



PELASTUSOPISTO

Savusukellusopas

Ville Ala-Kokko

A

OPPIMATERIAALI



Savusukellusopas

Ville Ala-Kokko

Pelastusopiston julkaisu
A-sarja: Oppimateriaalit
1/2021
2. uudistettu painos

ISBN 978-952-7217-43-6 (nid.)
ISBN 978-952-7217-44-3 (pdf)
ISSN 1795-9152 (nid.)
ISSN 2343-435X (pdf)

Pelastusopisto
PL 1122
70821 Kuopio
www.pelastusopisto.fi

Taitto ja paino: Grano Oy

Alkusanat

Savusukellusoppaan toinen uudistettu painos syntyi hankkeen Savusukellusosaamisen kehittämisen Suomessa tuloksena. Hankkeen mahdollisti **Palosuojelurahasto ja Pelastusopisto**. Oppaan sisältöön vaikuttivat kaikki hankkeen tulokset. Kiitos hankkeen ohjausryhmässä toimineille.

Savusukellusosaamisen nykytilaa selvitettiin valtakunnallisen kyselytutkimuksen avulla. Kyselyyn vastasi 1635 pelastusalalla työskentelevää ammattilaista ja sopimushenkilöä. Kyselyn tuloksia ja savusukellus- ja sammutustekniikan tulevaisuutta käsiteltiin syyskuussa 2020 järjestetyissä webinaareissa. Kiitos kaikille kyselyyn vastanneille ja webinaareihin osallistuneille. Kiitos kyselyn toteutuksessa ja analysoinnissa mukana olleille erikoistutkija Alisa Puustiselle ja tutkimusapulainen Santeri Laitiselle.

Hankkeessa valmistui myös ensimmäinen **Pelastusopiston sopimushenkilöstön koulutusjärjestelmän savusukelluskurssi**. Savusukelluskurssille laaditut luentomateriaalit ja harjoitus suunnitelmat ovat edistäneet Savusukellusoppaan syntyä. Kiitos palomestari Tapani Kellosaarelle. Tapani järjesti uudistetulla savusukelluskurssin koulutusmateriaalilla kolme savusukelluskurssia vuosien 2019 ja 2020 aikana ja osallistui tätä kautta aktiivisesti savusukelluskurssin kehitystyöhön.

Kiitos kuvaustiimille. Savusukellustekniikat kehittyivät opetusvideoiden teossa. Opetusvideoita valmistui kaikkiaan 47 kpl. 36 videota on linkitetty Savusukellusoppaaseen. Kuvaustiimin rautaiset näyttelijät olivat alipäälystökurssi 44:ltä Jani Ruonala, Juho Tiirikainen, Tuomas Kinnunen, Perttu Ulmanen ja Perttu Poikonen. Savusukellusopettaja Teemu Pietilä toimi videoissa keskeisessä

ryhmänjohtajan roolissa. Kalustonhuoltaja Kari Kovakoski, opettaja Vesa Kujanpää, tutkimusapulainen Santeri Laitinen ja palomiehet Pekka Kolehmainen sekä Eemeli Airaksinen esiintyvät myös videoissa ansiokkaasti. Kiitos suunnittelija Pekka Toivaselle ilmakuvauksista. Suuri kiitos valokuvaaja **Iiro Immoselle**. Suurin osa kuvista ja videoista on Iiron kuvaamia ja editoimia.

Kiitos kalustonhuoltaja **Kari Kovakoskelle** monista opettavaisista hetkistä paineilmahengityslaitteisiin liittyen. Ne ovat mahdollistaneet paineilmahengityslaitteen osion kirjoittamisen.

Kiitos tutkija **Juha Laitiselle** lukujen kemialliset ja biologiset altisteet ja opettaja **Teemu Pietilälle** lukujen lämpökamera ja lämpökamera savusukellustekniikka asiantuntijuudella **kirjoittamisesta**.

Kiitos Työterveyslaitokselle ja erityisesti Sirpa Lusalle ja Aki Vuokolle, että saimme luvan julkaista Työterveyslaitoksen julkaisusta Pelastushenkilöstön työterveysseuranta-yhteistyö ja käytännöt luvun ”Poikkeavat lämpöolot” tekstiä Savusukellusoppaassa.

Kiitos julkaisun ulkoasun ja rakenteen suunnittelusta **viestintäsuunnittelija Virve Kyllösel-le**. Kiitos teille kaikille oppaan eri vaiheen lukijoille korjausesityksistänne.

Isot kiitokset **Suunnittelija Kirmo Savolaiselle ja yliopettaja Ismo Hutulle**. Olette olleet tukenani hankkeen eri vaiheissa ja ohjanneet minua oman tietonne, taitonne ja kokemuksenne saattelemana. Kiitos!

Viitasaarella 20.1.2021

Ville Ala-Kokko

Sisällys

Määritelmät	9
Johdanto	11
1 Savusukeltaja savusukeltaa harvoin, mutta ylläpitää valmiuden sammuttaa ja pelastaa	13
1.1 Savusukellus säädösten ja tilastojen valossa	13
1.2 Savusukeltaja	16
1.2.1 Savusukelluskelpoisuus	16
1.2.2 Savusukellusvalmius	18
1.2.3 Savusukeltajien luokittelu	19
2 Savusukeltajan suojarusteet	23
2.1 Henkilösuojainten lainsäädäntö	23
2.2 Paloasu	24
2.2.1 Palopuku	26
2.2.2 Muut paloasuun kuuluvat suojaimeet	28
2.2.3 Palovaatteiden huolto	30
2.3 Paineilmahengityslaitte	31
2.3.1 Paineilmahengityslaitte savusukeltajan hengityssuojaimena	31
2.3.2 Paineilmahengityslaitteen osat	32
2.3.3 Paineilmasäiliöt	36
2.3.4 Paineilmahengityslaitteen käyttö	38
2.3.5 Hengitysilman riittävyys	40
2.3.6 Paineilmahengityslaitteen viat ja käyttöön liittyvät vaaratilanteet	42
2.3.7 Paineilmahengityslaitteen käytönjälkeinen huolto	45
3 Savusukeltamisen vaarallisuus ja sen huomioiminen	47
3.1 Savusukelluksen vaarojen selvittäminen ja arvioiminen	47
3.2 Kemialliset altisteet	51
3.2.1 Kemiallinen altistuminen ja sen vähentäminen	51
3.2.2 Palomiesten syöpäriski	52
3.2.3 Savusukellusajan seuraaminen ja dokumentointi	53
3.2.4 ASA-rekisteröinti	54
3.3 Kuuma työskentely-ympäristö	55
3.3.1 Lämpökuormitus	56
3.3.2 Lämpökuorman terveyshaittoja	57
3.3.3 Lämpökuorman vähentäminen	58

3.4	Biologiset altisteet	59
3.4.1	Biologiset tekijät savusukelluksessa	59
3.4.2	Biologisen altistumisen ehkäisy	59
4	Savusukelluksen työturvallisuus	61
4.1	Päätös sammutustaktiikasta määrittää savusukeltamista	61
4.2	Päätös savusukeltamisesta	61
4.3	Altistumisen vähentämisen huomioiminen sammutustoiminnassa	65
4.4	Vaara-alueiden määrittäminen	67
4.5	Savusukelluksen viestintä	69
4.6	Savusukellusvalvoja valvoo savusukellusta	70
4.7	Suojapari turvaa savusukellusta	72
4.7.1	Suojapari on välittömässä valmiudessa	72
4.7.2	Suojaparin ilman riittävyys	73
4.7.3	Savusukeltajan pelastaminen	74
5	Lämpökamera	76
5.1	Lämpökamera pelastustoimessa	76
5.2	Lämpökameran toimintaperiaate	76
5.3	Lämpötilojen mittaaminen lämpökameralla	77
5.4	Lämpökameran käytössä huomioitavia asioita	78
6	Savusukelluspari sammuttaa ja pelastaa	81
6.1	Sammutus- ja pelastustehtävän eteneminen	81
6.2	Valmistautuminen savusukellukseen	82
6.3	Pelastaminen	82
6.4	Sisäsammutustekniikka	85
6.4.1	Suihkuputken käyttötaito	85
6.4.2	Sisäsammutustekniikan vaiheet	86
6.4.3	Perusselvitys	86
6.4.4	Kuumien palokaasujen jäähdytys hyökkäysoviauksista	88
6.4.5	Savupatjan jäähdytys sekä alkupalon etsintä ja sammutus	90
6.4.6	Suihkuputkisavutuuletus	91
6.4.7	Sammutusraivaus	93
7	Savusukellustekniikka	94
7.1	Yleistä	94
7.2	Savusukellustekniikan valinta	96
7.3	Vasemman tai oikean puolen savusukellustekniikka	98
7.3.1	Savusukelluspari etenee seinän tuntumassa	98
7.3.2	Parin keskeinen kommunikointi helpottaa sokkona sukeltamista	101
7.4	Lämpökamera savusukellustekniikka	102
7.4.1	Lämpökameran käyttö savusukelluksessa	102
7.4.2	Lämpökamerasavusukelluksen työjärjestys ja -vaiheet	104
7.5	Suoraviivainen savusukellustekniikka	106

Lähteet.....	110
Liite 1: Vaarojen selvittäminen ja arvioiminen	114
Liite 2: Vastaanotetun säteilyn eri intensiteettien vaikutuksia (NFPA 921, Guide for Fire and Explosion investigations)	117
Liite 3: Lämpösairaudet	118
Liite 4: Pelastajakurssilaisten ilmankulutus savusukellusta jäljittelevällä testiradalla (Oulun mallin testi)	120

Määritelmät

Julkaisun tekstissä käytetään palo- ja pelastussanaston mukaisia termejä, mutta edelleen osaa termeistä ei ole määritelty lainkaan tai riittävän kuvaavasti. **Tässä julkaisussa** käytetään seuraavia määritelmiä:

Alkupalo on huonepalon syttymiskohdassa oleva palava irtaimisto ja palavat rakenteet.

Alkupalon vaihe on palon syttymisestä alkava palon vaihe, joka päättyy lieskahdukseen, vakiotehon vaiheeseen tai hiipumiseen.

Altistumisella tarkoitetaan haitallisen kemiallisen, fysikaalisen tai biologisen tekijän kohtaamista, joka voi aiheuttaa haitallisia muutoksia altistuneen elimistössä.

Evakuoiminen tarkoittaa ihmisten ohjattua siirtämistä turvalliselle alueelle.

Hengityspaine on turvapaineellisen paineilma-hengityslaitteen muodostama paine kasvo-osan sisällä.

Hyökkäysovi on ovi, jonka takana huonepalo on. Savusukeltaminen alkaa hyökkäysovelta.

Kasvo-osalla tarkoitetaan paineilmahengityslaitteeseen kuuluvaa kasvoille asennettavaa suojainta. Kasvo-osa täyttää EN136-standardin vaatimukset. Englannin kielellä käytettyjä termejä ovat full face mask, face piece ja facemask.

Pelastettavalla tarkoitetaan palavassa tai savuissa tilassa tai savun saartamassa tilassa olevaa henkilöä tai eläintä, joka ei omin avuin pääse poistumaan tilasta.

Pelastustoiminta-alue on alue, jossa sammutus- ja pelastustoiminta sekä niihin liittyvät tukitoimintot tapahtuvat. Pelastustoiminnan alueen sisälle jäävät vaara- ja välittömän vaaranalue.

Riski on vaaratilanteen aiheuttamien vahinkojen vakavuuden ja todennäköisyyden yhdistelmä. Riski kuvaa vaaran suuruutta.

Savusukellusta on sammutus- ja pelastustehtävän suorittaminen sisällä rakennuksessa tai muussa rajatussa sisätilassa, jossa palaa ja on tiheä savupatja. Savusukellus edellyttää sisäministeriön pelastussukellusohjeen (2007) mukaista varustusta ja paineellista työjohtoa. Työskentely tiheän savun täyttämässä alkupalon viereisissä tiloissa ja palavan rakennuksen katolla rinnastetaan savusukellukseen.

Sammutustaktiikka tarkoittaa suunnitelmallista menettelytapaa käyttää pelastusmuodostelmia palon sammuttamiseksi, rajoittamiseksi tai leviämisen estämiseksi.

Sammutustekniikalla tarkoitetaan sammutuksessa käytettäviä keinoja ja välineitä.

Savusukelluksessa käytettäviä suojavarusteita ovat paloasu, paineilmahengityslaitte ja hätäpoistumisen mahdollistavat varusteet.

Savusukellustekniikalla tarkoitetaan savusukelluksessa käytettäviä keinoja ja välineitä.

Savusukellusvalvonnalla tarkoitetaan järjestelyä, jonka avulla seurataan savusukeltajien viestejä, valvotaan sukellusaikaa ja ilmoitetaan ryhmänjohtajalle ja sukellusparille sukellukseen liittyvistä tarpeellisista asioista. Sukellusvalvonnasta pidetään valvontapöytäkirjaa.

Savusukellusvalvojalla tarkoitetaan henkilöä, joka huolehtii savusukellusvalvonnasta. Savusukellusvalvojana toimii pelastusryhmän kuljettaja eli konemies, ellei muusta järjestelystä ole päätetty.

Sisäsammutustekniikka tarkoittaa huonepalon sammuttamista suihkuputkella sisätilassa. Yleensä sisäsammutustekniikka edellyttää savusukellusta.

Suojaparilla tarkoitetaan kahden savusukeltajan muodostamaa sukeltavan savusukellusparin tai -parien toimintaa turvaamaan varautunutta työparia.

Säiliöpaineella paineilmahengityslaitteessa tarkoitetaan paineilmasäiliössä olevaa painetta. Paine voidaan lukea paineilmahengityslaitteen painemittarista.

Toisiopaineella paineilmahengityslaitteessa tarkoitetaan paineenalentajan alentamaa painetta, jolla hengitysventtiili toimii. Toisiopaineesta käytetään myös termejä työpaine ja keskipaine.

Vaara-alue on palavan kohteen läheisyydessä oleva alue tai tila, jossa esiintyy vaaroja. Osa vaaroista

voi olla merkittäviä. Alueen määrittelee pelastustoiminnanjohtaja. Vaara-alueen koko ja sijainti riippuvat palavasta kohteesta.

Vaaralle altistuminen tarkoittaa, että henkilö joutuu vaaran vaikutusalueelle eli vaaravyöhykkeelle ja on alttiina vaaran aiheuttamille haitallisille seurauksille.

Vaaratilanteessa henkilöön kohdistuu yksi tai useampia vaaratekijöitä.

Vaaroilla tai vaaratekijöillä tarkoitetaan työssä esiintyviä tekijöitä, ominaisuuksia tai ilmiöitä, jotka voivat aiheuttaa haittaa tai vaaraa työntekijöiden terveydelle tai turvallisuudelle, esimerkiksi tapaturman, onnettomuuden, ammattitaudin tai liiallista ruumiillista tai henkistä kuormittumista. Vaaratekijöitä ovat esimerkiksi huono näkyvyys, kuumat pinnat, hapen puute ja kuumat sekä myrkylliset palokaasut.

Välittömän vaaran alue on avopalossa alue ja rajatun tilan palossa tila. Välittömän vaaran alueella vaara on välitön. Jos hengityksensuojaus paineilmahengityslaitteesta estyy, uhkaa palomiestä vakava loukkaantuminen tai kuolema.

Johdanto

Savusukellusoppaan **toinen** uudistettu painos on ensimmäinen täysin uuden ulkoasun saanut Pelastusopiston julkaisu. Savusukellusopas on sähköinen oppikirja. Se on tarkoitettu savusukeltajien peruskoulutukseen, mutta se soveltuu hyvin myös savusukeltajien täydennys- ja kertauskoulutukseen sekä harjoitusten tueksi. Julkaisussa on pyritty **helposti luettavaan ja omaksuttavaan muotoon, jotta oppiminen olisi helppoa**. Tekstissä on nostettu esiin tärkeitä asioita ja lisäksi jokaisen kappaleen lopussa on tiivistelmä. Tiivistelmästä löytyy yhteenvetona kappaleen tärkeimmät asiat.

Julkaisun tekemisen mahdollisti **Palosuojelurahaston ja Pelastusopiston rahoittama Savusukellusosaamisen kehittäminen Suomesa-hanke**. Hankkeessa laadittiin kyselytutkimus savusukellus- ja sammutustekniikan osaamiseen liittyen. Kyselyn linkkiä jaettiin useiden kanavien kautta ja kyselyyn vastasikin 1635 pelastusalan ammattilasta ja sopimushenkilöä. Kyselyyn vastasi noin 8 % koko pelastusalan henkilöstöstä. Kyselyssä oli noin 40 monivalintakysymystä liittyen vastaajan yleistietoihin, savusukellusharjoituksiin, savusukellusten lukumäärään, altistumisen vähentämiseen, lämpökameran käyttöön, savusukellustekniikkaan, suojapariin, palon havainnointiin ja sammuttamiseen, paineilmaahengityslaitteen käyttöön ja rakennuksen palotekniisiin asioihin. Muutamassa kohdassa vastaajalla oli mahdollisuus myös vastata sanallisesti. Kyselyn tulokset on huomioitu Savusukellusoppaan laadinta prosessissa.

Hankkeen aikana tehtiin myös paljon **opetusvideoita**. Videot tuovat opittavan asian konkreettisemmin esille kuin kirjoitettu teksti ja kuvat. Julkaisu sisältää linkkejä videoihin. Videoita pääset katselemaan klikkaamalla ▶-symbolia. Painetussa julkaisussa pääset katselemaan videon QR-koodin

avulla. Lisäksi julkaisussa on linkkejä, joista löytyy lisää syvempää tietoa aihealueesta.

Savusukellusopas keskittyy nimenomaan savusukellukseen. Savusukellusta tärkein ohjaava säädös on **sisäministeriön pelastussukellusohje**. Pelastussukellusohje on vuodelta 2007, ja ohjeen päivitys on käynnissä julkaisun kirjoitushetkellä. Ohjeen tuomat muutokset päivitetään julkaisuun, kun uusi savusukellusta ohjaava ohje on julkaistu. Savusukellukseen läheisesti liittyviä asioita ovat paineilmaahengityslaitteen käyttö hengityssuojaimena sekä tulipalojen sammutustaktiikka ja -tekniikka.

Vuonna 2019 julkaistussa Brita Somerkosken suomentamassa kirjassa **Rakennusten paloturvallisuus** on esitetty Alankomaissa kehitetty taktinen nelikenttämalli. Pelastusopistolla **nelikenttämalli** on koettu hyväksi ja sitä kehitettiin edelleen paremmin Suomen käytänteisiin soveltuvaksi. Malli on esitelty luvussa 4. (Sommerkoski 2019, 106.)

Savusukellus sisältää monia vaaroja. Suomessa on sammutettu huonepalot viimeiset 30 vuotta pääsääntöisesti pienpisarasammutuksella, joka edellyttää savusukellusta palavaan tilaan. **Pienpisarasammutuksen rinnalle on tullut viime vuosina myös muita sammutustekniikoita**. Lisäksi palomiesten altistumistutkimusten kautta tieto savusukeltajien altistumisesta haitallisille aineille on lisääntynyt. Näin ollen on erittäin tarpeellista

Katso video:

Rakennuspallo 402



pohtia savusukelluksen turvallisuutta ja tarkoituksenmukaisuutta. **Jos sama tehtävä on tehtävissä ilman savusukeltamista tai vain vähäisellä sukeltamisella, tulee sitä suosia.**

Savusukellusopasta ennen kannattaa lukea Pelastusopiston julkaisu **Pelastusryhmän ensitoimenpiteisiin kuuluvat selvitykset sammutustehtävissä (Huttu 2018)**. Julkaisu sisältää pelastusryhmän henkilöstön varusteet, kaluston, perustehtävät ja työjaon ensitoimenpiteisiin kuuluvissa selvityksissä sammutustehtävissä. Lisäksi julkaisun luku 8 antaa hyvää tietoa rakennusten

teknisistä ratkaisuista sammutus- ja pelastustyön kannalta.

Sammutustekniikasta on tulossa vuoden 2022 aikana oma julkaisunsa Pelastusopiston Sammutustekniikka rakennus- ja liikennevälinepaloissa hankkeen tuloksena. Savusukeltaa ei voi ilman sammutusta, joten savusukellusopas sisältää sammutustekniikan osalta hyökkäävän sisäsammutustekniikan suihkuputkella. Huonepalon kehittymistä ei Savusukellusoppaassa käsitellä, vaan se tulee opiskella Hyttisen, Tolosen ja Väisäsen kirjoittamasta palofysiikan kirjasta.

Tärkeää

- Julkaisu sisältää linkkejä opetusvideoihin ja muihin tietolähteisiin.
- Savusukellusta tärkein ohjaava säädös on Sisäministeriön pelastussukellusohje.
- Tutustu myös julkaisuihin Pelastusryhmän ensitoimenpiteisiin kuuluvat selvitykset sammutustehtävissä, Palofysiikka ja Rakennusten paloturvallisuus.



Lisätietoa



[Rakennusten paloturvallisuus](#)

1

Savusukeltaja savusukeltaa harvoin, mutta ylläpitää valmiuden sammuttaa ja pelastaa

1.1 Savusukellus säädösten ja tilastojen valossa

Savusukellusta ohjaavia säädöksiä

- Pelastussukellusohje 2007, Sisäministeriö, (uusi ohje tulossa 2022)
- Sisäministeriön ohje pelastushenkilöstön fyysisen toimintakunnon arvioimisesta ja kehittämisestä 2016
- Pelastuslaki 29.4.2011/379
- Valtioneuvoston asetus pelastustoimesta 407/2011
- Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738
- Valtioneuvoston päätös henkilönsuojainten valinnasta ja käytöstä työssä 1407/1993
- Henkilönsuojainasetus (EU) 2016/425
- Putoamisvaarallisella alueella työskentely pelastustoimessa, Sisäministeriön julkaisuja 2021:6.

