen alkusammutuskalusto. Rakenteellisesti ja materiaalisesti helposti tuhoutuvia ovat myös huvijahdit sekä kalastusalukset.

Laajoissa tulipaloissa, kuten konehuoneen, lastitilojen sekä varastojen paloissa, voi palon leviämisseurauksen ja nopeuden määrittäminen olla erittäin vaikeaa. Yleensä tämytyyppisissä paloissa on mukana öljypitoisia tuotteita, joten palokaasujen sekä savun muodostuminen on melkoista. Ilmastointien sekä palopeltien ja -ovien sulkemisella saadaan palo rajattua tilaan, josta sen leviämisseuranta on helpompi tarkkailla. Jos vielä hallitaan erilaisten palojen merkkien lukeminen ja tunnetaan palon yleiset käyttäytymisperiaatteet, voidaan karkean arvion perusteella päätellä palon todennäköisin leviämisseuranta tai -suunnat sekä nopeus. Palon luonteesta voidaan selvittää myös se, pyrkiikö palo leviämään niin nopeasti, että ensimmäisten voimien käytön koko painopiste on palon leviämisen estämisessä ja hallitsemisessa, vai kyetäänkö sammutushyökkäyksellä estämään palon leviäminen sekä sammuttamaan palo. Tulipalo leviää lämmön siirtymisen välityksellä sekä suorasta liekkikontaktista. Lämmön siirtyminen voi tapahtua johutumalla, virtaamalla eli konventiona tai säteilemällä.

Johtumalla palo leviää pääasiassa rakennuksessa olevien metallirakenteiden välityksellä tilasta toiseen. Kullakin aineella on oma lämmönjohtokykynsä ja metalleilla se on tunnetusti parhaimpia. Laivoilla paloa levittäviä metallirakenteita on paljon, joten tämä leviämismuoto on myös yleisin. Lastiruumassa oleva palo lämmittää ruuman metalliseiniä, ja tämän välityksellä lämpö ja palo siirtyvät helposti seuraavaan ruumaan. Lisäksi eri osastojen lävitse kulkevat putkistot sekä kaapeliradat johtavat hyvin lämpöä osastosta toiseen, vaikka palo-ovet olisivatkin kiinni. Paras tapa estää lämmön siirtymistä johtumalla on jäähdytellä lähellä olevia rakenteita ja mahdollisesti syttyviä kohteita.

Tulipalossa lämpö ja palokaasut pyrkivät aina ylöspäin. Näiden mukana kulkevaa palon leviämistä kutsutaan virtaamiseksi eli konventioksi. Kuumien palokaasujen noustessa ylöspäin avoimien ovien, ikkunoiden, ilmastointikanavien tai muiden vapaiden kulureittien kautta, voivat ne matkalla sytyttää huokoisia tai herkästi palavia materiaaleja, ilman että palokaasut itse palavat. Palokohteesta kulkeutuva lämpö lämmittää ympäristöään, ja samalla tulipalon leviämismahdollisuudet paranevat. Palokaasut, jotka eivät vielä ole syttyneet, voivat syttyä räjähdysnomaisesti saavutettuaan tilan, joka sisältää runsashappista ilmaa. Palo-ovien sekä palopeltien sulkemisilla estetään palokaasujen leviäminen muihin rakenteisiin sekä samalla saadaan rajattua palo pienempään tilaan.

Palo voi levitä myös säteilylämmön vaikutuksesta, jossa säteilylämpö on sähkömagneettista aaltoliikettä. Erityisesti avopaloissa, joissa säteilevät pinnat ovat suuria, syntyy hyvin paljon lämpösäteilyä, joka aiheuttaa tulipalon leviämisen rakenteista toiseen. Säteilylämpö leviää aina suoraviivaisesti, eikä siis samalla tavalla kuin johtumalla. Kohteen pintamateriaalilla on hyvin suuri merkitys säteilylämmössä. Säteily imeytyy hyvin tummiin pintoihin ja samalla kuumentaa niitä. Vastaavasti vaaleat ja kirkkaat pinnat heijastavat säteilyä pois päin. Säteilyn voimakkuuteen ei vaikuta tuuli tai pakkaneen, vaan se, kuinka kaukana lämmitettävä kohde on. Suuressa vaarassa ovat yleensä kaasupullot sekä erilaiset maali- ja ohenninpurkit, jotka lämpösäteilyn ansiosta lämpenevät, jolloin niiden sisällä oleva paine kasvaa ja aiheuttaa lopuksi räjähdysnomaisen syttymisen. Säteilylämmöltä voidaan suojata viemällä helposti syttyviä kohteita kauemmaksi varsinaisesta tulipalosta. Myös kohteiden jäähdytteleminen alentaa lämpösäteilyn aiheuttamaa syttymisvaaraa.



Kuva 7. Konehuoneen palopeltien sulkupaikka.

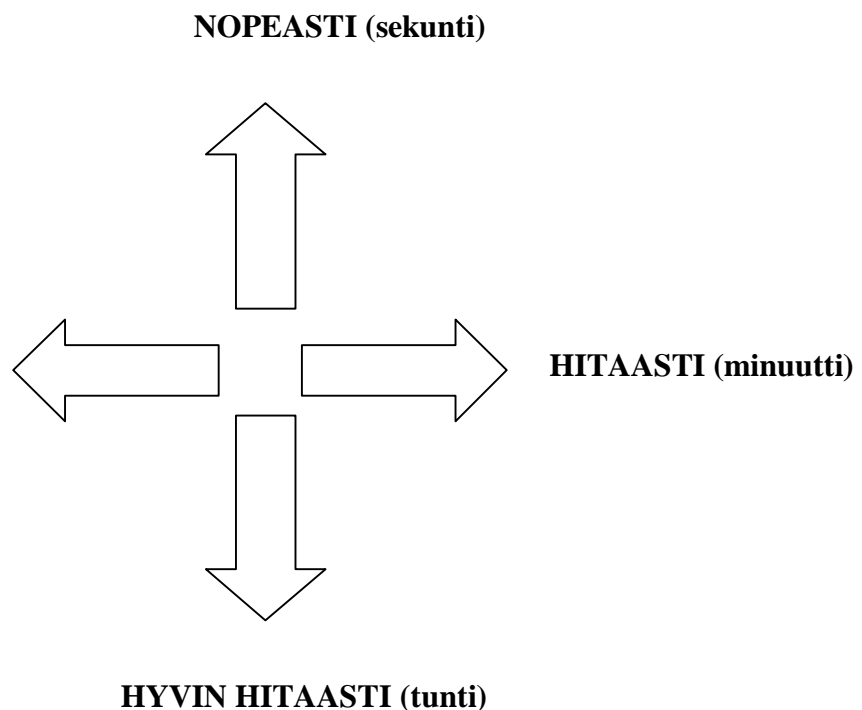


Kuva 8. Laivan korsteenin palopeltien sulku.

Suorassa liekki-kontaktissa palo leviää muihin kohteisiin liekin kosketuksen avulla. Palo etenee ketjureaktion tavoin sytyttäen kokoajan uusia paloja, samalla kun jo palavassa kohteessa palo voimistuu. Pitkään suorassa liekki-kontaktissa olevat metallirakenteet alkavat lopuksi pehmetä, minkä seurauksena rakenteet taipuvat ja lopuksi murtuvat. Nykyaikaisella palonsuojauksella metallirakenteisiin laitetaan palonsuojauskerros, mikä estää ja viivyttää tulipalon kosketusta suoraan metalliin. Tällä toimenpiteellä saadaan lisää aikaa ennen kuin metalli alkaa palaa ja sen seurauksena taipua ja murtua.

Suurissa ja varsinkin avopalona palavissa tulipaloissa myös kipinöiden muodostuminen on runsasta. Irtonainen ja kevyt palava materiaali nousee lämpövirtausten vaikutuksesta ylöspäin ja kulkeutuu ilmavirtausten mukana pois päin palokohteesta. Kipinöiden sytyttävää vaikutusta ei pidä aliarvioida, vaan tulipaloja voi syttyä kaukanakin itse kohteesta. Tämän vuoksi onkin tärkeää varoittaa lähellä olevia muita aluksia ja etenkin niitä, joilla on öljy-, bensa-, kaasu- tai muu vaarallinen tai tulenarka lasti.

Jos tulipalon leviämistä kuvattaisiin aikayksiköissä, tapahtuisi ylöspäin leviäminen sekunnissa. Palon leviämistä vaakasuoraan voitaisiin kuvata minuuteilla, ja kaikkein hitain leviäminen tapahtuisi alaspäin, jolloin sen aikayksikkö olisi tunti.