Mitä savusukellus tarkoittaa, mitä savusukellus on?

”Savusukelluksella tarkoitetaan paineilmahengityslaitteiden ja asianmukaisten suojavarusteiden avulla tehtävää sammutus- ja pelastustyötä, joka edellyttää tunkeutumista palavaan ja rajattuun sisätilaan, jossa on savua. Palavan rakennuksen katolla tapahtuva työskentely paineilmahengityslaitetta käyttäen rinnastetaan savusukellukseen.” (Pelastussukellusohje 2007.)

Pelastussukellusohjeen 2007 julkaisemisen jälkeen sammutustekniikat ovat monipuolistuneet

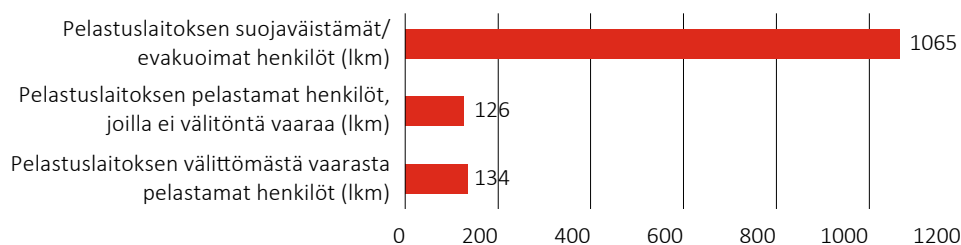
ja kehittyneet. Ohjeessa ei oteta huomioon alkusammutustiedustelua. Määritelmä on liian tulkinnanvarainen, joten sitä on syytä tarkentaa. **Alkusammutustiedustelu ei ole savusukeltamista.** Alkusammutustiedustelussa tarvitaan palonlukutaitoa siitä, missä vaiheessa voi edetä ja milloin tulee perääntyä. Palonlukutaito edellyttää riittävää ammattitaitoa ja se kehittyy kokemuksen myötä.

Alkusammutustiedustelun voi turvallisesti tehdä paloasussa ja paineilmahengityslaite käyttövalmiina, kun

- tilassa ei ole eksymisvaaraa ja paluureitti on esteetön.
- tilassa on riittävä näkyvyys seisten liikkumiseen.
- tilaan ei ole vielä muodostunut tiheää savupatjaa.

Kasvo-osa tulee pukea heti, jos on viitteitä palosta. Tarvittaessa tiedustelussa tulee hyödyntää kaasumittaria. Mittarin tulisi mitata ainakin häkä- ja happipitoisuutta.

Savusukellusta on sammutus- ja pelastustehtävän suorittaminen sisällä rakennuksessa tai muussa rajatussa sisätilassa, jossa palaa ja on tiheää savupatja. Savusukellus edellyttää sisäministeriön pelastussukellusohjeen (2007) mukaista varustusta ja paineellista työjohtoa. Työskentely tiheän savun täyttämässä alkupalon viereisissä tiloissa ja palavan rakennuksen katolla rinnastetaan savusukellukseen.



Kaavio 1. Pelastetut ja evakuoidut henkilöt (lkm) vuosittain rakennuspaloissa, joissa on savusukellettu (Pronto ka. 2015 - 2019).

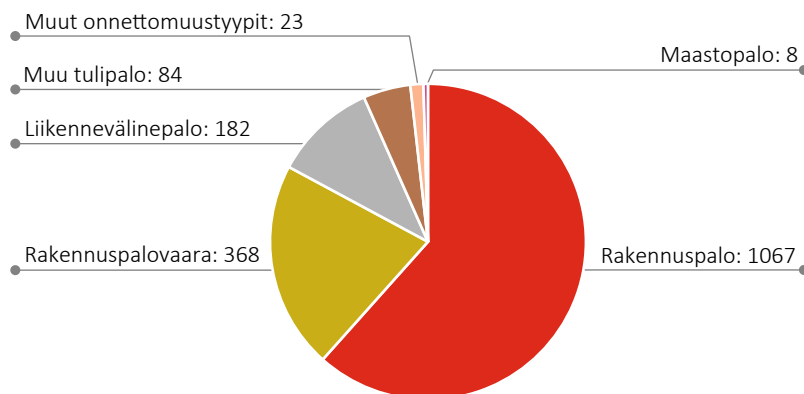
Savusukelluksessa on aina kysymys sammutustehtävästä. Jos sisällä on pelastettavia, kyseessä on sammutus- ja pelastustehtävä. Automaattisen paloilmioittimen tai palovaroittimen antaessa palohälytyksen tulee palomiesten varautua ja valmistautua savusukellukseen. Kohteessa vastassa voi olla rakennuspalo tai erheellinen hälytys, jolloin kyseessä onkin tiedustelutehtävä savusukellusvarustuksessa.

Savusukellus on ryhmätyötä, jossa ryhmän minimivahvuus on neljä. Savusukellus suoritetaan aina vähintään pareittain ja sukeltavan parin toimintaa suojaa toinen savusukelluspari. Savusukeltamisen valmistautuminen alkaa suojavarusteiden pukemisesta. Varusteiden merkitys työturvallisuudelle on ensiarvoisen tärkeää. Savusukeltajan suojavarusteet käsitellään luvussa 2. Lisäksi savusukelluksessa palavaan ja rajattuun sisätilaan tunkeuduttaessa tulee aina olla **paineellinen työjoh-to mukana**. Sammutussuihkulla savusukeltajat

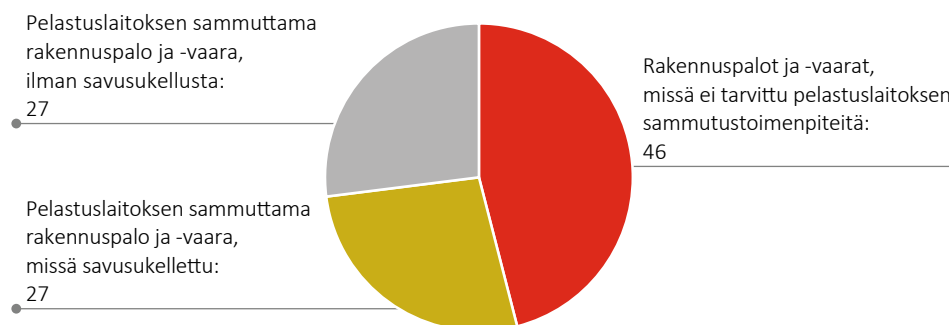
pystyvät jäähdyttämään kuumia palokaasuja, torjumaan vaarallisen pistoliekin, sammuttamaan palon ja tuulettamaan tilan. **Letkujoh-to muodostaa samalla reitin ulos savuisesta tilasta.**

Savusukeltamalla pystytään pelastamaan ihmisiä, eläimiä ja omaisuutta. Kaaviossa 1 on pelastuslaitoksen vuosittain pelastamat ja evakuoimat henkilöt rakennuspaloissa. Pron-ton tiedoista ei suoraan ilmene, että onko henkilöt pelastettu tai evakuoitu nimenomaan savusukeltamalla. Pelastaminen on todennäköisesti tapahtunut savusukeltamalla ja evakuoinnissa on todennäköisesti ollut savusukellusvalmius.

Palava rajattu sisätila on tyypillisesti rakennus, mutta se voi olla muukin rajattu sisätila. Esimerkkejä muista rajatuista tiloista ovat isot liikennevälineet (linja-autot, junat, laivat, lentokoneet jne.), kontit, muut rakennelmat (kuljetintunnelit, siilot jne.) ja maanalaiset tilat (luolastot, parkkihallit, tunnelit jne.). Kaaviossa 2 savusukellustehtävät



Kaavio 2. Savusukellusta edellyttävien tehtävien lkm onnettomuustyypeittäin vuosittain (Pronto ka. 2017 - 2019).



Kaavio 3. Rakennuspalloissa savusukelluksen %-osuus (Pronto ka. 2015 - 2019).

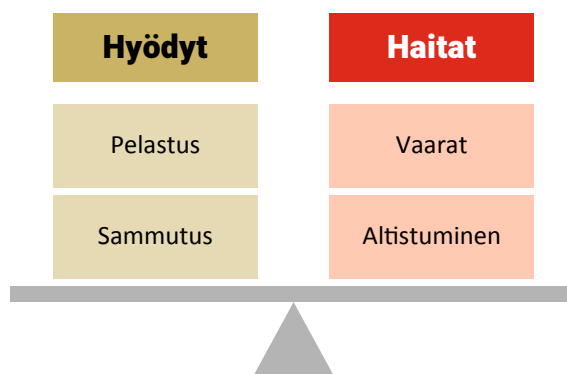
ovat jaoteltuna onnettomuustyypeittäin. Vuosittain keskimäärin 1732 tehtävässä on savusukellettu. Suurin osa savusukelluksista on suoritettu rakennuspalloissa (83 %). Pronon tiedoissa on kuitenkin huomattava, että käsitys, mikä luetaan savusukeltamiseksi, on epäselvää. Pronon tietojen mukaan vuosittain keskimäärin 8 maastopalossa on savusukellettu. Tämä ei pidä paikkaansa, vaan kyseessä on paineilmahengityslaitteen käyttäminen hengityssuojaimena. Ero savusukelluksen ja paineilmahengityslaitteen käytön välillä on juuri siinä, tapahtuuko käyttö palavassa rajatussa sisätilassa, jossa on tiheä savupatja, vai ei.

”Paineilmahengityslaitteen käytöllä tarkoitetaan sammutus- ja pelastustehtäviä, jotka saattavat edellyttää hengityksen suojaamista mutta eivät edellytä tunkeutumista palavaan, savuiseen rajattuun sisätilaan. Tällaisia tehtäviä ovat esim. maasto-, ajoneuvo-, roskalaatikko- ja muut näihin verrattavat palot sekä mm. nostolavan korista työskentely, opastus ja jälkiraivaus.” (Pelastussukellusohje 2007.)

Kaaviosta 3 ilmenee savusukeltamisen osuus rakennuspallojen sammutuksessa. Pelastuslaitoksen sammutustoimenpiteitä ei tarvittu 46 %:ssa rakennuspalloista. Näissä tilanteissa palo on sammutnut itsestään tai se on sammutettu alkusammutuksella. **Pelastuslaitoksen suorittamissa rakennuspallojen sammutustehtävissä joka toisessa on savusukellettu**, mutta toisaalta vain noin joka neljäs (27 %) rakennuspalo edellyttää savusukellusta.

Altistumista tulipaloissa esiintyville haitallisille, myrkyllisille ja syöpävaarallisille aineille on tutkittu Suomessa ja maailmalla. Suomessa tutkimukset on tehnyt pääasiassa Työterveyslaitos. Altistuminen savusukeltamisen yhteydessä ja sen vähentämiskeinot on huomioitu koko julkaisussa, mutta tarkemmin niistä on luvussa 3. Savusukeltamisen aloittamisesta tulee aina tehdä päätös. Vertailussa ovat savusukeltamisen avulla saavutettavat hyödyt suhteessa vaaroihin ja altistumiseen, kuten kuvassa 1 on esitetty.

Myrkyllisten kaasujen lisäksi savu voi olla polttavan kuumaa ja sisältää syttyviä palokaasuja. Savusukeltajan tulee ymmärtää palon kehittyminen sisätiloissa ja siihen vaikuttavat tekijät. Palonlukutaito kehittyy omaksutun tiedon pohjalta käytännön kokemuksen kautta. Palonlukutaidon avulla savusukeltaja pystyy välttämään vaaroja ja osaa toimia tilanteen edellyttämällä tavalla.



Kuva 1. Savusukelluksen hyödyt ja haitat.

Tärkeää

- **Savusukellusta** on sammutus- ja pelastusteh-
tävän suorittaminen sisällä rakennuksessa tai
muussa rajatussa sisätilassa, jossa palaa ja on
tiheä savupatja. Savusukellus edellyttää si-
säministeriön pelastussukellusohjeen (2007)
mukaista varustusta ja paineellista työjohtoa.
Työskentely tiheän savun täyttämässä alku-
palon viereisissä tiloissa ja palavan rakennuk-
sen katolla rinnastetaan savusukellukseen.
- **Paineilmahengityslaitteen käytöllä** tarkoi-
tetaan sammutus- ja pelastustehtäviä, jotka
saattavat edellyttää hengityksen suojaamista
mutta eivät edellytä tunkeutumista palavaan,
savuiseen rajattuun sisätilaan. Tällaisia tehtä-
viä ovat esim. maasto-, ajoneuvo-, roskalaa-
tikko- ja muut näihin verrattavat palot sekä
mm. nostolavan korista työskentely, opastus
ja jälkiraivaus.

1.2 Savusukeltaja

1.2.1 Savusukelluskelpoisuus

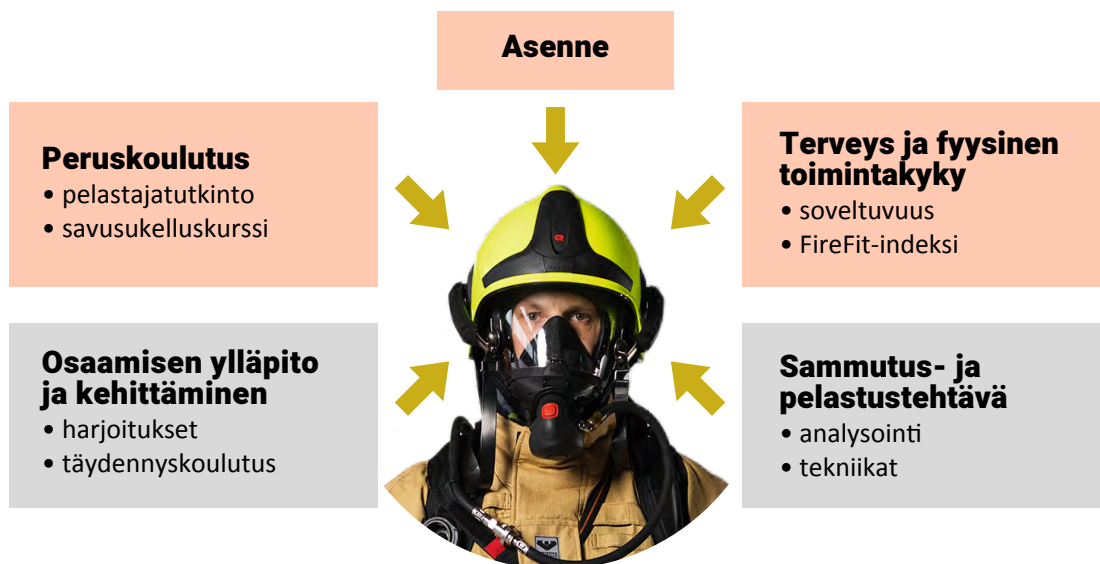
”Savusukellus on työturvallisuuslain 11 §:ssä mai-
nittua **erityistä vaaraa aiheuttavaa työtä**, jossa
on tapaturman tai sairastumisen vaara. Tällaista
työtä saa tehdä vain siihen pätevä ja henkilökoh-
taisten edellytystensä puolesta työhön soveltuva
työntekijä. Turvallinen savusukellus edellyttää te-
kijän erityistä kelpoisuutta, joka muodostuu **ter-
veydentilaan, toimintakykyyn, koulutukseen ja
harjoitteluun** liittyvistä vaatimuksista. Savusu-
kellukseen osallistuvan uuden henkilön hyväksy-
minen sukelluskelpoiseksi on tarpeen tehdä ni-
menomaisella päätöksellä.” (Pelastussukellusohje
2007, 5.)

Savusukelluskelpoisuuden saavuttamiseksi
henkilön tulee suorittaa hyväksytysti savusukel-
luskoulutus. Suomessa pätevyyden voi hankkia
suorittamalla pelastajatutkinnon tai sopimus-
henkilöstön savusukelluskoulutuksen. Ennen
koulutukseen osallistumista henkilön tulee suo-
rittaa hyväksytysti fyysiset toimintakunto- ja
soveltuvuustestit sekä työterveyslääkärin tulee
todeta henkilö terveydentilan osalta soveltuvak-
si vaativiin pelastustehtäviin. Lisäksi sisäminis-
teriön ohje pelastushenkilöstön toimintakyvyn
arvioinnista ja kehittämisestä (2016) suosittaa

spiroergometriatutkimusta ennen savusukellus-
koulutukseen osallistumista.

”**Spiroergometria** tarkoittaa kaasujenvaihdun-
nan suoraa mittausta kliinisen rasituskokeen yh-
teydessä. Spiroergometrian (polkupyöräergomet-
rilla tai kävelymatolla) aikana tutkittava hengittää
joko tiiviin nenä-suunaamarin tai suukappaleen
kautta (nenä suljettuna) virtausanturiin. Samalla
hengitysilma imetään kaasunäytettä jatkuvasti
analysointilaitteisiin. Tutkimuksessa mitataan taval-
lisen rasituskokeen mittausten lisäksi monia hen-
gitykseen liittyviä muuttujia kuten minuuttiventila-
tiota, hapen kulutusta ja hiilidioksidin tuottoa
sekä määritetään aerobinen kynnyks.” (Vuokko, Pu-
nakallio, Paajanen & Lusa 2020, 98.)

Kaaviossa 4 on esitetty, mistä savusukellus-
kelpoisuus ja ammattitaito rakentuvat. Ikä ja sa-
vusukeltajan fyysinen toimintakyky määrittävät
testien ja terveystarkastusten taajuuden. Se vaih-
telee yhdestä kolmeen vuoteen. Lisäksi työnantaja
(pelastuslaitos) voi edellyttää tiiviimpää testausta,
esimerkiksi vuosittain. Savusukellustaitoa pystyy
harvoin saavuttamaan pelkästään tehtävistä saa-
tavalla kokemuksella, kuten kaaviosta 5 ilmenee.
Savusukeltajan tulee harjoitella savusukellustaito-
ja, että riittävä osaamistaso on saavutettu, ja sitä
tulee pitää yllä. Pelastussukellusohje määrittelee,
että vuosittain tulee harjoitella vähintään kolme



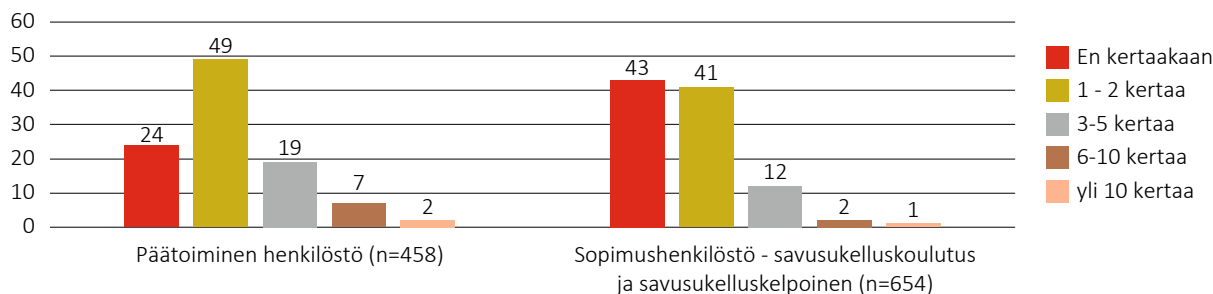
Kaavio 4. Savusukeltajan ammattitaito.

kertaa, ja yksi harjoitus tulee tehdä kuumissa olosuhteissa. Savusukellus- ja sammutustekniikan kyselyn tulosten perusteella moni savusukeltaja kokee, että kolme harjoitusta ei riitä (Ala-Kokko, Puustinen & Laitinen 2020). Suurin osa savusukeltajista harjoittelee enemmän. Kolme savusukellusharjoitusta vuosittain on minimi, eikä se saa olla tavoite. Savusukeltajan ammattitaidon kehittymisen näkökulmasta kokemuksella ja asenteella on myös suuri merkitys. Jokaisesta savusukelluksesta ja sukelluksesta pidättäytymisestä on mahdollisuus oppia, kun asenne oppimiseen ja tekemiseen on kunnossa.

Tärkeää

- Savusukellus edellyttää tekijän erityistä kelpoisuutta, joka muodostuu terveydentilaan, toimintakykyyn, koulutukseen ja harjoitteluun liittyvistä vaatimuksista.
- Savusukelluskoulutuksen jälkeen sinulla on mahdollisuus kehittyä taitavaksi savusukeltajaksi. Oikeista tilanteista ja tulipaloista saadut kokemukset yhdistettynä tietoon ja aktiiviseen harjoitteluun kehittävät sinun taitoasi pelastaa ja sammuttaa.

Montako kertaa olet savusukeltanut hälytystehtävällä viimeisen kuluneen 12 kuukauden aikana? % vastaajista



Kaavio 5. Savusukellusten määrä hälytystehtävillä vuodessa henkilöä kohden. %-osuus vastaajaryhmästä. (Ala-Kokko, Puustinen & Laitinen 2020).



Kuva 2. Paloasemalla savusukellusvarusteet ovat hälytysvalmiudessa.

1.2.2 Savusukellusvalmius

Paloasemalla ajoneuvojen, kaluston ja varusteiden täytyy olla hälytysvalmiudessa (kuva 2). Henkilöstön hälytysvalmius vaihtelee alueittain perustuen pelastuslaitosten palvelutasopäätöksiin. Henkilöstö voi olla välittömässä hälytysvalmiudessa tai vapaamuotoisessa varallaolossa. Savusukellusvalmius asettaa valmiusmuodosta riippumatta kaikille samat vaatimukset. Savusukeltajien tulee hälytyksen tullessa olla valmiita **vaativaan monia vaaroja sisältävään savusukellukseen**. Savusukeltajan tulee olla savusukelluksen edellyttämässä toimintakunnossa. Toimintakuntoa arvioidaan määräaikaissä toimintakuntotesteissä ja terveyttä työterveystarkastuksissa työterveyshuollossa, missä tulee olla myös fyysisten toimintakuntotestien tulokset käytettävissä (SM 2016).

Jokaisen savusukeltajan toimintakunto saattaa heiketä tilapäisesti monestakin syystä. **Toimintakuntoon vaikuttavat fyysiset, psyykkiset ja**

sosiaaliset tekijät. Ennen työvuoroa ja esimerkiksi tiedossa olevaa savusukellusharjoitusta tulee edeltävän vuorokauden aikana välttää raskaita urheilu- suorituksia, alkoholia ja valvomista. Verenluovutuksen jälkeen ei saa savusukeltaa seuraavaan kahteen vuorokauteen. Rokotuksesta voi aiheutua hetkellisiä sivuvaikutuksia, joten rokotuksen jälkeisenä vuorokautena ei pidä savusukeltaa. Epäillessään toimintakuntoaan esimerkiksi sairaudesta toipumisen vuoksi savusukeltajan tulee ilmoittaa asiasta esimiehelleen. Myös elämässä esiintyvät psyykkiset kuormitustilanteet voivat heikentää tilapäisesti henkilön toimintakuntoa, jolloin on syytä pidättäytyä savusukeltamisesta.

Tärkeää

- Savusukella vain toimintakykyisenä!

1.2.3 Savusukeltajien luokittelu

Ohjeessa pelastushenkilöstön toimintakyvyn arvioinnista ja kehittämisestä pelastustoimen tehtävät jaetaan neljään eri luokkaan (SM 2016, 8-9). Ohjeen mukaan fyysisten toimintakuntotestien perusteella pelastustyöntekijälle muodostuu FireFit-indeksi. FireFit-indeksin ja terveydentilan perusteella määrittyy, mitä tehtäviä pelastustyöntekijä on kelpoinen tekemään **fyysisen kunnon ja terveydentilan puolesta**.

Vaativilla tehtävillä tarkoitetaan sellaisia tehtäviä, joissa toiminta-aika on todennäköisesti pidentynyt vaikean etenemisen tai tilan laajuuden ja monimutkaisuuden takia. Vaativalle tehtävälle on ominaista, että esitietojen ja tiedustelun perusteella toimintaympäristön hahmottaminen on vaikeaa tai mahdotonta ja tehtävän tauottaminen ei ole mahdollista. Vaativia tehtäviä ovat mm. edellä mainitut ehdot täyttävä **savusukellus**-, kemikaalisukellus tai vesipelastustehtävä sekä **paineilmahengityslaitetta edellyttävä sammutustoiminta katolla**.

Savusukellusta edellyttävissä perustehtävissä toiminta-aika ei todennäköisesti ole pidentynyt ja savusukellusta edellyttävä tila on hahmotettavissa esitietojen ja tiedustelun perusteella. Tällaisia tilanteita ovat mm. huoneistopalot, joissa palo on yhdessä asuinhuoneistossa sekä raivaustehtävät. Näissä tehtävissä toiminnan tauottaminen tai keskeyttäminen on mahdollista nopeasti.

Perustehtävissä paineilmahengityslaitteen käyttö on mahdollista mutta käyttäjä ei joudu välittömään hengenvaaraan, vaikka joutuisi lopettamaan paineilmahengityslaitteen käytön. Tällaisia tehtäviä ovat mm. sammutustehtävät, joissa ei edellytetä savusukellusta kuten liikenneonnettomuustilanteet, ihmisen pelastamistehtävät, ympäristöonnettomuustehtävät ja myrskyonnettomuustehtävät.

Katso video:

Tehtävät ja varustaiden tarkastaminen



Mitä savusukeltajan tulee osata?

- käyttää suojavarusteita (paloasua ja paineilmahengityslaitetta) ja huoltaa ne käytön jälkeen
- havainnoida ja tulkita ympäristöä tulipalossa (kohteen palonkesto, tulipalon vaihe ja kesto sekä kohteessa esiintyvät vaarat)
- käyttää suihkuputkea palokaasujen jäähdyttämiseen, pistoliekin torjumiseen, alkupalon ja palavien pintojen sammuttamiseen ja tilan tuulettamiseen
- pelastaa ihmisiä, eläimiä ja irtaimistoa
- liikkua ja etsiä pelastettavia ja alkupaloa savussa lämpökameran avulla ja ilman lämpökameraa
- pelastautua ja toimia vaaratilanteissa



Mikä estää kelpoisuusehdot täyttävän savusukeltajan savusukeltamisen?

- sairastuminen ja toipilasaika
- vointi ei ole normaali
- verenluovutuksesta < 2 vuorokautta
- rokotuksesta < 1 vuorokausi
- kesken savusukeltamisen tulevat oireet:
 - räsäykseen liittyvä rintakipu
 - voimakas, tilanteeseen ja räsäykseen nähden epäsuhteessa oleva hengenahdistus
 - epätavallisen voimakas väsymys, huimaus tai pyöräyttävä olo
 - pahoinvointi
 - tajunnan häiriö
 - vointi ei ole normaali
- ”kolmiolääkkeiden”, päihteiden ja huumausaineiden käyttö

(Harjoitusten turvaohje opiskelijoille 2018; Vuokko 2020b.)

Luokka	Tehtävä	Tehtävän kuvaus	FireFit-indeksi
1	Vaativat tehtävät	savusukellustehtävät, kattotyöskentely palavan rakennuksen katolla	3,0 (3,0 aerobinen kestävyys)
2	Savusukellusta edellyttävät perustehtävät	savusukellus yhden asuinhuoneiston paloissa tmv. ja raivaustehtävät	2,7 (2,5 aerobinen kestävyys)
3	Perustehtävät	alkusammutustiedustelu ja ulkoapäin suoritettavat sammutustehtävät, jotka edellyttävät hengityksen suojaamista paineilmahengityslaitteella	Ei vaatimusta, suositus > 2,0
4	Muut pelastustoimen tehtävät	Johtaminen, erikoisajoneuvojen kuljettaminen, konemiehen tehtävät	Ei vaatimusta, suositus > 2,0

Taulukko 1. Pelastustoimen tehtäväluokat.

Muilla pelastustoimen tehtävillä tarkoitetaan sellaisia tehtäviä, joissa paineilmahengityslaitetta ei tarvitse käyttää lainkaan. Tällaisia tehtäviä ovat mm. erikoisajoneuvojen kuljettaminen, neuvonta- ja valistustehtävät, palotarkastustehtävät, johtamistehtävät sekä johtamisen tukitehtävät.

Taulukossa 1 on esitetty kaikki neljä tehtäväluokkaa ja niihin vaadittava toimintakunto eli FireFit-indeksi. Taulukossa tehtävän kuvauksessa on ainoastaan savusukellukseen ja palon

sammuttamiseen liittyviä tehtäviä. Kaaviossa 6 on pyritty havainnollistamaan tehtävien jaottelua rakennuspalon sammutuksessa. Rakennuspaloa voidaan sammuttaa sekä ulko- että sisäpuolelta. Ulkopäin paloa voidaan sammuttaa työjohdolla, pistosuihkuputkella, sammutinleikkurilla jne. Lähellä palavaa rakennusta hengitys ja kasvot tulee suojata käyttämällä paineilmahengityslaitetta, mikä edellyttää perustehtävien mukaista terveyttä ja toimintakuntoa. Sen sijaan ulkona palavan



Kaavio 6. Perus- vai savusukellusta edellyttävä tehtävä rakennuspalon sammutuksessa.



Kaavio 7. Perus- vai vaativa savusukellusta edellyttävä tehtävä.

rakennuksen katolla tapahtuva sammutus luetaan savusukellukseksi, ja se on vaativa tehtävä (SM 2007; SM 2016; SM 2021). Mikäli kohde saavutetaan nopeasti, alkusammutustiedustelulla palo saadaan mahdollisesti sammutettua tai rajattua. Alkusammutustiedustelu edellyttää paineilmaahengityslaitteella suojautumista, mutta ei ole savusukellusta. Se on perustehtävä. Mikäli palavaan tilaan on muodostunut tiheä savupatja, kyseessä on savusukellustehtävä. Savusukellustehtävä on joko savusukellusta edellyttävä perus- tai vaativa tehtävä. Se kumpi on kyseessä, riippuu tilasta, toiminta-ajasta ja siitä, että pystykö sukellusta keskeyttämään. Tämä on havainnollistettu kaaviossa 7.

Tulipalo on dynaaminen onnettomuus, jossa tehtävän vaativuus voi muuttua hyvin nopeastikin. Tämän vuoksi savusukellusta edellyttävien tehtävien jakaminen savusukellusta edellyttäviin perus- ja vaativiin tehtäviin on haasteellista. Lopullisen päätöksen siitä, kummasta on kysymys, tekee pelastustoiminnan johtaja. Savusukellusta edellyttävässä perustehtävässä savusukellus tulee pystyä keskeyttämään nopeasti. Tällöin savusukellusparin tulee pystyä turvallisesti perääntymään tilanteesta ja paluureitti ei saa olla pitkä.

Esimerkkejä savusukellusta edellyttävistä perustehtävistä ovat sammutus- ja pelastustehtävä asuinhuoneistoissa tai muussa vastaavan tyyppisessä kohteessa;

- omakoti-, rivi- ja kerrostalot
- autosuojat
- varastot
- vapaa-ajan rakennukset.

Sammutustoiminta palavan rakennuksen katolla on aina vaativa tehtävä. Samoin esimerkiksi kerrostalon kellarikerroksen saunaosastolla tai varastossa syttynyt tulipalo on vaativa. Tällöin sukellusta ei ole mahdollista keskeyttää nopeasti. Sen sijaan savusukelluksen esimerkiksi kerrostalon asuinhuoneistossa pystyy keskeyttämään nopeasti siirtymällä savuttomaan (ylipaineistettuun palo-osastoituihin) porraskäytävään.

Muut savusukellukset lukeutuvat sen sijaan vaativiin tehtäviin. Vaativissa savusukellusta edellyttävissä tulipaloissa luokan 2 savusukeltajat ja luokan 3 paineilmaahengityslaitteen käyttäjät kykenevät aloittamaan sammutustoiminnan ulkoapäin. Esimerkiksi teollisuushallipaloissa tehokas sammutus perustuu nopeaan sammutusiskuun ja

samanaikaiseen savutuuletukseen, mikä ei alkuvaiheessa edellytä savusukellusta. Varsinaisen sisään tunkeutumisen ja savusukelluksen tekevät sitten vaativiin tehtäviin kyvykkäät savusukeltajat. Erittäin vaativissa kohteissa, joissa savusukeltamiseen kuluva toiminta-aika on pidentynyt, pelastuslaitokset ovat ottaneet käyttöön kahdella paineilmasäiliöllä (2 x 6,8 l) varustetut paineilmahengityslaitteet. Tuplasäiliö kaksinkertaistaa

toiminta-ajan, mutta samalla savusukeltajan fyysinen kuormitus kasvaa.

Tuplasäiliö lisää paineilmahengityslaitteen painoa ja kokoa. Se tulisi huomioida myös käyttäjän fyysisen toimintakunnon osalta. Tätä ei ole tutkittu, eikä siten huomioitu ohjeessa pelastushenkilöstön fyysisen toimintakunnon arvioiminen ja kehittäminen.

Tärkeää

- Pelastustoimen tehtävät jaetaan neljään eri luokkaan.
- Tärkein erottava tekijä onko kyseessä savusukellusta edellyttävä perus- vai vaativa tehtävä on sukelluksen keskeyttämismahdollisuus.



Lisätietoa



[Sisäministeriön pelastussukellusohje](#)



[Ohje pelastushenkilöstön toimintakyvyn arvioinnista ja kehittämisestä](#)

2.1 Henkilösuojainten lainsäädäntö

Henkilönsuojain on väline tai varuste, jota henkilö käyttää (pukee päälleen) tai pitää (pitelee kädessä) ja joka suojaa yhdeltä tai useammalta terveys- tai turvallisuusriskiltä. Se voi olla esimerkiksi myös suojaimen vaihdettava osa, joka on olennainen sen suojaavan vaikutuksen kannalta. Suomessa myytävien henkilönsuojainten on oltava CE-merkitettyjä ja täytettävä henkilönsuojainasetuksen (EU) 2016/425 vaatimukset. (Henkilönsuojainasetus (EU) 2016/425.)

”Eurooppalaiset suojainstandardit (EN) määrittelevät vähimmäisvaatimukset pelastushenkilöstön suojainten suojausominaisuuksille. Osa standardeista sisältää käytettävyyteen liittyviä vaatimuksia ja testausmenetelmiä. Yleisesti ergonominen sopivuus tulee tarkistaa suojaimen tyyppitarkastuksen yhteydessä. Riskinarvioinnin perusteella valitaan, minkä suojaustason suojaimet ovat sopivia. Kun joudutaan käyttämään useita suojaimia samanaikaisesti, valintatilanteessa on tärkeää huomioida niiden **yhteensopivuus ja suojauksen säilyminen erilaisissa työtehtävissä ja -liikkeissä.**” (Vuokko ym. 2020, 173.)

”Työnantajan on hankittava ja annettava työntekijän käyttöön erikseen säädetyt vaatimukset täyttävät ja tarkoituksenmukaiset **henkilönsuojaimet**, jollei tapaturman tai sairastumisen vaaraa voida välttää tai riittävästi rajoittaa työhön tai työolosuhteisiin kohdistuvilla toimenpiteillä” (Työturvallisuuslaki 2002, 15 §).

”Työnantajan on varmistauduttava **suojainten asianmukaisesta toimintakunnosta huoltojen ja korjausten avulla.** Tarvittaessa suojaimet on



Mitä merkintöjä henkilönsuojaimessa on oltava?

- CE-merkintä
- tyyppi-, erä- tai sarjanumero tai muu merkintä
- valmistajan nimi, rekisteröity toiminimi tai tavaramerkki ja postiosoite
- maahantuojaan nimi, rekisteröity toiminimi tai tavaramerkki ja postiosoite

Jos merkintöjä ei ole mahdollista kiinnittää suojaimeen, tiedot on annettava pakkauksessa tai henkilönsuojaimen mukana olevassa asiakirjassa.

Henkilönsuojaimen mukana on oltava käyttöohjeet suomeksi ja ruotsiksi. Käyttöohjeessa on oltava

- ohjeet suojaimen käytöstä, varastoinnista ja huollosta
- suojaustehokkuus
- suojausluokka
- ohjeet lisävarusteista
- suojainmallin tyyppitarkastaneen ilmoitetun laitoksen yhteystiedot ja tunnusnumero
- valmistajan nimi ja osoite.

(Henkilönsuojainasetus 2016; Laki eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta 2004)

uusittava. Työntekijän tulee huolellisesti hoitaa hänen käyttöönsä annettua henkilönsuojainta sekä viipymättä ilmoittaa siinä ehkä ilmenneistä vioista ja puutteellisuuksista työnantajalle tai tämän edustajalle.” (Valtioneuvoston päätös 1407/1993.)

”Työntekijän tulee huolellisesti ja ohjeiden mukaisesti käyttää ja hoitaa työnantajan hänelle 15 §:n mukaisesti antamia henkilönsuojaimia ja muita varusteita. Työntekijän on työssään käytettävä sellaista asianmukaista vaatetusta, josta ei aiheudu tapaturman vaaraa.” (Työturvallisuuslaki 2002, 20 §.)

Savusukellus on korkeariskistä työtä, jota tehdään todella vaarallisessa työympäristössä. Savusukeltajan suojavarustus on yksittäisten henkilösuojainten muodostama kokonaisuus. Se sisältää paloasun ja paineilmahengityslaitteen.

Putoamissuojaimet kuuluvat savusukeltajan varustukseen, mikäli savusukelletaan kerroksissa, palavan rakennuksen katolla tai muutoin putoamisvaarallisella alueella. Niiden avulla on mahdollista työskennellä katolla ja uhkaavassa tilanteessa hätäpoistua katolta tai kerroksesta. Tähän tarkoitukseen parhaiten soveltuvat paloasuun integroitu lantiovaljas (kuva 3) ja erillisessä pussissa oleva köysi sekä laskeutumislaitte (kuva 4). Köytenä on suositeltavaa käyttää köyttä, joka on suunniteltu kestämään palossa esiintyviä vaaroja vastaan, kuten kuumuutta, liekkejä ja kemikaaleja. (Beal Hotline 2020.)



Kuva 3. Palohousuihin integroitu lantiovaljas.



Kuva 4. Paloköysipussi.

Tärkeää

- Henkilönsuojainasetus (EU) 2016/425 on ylin henkilönsuojaimia koskeva säädös.
- Suomessa henkilönsuojaimista säädetään työturvallisuuslaissa, valtioneuvoston päätöksillä ja ministeriöiden ohjeistuksilla.



Lisätietoa



[Työterveyslaitos: Henkilönsuojainten lainsäädäntö](#)

2.2 Paloasu

Paloasu (kuva 5) koostuu useista eri suojaimista ja vaatteista. Palopuku, palokypärä, palokypärän alushuppu, palokäsineet ja palojalkineet tulee olla tyyppihyväksytyjä palon sammutus- ja pelastustyöhön. Niissä tulee olla CE ja EN-tyyppihyväksyntä merkintä ja kuvan 6 mukainen piktogrammi. Savusukeltajan varusteet on suunniteltu vaarallisessa ympäristössä tehtävään työhön, jossa suojaimilta vaaditaan monia ominaisuuksia. Paloasun EN-standardit pitävätkin sisällään monia muita standardeja. Esimerkiksi EN469-palopukustandardi sisältää myös monia muita suoja-asuihin liittyviä standardeja, esimerkiksi EN ISO 15025:2002. Suojavarusteet



Mitä paloasuun kuuluu?

- palokypärä (EN 443)
 - palokypärän alushuppu (EN 13911)
- Palotakki ja Palohousut (EN 469)
 - alus- ja väliasu
- palokäsineet (EN 659)
 - suojakäsineet
- palojalkineet (EN ISO 20344:2004, EN ISO 20345:2004 sekä EN 15090:2006)
 - villasukat



Kuva 5. Paloasu.

tulee uusia, mikäli niissä ilmenee vakavia puutteita. Suojainten käyttöohjeet tulee säilyttää, jolloin niistä voi tarkistaa esimerkiksi suojaimen käyttöiän epäiltäessä suojaimen suojaustehoa iän perusteella.

Hankittaessa suojavarusteita savusukellukseen tulee huomioida, että palomiehen suojainten

tarjonta on monipuolistunut. Suojaimia on saatavilla eri tehtäviin esimerkiksi ulko- ja sisäsammutukseen. Sisäsammutukseen tarkoitettut suojaimet ovat tarkoitettu savusukellukseen. Ainakin palopuvuissa, palokypärissä ja palojalkineissa on tarjolla vaihtoehtoja eri suojausluokan suojaimista.



Kuva 6. Palosuojaimen piktogrammi.

Tärkeää

- Tyyppihyväksytyssä suojaimessa tulee olla EN-merkintä.
- Kaikissa suojaimissa tulee olla CE-merkintä.
- Sisäsammutukseen tarkoitettut suojaimet soveltuvat savusukellukseen.

Katso video:

Paloasun pukeminen



Katso video:

Paloasun pukeminen nopeasti



2.2.1 Palopuku

Palopuku sisältää palotakin ja palohousut. Savusukeltajan palopuvun tulee täyttää EN469:2005 + A1:2006 vaatimukset vaativan sammutus- ja pelastustyön osalta. Kuvassa 7 on esimerkki savusukeltukseen soveltuvasta palopuvun tyyppihyväksyntämerkinnästä. Palopuvun tulee suojata käyttäjänsä liekkejä, kuumuutta ja vähäisiä kemikaaliroiskeita vastaan, ja puvun tulee säilyttää murto- ja repäisylujuutensa altistuessaan liekeille, kuumuudelle ja vähäisille kemikaaliroiskeille. Puvun tulee olla myös ergonominen. Palopuku voidaan valmistaa kosteuskalvolla tai ilman. Kalvo vaikuttaa puvun vesitiiveyteen (EN 20811 Vesitiiveys) ja hengittävyteen (EN ISO 11092 Hengittävyys). Palopuvuissa käytetään myös heijastimia näkyvyyden parantamiseksi. (SFS EN469:2006.)

Palopuvun EN469 alle puettaville vaatteille ei ole vaatimuksia. **Suojaavin palovaatetus on kuitenkin kerrosvaatetus.** Eri kerroksilla on omat tehtävänsä. Alusvaatteet siirtävät kehosta tulevaa lämpöä ja kosteutta ulompiin vaatekerroksiin ja pitävät ihon kuivana. Tutkimuksien yhteydessä on saatu viitteitä, että koko ihon peittävä yhtenäinen alusvaatetus suojaa yhdessä paloasun kanssa ihoa altistumiselta haitallisille aineille. Jos käytetään palotakin huppua kypäräanalushupun päällä, suojaa se päätä paremmin altisteilta ja lämmöltä.



Kuva 7. Esimerkki savusukeltajan palopuvun tyyppihyväksyntämerkinnästä.

Kuvassa 8 olevassa takissa huppua ei ole, koska se on nykyisin lisävaruste.

Välivaatetuksena käytetään väliasua tai palomiesten asemapalvelusua. Väliasussa on vahvikkeet olkapäissä ja polvissa. Väliasu parantaa suojausta kuumissa lämpötiloissa.

Alusasuksi soveltuvat parhaiten pitkähihaiset ja -lahkeiset tekniset urheilukerrastot. Ne suojaavat ihoa ja siirtävät tehokkaasti hiki- ja kosteuden ulompiin vaatekerroksiin. Kun iho pysyy kuivana, palovammojen riski ja altistuminen vähenevät. Lisäksi savusukeltajan on mielekkäämpi työskennellä.