4.5 Sammutushyökkäys

Kun palokohde on selvillä, voidaan aloittaa varsinainen sammuttaminen. Hyökkäys- ja pelastusreittien valinta tapahtuu tiedustelussa kerättyjen tietojen sekä tulipalon leviämissuunnan mukaan. Hyökkäysreitin valinnassa on tärkeää pyrkiä saavuttamaan palokohde mahdollisimman nopeasti, sillä laivaa voisi verrata kerrostalopaloon, missä on paljon portaikkoja. Varsinkin konehuoneessa on paljon ahtaita ja jyrkkiä portaita, joissa paineistetun letkun kanssa kulkeminen on erittäin työlästä ja aikaa vievää. Vaikka paineistettu letku onkin raskas ja hankala käsitellä, ei ilman sitä saa koskaan mennä palokohteeseen. Jossakin opetetaan, että letku tulee paineistaa vasta sitten, kun palokohde on saavutettu. Kuitenkin tulee muistaa, että tulipalotilanteessa voi tapahtua kaikkea yllättäviä asioita. Sisätiloihin tehtävässä sammutushyökkäyksessä voi yhteys ulos katketa, joten ulkona olevat henkilöt eivät voi tietää milloinkaan palomiehet ovat kohteessa. Paineistettu paloletku onkin sammuttajan paras henkivakuutus ja monesti ainoa yhteys ulkopuolelle. Jos palomies eksyy sammutuksen aikana, letkua seuraamalla hän voi löytää helpostikin ulos. Siksi letkua ei saa kuin äärimmäisessä hätätilanteessa hyljätä. Joissakin laivoissa on käytäntönä käyttää pelastusnarua tai erillistä vaijeria, joka on kiinnitettyinä palomieheen, jota seuraamalla palomies voi palata ulos palokohteesta. Tämä osaltaan hidastaa etenemistä palopaikalla, sillä letkun lisäksi palomiehen pitää vielä huolehtia, ettei naru sotkeudu tai jää mihinkään kiinni. Siksi pelkkä letku onkin parempi vaihtoehto. Palonarun ensisijainen tarkoitus onkin käyttää sitä erilaisten tavaroiden nostamisessa tai laskemisessa sekä äärimmäisissä tapauksissa käyttää sitä apuna laskeutumisessa.

Ennen varsinaiseen palokohteeseen menoa on varmistettava, että paloletkua on varmasti riittävä määrä. Matkaa arvioitaessa pitää arvio tehdä ennemmin yläkanttiin kuin alakanttiin. Ulkopuolella tarkastetaan sammutusparin varusteet, paineilmalaitteiden toimivuus ja riittävä ilmamäärä sekä tärkeimpänä asiana on kokeilla suihkuputken toimivuus, mikä monesti hätätilanteessa unohtuu. Maapuolella on palolaitoksilla käytössä VHF-puhelin, jonka saa kytkettyä kypärässä olevaan vastaanottimeen. Tämä parantaa huomattavasti kuuluvuutta ja yhteydenpitoa varsinkin savusukelluksissa. Laivoilla tällaisia harvemmin näkee, mutta normaali VHF-puhelin on kuitenkin tärkeä ottaa mukaan ja vielä kokeilla sen toimivuus ennen palokohteeseen menoa. VHF-puhelimiin on saatavilla kaikenlaisia lisävarusteita, kuten esimerkiksi erillinen korvanappikuuloke. Ne eivät ole kalliita, joten niiden käyttöä kannattaa kokeilla.

Kun varusteet on tarkastettu, riittävä määrä paloletkua on paineistettu ja suihkuputken toiminta on todettu sekä yhteydet sammutusparin ja ulkopuolen välillä ovat kunnossa, voidaan aloittaa varsinainen sammutushyökkäys. Palotilaan meneminen aloitetaan siten, että paljaalla kädellä koitetaan avattavien ovien tai luukkujen lämpötila. Tällä toimenpiteellä voidaan todeta, ovatko sisäpuolella vastassa liekit ja kuumuus. Myös maalipinnan hilseily sekä ovien ja luukkujen raoista ulos tulevat savut voivat paljastaa palopesäkkeen olinpaikan. Sisällemenon jälkeen ovet suljetaan, ettei palotilaan pääse lisää happea. Monissa laivoissa onkin ovien alareunassa pienet luukut, joista paloletku pääsee kulkemaan, vaikka ovi suljettaisiin kokonaan. Ulkopuolella oleva turvapari auttaa paloletkun sisällemenossa ja samalla valvovat sekä tarkkailevat tulipalon mahdollista leviämistä sekä vaaratilanteiden aiheuttamista. Myös suojarilla tulee olla paineistettu letku koko ajan käytössä.

Sisätiloissa eteneminen tehdään suurta varovaisuutta noudattaen. Käytetään suojana syvennyksiä, kulmia, ovenpieliä ym. Kontakti sammutuspariin pidetään jatkuvasti yllä, ettei parista eksymistä tapahtuisi. Etenemisessä on hyvä käyttää ns. oikean käden sääntöä, jossa oikea käsi on kokoajan kosketuksessa seinään. Tällä menetelmällä pystytään pimeässä ja savussa etenemään järjestelmällisesti. Kulku tapahtuu pystyasennossa niin kauan kuin se on mahdollista, koska konttaamalla tapahtuma eteneminen on raskasta ja voimia kuluttavaa. Vasta kun savupatja alkaa estää näkyvyyttä, aletaan kulkea matalana ja lopuksi jopa kontaten, koska alaosassa näkyvyys on parempi ja lämpötila pienempi kuin yläosassa. Vastään tulevia palokaasuja on hyvä jäähdytellä tasaisin välein, ettei pääsisi esiintymään lieskahduksia. Ovia avattaessa on aina ensin kokeiltava paljain käsin oven lämpötila sekä varottava ovattaessa, ettei pistoliekki tai paineaalto pääse iskemään sammuttajaan.

Palokohteen saavutettua pyritään palo sammuttamaan joko vaakatasosta tai alhaalta ylöspäin. Ylhäältä päin tapahtuvassa sammuttamisessa palokaasut ja kuumuus iskevät suodaan sammuttajaan kohden, joten se ei ole suositeltavaa. Kuumuus ja palokaasut pyritään ohjaamaan ulos mahdollisimman nopeasti. Sammutusvettä on käytettävä niin paljon kuin tilanne vaatii. Liiallinen veden käyttö voi jopa aiheuttaa enemmän haittaa kuin hyötyä. Varsinkin aluksilla, joissa on laajat autokannet, voi liiallinen sammutusvesi aiheuttaa kallistumisen ja jopa kaatumisriskin. Tämän vuoksi päällystön onkin tarkkailtava aluksen vakavuutta koko sammutusoperaation ajan.

Kun palokohde on sammutettu ja varmistettu siitä, ettei mitään ole jäänyt kytemään, voidaan suorittaa palopaikan tuuletus. Pienissä kohteissa yleensä riittää kun, avataan ikkunat tai muut ulos vievät luukut. Tuuletusta voidaan nopeuttaa paloletkun avulla tapahtuvalla savutuuletuksella. Siinä avonaisesta ikkunasta viedään suihkuputki ulos ja avataan se noin 45°:n kulmaan. Sen jälkeen suihkuputkea tuodaan sisällepäin, kunnes havaitaan että alipaineen vaikutuksesta sisällä olevat savut alkavat virtaamaan ulos. Tätä toimenpidettä jatketaan, kunnes palopaikalta on saatu kaikki savut ulos. Savutuuletuksen aikana on toisen parista tarkkailtava koko ajan palopaikkaa, koska virtaavat ilmavirrat voivat aiheuttaa palokohteen uudelleen syttymisen. Toinen tapa nopeuttaa savutuuletukselta on tuomalla kohteeseen erillinen savutuuletin. Näitä harvemmin laivoilla näkee, mutta jos sellainen löytyy, sitä kannattaa myös käyttää. Paloletkulla tapahtuva savutuuletus on kuitenkin nopeampi, koska erillinen savutuuletin täytyy ensin tuoda palopaikalle ja kytkeä sähköverkkoon, ennen kuin se toimii. Palopaikalla suoritetaan tarvittavat tutkimukset mahdollisen tulipalon aiheuttajan selvittämiseksi sekä tehdään siitä kirjallinen raportti, johon liitetään valokuvia kohteesta. Näiden toimenpiteiden jälkeen suoritetaan ns. jälkiraivaus. Palokohteesta poistetaan kaikki palojätteet sekä sammutusaineen tai –veden aiheuttamat kastuneet ja sotkeutuneet materiaalit sekä irtaimistot. Palopaikka kuivataan ja siivotaan sekä järjestetään tarpeellinen jälkivartiointi.



Kuva 9. Savutuuletus maapuolen konttiharjoituksessa.

Keittiössä esiintyvät tulipalot ovat yleensä elintarvikerasvojen aiheuttamia. Elintarvikerasvoille ei ole omaa paloluokkaa, mutta niitä käsitellään silti omana ryhmänä. Rasvapaalojen sammuttaminen tapahtuu tukahduttamalla. Palokohteen päälle, mikä yleensä on paistinpannu tai kattila, asetetaan kansi tai sammutuspeitto. Kansi tai sammutuspeitto pidetään kohteen päällä niin kauan, että voidaan olla varmoja, että palo on sammunut. Myös CO₂-sammutinta voidaan käyttää. Monissa laivoissa on keittiön ilmanvaihtokanaviin johdettu oma CO₂-järjestelmä. Tällä voidaan sammuttaa ilmanvaihtokanavassa olevan tulipalon, mutta se voi myös sammuttaa esim. liedellä olevan tulipalon. Veden käyttö sammutusaineena on ehdottomasti kielletty, sillä vesi reagoi palavan rasvan kanssa hyvin voimakkaasti ja aiheuttaa räjähdyksenomaisen syttymisen, joka puolestaan johtaa siihen, että palo leviää koko keittiöön. Sammutuspeitettä voidaan käyttää myös television palojen sammutukseen.