Kuva 8. Palotakki.

Palopuku ja sen alla olevat vaatekerrokset vaikuttavat vaatekokonaisuuden fysiologiseen käyttömukavuuteen. Tähän vaikuttavat

- lämmöneristävyys (vastus lämmön siirtymiselle säteilemällä, kuljettumalla ja johtumalla)
- vesihöyrynläpäisevyys (kyky kuljettaa vesihöyryä materiaalin läpi), joka tavallisesti ilmoitetaan vesihöyryn läpäisyvastuksena (vastus kostealle lämmön siirtymiselle)
- ilmanläpäisevyys (kyky kuljettaa ilmaa materiaalin läpi).

Vaatteisiin sitoutunut kuiva ja liikkumaton ilma on paras lämmöneriste. Palopuvun tulee olla sopivan kokoinen käyttäjälleen, ei liian iso eikä liian pieni. Liian pieni puku puristaa, jolloin puvun sisään ja alle ei jää riittävää eristävää ilmakerrosta. Liian isossa puvussa puku tuulettuu liikaa, eikä puku suojaa käyttäjäänsä riittävästi. Paineilmahengityslaite painaa eristävän ilman pois hartioista ja hihnojen alta. Samaten eri asennoissa ilma poistuu vaatteista, kuten esimerkiksi kontaktissa polvien kohdalta. Palohousuun onkin lisätty



Kuva 9. Palohousut.

polvipohjusteet, jotka osaltaan myös parantavat lämmöneristävyttä (kuva 9). Palopuvun kastuessa siinä oleva eristävä ilma korvautuu vedellä. Vesi johtaa lämpöä 25 kertaa paremmin kuin ilma, mikä **lisää palovamman riskiä**. Kosteuskalvoinen asu estää pukua ja sen aluskerroksia kastumasta, mutta toisaalta lisää puvun vesihöyryn läpäisyvastusta. Palopuku ei juurikaan hengitä ja kosteuskalvoinen puku vieläkin vähemmän. Samaten puku ei voi juurikaan läpäistä ilmaa, koska puvun on suojattava monilta vaaroilta. Kuumissa olosuhteissa sammutus- ja pelastustyössä savusukeltaja kuormittuu lämmöstä ja vaatekerrokset kastuvat hiestä. Hiki taas lisää palovammariskiä, kun se syrjäyttää eristävää ilmaa. Savusukellusten välissä palotakki on riisuttava oikeaoppisesti, että keho jäähtyy ja altistuminen vähenee. Kosteaa väliasu on syytä vaihtaa kuivaan, jolloin suojaus ja käyttömukavuus parantuvat. (Ilmarinen 1994, 49 - 54.)

Palopuvussa käytetään materiaalina hyvin kuumuutta ja liekkejä kestäviä materiaaleja. Kankaissa käytetään synteettisiä kuituja kuten meta-aramidia, para-aramidia ja polybentsimidatsolia. Kuituja



Kuva 10. Palanut palotakki.

Tärkeää

- Paras suojaus paloa ja palossa esiintyviä altisteita vastaan saavutetaan kerrospukeutumisella.
- Vaatteisiin sitoutunut kuiva, liikkumaton ilma on paras lämmöneriste.
- Tunnetuimpia palopukujen kankaissa käytettyjä kauppanimiä ovat Nomex®, Kevlar® ja PBI®.



Kuva 11. Palokypärä.



Kuva 12. palokypärän alushoppu.

käytetään yhdessä muiden kuitujen kanssa sekoituksena. Tunnetuimpia palopukujen kankaissa käytettyjä kauppanimiä ovat Nomex®, Kevlar® ja PBI®. PBI® on yleistynyt palopuvuissa, ja se kestääkkin hyvin kulutusta ja kuumia lämpötiloja. Tunnusomaista PBI®:stä valmistetulle puvulle on hiekan ruskea väritys. Palopuvuissa käytettävät kankaat eivät varsinaisesti syty palamaan, mutta altistuessaan liian kovalle kuumuudelle tai liekil- le ne tuhoutuvat. Kuvassa 10 edellä mainittu asia on havainnollistettu. Sinisessä kankaassa vaurioitunut kohta näkyy hiekan väristä palopukua helpommin tyypillisesti punertavana värimuutoksena. (Ilmarinen 1994, Tegengren 2019.)

2.2.2 Muut paloasuun kuuluvat suojaimet

Kuvan 11 mukainen **Palokypärä EN 443** suojaa iskuilta, lämmöltä, kuumuudelta, liekiltä, sulalta metallilta, kiinteiltä kuumilta esineiltä ja mahdollisesti myös nestemäisiltä kemikaaleilta. Niskasuojus suojaa niskaa nesteiltä, kuumilta materiaaleilta, säteilylämmöltä ja liekeiltä. Palokypärä tulee säätää, että se istuu hyvin päähän. Kypärän leuka- hihna tulee pitää kiinni, että kypärä pysyy päässä. Kypärä tulee vaihtaa uuteen, jos kypärän kuoreen on kohdistunut voimakas isku, jos siinä on hius- halkeamia tai sen sisäosat ovat vahingoittuneet. Kypäriin saa kiinnittää vain valmistajan hyväksymiä lisäosia. Mikäli paineilmahengityslaitteessa käytetään pikakiinnitteistä kasvo-osaa, kypärän ja kasvo-osan on oltava keskenään sopivat ja

hyväksytyt. Kypärään saatavia tyypillisiä lisävarusteita ovat kypärävalaisin, silmäsuoja ja radiopuhelinjärjestelmät. (SFS-EN 443:2008; Dräger HPS 7000 2012.)

Palokypärän alla tulee käyttää **palokypärän alushoppua** (kuva 12). Palokypärän alushoppu suojaa päätä ja kaulan seutua. Alushoppu on valmistettu palamattomista materiaaleista, esimerkiksi Nomex®-kankaista. Alushoppu tulee pukea huolellisesti palotakin alle siten, että paljasta ihoa ei jää näkyviin kaulan seudulta. Paras pään alueen suo- jaus saavutetaan, kun alushoppu puetaan väliasun paidan kauluksen alle ja käytetään alushupun päällä palotakissa olevaa huppua. Pikakiinnitteinen kasvo-osa puetaan alushupun päälle. Käytettäessä remmi- tai hiusverkkokiinnitteistä kasvo-osaa voidaan kasvo-osa pukea myös suoraan paljaan ihon päälle ja nostaa sen jälkeen alushoppu pään suojaksi. Tällöin alushoppu tulee asetella hyvin kasvo-osaa vasten. Puetaan kasvo-osa sitten suoraan ihoa vasten tai alushupun päälle, niin **paljasta ihoa ei saa jäädä näkyviin** kasvo-osan ja alushupun välistä.

Palomiehen turvajalkine (EN 15090) suojaa kuumuudelta. Jalkineiden päällinen on kuumuut- ta ja tulta kestävää sekä niissä on varvas- ja naulaa- nastumissuojus.

Tyyppin 1 palojalkineet (F1PA) soveltuvat taval- lisiin pelastustehtäviin, palon sammuttamiseen ja maastopalojen sammutustehtäviin, joissa palava aines on kasvisperäistä esimerkiksi metsää, pel- toa, istutuksia, ruohoa tai viljelysmaata. Tyyppin 2 palojalkineet (F2A) soveltuvat pelastamiseen, palon sammuttamiseen ja omaisuuden suojeluun



Kuva 13. Palokäsineet.



Kuva 14. Puuvillakäsineet.

rakennuksissa, suljetuissa rakenteissa, ajoneuvoissa, laivoilla tai vastaavissa palo- ja pelastustehtävissä. (SFS-EN 15090:2012; Käyttöohje JALAS® palojalkineille 2020.)

Savusukellukseen soveltuvat tyyppin 2 palojalkineet, joissa tulee merkintänä olla F2A. Lämmön-eristävyyden ja käyttömukavuuden lisäämiseksi palojalkineissa tulee käyttää villasukkia. Palojalkineita valmistetaan kumista ja nahasta. Perinteisen palosaappaan lisäksi varsikenkämäiset palojalkineet ovat yleistyneet. Niissä jalkineen istuvuutta pystyy säätämään nauhoituksella ja pukemisen helpottamiseksi niissä on vetoketju. Nahkaisia palojalkineita on saatavilla kosteuskalvolla ja ilman.

Palokäsineiden EN 659 tulee kestää hankausta, viiltoja, liekkejä sekä säteily- ja kosketuslämpöä. Perinteisten nahkaisten (kuva 13) palokäsineiden rinnalle on tullut monia erilaisista kankaista valmistettuja palokäsineitä. Palokäsineillä tulee säilyttää hyvä tuntuma työvälineisiin. Palokäsineiden ohella tulee käyttää muita työhansikkaita, että kädet pysyisivät mahdollisimman puhtaina. Käsien kautta haitalliset aineet kulkeutuvat elimistöön. Tärkeintä on käsien suojaaminen tarkoituksenmukaisimmilla käsineillä kaikissa tilanteissa. (SFS-EN 659 + A1:2008.)

Vuonna 2006 Työterveyslaitos tutki Pelastusopiston harjoitusalueella savusukellusopettajien altistumista haitallisille aineille. Tutkimuksessa todettiin, että käytettäessä kevyitä kuvan 14 mukaisia puuvillakäsineitä kuumien savusukellusharjoitusten yhteydessä käsien suojana palokäsineiden lisäksi, PAH-yhdisteiden pitoisuus käsissä oli 5-10 kertaa pienempi. (Laitinen 2006.)



Miten suojaan kädet oikein?

- Käytä palokäsineitä savusukeltaessa ja palon sammutustehtävissä, joissa esiintyviä vaaroja ovat esimerkiksi kuumuus, liekit, kipinät ja sulat aineet.
- Käytettäessä muita työkäsineitä palokäsineiden alla aluskäsineinä, niiden tulee olla villa- tai nahkapohjaisia. Puuvillaiset käsineet soveltuvat siihen, kun ne pidetään kuivana ja puhtaana. Tarvittaessa ne on vaihdettava uusiin.
- Käytä työhansikkaita, kun käsittelet likaisia varusteita.
- Likaisen kaluston ja varusteiden keräämisessä, pesussa sekä huolloissa tulee käyttää veden kestäviä käsineitä. Työn vaarojen mukaisesti tulee kiinnittää huomioita käsineiden kemikaalien kestoon ja hankaus-, repäisy- ja viiltokestävyyteen.

Tärkeää

- Paras pään alueen suojaus saavutetaan käyttämällä palokypärän alushuppua, palotakin huppua, palokypärää ja paineilma-hengityslaitteen kasvo-osaa.
- Kädet tulee suojata vaaroilta ja pyrkiä pitämään puhtaana käyttämällä palokäsineiden ohella muita työkäsineitä.

2.2.3 Palovaatteiden huolto

Puhdas paloasu tulee säilyttää kuivassa hyvin ilmastoidussa paikassa ja poissa suorasta auringonvalosta. Paloasemille on rakennettu erillisiä **hälytyspukuhuoneita**, joissa paloasuja säilytetään. Hälytyspukuhuoneessa säilytetään vain puhtaita paloasuja, sillä likaantunut paloasu heikentää asun suojausta ja altistaa palomiehiä syöpävaarallisille aineille.

Tehtävän jälkeen likaantunut ja altisteinen paloasu riisutaan mahdollisimman pitkään paineilmahengityslaitteesta hengittäen. Tällöin estetään varusteista purkautuvien höyryjen hengittämistä. Likaisten varusteiden riisumisessa ja käsittelyssä tulee käyttää **suojarahansikkaita**. Paloasu pakataan tilannepaikalla pesussa sulavaan pussiin tai jätessäkkiin, jolloin likaista asua käsiteltäessä altistuminen on mahdollisimman vähäistä. Pakattu paloasu kuljetetaan erillään sammutusauton miehistötilasta, joko sammutusauton kalustotilassa tai erillisellä kuljetuksella esimerkiksi peräkärryllä paloasemalle huoltoon. Pelastusopistolla on jokaisessa sammutusautossa pakki (kuva 15), mistä löytyy esimerkiksi jätessäkkejä ja sujarahansikkaita.



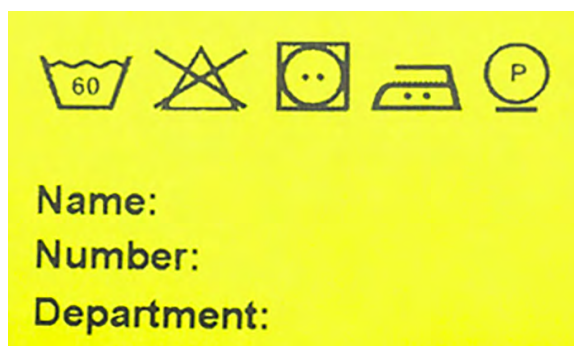
Kuva 15. Pelastusopistolla käytössä oleva pakki, missä on varusteiden pakkaamiseen tilannepaikalla tarvittavia materiaaleja.

Puhtaalla paloasemalla kalusto ja varusteet pidetään puhtaana. Likaista kalustoa ja varusteita käsitellään vain likaisissa huoltotiloissa. Tyypillisiä ns. ”likaisia” tiloja ovat esimerkiksi ajoneuvokaluston pesuhalli, pyykin, paineilmahengityslaitteiden ja letkujen pesutilat. Tilat tulee suunnitella lähelle toisiaan, että likaista kalustoa ei tarvitse kuljettaa puhtaiden tilojen läpi. Tiloissa on suositeltavaa olla oma alipaineellinen ilmanvaihtonsa. Pesun jälkeen puhdas kuivattu kalusto siirretään takaisin hälytysvalmiuteen.

Kalustonhuollossa tarvittavat suojautumis- ja puhdistustehokkuussuosituksukset tulisi mennä palon mukaan, jossa huollettavat ja puhdistettavat varusteet ovat kontaminoituneet. Mitä ”likaisemmasta palosta” on kysymys, sitä parempaa suojausta ja tehokkaampaa puhdistustekniikkaa kalustonhuollossa tulee noudattaa. (Laitinen 2016.)

Paloasuun sisältyvät suojaimet pestään kunkin käyttöohjeen mukaisesti. Kuvassa 16 on esimerkiksi palopuvun pesuohjeesta. **Palopuku tulee pestä erillään väli- ja alusasusta.** Jos yhtä aikaa pestään samassa koneessa hyvin likaisia ja vähemmän likaisia asusteita, pesun jälkeen puhtaammat asusteet ovat likaantuneet vain enemmän (Exposure to smoke 2018).

Pesukoneessa, jossa pestään palopukuja, ei tule pestä esimerkiksi siviili- ja urheiluvaatteita. Palopukujen pesussa pesukoneeseen vapautuu syöpävaarallisia aineita ja mahdollisesti muita vahingollisia aineita kuten asbestikuituja. (Laitinen 2016, 62; Laitinen, Lindström, Jumpponen, Lallukka & Hassinen 2019.)



Kuva 16. Esimerkki palopuvun pesuohjeesta.



Miten paloasu tulee pestä?

- Pese palopuku ja alemmat vaatekerrokset erillään.
- Pese ja kuivaa asusteet käyttö- ja pesuohjeiden mukaisesti.
- Yleisin palopuvun pesulämpötila on 60°C. Kuvassa 16 on esimerkki palopuvun pesuohjeesta.
- Irrota palopuvusta pesun ajaksi lantiovaljas, olkaimet ja metalliset koukut.
- Tyhjennä taskut.
- Kiinnitä tarranauhat ja vetoketjut.
- Älä täytä konetta liian täyteen.
- Kyllästä palopuku palonsuoja-aineella käyttöohjeiden mukaisesti (kyllästys on yleensä tarpeellinen vasta usean kymmenen pesukerran jälkeen).



Lisätietoa



Healthy firefighters

Tärkeää

- Suoja vaatetus ja muut suojaimet tulee pestä ja huoltaa käyttö- ja pesuohjeiden mukaisesti.
- Likaiset suojaimet tulee pakata tilannepaikalla pesussa sulaviin pusseihin tai säkkeihin tai kasseihin tai tiiviisiin astioihin ja kuljettaa erillään miehistöstä paloasemalle pesutiloihin.
- Huolloissa tulee käyttää tarvittavia suojaimia. Veden kestävät työkäsiineet ovat välttämättömät.
- Puhtaalla paloasemalla kalusto ja varusteet pidetään puhtaana.

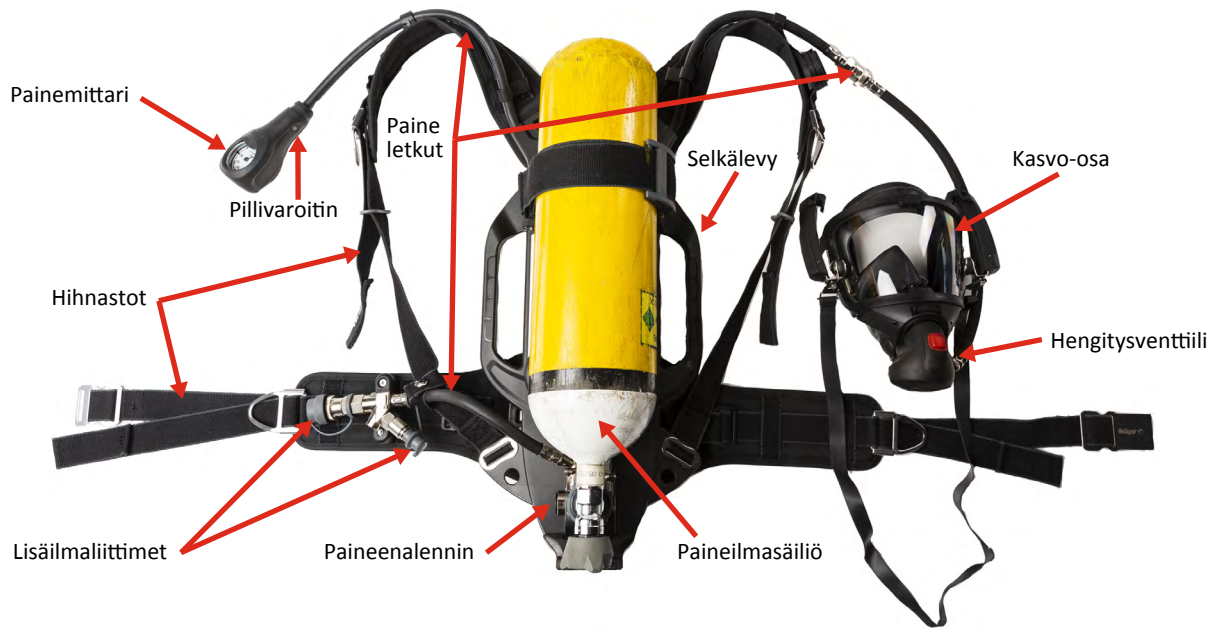
Palokäsiineen materiaalista riippuu pesulämpötila ja käytettävä pesuaine. Nahkaisten palokäsiineiden kohdalla on syytä tarkastaa pesuaineen suositeltu PH-arvo. Monet palohansikkaat on pesty pilalle liian kuumassa pesulämpötilassa ja käyttämällä väärää pesuainetta. Nahkaisten palokäsiineiden ja palojalkineiden kohdalla monesti myös nahan hoito rasvaamalla on tarpeen.

2.3 Paineilmahengityslaitte

2.3.1 Paineilmahengityslaitte savusukeltajan hengityssuojaimena

Paineilmahengityslaitte on tärkein savusukeltajan suoja. Myrkyllisen savun keskellä savusukeltaja ei voi kauaa olla hengittämättä. Kuumien palokaasujen hengittämistä seuraa inhalaatio-palovamma, tajuttomuus ja lopulta kuolema. Savu sisältää satoja myrkyllisiä aineita, joista vaarallisia ovat häkä, syaanivety, akroleini, haihtuvat hiilivedyt, arseeni sekä rikin ja typen oksidit. Häkä sitoutuu veren hemoglobiiniin yli 200 kertaa paremmin kuin happi. **Häkä** on hajuton, väritön, mauton ja ärsyttämätön kaasu, jota on mahdoton havaita ilman mittaria ympäristössä, ennen kuin myrkytysoireet alkavat. **Syaanivety** on hyvin voimakas myrkky, jota syntyy monien synteettisten materiaalien palaessa. Se kulkeutuu hengityksen kautta soluihin estäen soluhengityksen, jolloin hapen käyttö ja energian tuotanto soluissa estyvät. (Castrén, Helveranta, Kinnunen, Korte, Laurila, Paakkonen, Pousi & Väisänen 2012, 321.)

Paineilmahengityslaitte on täysin riippumaton ympäristöstä. Käyttäjä saa hengitysilman paineilmasäiliöstä paineenalentimen, hengitysenttiilin ja kasvo-osan kautta. Uloshengitysilma vapautuu suoraan ympäröivään ilmaan. Paineilmahengityslaitte suojaa käyttäjän hengityksen savuissa, vaarallisissa ja vähähappisissa ympäristöissä. **Hengitysilmana** toimii hengitysilmakompressorilla paineilmasäiliöön puristettu ilma. Hengitysilman on täytettävä hengitysilmanormissa EN12021 määritetyt hengitysilman laatuvaatimukset. Suomessa



Kuva 17. Paineilmahengityslaitteen pääosat.

käytettävät paineilmahengityslaitteet ovat **turva-paineellisia**, jolloin paineilmahengityslaitteen antama hengityksen suojaus on paras mahdollinen.

2.3.2 Paineilmahengityslaitteen osat

Kuvassa 17 on nimetty paineilmahengityslaitteen pääosat. Savusukelluskäyttöön tarkoitettun paineilmahengityslaitteen tulee täyttää EN136 ja EN137-standardit, joiden mukaan paineilmahengityslaitte soveltuu käytettäväksi hengityssuojaimena rakennuspalossa. Paineilmahengityslaitteen

kanssa käytettävien säiliöiden, hengitysventtiilin, kasvo-osien ja muiden varusteiden on oltava **yhteensopivia**, yhdessä ne muodostavat hyväksytyn kokoonpanon. (Henkilönsuojainasetus (EU) 2016/425.)

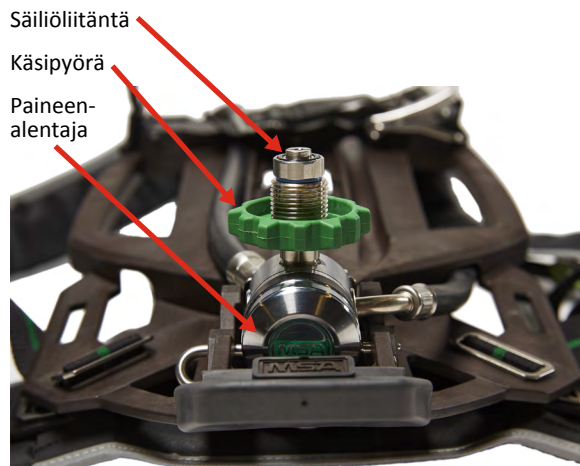
EN137:ssä määritetään, että paineilmahengityslaitteen tulee toimia moitteettomasti -30°C - $+60^{\circ}\text{C}$ lämpötilassa. Käytännössä savusukelluksessa paineilmahengityslaitetta käytetään hetkellisesti kuumemmissa lämpötiloissa kuin $+60^{\circ}\text{C}$. Se on mahdollista, sillä paineilmahengityslaitte ei heti itsessään kuumene 60 asteeseen.

Paineilmahengityslaitteen korjaus- ja huolto-toimenpiteet vaativat maahantuojaan valtuutuksen. Paineilmahengityslaitteissa tulee käyttää vain valmistajan alkuperäisiä varaosia ja lisävarusteita, muuten paineilmahengityslaitteen asianmukainen toiminta voi vaarantua. Paineilmahengityslaitetta ei saa käyttää viallisena tai puutteellisena ja sitä ei saa muunnella.

Paineilmahengityslaitteen **kantojärjestelmä** sisältää selkärepyä, selkärepyyn kiinnittyvät **olka- hihnat** sekä **vyötäröhihnan**. Paineilmahengityslaitteen kantojärjestelmää on kehitetty, että

Tärkeää

- Paineilmahengityslaitte on tärkein savusukeltajan suoja.
- Paineilmahengityslaitte suojaa savusukeltajaa sadoilta myrkyllisiltä aineilta ja kuumilta palokaasuilta.
- Paineilmahengityslaitteessa hengityskaasuna käytetään ilmaa.



Kuva 18. Paineenalentaja.



Kuva 19. T-haara.



Kuva 20. Paineilmahengityslaitte kahdella 6,8 litran paineilmasäiliöllä varustettuna (2x6,8 l).

- paineilmahengityslaitte asetuisi paremmin käyttäjän selkään
- se mahdollistaisi paremmin käyttäjän liikkeit
- se olisi helposti huollettavissa ja pestävissä
- se kestäisi kovissa olosuhteissa.

Selkäreppyy on integroitu paineletkut, jolloin ne ovat hyvin suojassa ulkoisilta vaaroilta. Selkäreppyyssä on kiinni myös **paineenalentaja** (kuva 18).

Paineilmasäiliö liitetään paineenalentajaan käsipyörällä ja selkäreppyy kiinnityspannalla. Monessa paineilmahengityslaitteessa on mahdollisuus kiinnittää paineilmahengityslaitteeseen

kaksi paineilmasäiliötä (2 x 6,8 l) yhden sijaan. Tähän tarvitaan pidempi kiinnityspanna ja erillinen T-haarotin. Kuvassa 19 on esimerkiksi T-haarasta. Kuvassa 20 on paineilmahengityslaitte varustettuna kahdella paineilmasäiliöllä.

Katso video:

Paineilmahengityslaitteen varustaminen kahdella paineilmasäiliöllä



Kaksi paineilmasäiliötä (2x6,8 l) kaksinkertaistaa ilmamäärän ja käytännössä samaten sukellusajan. Toki paineilmahengityslaitte kuormittaa tällöin myös painonsa puolesta enemmän käyttäjää. Tuplasäiliöitä on suunniteltu pitkäkestoiisiin sukelluksiin esimerkiksi maanalaisiin tiloihin. **Lisäilmaliittimien** sijoitus saattaa vaihdella paineilmahengityslaitteen merkin ja mallin kohdalla. Kuvassa 17 se on kiinni paineilmahengityslaitteen vyötäröhihnassa, kun taas kuvassa 20 se on olkahihnassa. Kuten kuvasta 20 näkyy, sen letkun saa myös tarvittaessa vetäistä pidikkeistään irti. Se helpottaa lisäilman kytkemistä ja antamista.

Painemittarista (kuva 21) käyttäjä seuraa ilman riittävyttä. Painemittareita on joko analogisia (kuva 21) tai elektronisia. Paineilmahengityslaitteessa tulee olla ilman vähydestä ilmoittava varoitin. ”Varoituslaitteen on aktivoitava (55 ± 5) baarin paineella tai korkeammalla paineella, joka varmistaa, että vähintään 200 l ilmaa on jäljellä paineastiassa.” (SFS-EN 137:2007, 14.) Varoitin on joko pillivaroitin tai elektroninen varoitin. Kuvassa 22 on painemittarin yhteydessä oleva pillivaroitin. Painemittarille tuleva paineletku on kaksitoiminen. Letkun sisällä oleva kapillaariputki johtaa

korkeapaineista ilmaa säiliöstä painemittarille ja painemittari näyttää paineilmasäiliössä olevan säiliöpaineen. Kapillaariputken ja kuoren välissä virtaa toisiopaineinen ilma pillivaroitinelle, kun pillivaroitin aktivoituu (60 – 50 bar).

Hengitysventtiili tulee kiinni kasvo-osaan. Hengitysventtiilin saa kiinnitettyä myös pidikkeeseen (kuva 23), kun kasvo-osa on erillään. **Kasvo-osa voi olla pika-, remmi- tai hiusverkko-kiinnitteinen (kuvat 24-26).** Pikakiinnitteiset kasvo-osat kiinnetään palokypärään, jolloin niiden tulee olla yhteensopivia ja hyväksytyjä keskenään. Kasvo-osien tulee täyttää Euroopan standardissa EN 136:1998 määritellyt vaatimukset. Pitkä parta ja pulisongit saattavat haitata kasvo-osan tiivistymistä kasvoille. Kasvo-osa on syytä suojata auringon valolta ja likaantumiselta. Tähän käytetään kasvo-osa laukkuja ja hengittäviä suojapusseja.

Kasvo-osia saa eri kokoisina. Kuvassa 27 on nähtävissä kasvo-osan kokomerkin M. Suomalaisen kasvoille soveltuvat pääasiassa M-kokoiset kasvo-osat. Kasvo-osan visiiri on yleensä polykarbonaattia, johon on saatavilla erilaisia pinnoitteita. Kasvo-osaan saa integroitua monia lisävarusteita kuten puhevahvistimen, viestintäjärjestelmän, silmälasikehykset ja lämpökameran. **Kuvassa 28 on kasvo-osaan integroitu lämpökamera.** Itse kamera osa on kasvo-osan ulkopuolella ja lämpökameran näyttö on kasvo-osan sisällä. Lämpökamera ei haittaa kasvo-osan näkökenttää, vaan sen sijaan tuo käyttäjälle myös lämpökameran näkymän. (Scott Sight kameramaskin pikakäyttöohje N.d.)



Paljonko paineilmahengityslaitte painaa?

- Paineilmahengityslaitte + komposiittisäiliö 6,8 l (300 bar ilmaa) painaa 13,1 kg.
- Paineilmahengityslaitte + terässäiliö 6,0 l (300 bar ilmaa) painaa 17,2 kg.
- Komposiittisäiliö (300 bar ilmaa) painaa 7,3 kg.
- Terässäiliö (300 bar ilmaa) painaa 11,4 kg.
- Terässäiliö (0 bar ilmaa) painaa 9,4 kg.

Punnituksessa paineilmahengityslaitteena oli Dräger PSS5000 lisäilmaliittimillä, PSS hengitysventtiili ja FPS7000 kasvo-osa.

Tärkeää

- Paineilmahengityslaitteen pääosat ovat
 - kantojärjestelmä (hihnat ja selkälevy)
 - pneumatiikka (paineenalentaja, paineletkut, painemittari, lisäilmaliittimet)
 - paineilmasäiliö
 - hengitysventtiili
 - kasvo-osa.



Kuva 21. Painemittari.



Pillivaroittimen
vihellysaukko

Kuva 22. Pillivaroitin.



Kuva 23. Hengitysventtiili kiinni pidikkeessään.



Kuva 24. Kasvo-osa pika-
kiinnityksellä.



Kuva 25. Kasvo-osa hiusverkolla.



Kuva 26. Kasvo-osa remmi-
kiinnityksellä ja radiolla.

Useilla valmistajilla on
valittavana eri kokoisia kasvo-osia
(S, M, L)



Kuva 27. Kasvo-osan koko (MSA G1 kokonaamari 2019).

Lämpökameran linssi

Lämpökameran näyttö
kasvo-osan sisällä



Kuva 28. 3M Scott Sight kasvo-osa lämpökameralla
(Scott Sight kameramaskin pikakäyttöohje N.d.).



Kuva 29. Komposiittisäiliö suojahupulla.



Kuva 30. Teräspaineilmasäiliö.

2.3.3 Paineilmasäiliöt

Paineilmasäiliöstä käytetään usein nimitystä paineilmapullo. Savusukelluksessa käytetään yleisesti kuvan 29 mukaisia 6,8 litran komposiittisäiliöitä tai kuvan 30 mukaisia 6,0 litran terässäiliöitä, joiden **suurin täyttöpaine on 300 baria**. Hengitysilma pakataan paineilmasäiliöihin hengitysilmakompressorilla. Säiliöt ovat paineastioita, joten ne kuuluvat painelaitelain 16.12.2016/1144 piiriin. Painelaitelain noudattamista valvoo Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). Painelaite on suunniteltava, valmistettava, sitä on hoidettava, käytettävä ja se on tarkastettava niin, että se ei vaaranna kenenkään terveyttä, turvallisuutta eikä omaisuutta. Omistajan ja haltijan on sijoitettava painelaite niin, että vaurio- tai käyttöhäiriötilanteessa aiheutuva vaara on mahdollisimman vähäinen. Kuljetettavan painelaitteen tarkastuksista säädetään vaarallisten aineiden kuljetuksesta annetussa laissa. (Painelaitelaki 2016; VAK-tie 2019.)



Kuva 31. Paineilmasäiliön merkinnät.

Kevyt eli komposiittipaineilmasäiliöiden valmistusta määrittää SFS-EN 12245 + A1: 2012. Paineilmasäiliöiden venttiilit tulee olla SFS-EN 144-1:2018:n mukaisia.

Paineilmasäiliöiden hartiaosassa on standardin SFS-EN 1089-3:2011 mukaisesti kaasusäiliön sisälöstä kertovat värikoodit. Paineilman tunnusvärit tulevat ilman kahdesta yleisimmästä kaasusta **typi (musta, 78 tilavuus-%) ja happi (valkoinen, 21 tilavuus-%)**. Näkyvyyden vuoksi sukelluskäytössä olevissa säiliöissä käytetään keltaista huomioväriä. (Tukes 2011.)

Uudelleentäytettäviin UN-paineastioihin on merkittävä selvästi ja pysyvästi **hyväksyntä-, käyttö- ja valmistusmerkinnät**. Näiden merkintöjen on oltava pysyvästi kiinnitettyinä (esim. leimattu, meistetty tai kaiverrettu) paineastiaan. Merkintöjen on oltava paineastian hartiaassa, yläpäässä tai kaulassa tai kiinnitettyinä pysyvästi paineastian rakenneosaan. (VAK-tie 2019, 857.)

Kuvassa 31 on esimerkki paineastian yläpäässä olevista merkinnöistä. Käyttäjälle tärkeimmät merkinnät ovat säiliön sisältö (hengitysilma), käyttötarkoitus, säiliön tilavuus, täyttöpaine, koestuspaine, säiliönumero, valmistaja, tarkastusajankohda ja säiliön käyttöikä.



Kuva 32. Paineilmasäiliön tarkastusväli.

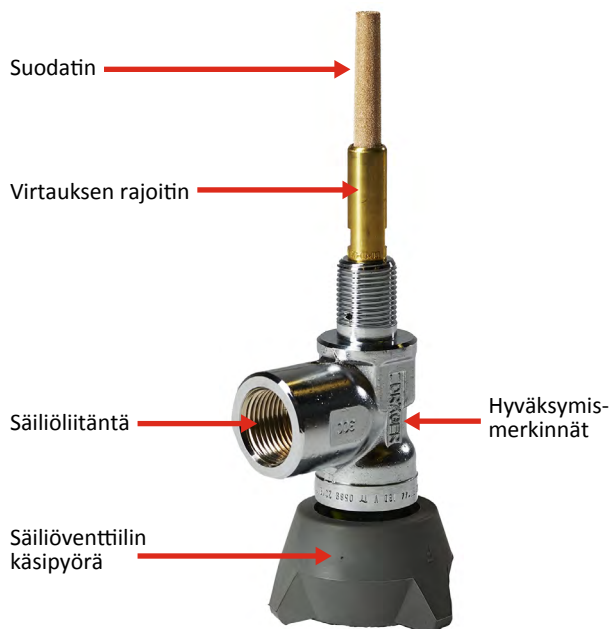
Kuljetettavan painelaitteen tarkastuksista säädetään Liikenne- ja viestintäviraston määräyksellä VAK-tie 2019: Vaarallisten aineiden kuljetus tiellä. Tarkastuksen saa tehdä Tukesin hyväksymä tarkastuslaitos. Tarkastuksessa tehdään mm. säiliön nestepainekoe, jossa säiliö paineistetaan 1,5-kertaiseksi sen suurimmasta sallitusta täyttöpaineesta. Tarkastusväli riippuu säiliön materiaalista (teräs vai komposiitti) ja komposiittisäiliön valmistusajankohdasta. **Terässäiliöiden tarkastusväli on 10 vuotta ja komposiittisäiliöiden 3 tai 5 vuotta.** 5 vuoden tarkastusväli on mahdollinen vuoden 2017 jälkeen valmistetuille komposiittisäiliöille. (VAK-tie 2019; Tukes tiedote 2015.)

Kuvassa 32 on esimerkki paineilmasäiliön tarkastusmerkinnästä. Säiliö on tarkastettu marraskuussa 2018 ja seuraava tarkastus on kolmen vuoden päästä marraskuussa 2021. Tarkastuksen on tehnyt Ikaset-niminen tarkastusliike. Kyseessä on komposiittisäiliö, jolloin merkintä tehdään tarralla. Terässäiliössä tarkastusmerkintä meistetään eli kaiverretaan säiliön hartiaosaan.

Paineilmasäiliön venttiili avataan ja suljetaan ”kevyesti” käsin. Siinä ei saa käyttää liikaa voimaa eikä työkaluja. **Paineilmasäiliöön tulee jättää**

aina vähän painetta, että kosteus ja epäpuhtaudet eivät pääse säiliöön. Uusissa säiliöventtiileissä voi olla **virtauksen rajoitin**, joka estää säiliöilman rajun purkautumisen ja säiliön liikkeelle lähdön venttiilin katkeamistilanteessa. Esimerkiksi kuvassa 33 olevassa Drägerin säiliöventtiilissä on virtauksen rajoitin, mutta sitä ei pysty ulkoisesti havaitsemaan. Dräger käyttääkin virtauksin rajoittimella varustetuissa paineilmasäiliöissä harmaata käsipyörää tunnusmerkkinä.

Kaikessa paineilmasäiliöiden käsittelyssä tulee noudattaa erityistä huolellisuutta ja turvallisia työtapoja. Paineilmasäiliö ei saa päästä putoamaan tai kaatumaan. Paineilmasäiliöitä ei saa säilyttää pystyasennossa ilman asianmukaista tuentaa. Paineilmasäiliöt tulee kiinnittää huolellisesti paineilma-hengityslaitteen selkäreppyyä ja kiinnityspannan kunto on tarkastettava säiliön vaihdon yhteydessä. Venttiililiitäntä tulee suojata kuljetuksen ja varastoinnin ajaksi asiaan kuuluvalla suojakannella eli kierretulpalla. Esimerkki kierretulpasta on kuvassa 34. Säiliöt kuljetetaan ajoneuvoissa niille varatuissa paikoissa. **Ajoneuvojen ohjaamoon ei saa tuoda irtoneaisia paineilmasäiliöitä.** (Turvaohje paineilmasäiliöiden käytöstä 2017.)



Kuva 33. Dräger paineilmasäiliön säiliöventtiili.

Katso video:

Paineilmasäiliöiden merkinnät



Kuva 34. Kierretulppa.



Milloin komposiittisäiliö on poistettava käytöstä?

Katso tarkemmat ohjeet säiliön valmistajan käyttöohjeista!

Jätä säiliöön pieni paine (1 - 10 bar) ja toimita se paineilmahengityslaittehuoltajalle, kun

- säiliön tarkastusväli on erääntynyt
- säiliö on saavuttanut käyttöikänsä (Final)
- säiliössä on pitkiä tai syviä kulumia, painaumia, uria tai kohtia, joista kuituja on irronnut
- säiliössä on lommoja, hartsi- tai komposiittimateriaalikerrosten irtoamista tai muita rakenteellisia vahinkoja
- säiliön komposiittimateriaali, tarrat tai maali on palanut tai mustunut tai hartsi on sulanut
- säiliö on ollut kosketuksissa happojen kanssa
- säiliöön on kohdistunut huomattava isku esim. pudottamalla.

(CTS-komposiittisäiliöiden käyttö ja huolto 2020; CTS cylinders inspection and testing manual 2018; Dräger paineilmasäiliöiden käyttöohje 2004.)



Lisätietoa



[Sukelluskäyttöön tarkoitettujen paineilmasäiliöiden merkinnät ja värit](#)



[Painelaitelaki 16.12.2016/1144](#)

Tärkeää

- Käsittele paineilmasäiliöitä huolellisesti.
- Yleisin suurin täyttöpaine on 300 bar.
- Terässäiliöiden tarkastusväli on 10 vuotta.
- Komposiittisäiliöiden tarkastusväli on 3 tai 5 vuotta.
- Kuljeta paineilmasäiliöitä liikenteessä vain niille varatuissa asianmukaisissa telineissä ja kaapeissa.

2.3.4 Paineilmahengityslaitteen käyttö

Paineilmahengityslaitteen käyttö edellyttää riittävää koulutusta paineilmaohjaimesta, sen käytöstä ja huollosta. Käyttäjän tulee tutustua käytössä olevan paineilmaohjaimen käyttöohjeisiin.

Paineilmahengityslaitteet tulee tarkastaa aina ennen käyttöä. Katso video paineilmaohjaimen toimintatarkastuksesta. Pelastuslaitoksella paineilmaohjaimen toimintatarkastus tehdään työvuoron alussa ja aina käytön jälkeisen huollon jälkeen.

Kun paineilmasäiliön venttiili avataan, **säiliöpaineessa** oleva ilma kulkeutuu paineenalentaajalle ja painemittarille. Paineenalentaja alentaa paineen **toisiopaineeseen**. Hengitysilman paineen

muutokset paineilmaohjaimessa on havainnollistettu kuvassa 35. Toisiopaine vaihtelee paineilmaohjaimen merkin, mallin ja jopa samanlaisten paineilmaohjaimien välillä. **Toisiopaine on noin 5 - 10 baria.** Ero samanlaisten paineilmaohjaimien toisiopaineessa johtuu säätöarvoista. Toisiopaineinen ilma kulkee toisiopaineletkuun liitettyyn hengitysenttiiliin. Hengitysenttiili alentaa edelleen ilman painetta hengitykselle soveltuvaan **hengityspaineeseen** ja annostelee ilman käyttäjälle kasvo-osaan hengittävaksi. Hengityspaineen suuruus on millibaareja. Hengitysenttiili muodostaa yhdessä kasvo-osan ulohengitysvastuksen kanssa pienen muuttuvan millibaarin ylipaineen kasvo-osaan. Tämän voi todeta esimerkiksi raottamalla sormella kasvo-osaa, jolloin ilmaa virtaa voimakkaasti puhaltamalla ulos kasvo-osasta. **Turvapaineen merkitys**



Kuva 35. Hengitysilman paineen alentuminen paineilmahengityslaitteessa.

hengityksen suojaamisessa on merkittävä. Turvapaine pitää ympäristössä olevat kaasut, hiukkaset ja partikkelit poissa hengityksestä.

Mikäli kasvo-osan sisällä haisee tai maistuu savulta, se on merkki paineilmahengityslaitteen viasta tai toimimattomuudesta.