Kuva 10. Sammutuspeite ja opastetaulu.

Sammutuspeitteen käyttö:



Kohdetta lähestytään sammutuspeitteen takana, jolloin peite antaa samalla suojan lämpöä vastaan. Jäljellä astutaan peitteen päälle ja asetetaan peite varovasti palokohteen päälle.

Kuva 11. Sammutuspeitteen käyttöharjoitus. (Kuva: Jari Vierula)



Sammutuspeite kiedotaan tiiviisti palokohteen päälle ja varmistetaan, ettei palo saa ilmaa. Kun ollaan varmoja, että palo on sammunut, voidaan peite poistaa varovasti palokohteen päältä. Peitettä poistaessa on varottava, ettei palo syty uudelleen. Jos palo syttyy, asetetaan peite uudelleen kohteen päälle.

Kuva 12. Sammutuspeitteen käyttöharjoitus. (Kuva: Jari Vierula)

Suurissa tulipaloissa, kuten konehuoneen ja lastitilojen tulipaloissa, on toiminta periaatteessa samanlaista kuin pienemmissä paloissa. Palokohde pyritään saavuttamaan joko vaakatasossa tai alhaalta päin, joista myös varsinainen sammutus tapahtuu. Palokaasujen sekä savun muodostuminen on runsasta, koska näissä paloissa on yleensä mukana myös öljypohjaisia tuotteita. Palokohteesta suljetaan luukut, ilmastoinnit, palopellit ym. mahdolliset kohteet, josta palo voi saada lisää happea. Samalla estetään myös tulipalon leviäminen. Luukkujen ym. aukaisu voidaan tehdä vasta sitten, kun tulipalo on saatu sammutetuksi ja voidaan olla täysin varmoja, ettei tulipalo syty uudelleen, kun luukut avataan ja kohteeseen pääsee raitista ilmaa.

Konehuoneen palossa pyritään palo sammuttamaan ensin käsisamuttimilla tai muilla alkusammutus välineillä, ennen kuin käytetään kiinteää sammutusjärjestelmää. Jos laukaistaan konehuoneeseen CO₂-järjestelmä, on ensin varmistuttava, ettei kohteessa ole ihmisiä. Kun avataan CO₂:n laukaisukaappi, antaa se samalla hälytyksen kohteessa, valo ja ääni hälytys, jolloin jokaisen on poistuttava kiireesti paikalta. CO₂ laskee happipitoisuuden niin alas, ettei palaminen ole enää mahdollista, joten se on samalla myös ihmiselle vaarallista. Laukaisun jälkeen annetaan CO₂:n vaikuttaa tarpeeksi kauan, ennen kuin voidaan avata ovia tai muita luukkuja, mistä palokohde voi saada lisää happea. Tämä aika riippuu tietenkin konehuoneen koosta sekä siellä olevan tulipalon suuruudesta ja laukaistun CO₂:n määrästä. Koska CO₂ on ilmaa raskaampaa, voi palokohteeseen jäädä kaasutaskuja, joten sammutuksen jälkeen suoritettavan tarkastuksen voi tehdä ainoastaan paineilmalaitteisiin varustautunut henkilö.



Kuva 13. Konehuoneen CO₂-pullopatteristo sekä niiden laukaisukaappi.

Suurikin tulipalo voidaan saada hallintaan, kunhan vain ensin jäähdytellään tarpeeksi palokohteessa olevia palokaasuja. Jäähdytyksessä on tärkeää, ettei käytetä liikaa sammutusvettä, vaan palokaasuihin suunnataan lyhyitä suihkuja kerrallaan. Vesisuihku suunnataan joko 45°:n tai 90°:n kulmassa ylhäällä oleviin palokaasuihin. 45°:n suihkukulmalla jäähdytetään huonetilassa olevia palokaasuja esimerkiksi ovelta suuntaamalla suihku huonetilan vastakkaiseen yläosaan, jolloin suihkuputken kulma lattiaan nähden on 45°. 90°:n suihkukulmaa käytetään yleisesti yläpuolisten palokaasujen jäähdyttämiseen, esimerkiksi kun edetään huonetiloissa. Vesi suihkutetaan sykäyksittäin eli ns. ”tsup-tsup”-menetelmällä joko suoraan palokaasupatjaan tai sitten 0-rajan alapuolelta sisään virtaavan ilman vietäväksi kohti paloa. Tätä sammutusmuotoa kutsutaan pien-pisarasammutukseksi. Kun palokaasut jäähtyvät sekä hajoavat, voidaan suihkukulmaa suurentaa sekä suihkun hajontakulmaa lisätä. Palokaasujen jäähdyttämiseen käytettävän pisarakoon optimiarvo on noin 0,3 mm. Jos pisarat ovat liian suuria, ne eivät ehdi höyrystyä, vaan tippuvat alas ja aiheuttavat vesivahinkoja. Liian pienillä pisaroilla taasen ei ole riittävästi kantavuutta ja niitä on vaikea saada haluttuun kohteeseen. Oikeanlaisen pisarakoon löytäminen voi aluksi olla hieman hankalaa, mutta harjoittelemisen ja kokemuksen myötä sekin asia helpottuu huomattavasti. Tämän takia onkin tärkeää, että harjoitellaan riittävästi myös suihkuputken käyttöä. Jos palokaasuihin suunnataan liikaa vettä ja liian isoja pisaroita, tämä aiheuttaa palotilassa olevien ns. kuumien kerrosten sekoittumisen niin, että katossa oleva kuuma ilma ja tulistunut vesihöyry iskevät kohti sammuttajaa. Tulos on sama, kuin menisi sammutusasu päällä kuumaan saunaan ja heittelisi löylyjä. Tämän vuoksi ennen käytössä ollut sammutustekniikka ”kahva taakse ja pyöräytys”, ei ole kovin suotavaa varsinkaan tiloissa, joissa on paljon kuumia metallisia pintoja.

Kuten tiedetään, vesi höyrystyy sadan asteen lämmössä, joten se toimii myös erittäin hyvänä lämpömittarina. Sammutuspari voi todeta palokaasujen lämpötilan suihkauttamalla vettä palokaasuihin. Jos vesi ei palokaasuissa höyrysty, vaan putoaa takaisin lattialle, eivät palokaasut ole kovin kuumia. Jäähtyneet palokaasut eivät yleensä aiheuta sammuttajille vaaratilanteita, koska niissä ei tapahdu lieskahdusta.

Epäsuorassa sammutuksessa sammutusvesi höyrystetään huonetilan tai palokohteen kuumien pintojen, yleensä katon avulla. Kuumista pinnoista höyrystyvä vesi täyttää tilan ja jäädyttää myös palokaasuja ja toimii inertin kaasun tavoin. Tämä vaatii tietenkin riittävän kuumia pintoja, jotta vesi höyrystyisi. Pisarakoolla, toisin kuin pien-pisarasammutuksessa, ei ole tässä sammutusmenetelmässä ratkaisevaa merkitystä. Vesi voidaan ohjata palokohteeseen myös kylmien pintojen avulla. Seiniä, kattoja tai muita vastaavia hyväksikäyttäen sammutusvesi voidaan ohjata suoraan palokohteeseen, samalla kun itse ollaan turvassa suoralta kuumuudelta. Myös sammutusvaahdon käytössä kannattaa hyödyntää eri pintoja, jotta vaahto saataisiin palokohteeseen.

Suorassa sammutuksessa sammutussuihku suunnataan suoraan palokohteeseen. Suunnattu suihku voi olla joko sumuna tai suorasuihkuna. Sumusuihku soveltuu parhaiten läheltä sammuttamiseen, koska sumu ei lennä kauaksi, vaan sen jäädyttävä vaikutus ilmenee ainoastaan lähietäisyydeltä. Sumusuihkun avulla voidaan myös suojautua liialta kuumuudelta sammutuksen aikana. Suorasuihku taasen sopii paremmin suuriin ja kaukana oleviin tulipaloihin. Jos tulipalo palaa jo avopalona, estää palosta tuleva lämpösäteily menemästä liian lähelle palokohdetta. Tällöin on ainoana vaihtoehtona käytettävä suorasuihku sammutusta. Kohteeseen suunnataan useampi samanaikainen sammutussuihku, jolloin saadaan tehokas jäähditys aikaiseksi. Suorasuihkulla voidaan myös kaivaa palokohdetta. Erityisesti irtolastipaloissa, kuten esim. kivihiili lastissa, voidaan suorasuihkun avulla kaivautua syvälle lastin sisälle ja samalla sammuttaa siellä kytevä palo. Hinaajissa olevat vesitykit ovat hyviä esimerkkejä suorasuihkusta. Niiden kantomatka on pitkä, joten niiden käyttö sopii erinomaisesti avopalona palaviin kohteisiin.



Kuva 14. Suorasuihkusammutus avopalossa.