Paineilmahengityslaitteesta hengittäminen eroaa hiukan normaalista hengittämisestä. Turvapaineella toimivassa paineilmahengityslaitteessa hengitysilma virtaa käyttäjälle pienellä ylipaineella ja uloshengityksessä käyttäjän pitää ”voittaa” uloshengitysventtiilin vastus. Uloshengitysvastus ei saa olla 10 mbar suurempi (EN 136). Normaalis- sa rauhallisessa hengityksessä ihminen käyttää ainoastaan sisäänhengitysilhaksia ja tällöin uloshengitys on passiivinen (Niensted, Hänninen, Arstila & Björkqvist 1993, 272). Paineilmahengityslaitteesta hengittäessä tilanne kääntyykin toisinpäin. Käyttäjän sisäänhengitys on helpompaa, kun ilma virtaa pienellä ylipaineella. Uloshengityksessä **normaalin passiivisuuden sijasta käyttäjä joutuu uloshengitysilhaksillaan tekemään töitä uloshengitysvastuksen voittamiseksi.** Fyysisen



Mitä paineilmahengityslaitteesta tulee tarkastaa? (Paineilmahengityslaitteen käyttöönottotarkastus)

1. Tarkasta paineilmahengityslaitte silmämääräisesti.
 - On suositeltavaa käsitellä paineilmahengityslaitetta siten, että se on pöydällä säiliö alaspäin.
 - Tarkasta hihnat ja säädä lantio- ja olkahihnat täyteen mittaansa.
 - Kiinnitä tarkastuksen yhteydessä erityistä huomioita paineletkujen, -liittimien ja -mittarin kuntoon.
2. Tarkasta ilmamäärä.
 - Ilmaa tulee olla säiliössä vähintään 1500 l.
 - 6l säiliö → 250 bar
 - 6,8l säiliö → 220 bar
3. Tarkasta paineilmahengityslaitteen tiiveys.
 - Tiiveystarkastuksella todetaan paineilmahengityslaitteen paineilmajärjestelmän tiiveys.
 - Vuotoa saa olla max 10 bar / min.
4. Tarkasta varailmahälyttimen toiminta.
 - Pillivaroittimen tulee alkaa soida painealueella 60 - 50 baria.
 - Mittarin tulee lopuksi näyttää nollaa.
5. Kirjaa tarkastus paineilmahengityslaitteen kirjanpitoon.
 - Mikäli paineilmahengityslaitteen tarkastuksessa ilmeni puutteita, vaurioita, toimimattomuutta, ilmoita asiasta paineilmahengityslaittehuoltajalle ja poista ko. paineilmahengityslaitte käytöstä.

(Dräger 2010; Interspiro n.d.; MSA 2019; 3M Scott 2016.)

Katso video:

Paineilmahengityslaitteen toimintatarkastus



Katso video:

Paineilmahengityslaitteen lisäilmaliittimien tarkastaminen





Kuva 36. Kasvo-osan ilmankierto.



Miten paineilmahengityslaitetta käytetään?

1. Liitä hengitysenttiili ja kasvo-osa paineilmahengityslaitteeseen. Varmista, että ne kytkeytyvät kunnolla kiinni.
2. Kytke turvapaine pois päältä.
3. Avaa paineilmasäiliön venttiili täysin auki (Käyttöohjeet: Dräger, Interspiro, MSA Auer ja 3M Scott).
4. Pue paineilmahengityslaitte selkääsi ja kiristä hihnat.
5. Aseta kasvo-osa kasvoille ja kiinnitä se huolellisesti. Kytke turvapaine hengittämällä sisään tai painamalla painikkeesta.
6. Varmista, että kasvo-osa asettuu hyvin kasvoille ja ei kuulu vuotoa.
7. Tarkista yhdessä parisi kanssa kasvo-osan kiinnitys ja pään alueen suojaus.

Katso video:

Taitokoe 1



Katso video:

Käsivalaisin ja paloköysipussi



rasituksen kasvaessa ja samalla hengityksen tiheydessä vaarana on, että käyttäjä alkaa puuskuttaa. Tällöin hengityskaasut eivät ehdi vaihtua riittävästi kasvo-osassa ja vaarana on, että sisäänhengitysilman hiilidioksidi-pitoisuus kasvaa. Tällöin tulee pysähtyä ja rauhoittaa hengitystä keskittymällä hengittämään pitkin rauhallisin hengitysliikkein sisään ja ulos.

Kuvassa 36 näkyy, miten ilma virtaa hengitysenttiilistä kasvo-osaan kasvo-osan visiiriä pitkin. Tämä pitää kasvo-osan visiirin huurtumattomana ja näkyvyys pysyy hyvänä. Sisäkasvo-osassa olevien suuntaventtiilien kautta ilma tulee lopulta käyttäjän hengitettäväksi.

Paineilmahengityslaitteen käytön aikana säiliön ilmamäärää tulee tarkkailla säiliöpainemittarista. Paineilmahengityslaitteen käytön lopettaminen tulee tehdä riittävän kaukana savusta turvallisella alueella, jossa ei tarvita hengityksen suojausta. Ennen käytön lopettamista tulee odottaa hetki, että höyryt poistuvat varusteista.

2.3.5 Hengitysilman riittävyys

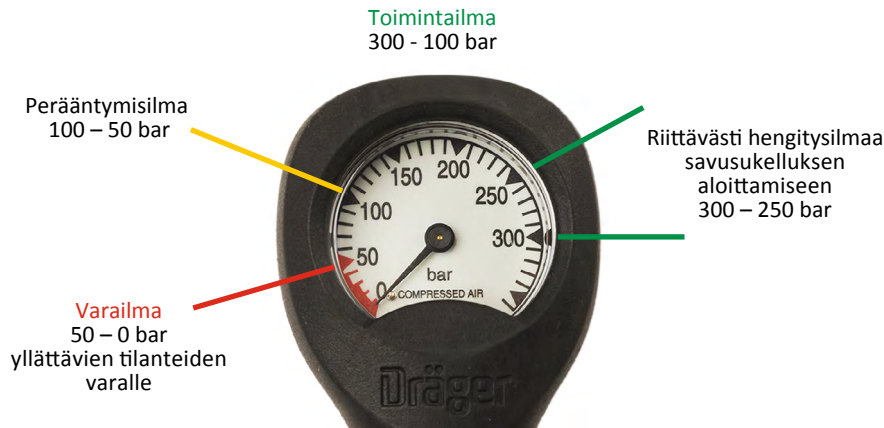
Savusukeltajan käytössä oleva hengitysilma jaetaan eri käyttötarkoitusten mukaan seuraavasti:

1. toimintailma 2/3 säiliöilmasta (300-100 bar)
2. peräntymisilma 1/6 säiliöilmasta (100-50 bar)
3. varailma 1/6 säiliöilmasta (50-0 bar).

Kuvassa 37 paineilmasäiliössä oleva hengitysilma on jaettu eri käyttötarkoituksiin painemittarin

Tärkeää

- Paineilmahengityslaitte tulee tarkastaa aina ennen käyttöä
 - silmämääräisesti
 - ilmamäärän
 - tiiveyden
 - varailmahälyttimen toiminnan osalta.
- Paineilmahengityslaitteessa hengitysilma on joko säiliö-, toisio- tai hengityspaineessa.



Kuva 37. Hengitysilman käyttötarkoitus ilmamäärän perusteella (käytössä 6 litran paineilmasäiliö).

asteikon perusteella. Huomioitavaa on, että yksin säiliön paine ei vielä kerro ilmamäärästä mitään, vaan säiliön tilavuusoletuksena tässä on Pelastusopistossa käytettävä terässäiliö 6 litraa. **Toimintailma** on varsinaisen sammutus- ja pelastustehävän suorittamiseen käytössä oleva ilmamäärä. Perääntymisilma on tarkoitettu kohteesta poistumiseen. **Savusukelluspari poistuu kohteesta aina pareittain.** Jos toisen savusukeltajan ilmamäärä laskee alle 100 baariin, tällöin molemmat aloittavat **perääntymisen** kohteesta. Selkeissä olosuhteissa ja paluureitin ollessa lyhyt perääntyminen voidaan aloittaa vähemmälläkin ilmamäärällä, mutta kuitenkin ennen kuin varoitin hälyttää. Toiminta- ja perääntymisilma muodostavat yhdessä työskentelyilmamäärän. **Varailma on yllättävien tilanteiden ja onnettomuuksien varalle tarkoitettua ilmaa.** Savusukeltajien on muistettava tarkkailla hengitysilman riittävyyttä säiliöpainemittarista sukelluksen aikana.

Kaasut käyttäytyvät kaasujen yleisen tilanyhtälön ($p \times V / T = \text{vakio}$, missä p = paine, V = tilavuus ja T = lämpötila) mukaisesti. Huomioitavaa kuitenkin on, että laskukaava perustuu ideaalikaasuun, ja kaava pitääkin parhaiten paikkansa huonelämpötilassa ja -paineessa olevalle kaasulle. Ilmankulutuksen määrittämiseksi **riittävä tarkkuus** saavutetaan käyttämällä Boylen lakia ($p \times V = \text{vakio}$, missä p = paine ja V = tilavuus), jolloin lämpötilan vaihteluja ei huomioida.

Kuitenkin esimerkiksi paineilmasäiliön täytön yhteydessä säiliö lämpenee ja paine samalla nousee. Säiliön jäähtyessä painekin laskee, joten ”täyteen” täytetty säiliö onkin hiukan vajaa. (Lehto & Luoma 1995, 42.)

$$p_1 \times V_1 = p_2 \times V_2 \rightarrow V_2 = p_1 \times V_1 / p_2$$

Paineilmasäiliössä käytettävissä oleva hengitysilman määrä (V_2) lasketaan säiliöpaine p_1 (bar) x säiliön tilavuus V_1 (l) / normaali ilmanpaine p_2 (bar). Normaali-ilmanpaineen vakio-arvo on 1,013 bar. Laskujen käytännöllinen tarkkuus huomioon ottaen normaali-ilmanpaineen huomioon ottaminen laskuissa ei ole järkevää. **Säiliön sisältämä hengitysilman määrä saadaan helposti lasketuksi säiliöpaine x tilavuus (l).** (Lehto & Luoma 1995, 42.)

Tärkeää

- Säiliöilma jaetaan: 1) toiminta-, 2) perääntymis- ja 3) varailmaan.
- Säiliön ilmamäärä lasketaan Boylen lain mukaisesti kaavalla: $V_2 = p_1 \times V_1$.
- Ilmankulutus lasketaan kaavalla: (lähtöpaine - tulopaine) x säiliötilavuus / sukellusaika.

Laskuesimerkkejä

Esimerkki 1.

Säiliöpaine = 300 bar, säiliön tilavuus = 6 l

Kokonaisilmamäärän laskeminen: $300 \times 6 \text{ l} = 1800 \text{ l}$

Varailma: varailman raja-arvo $\times$ säiliön tilavuus
 $50 \times 6 \text{ l} = 300 \text{ l}$

Työskentelyilmamäärä: kokonaisilmamäärä -
varailma $1800 \text{ l} - 300 \text{ l} = 1500 \text{ l}$

**Ilmankulutus: käytetty ilmamäärä (l)/käytetty
aika (min)**

Esimerkki 2.

Lähtöpaine 290 bar, tulopaine 120 bar ja
savusukellukseen käytetty aika 14 min

$290 \text{ bar} - 120 \text{ bar} = 170 \text{ bar}$, $170 \times 6 \text{ l} = 1020 \text{ l}$

$1020 \text{ l} / 14 \text{ min} \approx 73 \text{ l/min}$

Toiminta-ajan laskeminen, kun tiedetään ilman-
kulutus: ilmamäärä (l) / ilmankulutus (l/min)

Kokonaistoiminta - aika: $1800 \text{ l} / 73 \text{ l/min} \approx 25 \text{ min}$

Työskentelyaika (sisältää varsinaisen toiminnan ja
perääntymisen): $1500 \text{ l} / 73 \text{ l/min} \approx 20,5 \text{ min}$

2.3.6 Paineilmahengityslaitteen viat ja käyttöön liittyvät vaaratilanteet

**Tekninen vika, että käyttäjä ei saisi hengitysil-
maa, on hyvin epätodennäköinen, mutta mah-
dollinen.**

Yleisimmät viat ovat **vuotovikoja**, jotka joh-
tuvavat käytönjälkeisen huollon laiminlyönnestä.
Vuoto ilmenee yleensä heti, kun paineilmahengi-
tyslaite otetaan käyttöön. Silloin käyttäjä ei ole
vielä siirtynyt vaaralliselle alueelle. Hengitysvent-
tiilissä tai kasvo-osassa oleva lika tai kosteus voi
aiheuttaa vuotoa tai hetkellistä toimimattomuut-
ta. Paineilmahengityslaitetta on käsiteltävä va-
roen ja huollettava se käytön jälkeen käyttöohjei-
den mukaisesti. Pneumatiikan liitokset, letkut ja
hengitysventtiilin sisäpuoli on suojattava kosteu-
delta ja epäpuhtauksilta. Esimerkiksi uloshengi-
tysventtiiliin (kuva 38) ja hengitysventtiiliin jouset
ovat herkkiä osia, joita on käsiteltävä varovasti.

Jousien vaurioitumiset vaikuttavat turvapaine-
seen ja hengitysventtiiliin toimintaan.

Mikäli **säiliön vaihdossa paineenalentajan
ja säiliön välinen liitos jää löysälle** tai O-rengas
puuttuu kokonaan paineenalentajasta (kuva 39),
venttiilin avaamisen jälkeen liitoksen välistä tai
säiliöventtiilissä olevasta pienestä purkuaukosta
(kuva 40) vuotaa korkeapaineinen ilma voimak-
kaalla äänellä. Säiliön vaihdossa on tarkastettava
liitospintojen puhtaus ja paineenalentajassa ole-
van O-renkaan kunto.

Mikäli **hengitysventtiili puhalttaa jatkuvas-
ti**, se ei saavuta turvapainetta kasvo-osassa. Kas-
vo-osa vuotaa tällöin jostain. Yleensä se ei ole
tiiviisti kasvoilla, jolloin ylipaine vuotaa ulos kas-
vo-osan ja kasvojen välistä. Vuodon pystyy toteaa-
maan pidättämällä hetken hengitystä. Kasvo-osa
tulee asettaa tällöin paremmin kasvoille tai pukea
kokonaan uudestaan.

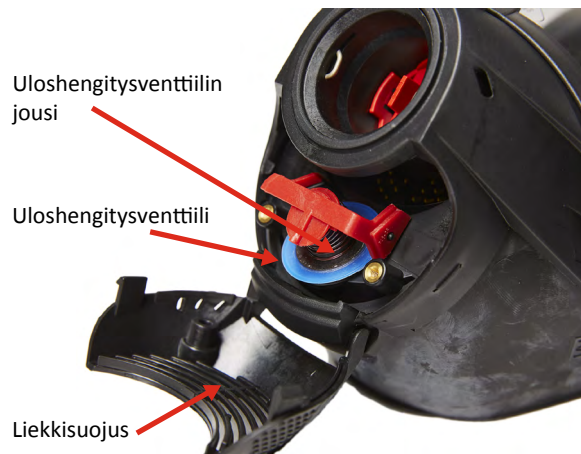
Mikäli **hengitysventtiili jää jumiin tai taker-
telee**, se on todennäköisesti likainen. Hengitys-
venttiili tulee toimittaa hengityssuojainhuoltajalle
puhdistettavaksi ja huollettavaksi.

Mikäli **kylmissä < 0 °C olosuhteissa** paineilma-
hengityslaitetta käytetään useaan kertaan, paineil-
mahengityslaite tulee säilyttää lämpimässä esimer-
kiksi sammutusautossa jäätymisen estämiseksi.
Käytön aikana esimerkiksi uloshengitysventtiiliin
joutunut kosteus jäätää kylmässä uloshengitty-
venttiiliin herkästi kiinni.

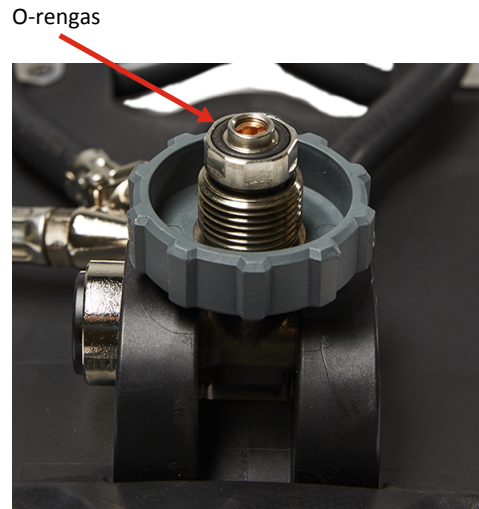
**Paineilmahengityslaitteeseen liittyvät vaa-
ratilanteet johtuvat suurella todennäköisyydel-
lä käyttäjästä.** Kasvo-osan pikakiinnikkeen tai
hengitysventtiilin irtoaminen voidaan estää, kun
se kiinnitetään huolellisesti. Parin tulee aina tar-
kastaa kiinnitys.

Mikäli **hengitysventtiili irtoaa kasvo-osasta**,
se ei ole ollut kunnolla kiinni. Hengitysventtiiliin
kiinnitys kasvo-osaan on varmistettava käyttöoh-
jeiden mukaisesti.

Mikäli **kasvo-osan visiiriin** tulee kesken käy-
tön värimuutoksia, säröilyä, pullistumia, halkea-
mia tai muita vaurioita, visiiriin ei saa koskea
(kuva 41). Savusukellus tulee keskeyttää ja pa-
lata turvalliseen ympäristöön välittömästi. Tur-
vapaine pyrkii pitämään kasvo-osan ”puhtaana”



Kuva 38. Kasvo-osan uloshengitysenttiili.



Kuva 39. Paineilmasäiliön liitoskohta paineilmahengityslaitteessa.

ympäristöstä turvapaineen avulla, vaikka visiirisä olisi reikä.

Mikäli **ilman tulo äkillisesti loppuu kesken sukelluksen**, säiliöventtiili on voinut päästä kiertymään kiinni. Useita vaaratilanneilmoituksia on kirjattu säiliöventtiilin kiinni kiertymisestä kesken sukelluksen. Drägerin, Interspiren, MSA Auerin ja 3M Scottin käyttöohjeiden mukaan säiliöventtiili tuleekin avata aina täysin auki. Osassa paineilmasäiliöitä säiliöventtiilin kiinni kiertäminen on esitetty erilaisin rakenne ratkaisuin.

Mikäli **pikakiinnitteinen kasvo-osa irtoaa kokonaan tai osittain**, todennäköisesti pikakiinnike ei ole ollut oikein kiinnitetty. Katso kuvat 43 ja 44. Kasvo-osa tulee asettaa saman tien takaisin kasvoille ja kiinnittää pikakiinnitys uudestaan. Parin tulee auttaa tarvittaessa kasvo-osan kiinnittämisessä ja tarkastaa kiinnitys. Pikakiinnike voi myös rikkoutua. Tällöin kasvo-osa on tuettava käsin kasvoille, keskeytettävä sukellus ja siirryttävä turvalliseen ympäristöön välittömästi.



Kuva 40. Paineilmasäiliön venttiilin paineen purkaukko.



Kuva 41. Kasvo-osan vaurioitunut visiiri.



Kuva 42. Käsimerkki ”En saa ilmaa!”.



Kuva 43. Pikakiinnitys oikein.



Kuva 44. Pikakiinnitys väärin.



Mitä, jos ilman tulo paineilmahengityslaitteesta äkillisesti loppuu?

- Toimi rauhallisesti.
- Pystyt olemaan hengittämättä helposti puoli minuuttia.
- Keskeytä toiminta.
- Ilmoita parillisesi kovalla äänellä ja kuvan 42 mukaisella käsimerkillä, että et saa ilmaa.
- Tarkasta ilmamäärä painemittarista.
- Kokeile, että säiliöventtiili on auki.

Mitä jos ilmaa ei tule, vaikka säiliöventtiili on auki?

- Paineilmahengityslaitteen paineilmasäiliö on tyhjä tai laitteessa on vikaa.
- Poistu tilasta, jos voit tehdä sen muuttamalla sekunneissa.
- Ilmoita parillisesi kovalla äänellä ja kuvan 42 mukaisella käsimerkillä, että et saa ilmaa.
- Liitä yhdessä parisi kanssa hengitysenttiili toisiopaineletku parisi lisäilmansyöttöliittimeen.
- Keskeytä tehtävä, ilmoita asiasta ja poistu tilasta yhdessä parisi kanssa.

Katso video:

Savusukeltajan käsimerkit



Katso video:

Paineilmahengityslaitteen toimintahäiriö



Tärkeää

- Paineilmahengityslaitteen käytössä ilmevä vaaratilanne johtuu todennäköisesti käyttäjän virheestä, laiminlyönnistä tai huolimattomuudesta.
- Paineilmahengityslaitetta tulee käsitellä varoen ja huoltaa se käyttöohjeiden mukaisesti.
- Kasvo-osa ja hengitysventtiili ovat paineilmahengityslaitteen antaman hengityksen suojausten kriittisimmät osat.
- Pikakiinnitteisen kasvo-osan asentamisen jälkeen parin tulee aina tarkastaa kiinnitys ja pään alueen suojaus.

2.3.7 Paineilmahengityslaitteen käytönjälkeinen huolto

Paineilmahengityslaitte tulee huoltaa jokaisen käytön jälkeen. **Huollot tulee tehdä valmistajan ja maahantuojan antamien käyttöohjeiden mukaisesti.** Käyttöohjeissa on määritelty puhdistusaineet, puhdistustavat sekä pesu- ja kuivauslämpötilat. Huoltojen merkitys altistumisen vähentämisessä on suuri. Huolloissa tulee käyttää suojaimia tilanteen mukaan. Suojainten käyttöön ja valintaan vaikuttaa, mikä huoltotapahtuma on kyseessä ja mille aineille paineilmahengityslaitte on altistunut. Esimerkiksi paineilmasäiliöitä käsiteltäessä tulee aina suojautua turvajalkineilla. Muita tarvittavia suojaimia ovat roiskeveden kestävä pesuesiliina, kumiset suojakäsineet, kuulosuojaimet, suojalasit ja hengityksensuojain.

Perinteisen käsinpesun lisäksi erilaiset **koneelliset pesurit** ovat yleistyneet. Paineilmahengityslaitteille on olemassa omia pesukoneita, ja niitä voi pestä pyykinpesukoneessa. Kuvassa 45 on paineilmahengityslaitteen pesuun tarkoitettu pesukone. Kyseisessä koneessa tulee muistaa paineistaa paineilmahengityslaitte ennen koneeseen laittoa. Pyykinpesukoneessa tulee olla paineilmahengityslaitteiden pesuun tarkoitettu pesuohjelma, oikeanlainen pesuaine ja mahdolliset pesupussit.

**Paineilmasäiliöt täytetään hyväksytyllä täyttöpai-
kalla.** Täyttöpai-
kalla on oltava vastuuhenkilö, joka huolehtii täyttöpai-
kan turvallisuudesta ja
täyttäjien pätevyydestä. Hengitysilman täyttöpai-
kan tarkastaa ulkopuolinen tarkastuslaitos kuuden
vuoden välein. Hengitysilmakompressorin tuot-
taman ilman laatua on mitattava säännöllisesti,
esimerkiksi kaksi kertaa vuodessa. Täyttäjien on
kirjattava paineilmasäiliöiden täytöt ylös. Kirjan-
pitoon merkitään täyttöpäiväys, täyttäjän tunnus,
täyttöpaine ja säiliön tunnistetiedot esimerkik-
si säiliön omistaja, numero, tilavuus ja viimeisen
määräaikaistarkastuksen vuosiluku. (Tukes 2014.)

Yleisohjeena huoltoihin voidaan todeta, että **veden pääsy paineilmahengityslaitteen pneuma-
tiikkaosiin tulee estää.** Huoltojen jälkeen paineil-
mahengityslaitteelle tulee tehdä toimintatarkas-
tus ja muut valmistajan edellyttämät testaukset.
Esimerkiksi Drägerin kasvo-osan ja hengitys-
venttiilin toimintakunto tulee testata erillisellä
testilaitteella (kuva 46) aina, jos niitä on ositettu
huoltojen yhteydessä.

Katso video:

Paineilmahengitys-
laitteen pesu käsin



Katso video:

Paineilmasäiliön pesu



Katso video:

Paineilmasäiliön irro-
tus paineilmahengitys-
laitteesta



Katso video:

Paineilmasäiliön täyt-
täminen korkeapaine-
kompressorilla





Kuva 45. Paineilmahengityslaitteen pesu koneella.



Kuva 46. Kasvo-osan testaus.

Tärkeää

- Huolla paineilmahengityslaitte valmistajan ja maahantuojaan antamien käyttöohjeiden mukaisesti.
- Käytä huolloissa tarvittavia suojaimia.

3

Savusukeltamisen vaarallisuus ja sen huomioiminen

3.1 Savusukelluksen vaarojen selvittäminen ja arvioiminen

Savusukeltaminen voidaan jakaa hälytys- ja harjoitussukelluksiin. Harjoitussukelluksissa vaarat ovat pääasiassa ennalta tunnistettavissa. Harjoiteltaessa esimerkiksi polttamalla hävitettävän rakennuksen yhteydessä tuli voi kuitenkin aiheuttaa ennalta arvaamattomia vaaratilanteita. Hälytyksillä tapahtuvissa sukelluksissa kaikkia vaaroja ei pystytä ennakoon tunnistamaan. Tämä tekee savusukeltamisesta korkeariskistä erityistä tapaturman tai sairastumisen vaaraa aiheuttavaa työtä.

Työturvallisuuskeskuksen laatimassa **Riskien arviointi työpaikalla-työkirjassa 2015** työn vaarat luokitellaan seuraaviin luokkiin:

1. Hallintajärjestelmät ja toimintatavat
2. Fysikaaliset vaaratekijät
3. Tapaturman vaarat
4. Fyysinen kuormittuminen
5. Kemiaaliset ja biologiset vaaratekijät
6. Psykososiaaliset kuormitustekijät.

Liitteessä 1 ”Vaarojen selvittäminen ja arvioiminen” on tarkemmin kerrottu vaarojen arvioimisesta.

Hallintajärjestelmät ja toimintatavat eivät ole varsinaisia vaaratekijöitä, vaan asioita, joiden avulla hallitaan riskejä. Savusukelluksen riskiä pyritään vähentämään työturvallisuuden vaikuttavien säädösten avulla. Näistä keskeisin on

pelastussukellusohje 2007. Tärkeä asia on työpaikan (pelastuslaitoksen / palokunnan / muun työyhteisön) **turvallisuuskulttuuri**, miten turvallisuuteen kiinnitetään huomioita, esimerkiksi puuttamalla turvattomaan toimintaan ja liiallisten riskien ottoon. **Työsuojelun toimintaohjelman** laadinta on työpaikalla lakisääteinen velvollisuus. Toimintaohjelman tulee kattaa työpaikan työolojen kehittämistarpeet ja työympäristöön liittyvien tekijöiden vaikutukset. Työnantajan on järjestettävä **työterveyshuolto** henkilöstölleen (Työterveyshuoltolaki 1383/2001). Työnantajan tulee antaa **työntekijälle riittävä perehdytys ja opastus työhön**, työssä käytettäviin henkilösuojaimiin ja välineisiin sekä kerrottava työn haitta- ja vaaratekijöistä (Työturvallisuuslaki 2002, 14 §). Työtä suunniteltaessa tulee huomioida myös **poikkeavat ja häiriötilanteet**. **Henkilösuojainten** tulee olla sopivia ja asianmukaisesti tarkastettuja sekä huollettuja. Savusukeltajille tapahtuvien **onnettomuuksien** varalta on huolehdittava riittävästä ensiapu- ja sairaankuljetusvalmiudesta. (Pelastussukellusohje 2007; Työturvallisuuslaki 2002; Työterveyshuoltolaki 2001.)

Savusukelluskohteessa esiintyy suuri määrä erilaisia **fysikaalisia vaaratekijöitä**. Fysikaaliset vaaratekijät tarkoittavat työssä esiintyviä eri energiamuotojen aiheuttamia vaaratekijöitä. Tavanomaisessa työssä kiinnitetään huomioita esimerkiksi työpaikan lämpötilaan, valaistukseen, ilmanvaihtoon ja meluisuuteen.



Kuva 47. Savusukeltajan työympäristö on kuuma.

Savusukelluksessa esiintyviä fysikaalisia vaaratekijöitä:

- **työskentelylämpötila (kuva 47).** (Huonepaloissa lämpötilat voivat nousta yli 1000°C:een.)
- pistoliekki, palokaasuräjähdykset, savupatjan leimahtaminen ja lieskahdus
- huono näkyvyys
- kuumat pinnat
- sulan materiaalin tippuminen
- kuumentuneiden kaasusäiliöiden räjähdysvaara.

Tapaturman vaaroihin sisältyy äkillinen ja hallitsematon energian lähde: liikkuva esine, hallitsematon liike tai energia.

Savusukeltajaa uhkaavat työssä monet tapaturmat:

- hapen puute, kuumat ja myrkylliset palokaasut
- liukastuminen selvityksiä tehdessä, kompastuminen rappusissa tai lattialla oleviin esineisiin
- putoaminen kerroksesta, katolta, tasanteelta, siiloon jne.
- lukittuun tilaan loukkuun jääminen
- eksyminen savun seassa

- sähköisku palon vaurioittamista sähköjohdoista, sähkölaitteista, muuntajista jne.
- esineiden putoaminen tai kaatuminen savusukeltajan päälle
- esineiden sinkoutuminen savusukeltajan päälle palokaasuräjähdyksessä
- rakenteiden alle jääminen rakenteiden sortuessa
- esineiden väliin puristuminen, liikkuvaan esineeseen takertuminen tai sen aiheuttama isku
- terävien esineiden aiheuttamat viilto-, leikkautumis- ja pistovaarat
- pelastettavien ihmisten ja eläinten arvaamaton tai väkivaltainen käyttäytyminen.

Savusukeltajan työ on fyysisesti kuormittavaa.

Savusukellustyö asettaa erityisiä vaatimuksia hengitys- ja verenkiertoelimistölle. ”Tutkimuksissa simuloitujen savusukellustehtävien keskimääräiset hapenkulutusarvot ovat olleet 2,4–3,7 l/min ja 31–44 ml/kg/min. Suuri biomekaaninen kuormitus liittyy nostamiseen, kantamiseen ja siirtämiseen, erityisesti mikäli liikkeet tapahtuvat nopeasti, ääriarvoissa tai huonoissa olosuhteissa.” (Vuokko ym. 2020, 28.)

Savusukeltajan fyysistä kuormittumista aiheuttavat

- painavat suojavarusteet ja työvälineet
- kuuma ympäristö
- savusukeltajan työasennot
- paineellisen työjohtoon vetäminen, veden suihkuttaminen ja rekyylin vastaanottaminen
- tajuttoman velton ihmisen pelastaminen ja siirtäminen
- savusukelluksen keskeyttämisen vaikeus
- rakenteiden raivaus käsityökaluilla ja muilla työkaluilla.

Savusukeltajan suojavarustus huonontaa dynaamista lihastyötä, heikentää maksimaalista kävelynopeutta ja lyhentää työskentelyaikaa jo neutraaleissa lämpöoloissa keskimäärin 25 % sekä lisää hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormitusta 20 %. Verenkiertoelimistöä kuormittaa eniten paineilmahengityslaitteiden käyttö; se lisää paitsi verenkiertoelimistön, myös liikuntaelinten kuormitusta. Selässä oleva paineilmahengityslaitte ja näkökenttää heikentävä kasvo-osa vaikeuttavat lisäksi savusukeltajan tasapainon säätelyä. (Vuokko ym. 2020.)

Savusukeltaja **altistuu kemiallisille ja biologisille vaaratekijöille:**¹

Palopaikalla esiintyy **kemiallisia vaaratekijöitä**, jotka esiintyvät hiukkasina, kaasuna, höyryinä ja aerosoleina. Syntyvien kemiallisten aineiden myrkyllisyyteen vaikuttavat ensisijaisesti palavat materiaalit, palon käytettävissä oleva happipitoisuus ja palamislämpötila (LeMasters ym., 2006; IARC, 2010).

- Kemialliset aineet vaikuttavat palomiehen terveyteen monilla eri tavoin. Palokaasuissa on hapenkuljetuksen estäjiä ja ärsyttäviä aineita, jotka aiheuttavat välittömiä oireita, mutta osa aineista aiheuttaa myös pitkäaikaisvaikutuksia. Osa näistä on lisäksi todettu syöpävaaraa aiheuttaviksi. Savun muodostavat haitalliset pienhiukkaset puolestaan voivat vaikuttaa sydämen ja verenkiertoelimistön toimintaan (IARC, 2010).

1 Kappaleen "Savusukeltaja altistuu kemiallisille ja biologisille vaaratekijöille" on kirjoittanut Juha Laitinen (FT, dos., tutkija, Pelastusopisto).

- Kemiallisilla aineilla voi olla haitallisia yhteisvaikutuksia (LeMasters ym., 2006).
- Palopaikalla esiintyy myös **biologisia haitatekijöitä**, jotka ovat biologista alkuperää olevia eliöitä, kuten bakteereja, sieniä (hiiva- ja home-sieniä), viruksia, loisia ja prioneita sekä näiden vapauttamia muita biologisesti aktiivisia aineita (Laitinen, 2020).
- Lähteitä näille voivat olla mikrobivaurioituneet rakennusmateriaalit, rikkoutuneet viemärit, teollisuuslaitosten prosessit, tartuntavaaralliset materiaalit ja pandemiat.



Miten savusukellukseen liittyviä riskejä hallitaan?

- Säädösten (esim. Pelastussukellusohje 2007, työturvallisuuslaki jne.) ja ohjeiden (esim. työpaikan turvaohjeet) avulla.
 - Työn aloittamiseen vaaditaan neljä savusukeltajaa.
 - Työssä on järjestettävä valvonta ja suojajapari.
 - Työssä savusukeltajille tulee olla viestiyhteys keskenään, ryhmänjohtajaan ja konemieheen.
 - Työn saa aloittaa, kun hengitysilmaa on vähintään 1500 litraa.
 - Savusukellustyötä saa tehdä vain siihen tarkoitetuilla varusteilla ja välineillä.
- Savusukellustyötä saa tehdä vain siihen pätevä ja henkilökohtaisten edellytystensä puolesta työhön soveltuva työntekijä:
 - perus- ja täydennyskoulutus, harjoitukset
 - säännölliset terveystarkastukset ja toimintakuntotestaukset (FireFit)
 - fyysisen toimintakunnon ylläpitäminen (työpaikkaliikunta).
- Työntekijällä täytyy olla käytettävissä savusukellukseen tarkoitetut henkilösuojaimet ja ne täytyy olla tarkastettuja ja huollettuja.
 - Esimerkiksi paineilmahengityslaitte tulee olla tarkastettu ja huollettu.
- Savusukellustyö pitää olla selkeää ja organisoitua toimintaa.
 - Savusukeltamisen aloittamisesta pitää tehdä selkeä päätös.



Onko savusukelluksessa tapahtunut kuolemaan tai vakavaan loukkaantumiseen johtaneita onnettomuuksia Suomessa?

- **Laitilassa 1981 savusukeltaja kuoli.** Hän oli sukeltanut yksin, hylännyt letkun ja eksynyt. Kuolinsyynä oli tukehtuminen ilman loppuessa. Tällöin ei ollut valtakunnallista ohjetta savusukellukseen.
- **Helsingissä 1987 savusukeltaja kuoli.** Savusukeltaja poistui paniikinomaisesti kesken sukelluksen, eksyi ja riisui kasvo-osansa. Kuolinsyynä oli syanidi- ja häämyrkytys.
- **Järvenpäässä 1988 savusukeltaja kuoli ja toinen loukkaantui vakavasti.** Savusukelluspari sukelsi ilman työjohtoa ja puutteellisessa varustuksessa. Palon voimistuessa pari meni paniikkiin, eksyi, toinen kuoli kuumuuden ja shokkireaktion aiheuttamaan sydänpysähdykseen, toinen sai pahoja palovammoja.
- **Kuusankoskella 1993 savusukeltaja kuoli ja toinen loukkaantui vakavasti.** Savusukelluspari pakeni voimakasta paloa hakekuljettimen työtasolle umpiperään ja joutui pudotautumaan alas noin 25 metrin korkeudesta. Parilla ei ollut hätäpoistumisvälineitä.
- **Eurassa 1999 savusukeltaja kuoli jäätyään jumiin paineilmahengityslaitteesta kierreportaiden kaidepinnojen väliin.** Tilanteessa kaikki savusukeltajat sukelsivat samanaikaisesti, jolloin ei ollut suojaparia eikä ilmaa savusukeltajan pelastamiseksi.
- **Järvenpäässä 2006 savusukeltaja loukkaantui vakavasti palavan rakennuksen kattotyöskentelyssä.** Katteena oli sementtikuitulevy, joka murtui, ja savusukeltaja putosi osittain katon läpi.
- **Oulu-Koillismaalla 2008 kuumakouluttaja loukkaantui vakavasti poltettavassa talossa savusukellusharjoituksen yhteydessä.** Kouluttaja oli ollut sytyttämässä huonepaloa bensa ja polttoöljyn sekoituksella. Bensa syttyi leimahtaen palamaan aiheuttaen tilaan rajun kuumuuden. Kouluttaja pääsi pelastautumaan tilanteesta hätäpoistumalla levytetyn ikkunan läpi. Kouluttajan kerros-pukeutuminen pelasti hänen henkensä.

(Huttu 2010)

”Psykososiaalisilla kuormitustekijöillä tarkoitetaan työn sisältöön, työn organisointiin ja järjestylihin sekä työyhteisön sosiaaliseen toimivuuteen liittyviä tekijöitä, jotka voivat aiheuttaa työntekijälle haitallista kuormitusta. Psykososiaaliset kuormitustekijät voivat puutteellisesti hallittuna, pitkään jatkuessaan tai epäsuotuisissa olosuhteissa aiheuttaa terveydellistä vaaraa työntekijälle sekä edesauttaa muista vaaratekijöistä johtuvia haittoja. Psykososiaalinen kuormitus on osa työn aiheuttamaa kokonaiskuormitusta ja se kuuluu olennaisena osana kattavaan riskien arviointiin.” (Riskien arviointi työpaikalla 2015.)

Savusukeltajaan kohdistuu runsaasti **psykososiaalisia kuormitustekijöitä**:

- tiedon puute
- työtehtäviin sisältyvä vastuu työparista, pelastettavista
- hädässä olevien ihmisten tunnereaktioiden kohdistuminen savusukeltajiin
- työskentelyolosuhteiden aiheuttamat savusukeltajan tunnereaktiot
- tulipalon asettama kiire
- savusukellustyön alkaminen yllättäen milloin tahansa
- työyhteisön toimivuus: esimiehen ja alaisten välinen vuorovaikutus, syrjintä, häirintä ja asian kohtelu.

Tärkeää

- Savusukellus on erityistä vaaraa aiheuttavaa työtä, jossa on tapaturman tai sairastumisen vaara.
- Savusukellustyön vaarat luokitellaan seuraavasti
 - fyysiset vaaratekijät
 - tapaturman vaarat
 - fyysinen kuormittuminen
 - kemialliset ja biologiset vaaratekijät
 - psykososiaaliset kuormitustekijät.

3.2 Kemialliset altisteet²

Palopaikalla esiintyy lukemattomia kemiallisia yhdisteitä, jotka esiintyvät eri olomuodoissa: hiukkasina, kaasuna, höyryinä ja aerosoleina. Syntyvien kemiallisten aineiden myrkyllisyyteen vaikuttavat ensisijaisesti palavat materiaalit, palon käytettävissä oleva happipitoisuus ja palamislämpötila (LeMasters ym., 2006; IARC, 2010).

Palamisessa syntyy kemiallisia aineita, jotka vaikuttavat palomiehen terveyteen monilla eri tavoin. Palokaasuissa on hapenkuljetuksen estäjiä, kuten hiilimonoksidia, syaanivetyä ja rikkivetyä, jotka vaikeuttavat solujen hapensaantia (Savolainen ja Kirchner, 1998; Reinhardt and Ottmar, 2004; Varone ym., 2006). Ärsyttäviä aineita, kuten formaldehydiä, typen ja rikin oksideja sekä kloori- ja fluorivetyhappoa, jotka aiheuttavat tulehdustilan palomiehen keuhkoihin alentaen samalla niiden vastustuskykyä (Bolstad-Johnson ym., 2000; Posniak, 2000; Swiston ym., 2008; Laitinen ym., 2015). Edellä mainitut kemialliset aineet aiheuttavat välittömiä oireita, mutta osa altisteista aiheuttaa myös pitkäaikaisvaikutuksia. Näitä kemiallisia aineita ovat esimerkiksi bentseeni, polysykliset aromaattiset hiilivedyt, asbesti, perfluoratut ja -klooratut yhdisteet (Edelman ym., 2003; Laitinen ym., 2014; Laitinen ym., 2019). Osa pitkäaikaisia vaikutuksia aiheuttavista aineista on herkistäviä, syöpävaaraa aiheuttavia sekä perimälle ja keskushermostolle myrkyllisiä. Lisäksi savu koostuu pienhiukkasista, jotka pysyvät etenemään keuhkoissa aina keuhkorakkulatasolle asti aiheuttaen mahdollisia muutoksia verenkiertoelimistössä ja sydämessä (IARC, 2010). Lisäksi kemiallisilla aineilla voi olla haitallisia yhteisvaikutuksia samaan kohde-elimeen, jotka voivat olla yhteenlaskettavia eli additiivisia tai jopa toisiaan vahvistavia eli synergisiä (LeMasters ym., 2006; IARC, 2010; Laitinen ym., 2012).

2 Luvun 3.2 Kemialliset altisteet on kirjoittanut Juha Laitinen (FT, dos., tutkija, Pelastusopisto).

3.2.1 Kemiallinen altistuminen ja sen vähentäminen

Kemiallista altistumista tapahtuu hengitysteiden, ihon ja ruuansulatuskanavan kautta (Fent ym., 2013; Fent ym., 2014; Laitinen ym., 2016). Pelastushenkilöstön kokonaisaltistumiseen eniten vaikuttavia työvaiheita operatiivisessa työssä ovat savusukellus, jälkiraivaus ja kaluston huolto (Laitinen ym., 2016). Altistumista voi tapahtua myös savusukellusharjoituksissa (Laitinen ym., 2010).

Hengitysteiden kautta tulevaa altistumista voidaan parhaiten vähentää suosimalla sammuttamista ulkoapäin savusukelluksen sijasta. Mikäli savusukellus on ainoa mahdollisuus, on huolehdittava siitä, että savusukellusvarusteet ovat moitteettomassa kunnossa kasvo-osan tiiviystestausta myöten. Savuisissa olosuhteissa työskentelyä ilman hengityksensuojaimia on vältettävä (De Vos ym., 2006). **Mikäli paineilmahengityslaitetta ei käytetä jälkiraivauksessa, on se korvattava puhallinavusteisella hengityksensuojaimella, joka on varustettu A2B2E2K2-P3 -yhdistelmäsuodattimella.** Lämpökuormitusta vähentävien savusukellustaukojen aikana on palotakki riisuttava ja se on siirrettävä toiseen tilaan taukopaikasta, jotta takista vapautuvat palohöyryt eivät joutuisi palomiehen hengitysvyöhykkeelle. Savusukelluksen päätyttyä riisutaan palotakki ja -housut, palokäsineet, kypärä, väli- ja alusasut jo palopaikalla ja paketoidaan ne omiin itsesulaviin pesusakkeihin ja kuljetetaan ne paloasemalle, erillään miehistönkuljetustilasta (Laitinen ym., 2010; Swedish Civil

Tärkeää

- Palomies altistuu useille eri olomuodoissa esiintyville myrkyllisille kemiallisille aineille samanaikaisesti, joilla voi olla samaan kohde-elimeen vaikuttavia toisiaan lisääviä tai vahvistavia yhteisvaikutuksia.
- Kemialliset aineet vaikeuttavat hapenkuljetusta, ärsyttävät keuhkoja, aiheuttavat syöpää ja vaikuttavat verenkiertoelimistöön sekä sydämeen.