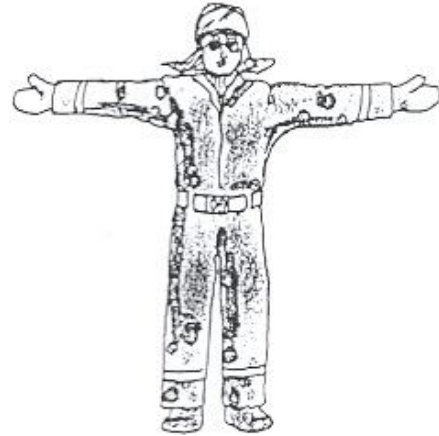
VESIMERKINANNOT

Jos käsikyn tai ilmoituksen antaminen suullisesti tai radiopuhelimella ei ole mahdollista, voidaan käyttää seuraavia merkinantoja:

KÄSIMERKIT

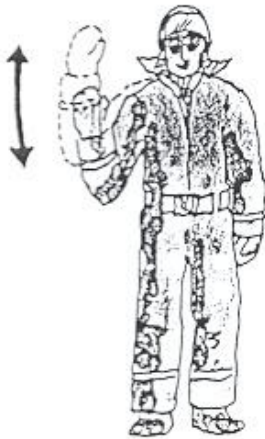


VETTÄ = käsi ylös

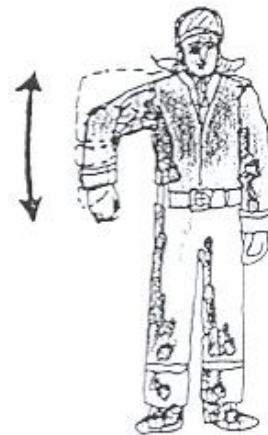


VESI SEIS = molemmat kädet sivulle

Merkkejä annettaessa käsiä voidaan heiluttaa havaittavuuden lisäämiseksi.



LISÄÄ PAINETTA =
kuten vettä-merkki mutta kättä
liikutetaan ylös ja alas



VÄHENNÄ PAINETTA =
kuten edellinen mutta käsi alaspäin

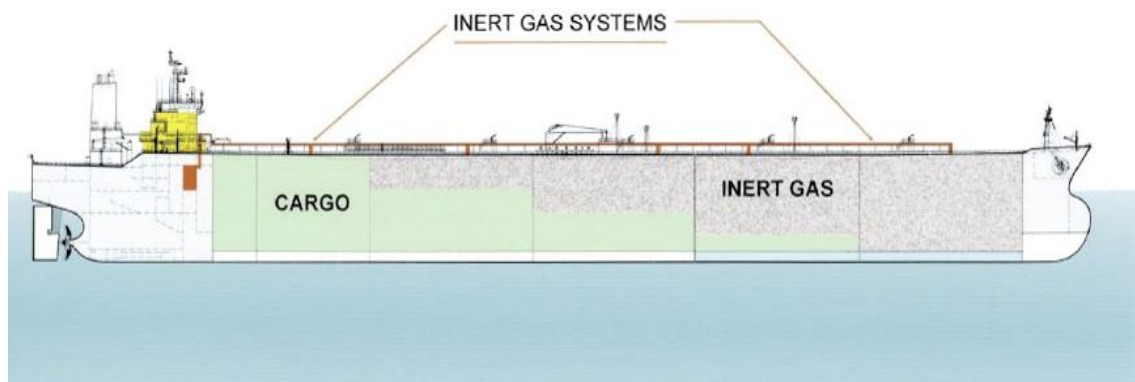
VALOMERKIT

VETTÄ = heiluva vihreä valo
VESI SEIS = heiluva punainen valo

4.6 Muita palontorjuntaan liittyviä asioita

4.6.1 Inert-järjestelmä

CO₂-järjestelmän tavoin toimii myös Inert-järjestelmä. Tämä järjestelmä on käytössä tankkilaivoissa. Inert-kaasu on suojakaasu tai -höyry, joka ei ylläpidä palamista, joten se on myös ihmisille vaarallista. Inert-kaasu on aluksen omilla kattiloilla tuotettua ”pestyä” pakokaasua, jonka happipitoisuus on 2-4 %. Tuotettu pakokaasu ajetaan tuulettimien avulla erillisten vesilukkojen läpi, joissa kaasu puhdistuu ja siitä poistuvat kaikki palavat kipinät. Inert-kaasu johdetaan lastitankkeihin purkauksen aikana, jolloin se estää tyhjiön syntymisen tankkiin ja samalla tekee tankista syttymättömän. Jokaisessa tankissa on omat inert-venttiilit. Inertlinjat ovat yhteydessä niskoilta, joka mahdollistaa sen, että käytetty inert voidaan ajaa maihin niille varattuihin säiliöihin. Inert-kaasuina käytetään mm. hiilidioksidia, typpeä jne. riippuen kuljetettavasta lastista. Tankkilaivoissa on muutenkin erityisen tarkat säännöt koskien palontorjuntaa sekä lastitankkeihin menoa. Ennen kuin lastitankkeihin mennään, on perämiehen varmistettava mittauksella, että tankissa on riittävä määrä happea. Tankkiin mentäessä on kuitenkin hyvä käyttää joko suodattavia suojaimia tai eristäviä suojaimia. Näiden erona on se, että suodattavassa suojaimessa (pölysuojaimet, kaasusuojaimet) ilma kulkee epäpuhtaudet suodattavan suodattimen läpi, jolloin henkilö on riippuvainen ympäröivästä ilmasta. Eristävissä suojaimissa hengitettävä ilma johdetaan letkua pitkin käyttäjälle (paineilmalaite, raitisilmalaite), jolloin käyttäjä on riippumaton ympäröivästä ilmasta.



Kuva 15. Laivan Inert-järjestelmä. (Kuva: Pacific energy)

4.6.2 Kansainvälinen laituriliitin

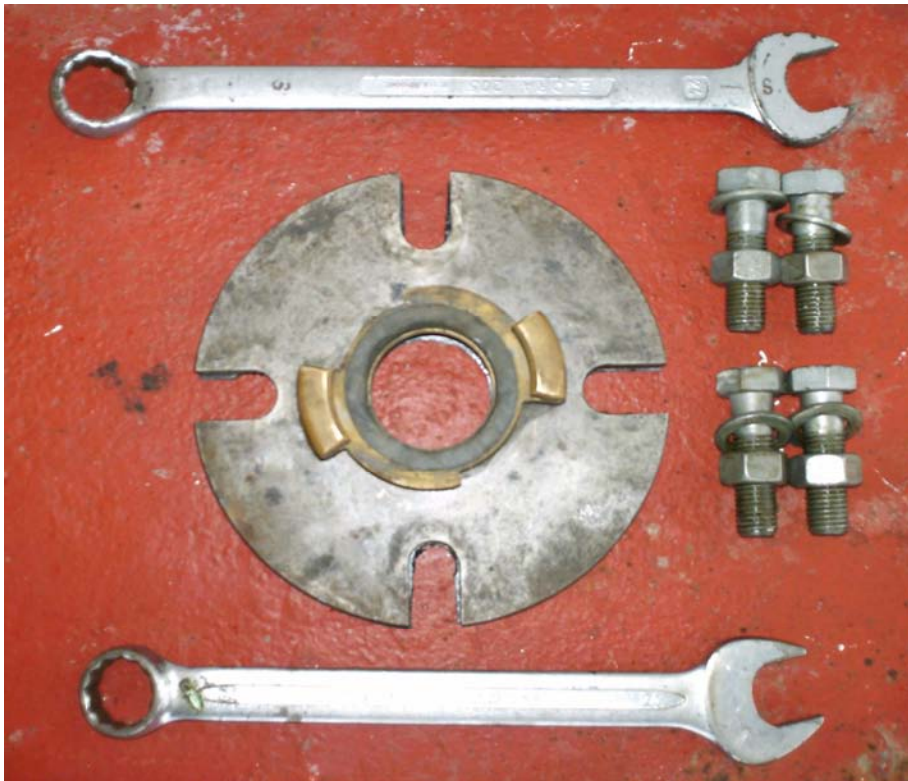
Jokaisessa laivassa on oltava vähintään yksi paloposti, jonka yhteydessä on oltava kansainvälinen laituriliitin-paikka. Isommissa aluksissa on KV-laituriliitin oltava aluksen kummallakin puolella heti sisääntulon läheisyydessä. KV-laituriliitin mahdollistaa sammutusveden syötön joko maista tai toisesta aluksesta. Kansainväliseksi tämän tekee liitimen laipassa olevien kiinnitysten jako. Sitä käytetään myös silloin, kun ollaan kauan kuivatelakalla ja joudutaan mahdollisesti poistamaan käytöstä laivan omat palopumput niiden huollon ajaksi. KV-laituriliittimen läheisyydessä on oltava myös erillinen palontorjuntakaavio, jonka avulla ulkopuoliset sammuttajat voivat suunnistaa laivan sisällä sekä siihen on merkitty symbolein laivan omat sammutus- ja pelastusvälineet ja niiden sijainnit.



Kuva 16. Paloposti varustettuna kansainvälisellä laituriliitin-paikalla sekä molempien symbolit.



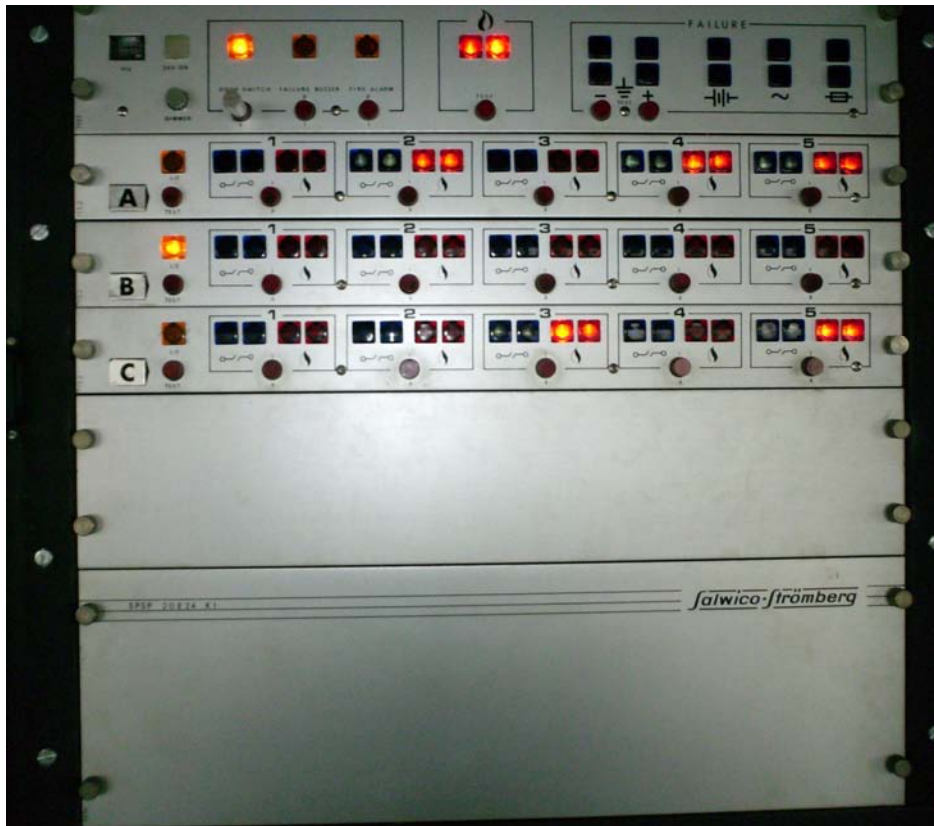
Kuva 17. Palontorjuntakaavio ja sen symboli.



Kuva 18. Kansainvälinen laituriliitin sekä kiinnitykseen tarvittavat välineet.

4.6.3 Palohälytyskeskukset ja anturit

Laivoista löytyvät myös erillinen palokeskus ja siihen liittyvät paloilmatisimet. Palokeskuksia on monenlaisia, ja uusimmat on varustettu myös kirjoittimella, joka tulostaa paperille hälytyksen tehneen anturin tai painonapin tiedot. Kun palokeskus saa tiedon tulipalosta, alkaa keskuksessa vilkkua valo kyseisen ryhmän tai anturin kohdalla ja keskus antaa myös äänimerkin. Monessa keskuksessa on järjestelmä, joka on kuitattava määrätyn ajan kuluessa tai muuten hälytys siirtyy seuraavaan paikkaan esim. kapteenin tai konepäällikön hyttiin. Jos hälytystä ei sieltäkään kuitata määrättyssä ajassa, voi hälytys laukaista laivan hälytyskellot. Palohälytyskeskuksen yhteydessä on monesti myös palovien sekä tuulettimien sulku ja pysäytys järjestelmä. Tällöin voidaan jo hyvissä ajoin rajata mahdollinen palo ja estää sen leviäminen ilmastointikanavia pitkin. Palokeskus havaitsee myös mahdolliset anturien viat. Jos esim. joku poistaa anturin paikoiltaan tai anturin johto katkeaa, havaitsee palokeskus myös tämän. Varsinkin matkustajaluksissa tämä on ongelmana, kun matkustajat ottavat anturit irti, luullen että voivat tupakoida hytissä.



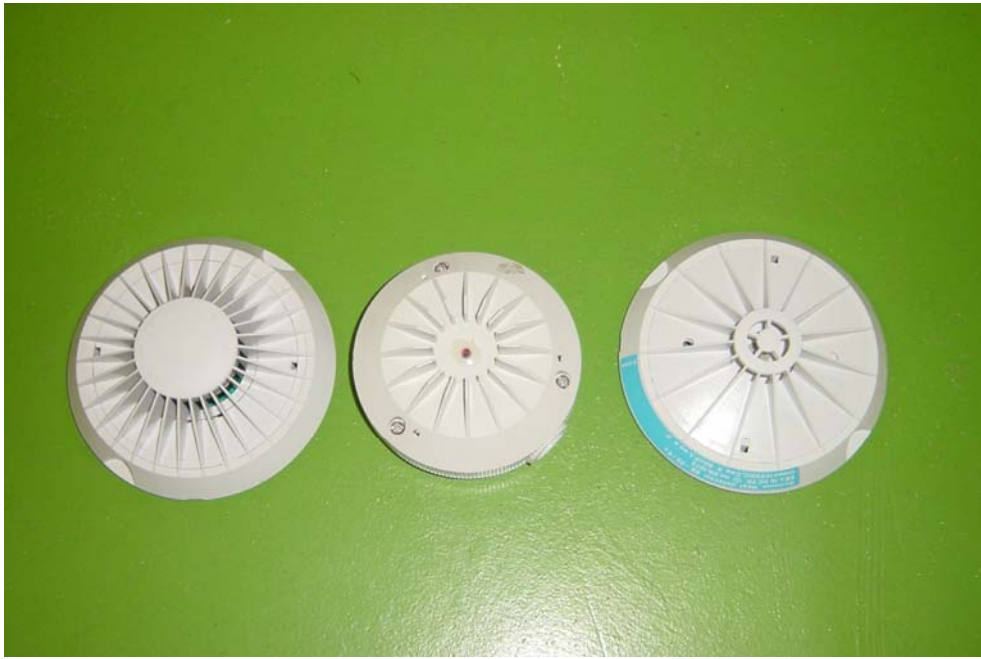
Kuva 19. Palohälytyskeskus aktivoituneena.



Kuva 20. Palohälytyskeskus varustettuna LED-näytöllä. (Kuva: Olli Vesanto)



Kuva 21. Palohälytyskeskus varustettuna printterillä.



Kuva 22. Lämpö- ja savuantureita.



Kuva 23. Savuanturi. (Kuva: Olli Vesanto)



Kuva 24. Palohälytyskello ja symboli.



Kuva 25. Palohälytys painonappi ja symboli.



F = Tulipalo
A = Konehälytys
T = Puhelin

Kuva 26. Konehuoneen hälytystaulu.



Kuva 27. Konehuoneen CO₂-hälytyskello ja symboli.

4.6.4 EEBD

Laivoista löytyy myös EEBD (Emergency Escape Breathing Device), joka on tarkoitettu pelkästään hätäpoistumista varten. Sitä ei siis saa käyttää varsinaiseen savusukellukseen. EEBD:n käyttö on varsin yksinkertainen. Laite otetaan pois seinätelineestä ja avataan vetoketju. Laite aktivoituu samalla, kun sinetti rikkoontuu ja ilma alkaa virrata hupun sisälle. Huppu puetaan päälle ja kiristetään lannevyö. Joissakin malleissa on hupun etuosassa pieni merkki, mikä kuvastaa laitteen ilman määrää. Jos laite ei jostain syystä aktivoitu, vaikka sinetti on rikki, saadaan ilmaa avaamalla pullossa oleva venttiili. Kun laite on puettu ja toimintakuntoinen voidaan poistua kohteesta. EEBD:ssä ilma tulee vakionopeudella, joten se ei riipu henkilön hengitystiheydestä. Ilmaa riittää noin 15 min ajan. Nämäkin laitteet tulee tarkastaa vuosittain. EEBD:ssä on pullonpäässä pieni painemittari, josta näkee onko laitteessa tarpeeksi painetta. Jos viisari on vihreällä, on laite toimintavalmis. Muussa tapauksessa laite on lähetettävä huoltoon.



Kuva 28. EEBD-hätäpoistumislaitte ja sen symbolit.

5 SAVUSUKELLUS

5.1 Savusukeltaja

Savusukellus on sekä henkisesti että fyysisesti vaativaa työtä. Savusukellukseen liittyy paljon erilaisia vaaroja. Tilanteet, olosuhteet sekä kohteet ovat joka kerralla erilaiset. Tämän vuoksi ei savusukellukseen liittyviä vaaroja pidä koskaan aliarvioida eikä vähätellä. Savusukeltajan on oltava henkisesti ja fyysisesti terve. Hänellä pitää olla työn poikkeuksellisten vaatimusten sekä vaarojen vuoksi keskimääräistä parempi toimintakyky. Savusukeltajan on tunnettava kehonsa hengitys- ja verenkiertoelimien toimintaperiaatteet sekä osattava tulkita kehonsa antamia varoituksia. Tämän voi oppia vain kovan harjoituksen tuloksena sekä käytännön kokemusten kautta. Raskaissa ja usein myös pitkäkestoisissa savusukellustehtävissä hengitystä ja verenkiertoa säätelevät järjestelmät toimivat normaalista poikkeavalla tavalla. Näihin liittyvät oireet ja varoitukset on savusukeltajan tunnistettava. Savusukellusta voidaan verrata raskaaseen ja pitkäkestoiseen urheilusuoritukseen, jossa urheilija joutuu asettamaan suoritukseen koko voimavaransa sekä henkisen kestäväytensä. Erona tietenkin on, että savusukeltajaa kuormittaa lisäksi myös tehtävään liittyvät riskit ja vaaratilanteet. Raskas ja vaarallinen savusukellustyö edellyttää, että savusukeltaja on tehtävään lähtiessä niin henkisesti kuin fyysisesti ”täydessä iskussa”. Normaalit työtehtävät etenkin lämpimissä olosuhteissa saattavat aiheuttaa elimistön neste- ja lämpötasapainoon muutoksia jo ennen varsinaista savusukellustehtävää. Savusukeltajan ei missään nimessä pitäisi olla ns. kuumakuormittunut ennen savusukellustehtävää.

Fyysisen kunnon lisäksi tulee savusukeltajalla olla myös hyvä henkinen tasapaino. Hän voi joutua tehtävää suorittaessaan kohtaamaan monenlaisia asioita, jotka aiheuttavat henkisen paineen nousua. Uhrien, niin elävien kuin kuolleiden, etsiminen ja pelastaminen on aina henkisesti rankka kokemus. Jos uhrina on vielä työkaveri, omainen tai muuten itselle tärkeä henkilö, on henkisen kuormituksen osuus savusukelluksessa melkoinen. Uhrien käyttäytyminen on vaikeasti ennakoitavissa ja siksi savusukeltajan onkin varauduttava erilaisiin tilanteisiin. Lapset pyrkivät usein piiloon havaittuaan savua tai kuumuuden. Usein tajuihinsa oleva uhri on järkytyksen ja pelon takia melkoisessa paniikissa, ja se monesti vaikeuttaa pelastustehtävää.

Usein uhri pyrkii kaikin tavoin pelastautumaan, jolloin hän ei välitä muista kuin itseltään. Hän voi yrittää riisua naamarin savusukeltajan kasvoilta, tarrautua kiinni tai muuten hidastaa kulkua kohteesta pois.

Jotkut uhrit eivät järkytyksen ja pelon takia suostu liikkumaan paikoiltaan, vaan uskottelevat itselleen olevansa turvassa. Tällaisen henkilön saaminen pois palavasta kohteesta on usein hankalaa ja aikaa vievää, samoin kuin loukkaantuneiden tai muuten liikuntarajoitteisten uhrien pelastaminen. Siksi kova fyysinen kunto onkin ensiarvoisen tärkeää savusukelluksessa. Vaaratilanne voi syntyä myös silloin, kun mennään pelastamaan hytistä uhria, joka on alkoholin tai huumaavien aineiden takia sammunut tai muuten sekavassa mielentilassa. Tällainen henkilö voi säikähtää ja alkaa käyttäytyä väkivaltaisesti savusukeltajaa kohtaan, koska ei itse pysty hahmottamaan ja tiedostamaan vallitsevaa tilannetta. Uhrien joukossa on monesti myös niin sanottuja sankareita, jotka pyrkivät tuomaan itseään esille tavalla tai toisella. He voivat yrittää tunkeutua takaisin palokohteeseen ilman asianmukaisia varusteita tai muulla tavoin pyrkivät tuomaan itseään esille. Tällaiset henkilöt tulee tunnistaa joukosta ja heitä on tarkkailtava sekä vartioitava, etteivät he pääsisi aiheuttamaan ylimääräisiä vaaratilanteita. Uhreina voi olla myös henkilöitä, jotka kykenevät toimimaan hätätilanteessa rauhallisesti ja harkitusti. Heitä voidaan käyttää apuna esimerkiksi kokoontumisasemilla järjestyksenpitäjinä tai vaikkapa ensiapu pisteessä auttamassa ja rauhoittelemassa muita uhreja. Omana ryhmänään ovat vielä mahdolliset lemmikkieläimet sekä yleensä eläimet, joita kuljetetaan laivassa. Näiden käyttäytymisestä ei ole mitään takuita, vaan tilanteet tulevat aina erilaisina.

Myös omaisuuden tuhoutuminen on monelle kova henkinen rasite. Kodin, työpaikan tai muun tärkeän kohteen tuhoutuminen aiheuttaa pelkotiloja sekä tunteen, että kohteen pelastaminen on pakko onnistua. Tällöin on vaarana, että keskittyminen tehtävään heikentyy ja tällöin syntyy helposti vaaratilanteita. Myös tehtävän aikana sattuva muutos, jota ei ehkä odottanut, kuormittaa savusukeltajaa. Savusukelluspari voi kadota, yhteys kohteen ulkopuolelle katoaa, turvallinen reitti ulos voi sortumisen tai muun sellaisen vuoksi estyä, putoaminen, ahtaat ja pimeät tilat sekä kuumuus ovat asioita, jotka nostattavat henkistä painetta.

Savusukeltaja altistuu aina vaaroille tehtävää suorittaessaan. Tämän vuoksi onkin hyvä tietää tyypillisimmät työturvallisuuteen liittyvät riskit. Hänen täytyy myös tuntea käytössä olevat paineilmalaitteet, niiden rakenne, toimintaperiaate, käyttö sekä huolto niin toiminnan aikana kuin myös käytön jälkeen. Laitteiden oikea huolto sekä toimintavarmuus ovat savusukeltajalle elintärkeitä, eikä niitä koskaan voi laiminlyödä. Savusukeltajan tulee hallita savusukelluksen perustoiminnot tavanomaisissa tehtävissä, kuten valmistautuminen itse savusukellukseen, tiedustelu, sisäänmeno, eteneminen, suihku-putken käyttö, tulipaloon liittyvät perusasiat, etsintä, pelastaminen ja pelastuminen, parityöskentely sekä viestintä, vahinkojen minimoiminen sekä omaisuuden pelastaminen. Savusukeltajan on oltava motivoitunut myös jatkuvaan harjoitteluun, jotka kokemuksen myötä asteittain vaikeutuu ja pyritään pitämään yhä vaativammassa ja todentuntuisimmassa olosuhteissa.

Laivoilla on hälytyslistaan merkitty, ketkä henkilöt suorittavat savusukelluksen, ketkä toimivat avustajina ja suorittavat sammutuskaluston selvityksen sekä toimivat turvaparina. Hälytyslistan mukaisten henkilöiden on osattava toimia oikein ja nopeasti hälytyksen sattuessa. Tämä osaltaan korostaa harjoitusten tärkeyttä. Ensiarvoisen tärkeää on, että myös muut, kuin pelkästään savusukellukseen nimetyt henkilöt, taitavat savusukelluksen sekä osaavat paineilmalaitteiden käytön ja huollon. Kun savusukeltaja tulee, ilman loppumisen tai muun vuoksi pois palokohteesta, täytyy hänen levähtää ja huolehtia nesteytyksestä. Tämän tauon aikana vaihdetaan paineilmalaitteisiin uudet pullot sekä tarkastetaan niiden toimivuus. Siksi onkin tärkeää, että laivassa mahdollisimman moni osaa ja tietää pullopaketin vaihtamiseen liittyvät toimenpiteet, joten savusukeltaja voi rauhassa huilata ja keskittyä seuraavaan sukellukseen. Koska savusukellus on fyysisesti erittäin raskasta, tulee tauon aikana ottaa sammutusasu pois tai ainakin avata sitä, jolloin savusukeltaja pystyy jäähdyttämään ruumistaan sekä aina on muistettava huolehtia kehon riittävästä nestetasapainosta. Tähän tarkoitukseen parasta on pelkkä vesi tai jokin urheilujuoma. Sokeripitoiset nesteet eivät ole hyväksi, koska ne voivat aiheuttaa lisääntyvää liman tuottoa.



Kuva 29. Laivoilla tyypillinen savusukellusasu.



Kuva 30. Savusukeltaja.



Kuva 31. Alumiinipintainen sammutusasu sekä kemikaalisukellusasu. (Kuva: UNITOR)



Kuva 32. Maapuolen savusukeltaja.

5.2 Paineilmalaitteet

Savusukelluksessa käytetyt paineilmalaitteet ovat avoimen kierron laitteita. Se tarkoittaa sitä, että savusukeltaja hengittää ilmasäiliöihin puristettua hengitysilmaa, jota hän kuljettaa mukanaan siihen varatussa kantotelineessä. Paineilmalaitteet eivät siis ole happilaitteita. Ilmasäiliö voi olla myös erillään savusukeltajasta, jolloin ilma tulee henkilölle erillistä letkua pitkin. Tällaisia varusteita käytetään esim. tankkilaivoissa, kun tehdään tankin sisäpuolisia tarkastuksia. Ne eivät sovellu kuitenkaan hyvin savusukellukseen, sillä letkun pituus säätelee savusukeltajan kulkeman matkan. Ilmapulloihin varastoitu korkeapaineinen hengitysilma virtaa pulloventtiilin kautta paineensäätimeen, joka alentaa korkeapaineisen pullosta tulevan ilman matalapaineiseksi, helpommin hengitettäväksi ilmaksi. Pullopainemittarista henkilö voi jatkuvasti tarkkailla jäljellä olevan ilman määrää ja samalla tiedostaa itselleen, koska kohteesta on poistuttava. Varailmajärjestelmä toimii, kun paine hengitysilmasäiliössä on laskenut tiettyyn raja-arvoon. Varailma kytkeytyy automaattisesti päälle, mutta vesisukelluksessa käytettävissä laitteissa täytyy varailma kytkeä mekaanisesti päälle. Hengitysventtiili annostelee ilman käyttäjän hengitysrytmin mukaan, jolloin ilman kulutukseen vaikuttavat henkilön hengitystaajuus sekä hengitystilavuus. Paineilmalaitteissa on mallista johtuen eroavaisuuksia, joten kannattaa tutustua hyvin oman laivan paineilmalaitteisiin ja niiden käyttöön ja huoltoon.



Kuva 33. Paineilmalaitteet.

5.2.1 Hihnasto ja kantoteline

Kantotelineeseen kiinnittyvät hihnasto, hengitysilmasäiliö(t) sekä paineenalennin ja letkusto. Näissäkin on tietenkin laitekohtaisia eroja, joten kannattaa tutustua oman laivan savusukelluslaitteisiin. Kantotelineen avulla paineilmapullo(t) kulkevat mukavasti savusukeltajan selässä, eivätkä ne haittaa työskentelyä palokohteessa. Paineilmapullo(t) kiinnitetään kantotelineeseen hihnalla sekä paineenalennin ruuvataan kiinni, jolloin pullo(t) ovat tukevasti kantotelineessä. Hihnasto muodostuu olka- ja vyötäröhihnoista ja niiden solkien tulee olla sellaiset, että niitä voi käsitellä palohanskat kädessä. Jotta kaikenkokoisten henkilöiden olisi vaivatonta kantaa paineilmalaitteita, ovat olkahihnat varustettu soljilla, joilla hihnojen pituus on vaivatonta säätää oikean mittaisiksi. Painemittarin letku ja kasvo-osan letku johdetaan letkunpitimen läpi ja letkunpidin kiinnitetään olkahihnaan muovilevyn avulla.



Kuva 34. Kantoteline, hihnast, letkut ja paineenalennin.

5.2.2 Paineenalennin ja letkusto

Paineenalentimen tehtävänä on alentaa korkeapaineinen, ilmasäiliöstä tuleva ilma matalapaineiseksi helpommin hengitettäväksi ilmaksi. Ilman paineenalenninta tulisi käyttäjälle, ilmapulloista riippuen, 300 bar:n paineista ilmaa, jolloin hengittäminen ei enää onnistuisi. Paineenalennin kytketään ilmapullon venttiilin liittimeen käsipyörällä, jossa on ulkoiset kierteet. Tiivisteenä on O-rengas, joten kiinnittämiseen ei saa käyttää työkaluja. Kun paineenalennin on paineenalaisena, ei käsipyörää saa ruuvatuksi irti. Pulloventtiili on suljettava ja paineenalentimessa oleva ilma on päästettävä pois, ennen kuin käsipyörän saa auki. Paineensäätimessä on myös lisäilman liitin, johon voidaan kytkeä letku, jonka avulla syötetään lisäilmaa pulloihin tai vastaavasti kytketään se toisen savusukeltajan kasvo-osaan. Pullopaine on luettavissa painemittarista, joka on liitetty paineenalentimeen letkun avulla. Paineenalentimeen liittyy myös varailmajärjestelmä, joka antaa laitteen käyttäjälle ilmoituksen kun paine ilmasäiliössä on laskenut tiettyyn raja-arvoon. Yleensä varailman raja-arvona on 50 bar. Akustinen varoitin eli pillivaroitin viheltää kimeästi niinkauan kuin säiliössä on ilmaa. Savusukeltajan ei tarvitse tehdä laitteelle mitään, vaan varailma kytkeytyy automaattisesti kun pilli alkaa viheltää. Vesisukelluksissa käytettävissä ja vanhemmissa savusukelluslaitteissa toimii varailman merkinä hengitysvastus, joka vähentää ilman tulon säiliöstä minimiin. Näissä laitteissa varailma kytketään vetämällä punaisesta nupista, joka on yhdistetty teräsköydellä venttiilin mekanismiin. Tällöin varilmaventtiilin sulkulaite laukeaa ja käyttäjä saa jälleen normaalipaineista ilmaa niinkauan, kuin pulloissa ilmaa riittää. Kun sulkulaite painetaan takaisin, sulkeutuu varilmaventtiili uudelleen.



Kuva 35. Paineenalennin, letkut ja painemittari.



Kuva 36. Painemittari varustettuna pillivaroittimella.



Kuva 37. Paineenlennin.

5.2.3 Paineilmapullot

Paineilmalaitteita on sekä yhden että kahden pullon kokonaisuuksia. Yleisimmät pallo-paketit ovat kooltaan 6, 7 ja 2×4 litraa. Perinteiset säiliöt ovat teräksisiä, mutta nykyään ne ovat ns. komposiittisäiliöitä, jotka ovat joko lasikuitu-/alumiinirakenteisia tai lasikuitu-/kevlarrakenteisia. Komposiittisäiliöiden tilavuudet vaihtelevat hieman perinteisiin säiliöihin verrattuna, ja ne ovat myös huomattavasti kevyemmät käyttää. Paineilmapullot kiinnitetään kantotelineeseen hihnojen avulla sekä liitetään paineenalennusventtiiliin, joka uusissa malleissa on kiinnitettynä kantotelineeseen. Varastoitaessa pulloja on niiden kierrelähtöreikään kierrettävä niihin tarkoitettu tulppa, ellei paineenalennin ole kierrettynä paikoilleen. Pullopaketissa on venttiili, jonka aukaisemalla ilma saadaan pulloista pois. Monissa laitteissa on ns. turvaventtiili, eli venttiiliä pitää painaa samalla kun, sen kiertää kiinni. Tämä puolestaan estää sen, etteivät pullopaketit sulkeutuisi vahingossa, jos ne savusukelluksen aikana sattuisivat tarttumaan johonkin. Paineilmapullojen kaulaosassa on kaksi mustaa ja kaksi valkoista sektoria merkinä siitä, että säiliöissä on hengitysilmaa. Pullojen kaulaosassa tulee olla myös merkittynä niiden valmistusnumero, max. täyttöpaine, max. koeponnistusaine, tilavuus litroina sekä viimeinen katsastus (kuukausi ja vuosi). Koska paineilmapullot kuuluvat kuljetettaviin kaasusäiliöihin, koskevat niitä tarkat määräykset valmistuksesta, käytöstä, huollosta, säilytyksestä ja varastoinnista. Terä/alumiini-pullot on tarkastettava kymmenen vuoden välein ja komposiittipullot kolmenvuoden välein. Tarkastuksen saa suorittaa Suomessa Teknisen Tarkastuskeskuksen valtuuttama laitos. (Henkilökohtainen tiedonanto: Esa Miilumäki, palomies, Seinäjoen Pelastuslaitos.)



Kuva 38. Paineilmapullo.

5.2.4 Hengitysventtiili

Hengitysventtiilin tehtävänä on käyttäjän hengitysrytmin mukaan annostella sisäänhengitysvaiheessa tarpeellinen määrä ilmaa käyttäjälleen. Uloshengitettäessä käytetty hengitysilma poistuu uloshengitysventtiilin kautta. Tämä järjestelmä mahdollistaa sen, ettei sisään- ja uloshengitysilmat sekoittuisi ja mahdollisuus hengittää uudelleen jo kertaalleen uloshengitetty hiilidioksidinen ilma on minimoitu mahdollisimman pieniksi. Hengittäessä sisään, ilma virtaa suoraan hengitysventtiilistä ylöspäin kohti kasvo-osan lasia. Näin eliminoidaan kondensin muodostuminen sekä maskin huurtuminen. Nykyaikaisissa paineilmalaitteissa hengitysventtiili asetetaan maskiin kiinni, vasta kun sitä tarvitaan. Tällä toimenpiteellä säästetään pulloissa olevaa ilmaa, koska hengitys tapahtuu suoraan ulkoilmasta. Kun hengitysventtiili kiinnitetään maskiin ja tehdään voimakas sisäänhengitys, aukeaa hengitysventtiili ja ilma alkaa virtaamaan kasvo-osaan. Kasvo-osan sisälle muodostuu ulkopuoliseen paineeseen nähden positiivinen paine eli turvapaine. Tämä estää savun tulemisen maskin sisälle, vaikka maski hieman vuotaisi jostain. Hengitysventtiilin huoltoon kuuluu nykyaikaisissa laitteissa ainoastaan niiden kevyt pesu, kuivaus sekä silmämääräinen tarkastus. Hengitysventtiiliä ei enää tarvitse purkaa normaalin käytönjälkeisen huollon yhteydessä.



Kuva 39. Hengitysventtiili.

5.2.5 Kasvo-osa eli maski

Paineilmalaitteiden kasvo-osa eli maski puetaan käyttäjän kasvoille leuka-, ohimo- ja otsahihnojen avulla. Käytön aikana maskin sisällä on ns. turvapaine, joka estää savun ja muiden haitallisten aineiden pääsyn maskin sisälle. Maskissa on sisä- ja ulkomaski, jotka molemmat ovat valmistettu erikoissekoitetusta kumista, jotta se kestäisi paremmin kuumuutta. Sisämaskin tehtävänä on pienentää kasvo-osan sisällä oleva haitallinen tila minimiin. Kasvo-osa on varustettu isolla, helposti vaihdettavalla lasilla, joka on kiinnitettyä lasinkehyksellä ja parilla ruuvilla. Puhekalvo sijaitsee maskin sisäosassa ja se on suorassa yhteydessä maskin ulkopuolelle. Tämä mahdollistaa puheen kuuluvuuden sekä parantaa savusukeltajien välistä kommunikointia, joka puolestaan lisää turvallisuutta savusukellustehtävissä. Joissakin maskeissa on kiinteä ns. raitisilmaventtiili, joka voidaan avata tai sulkea käsin. Kun raitisilmaventtiili on auki, hengittää henkilö suoraan ulkoilmasta, joka puolestaan säästää pulloissa olevaa ilmaa. Kun henkilö katsoo tarpeelliseksi sulkea raitisilmaventtiilin, alkaa ilmaa tulla pulloista. Samalla maskin sisälle tulee ns. turvapaine, joka estää savun tai muiden haitallisten aineiden pääsyn maskin sisälle, vaikka maski jostakin hieman vuotaisi.



Kuva 40. Kasvo-osa eli maski.



Kuva 41. Olkahihnojen kiristäminen.

Kun paineilmalaitteet on asetettu selkään, kiristetään olkahihnat vetämällä hihnoja alaspäin samalla hieman hypähtäen, jolloin laitteiden paino ei vaikeuta hihnojen kiristämistä.



Kuva 42. Vyötäröhihnan kiristäminen.

Kun olkahihnat on saatu oikeaan kireyteen, kiristetään vyötäröhihna vetämällä hihnoja vastakkaisiin suuntiin.



Kuva 43. Paineilmapullon venttiilin aukaisu.

Kun hihnat on saatu oikeaan kireyteen ja laitteet ovat tukevasti selässä, voidaan avata pulloventtiili täysin auki. Tämä käynnistää ilman ulosvirtauksen, joten maskin raitisilmaventtiili on avattava tai hengitysventtiili on irrotettava, sillä muuten pullot tyhjenevät nopeasti.



Kuva 44. Maskin pukeminen.

Maskin hihnat asetetaan naamarin yli ja maski asetetaan kasvoille leuka ensin.



Kuva 45. Maskin pukeminen.

Kun maski on tukevasti kasvoilla, vedetään hihnasto pään yli, toisella kädellä maskia tukien.



Kuva 46. Leukahihnojen kiristäminen.

Leukahihnat kiristetään vetämällä hihnoja vaakatasossa eri suuntiin. Ei kuitenkaan saa kiristää liikaa.



Kuva 47. Ohimohihnojen kiristäminen.

Kiristetään ohimohihnat vetämällä hihnoja vaakatasossa eri suuntiin. Ei kuitenkaan saa kiristää liikaa.



Kuva 48. Otsahihnan kiristäminen.

Kiristetään otsahihna vetämällä hihnasta taaksepäin, samalla tukien maskia. Ei kuitenkaan saa kiristää liikaa.



Kuva 49. Ylipaineen toimivuuden tarkistaminen.

Tarkistetaan, että ylipaine toimii pidättämällä hengitystä ja työntämällä sormi kasvojen ja maskin tiivistyspinnan väliin. Tällöin pitäisi kuulua voimakas ulosvirtaus. Jos tarpeellista, niin kiristetään vielä maskin hihnoja.



Kuva 50. Hupun pukeminen.

Huppu puetaan naamarin päälle ja varmistetaan sammutusparin avulla, että varusteet ovat hyvin, eikä paljasta ihoa näy mistään. Tarkistetaan pullo-paineet painemittarista.



Kuva 51. Savusukeltaja varusteet päällä.

Lopuksi puetaan kypärä, palonaru sekä valaisin. Käsketään sammutusparin vielä tarkistaa välineet sekä tarkistetaan ilmanpaine pulloissa ja ilmoitetaan se savusukelluksen valvojalle.

5.2.6 Paineilmalaitteiden huolto

Paineilmalaitteiden huolto-ohjeet vaihtelevat käytössä olevien laitteiden mukaan, joten kannattaa tutustua oman laivan paineilmalaitteiden huolto-ohjeisiin. Huollot ja tarkastukset voi tehdä ainoastaan henkilö, jolla on tarpeellinen määrä kokemusta ja tietoa huollosta. Paineilmalaitteiden määräaikainen ja oikea huolto takaavat laitteiden turvallisen toiminnan, eikä sitä saa koskaan laiminlyödä. Käytön jälkeisessä huollossa laitteet pestään ja kuivataan sekä tehdään visuaalinen tarkastus ja tiiviyskoe.

Paineilmapullot irrotetaan kantotelineestä ja pestään harjalla sekä miedolla pesuaineella. Lopuksi ne huuhdellaan hyvin. Pullopohjan kumisuojat irrotetaan pesun ajaksi ja asennetaan takaisin vasta kun pullot on kuivattu. Pulloissa olevat kierteet tarkastetaan ja puhdistetaan. Tyhjät pullot viedään erilleen täysinäisistä, ja niiden kierteeseen kierretään tulppa, joka suojaa kierteitä ja estää pölyn tunkeutumasta pulloihin. Jos laivassa on oma täyttökompessori, voidaan täyttää pullot saman tien. Pullot saa täyttää vain henkilö, jolla on siihen riittävä koulutus ja kokemus. Puhdistettu ja kuivattu pullo asetetaan kantotelineeseen ja kiristetään hyvin.

Kasvo-osasta irrotetaan hengitysventtiili ennen pesua. Maski pestään haalealla vedellä ja miedolla pesuaineella. Tämän jälkeen maski huuhdellaan hyvin ja kuivataan. Maskin hihnat, lasi sekä tiivistepinnat tarkastetaan visuaalisesti ja vioittuneet osat vaihdetaan uusiin. Hihnat kannattaa löyhdyttää ja asettaa maskin etupuolelle, että se olisi käyttövalmiina seuraavalla kertaa.

Nykyaikaisissa paineilmalaitteissa ovat hengitysventtiilit ovat ns. huoltovapaita. Niitä ei siis normaalin käytönjälkeisen huollon yhteydessä tarvitse purkaa. Riittää kun hengitysventtiili irrotetaan maskista ja pestään haalealla, juoksevalla vedellä ja sen jälkeen kuivataan hyvin. Hengitysventtiilin visuaalinen tarkastus on kuitenkin tehtävä aina huollon yhteydessä. Laitteiden valmistajan ohjeita on noudatettava, koskien hengitysventtiilin sisäosien vaihtoa. O-renkaat, kalvot ym. on laitteista riippuen, vaihdettava viiden vuoden välein, ja siinä on käytettävä laitteiden alkuperäisiä varaosia.



Kuva 53. Hengitysventtiilin asentaminen maskiin.

Varmista, että raitisilmaventtiilin luukku on kiinni. Aseta hengitysventtiili naamaariin.



Kuva 54. Hengitysventtiilin lukitseminen.

Lukitse hengitysventtiili oikeaan paikkaan ulkopuolisessa puhekartiassa olevien ruuvien avulla.



Kuva 55. Liittäminen hengitysletkuun.

Liitä pulloista tuleva hengitysletku venttiiliin.

Kun pullot, hihnat, letkut, maski ja hengitysventtiili on pesty ja huollettu, voidaan suorittaa paineilmalaitteiden tiiviystesti. Painealentimesta tarkastetaan, että O-rengas on paikoillaan ja ehjä. Paineenalennin kierretään paikoilleen pulloon ilman työkaluja sekä kasvo-osa ja hengitysventtiili liitetään hengitysletkuun. Raitisilmaventtiili suljetaan ja avataan pullojen venttiili. Nyt pillin pitäisi soida ja paineen nousta mittarissa 300 bar:iin. Suljetaan pulloventtiili. Päästetään ilmaa varovasti siten, että paine mittarissa näyttää 200 bar. Odotetaan hetkenaikaa, ettei paine pääse laskemaan. Jos paine laskee, on jossain vuoto. Lasketaan paine 50 bar:iin, jolloin varailman pillin pitäisi soida. Jos pilli ei soi, on laitteessa ruuvi sitä varten, josta voidaan säätää pilliä. Lasketaan paineet pois laitteesta. Maski laitetaan säilytuspussiin ja laitteet paloasemalle. Laite on toimintavalmis. On tärkeää selvittää omien laitteiden huoltoon liittyvät asia sekä pullojen paineet. Joissakin laivoissa käytetään 200 bar:n pulloja. Tiiviystesti sopii myös näihin pulloihin, mutta testi paineet tietenkin vaihtelee.



Kuva 56. Palomiehen varustekaappi (Kuva: M/S Pasila).

LÄHDELUETTELO

KIRJALLISUUS

Adams B. 2000. Marine Fire Fighting. Oklahoma, USA: IFSTA.

Hyttinen V. 2001. Palofysiikka. Helsinki: Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö.

Krister G. 1987. Palokaasut ja lieskahdus. Märsta: Giro-Brand Ab

Lappeteläinen J. 2003. Sammutustyökurssi. Helsinki: Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö.

Mäkelä M. 1998. Vaarallisten aineiden kurssi. Helsinki: Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö.

Peipinen M. 1997. Sammutustyökurssi. Helsinki: Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö.

Sillankorva L. 1997. Savusukelluskurssi. Helsinki: Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö.

Tissari E. 1999. Turvallisuus merellä. Kotka: Kotkan Sopusointu.

Vaaratilanteen meriradioliikenne 2004. Helsinki: Onnettomuustutkintakeskus.