Contingencies Agency, 2015; Laitinen ym., 2016). Paloasemalla hyvin suojautunut kalustonhuoltaja laittaa varusteet itsesulavissa pusseissa suoraan pesukoneeseen. Tärkeää on pestä palohousut ja -takit erikseen eikä yhdessä puhtaampien alusasujen kanssa, jotta vältetään ristiin likaantuminen (Instituut Fysieke Veiligheid, 2018). Jos epäillään varusteiden likaantuneen esimerkiksi asbestikuiduilla, tulee niiden pesuun käyttää siihen erikoistunutta pesulaa (Laitinen ym., 2019).

Savusukellusharjoituksissa altistumista **voidaan vähentää moderneilla savusukellussimulaattoreilla**. Käytettäessä perinteistä savusukellussimulaattoria kannattaa valita mahdollisimman **vähäpäästöiset polttomateriaalit** harjoitusta varten, kuten esimerkiksi puhdas puu ja vähäaromaattinen sytytysneste (Laitinen ym., 2010). Savusukeltajien hengitystiealtistumista voidaan tarkkailla mm. uloshengitysilman hiilimonoksidin mittauksen avulla heti savusukelluksen jälkeen, hiilimonoksidivapaassa ympäristössä toteutettuna (Burgess ym., 1999).

Koko kehon ihoaltistumista voidaan vähentää parhaiten suojaamalla iho pitkähihaisella ja -lahkeisella alusvaatekerrastolla. **Käsien kautta** tulevaa altistumista vähennetään suojaamalla kädet kaikissa tilanteissa, joko alus- tai työkäsiineillä

(Laitinen ym., 2010). Alusvaatteiden tarkoituksena on vähentää ihoaltistumista palotakin ja -housujen alle päässyttä epäpuhtautta vastaan. Lisäksi se muodostaa suojakerroksen ihon ja palotakin sekä -housujen välille. Alusvaatteet on pestävä erillään likaisista palotakeista ja -housuista, jotta ristiinlikaantumista ei tapahtuisi. Näin varmistetaan se, että ihoa vasten on aina puhdas vaate, joka ei aiheuta ihoaltistumista. Toinen tärkeä toimenpide ihoaltistumisen vähentämiseksi on peseytyä mahdollisimman nopeasti savusukelluksen jälkeen. **Ihoaltistuminen ei lopu savusukelluksen loppuessa, vaan vasta sitten, kun epäpuhtaudet on pesty ihon pinnalta pois**. Savusukelluksessa käytetään ainoastaan nahkaisia tai puuvillaisia aluskäsiineitä. Savusukeltajan käsien kautta tulevaa ihoaltistumista voidaan mitata käsienspesunäyttein tai koko kehon ihoaltistumista iholle asennettavilla keräimillä (Laitinen ym., 2016).

Ruansulatuskanavan kautta tulevaa altistumista voidaan vähentää pitämällä kädet puhtaana, jolloin epäpuhtauksien siirtymisreitti kädestä suuhun estyy. Lisäksi altistumista voidaan vähentää välttämällä ruuan- ja juoman nauttimista alueilla, jossa esiintyy palokaasuja ja savua. Jälkimmäinen torjuntakeino on mainittu valtioneuvoston asetuksessa työhön liittyvän syöpävaaran torjunnassa (Vna 1267/2019). Lisäksi hyvä hengityksensuojaus vähentää myös altistumista ruansulatuskanavan kautta.

Tärkeää

- Altistumista tapahtuu hengitysteiden, ihon ja ruansulatuskanavan kautta.
- Käytä hengityksensuojainta aina palopaikalla.
- Käytä pitkähihaista- ja lahkeista aluskerrastoa sekä aluskäsiineitä.
- Peseydy heti savusukelluksen jälkeen, ihoaltistuminen ei pääty savusukelluksen loppumiseen vaan vasta altistavan kerroksen pesemiseen pois ihon pinnalta.
- Älä ruokaile tai juo alueella, jossa on syöpävaarallisia aineita ilmassa tai pinnoilla.

3.2.2 Palomiesten syöpäriski

Kansainvälinen syöväntutkimuskeskus (IARC) on yhdistänyt laajoja kansainvälisiä palomiesten syöpätutkimuksia saadakseen paremman kokonaiskuvan palomiesten syövän ilmaantuvuudesta eri puolilla maailmaa. Yhteenvedon mukaan palomiehillä on kohonnut **riski sairastua kives- ja eturauhassyöpään sekä Non-Hodgkin -lymfoomaan**, kuin normaaliväestöllä. Näiden tulosten perusteella IARC on luokitellut pelastustyön kokonaisuudessaan mahdollisesti **syöpävaaraa lisääväksi (ryhmä 2A)** (IARC, 2010). Palomiesten syövän ilmaantuvuuden tutkimista vaikeuttaa palomiesten altisteiden laaja kirjo, hetkelliset suuret

altistumiset ja pitkäkestoinen matalatasoinen altistuminen. Lisäksi erilaiset sammutuskäytänteet ja palomiesten suojautuminen eri mantereilla toistetaan tuovat oman haasteensa tulkittaessa tutkimustuloksia (LeMasters ym., 2006).

Yhteispohjoismaisen palomiesten syöpien ilmaantuvuutta selvittäneen NOCCA-tutkimuksen aineisto edustaa pohjoismaista pelastusalan tapaa toimia. Näin ollen sen antamat arviot suomalaisen pelastusalan syöpäilmaantuvuudesta ovat tutkimusasetelmallisesti lähimpänä meidän tapaa toimia. Tuossa tutkimuksessa todettiin, että 30 -49 vuotiailla palomiehillä oli 2,6-kertainen eturauhassyövän riski ja yli 70 -vuotiailla palomiehillä 1,9-kertainen keuhkojen adenokarsinooman ja 2,6-kertainen mesoteliooman riski muuhun väestöön verrattuna. Nämä löydökset olivat suurimpia standardisoituja ilmaantuvuussuhteita tutkituista syöpätapauksista palomiehillä (Pukala ym., 2014).

Tärkeää

- Kansainvälinen syöväntutkimuskeskus (IARC): Palomiehillä kohonnut riski sairastua kives- ja eturauhassyöpään sekä Non-Hodgkin -lymfoomaan.
- NOCCA-tutkimus: 30-49 vuotiailla palomiehillä kohonnut eturauhassyövän riski ja yli 70 -vuotiailla kohonnut keuhkojen adenokarsinooman ja mesoteliooman riskit.

Tärkeää

- Altistumisajalla on suuri merkitys savusukeltajan kokonaisaltistumisessa.
- Kolme tai neljä paineilmasäiliötä vaativa savusukellus voi ylittää biomonitoroinnin toimenpiderajan.
- Altistumisajan jakamisella voidaan leikata suurimpia altistumisia.
- Henkilökohtaisen altistumiskirjanpidon tulee sisältää kaikki altistumiset, ei pelkästään savusukellusta.

3.2.3 Savusukellusajan seuraaminen ja dokumentointi

Savusukellusajan seuraaminen tehtävän aikana on erittäin tärkeää sukeltajan turvallisuuden kannalta. Sen lisäksi savusukeltajan kokonaisaltistumisen syntymisessä sukellusaika on hyvin merkittävä tekijä. Operatiivisessa työssä tehdysä altistumistutkimuksessa todettiin, että savusukeltajan sukeltaessa noin 30 minuuttia, ei altistumisia vielä havaittu. Kun pelastustehtävällä käytettiin kahden paineilmasäiliön ilmamäärä, altistuminen ylitti normaalin väestön taustapitoisuudet. Kun savusukelluksessa käytettiin **kolme tai neljä paineilmasäiliöllistä ilmaa**, osassa savusukeltajien biomonitorointinäytteistä **ylitettiin toimenpideraja** (Laitinen ym., 2016). Ylitettäessä toimenpideraja on työnantajan ryhdyttävä välittömiin toimenpiteisiin savusukeltajan altistumisen vähentämiseksi. Rajan ylitystä voidaan verrata tapaturmaiseen altistumiseen, joka laukaisee automaattisesti työnantajan velvollisuuden ilmoittaa työntekijä työssään syöpävaarallisille aineille altistuvien ASA-rekisteriin (Laitinen ym., 2016).

Jakamalla savusukellusaikaa useammalle henkilölle, on mahdollista leikata palomiesten suurimpia altistumisia pitkäkestoisissa sammuustilanteissa, jolloin yksittäisen henkilön riski haittavaikutuksille on myös pienempi. Valtioneuvoston asetuksen (Vna 1267/2019) 8 §:ssä työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta mainitaan yhtenä torjuntakeinoina työntekijöiden altistumisajan vähentäminen. Savusukellustietojen järjestelmällisellä kirjaamisella voidaan tarkastella yksittäisten henkilöiden saamaa savusukelluskuormaa pidemmällä aikavälillä ja tehdä tarvittavia toimenpiteitä kuorman jakamiseksi tasaisemmin vuoron kesken. On hyvä kuitenkin muistaa, että savusukellus on vain yksi osa **palomiehen kemiallisille aineille altistavista työtehtävistä**. Henkilökohittaisen kokonaisaltistumiskuorman selvittämiseksi ja dokumentoimiseksi on oman altistumisrekisterin pitäminen tärkeää. Henkilökohtaiseen altistumisdokumentointiin voi käyttää esimerkiksi älypuheliin saatavaa Rescuebase-applikaatiota tai PERA:n tarjoamia mahdollisuuksia.

3.2.4 ASA-rekisteröinti

Suomessa **ammattisyöpädiagnoosiin** vaaditaan, että voidaan katsoa työperäisen altistumisen olevan pääasiallinen syy syövän synnyssä. Näin ollen jokainen ammattitautitapaus arvioidaan yksilöllisesti ottaen huomioon kyseisen henkilön työuran aikainen altistuminen, kyseessä oleva syöpätyyppi ja syövän ajallinen yhteys altistumiseen (Santonen. 2020).

Tämän vuoksi on erityisen tärkeää, että työssään syöpävaarallisille aineille altistuvat työntekijät ilmoitetaan **ASA-rekisteriin**. Tämä työnantajan velvollisuus on kirjattu valtioneuvoston asetukseen työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta (Vna 1267/2019). Työnantajan ASA-rekisteröintivelvollisuus mahdollistaa työntekijöiden altistumishistorian paremman dokumentoinnin ja altistumisen yhdistämisen mahdolliseen sairastumiseen. Samalla työnantaja osoittaa ottaneensa vakavasti velvollisuutensa työntekijöiden syöpävaaran torjunnassa. Rekisteröinnin myötä työpaikalla tiedostetaan paremmin työympäristön syöpävaarat, jolloin riskeistä kerrotaan työntekijöille ja heidän altistumista sekä terveyttä

seurataan tehostetummin. Tällä toiminnalla pyritään minimoimaan työntekijöiden altistuminen ja havainnoimaan mahdollinen sairastuminen mahdollisimman varhaisessa vaiheessa (Vna 1267/2019).

Asetuksen uuden päivityksen myötä ASA-rekisteröintiä vaativiin työmenetelmiin lisättiin **työ, johon liittyy altistuminen palamisessa syntyville tai syntyneille syöpävaarallisille aineille**. Pelastusalan työ kuuluu juuri näihin tehtäviin ja erillistä ilmoitusta yksittäisistä palamistuotteista ei tarvitse enää tehdä. Lähtökohtaisesti altistuneiksi on ilmoitettava kunakin altistumisvuonna sellaiset työntekijät, jotka ovat altistuneet työmenetelmälle **merkittävän osan työajastaan vähintään kaksi tuntia kahtenakymmenentenä päivänä tai vähintään yhteensä 40 tuntia vuoden aikana**. Mikäli kuitenkin pelastustehtävissä tapahtuu poikkeuksellista altistumista esimerkiksi asbestille, niin silloin kyseinen altistuminen kannattaa ilmoittaa erikseen.

Kokonaisaltistumisaikaan tulee kirjata kaikki altisteiset harjoitukset, savusukellukset, palon sammutustehtävät maastopaloista rakennuspaloihin, kalustonhuollot ja kemikaalintorjuntatehtävät.

Tärkeää

- Ammattitautidiagnoosi edellyttää altistumisen dokumentointia.
- Työnantajan on ilmoitettava työssään syöpävaarallisille aineille altistuvat työntekijät ASA-rekisteriin.
- Pelastusalailla ASA-ilmoituksessa riittää maininta työmenetelmästä, johon liittyy altistuminen palamisessa syntyville tai syntyneille syöpävaarallisille aineille. Erillisiä kemiallisia aineita ei tarvitse ilmoittaa, kuin poikkeustapauksissa.
- Henkilökohtainen altistumisen dokumentointi tärkeää.



Lisätietoa



 [ASA-rekisteri](#)



 [Pelastushenkilöstön työterveysseuranta-yhteistyö ja käytännöt](#)



Kuva 48. Rakennuspalossa lämpötila voi nousta yli 1000 asteeseen.

3.3 Kuuma työskentely-ympäristö³

Poikkeavat lämpöolot, **varsinkin kuumalle altistuminen**, kuuluvat väistämättä pelastustyön haittoihin. Tulipaloissa voidaan altistua useille lämmön eri muodoille kuten säteilylämmölle, liekeille, kuumille pinnoille, sulan metallin pinnoille sekä kuumille nesteille ja höyrylle. Lämpöaltistuminen vaihtelee lämpöenergian siirtymismuotojen (**kuljetus, säteily, johtuminen**) mukaan. Altistumiseen

vaikuttaa työympäristön lisäksi pelastustehtävän luonne. Vaikka esimerkiksi kovaan kuumuuteen tehtävät savusukellukset ovat useimmiten nopea-tempoisia ja lyhyitä, kestoltaan 10–15 minuutin hyökkäyksiä, **tehtävissä altistutaan voimakkaalle kuumakuormalle**.

Palokohteissa lämpötila voi tyypillisesti nousta 800–1 000 asteeseen (kuva 48). Lämmön haittavaikutus perustuu lämpösäteilyyn, joka on voimakasta etenkin palavien nesteiden ja säiliöpalojen yhteydessä. Lämpösäteilyn vaikutuksia tarkasteltaessa on huomioitava myös säteilylähteen ja säteilyn kohteen välinen etäisyys. Tällöin puhutaan lämpövirran tiheydestä tai intensiteetistä, jonka yksikkö on W/m^2 . Etäisyyden kasvaessa lämpövirran intensiteetti heikkenee verrannollisena etäisyyden neliöön. Ihminen tuntee kipua lämpövirran intensiteetin ollessa

3 Luvun 3.3 Kuuma työskentely-ympäristö teksti on julkaistu aiemmin Työterveyslaitoksen Pelastushenkilöstön työterveysseuranta-yhteistyö ja käytännöt 2020 julkaisussa. Kirjoittaja Sirkka Rissanen (FT, dos., erikoistutkija, Työterveyslaitos). Julkaistaan uudelleen Savusukellusoppaassa kirjoittajan luvalla. Tekstiin on Savusukellusoppaassa lisätty korostukset sekä tärkeää-, kysymys- ja lisätietoa-laatikot.

4 kW/m², ja palovammoja syntyy, kun intensiteetti on 11 kW/m² (Liite 2).

Huoneistopaloissa lämpötilat ovat palotilan katossa 500–900 astetta ja lämpövirran intensiteetti 10–35 kW/m². **Lattian tasolla lämpötila on sen sijaan noin 50–100 astetta.** Teollisuushallien paloissa lämpötilat voivat palotilan katossa kohota 1 000–1200 asteeseen ja lämpövirran intensiteetti on ääritilanteissa yli 40 kW/m². Maastopaloissa lämpötila voi nousta 1 700 asteeseen ja lämpövirta voi olla 150 kW/m². Maastopalon sammutustehtävissä on palopuvun pinnalta mitattu noin 80 asteen lämpötiloja.

Varsinaista sammutusta voi seurata useita tunteja kestävä, elimistön lämpökuormaa kasvattava jälkisammutus- ja raivausvaihe alhaisemmissa lämpötiloissa (noin 30–40 astetta, lämpösäteily 100–200 W/m²), ja hehkuvista pinnoista höyrystyvä kosteus voi vielä lisätä elimistön lämpökuormaa.



Mitä rektaalilämpötilan °C nousu merkitsee?

- 37 ± 1 Normaali peruslämpötila
- 38,0 – 38,3 Siedettävä
- 38,4 – 38,8 Kuormittava
- 38,9 – 39,2 Ylikuormittava, terveydelle haitallinen
- > 39,2 Lämpöhalvauksen vaara lisääntynyt

(Vuokko ym. 2020, 38.)

Tärkeää

- Savusukeltaja altistuu työssään säteilylämmölle, liekeille, kuumille pinnoille, sulan metallin pinnoille sekä kuumille nesteille ja höyrylle.
- Säteilylämpöä mitataan lämpövirran tiheydellä (intensiteetillä), jonka yksikkö on W/m².

3.3.1 Lämpökuormitus

Pelastustoiminnan operatiivisiin tehtäviin sisältyy lähes aina jonkinasteista lämpökuormitusta. Tämä johtuu siitä, että tehtävissä vaadittava suojavarustus eli **palopuku aiheuttaa lämpökuormitusta**, vaikka ympäristö olisi neutraali ja toiminta fyysisesti kevyttä. Työskenneltäessä raskaassa palopuvussa rektaalilämpötila (elimistön sisälämpötila) voi nousta noin kaksi kertaa nopeammin kuin kevyessä työvaatetuksessa samassa lämpötilassa ja työrasituksessa. **Suojavaatteen monet vaatekerrokset estävät hien höyrystymisen ja lämmönluovutuksen**, vaikka vaate olisi valmistettu vesihöyryä läpäisevistä materiaaleista ilman kosteussulkua. Kuormituksessa elimistön lämpötila ja sydämen sykintätaajuus nousevat voimakkaasti ja myös hientuotanto lisääntyy voimakkaasti. Monikerrosvaatetus, jossa on täysin tiivis vesihöyryä läpäisemätön kosteussulku, sekä tiiviit kemikaalinsuojapuvut voivatkin aiheuttaa nestevajetta ja lämpöuupumista pelastustehtävissä.

Savusukellustehtävissä elimistön lämmöntuotanto on noin 385–550 W/m², mutta se voi raskaimmissa työvaiheissa, esimerkiksi siirrettäessä pelastettavaa portaissa, olla yli 500 W/m². Koska varustus ja kuuma ympäristö estävät tehokkaan lämmönluovutuksen, **elimistön lämpötilat nousevat palotilanteissa nopeasti terveyden kannalta haitallisen korkeiksi**, mikä heikentää samalla toimintakykyä. Kuuman haitoilta suojautuminen

Tärkeää

- Savusukeltajan lämpökuormitus tulee
 - omasta perusaineenvaihdunnasta
 - lihastyöstä aiheutuneesta lämmöstä
 - suojavarustuksesta
 - kuumasta ympäristöstä.
- Elimistön lämpötila nousee savusukelluksessa nopeasti terveyden kannalta haitallisen korkeaksi, mikä heikentää samalla toimintakykyä.

ja palavaan tilaan tunkeutuminen edellyttävät liik-
kumista mahdollisimman matalana, yleensä kon-
taten, mikä puolestaan aiheuttaa lisäkuormaa ja
vaatimuksia liikuntaelinten toimintakyvylle.

3.3.2 Lämpökuorman terveyshaittoja

Pelastustehtävissä ihon lämpötila pysyy yleensä alle 38 asteessa, mikä kuitenkin yhdessä kohonneen kehon sisäisen lämpötilan (rektaalilämpö) kanssa tuntuu epämiellyttävältä. Rakennus- ja huoneisto-
palojen yhteydessä iholla mitatut 43–50 asteen läm-
pötilat ovat tavallisia niska-hartiaseudussa, olka, ja
käsivarsissa sekä polvissa, jolloin iholla on nähtävis-
sä ensimmäisen asteen palovammamuutoksia.

Toistuvan lämpösäteilyn, ihon lämpötilan nou-
sun ja palovammojen vaikutuksesta voi syntyä
ihomuutoksia, jotka muistuttavat auringonvalon
UV-A- ja UV-B-säteiden aikaansaamia ihon valo-
vaurioita. Toistuva, pitkään jatkunut ihon altistu-
minen kuumuudelle voi johtaa erythema ab igne
-ihomuutoksen kehittymiseen. Useita vuosia jat-
kunut saman ihoalueen altistuminen lämpösätei-
llylle saattaa saada aikaan myös **pahanlaatuisia
ihomuutoksia**, joita voi kehittyä myös palovam-
ma-arpiin. Ihon kuumuudelle altistumisen aiheut-
tamien muutosten riski voi lisääntyä esimerkiksi
paloalan kouluttajilla, joilla hartiat, kädet ja polvet
altistuvat toistuvasti ja usein lämpösäteilylle har-
joitusten yhteydessä.

Hien tuotanto on voimakasta kuumissa työolo-
suhteissa, ja se voi lyhyissäkin altistuksissa nousta
yli **3–3,5 litran/tunnissa**. Näin runsas hikoilu vai-
keuttaa elimistön neste- ja suolatasapainon yllä-
pitoa. Jos menetettyä nestettä ei korvata juomalla,
elimistö kuivuu. Kuivuminen kuormittaa veren-
kiertoa, heikentää hikoilukapasiteettia, nostaa
sisäelinten lämpötiloja ja **lisää äkillisten lämpö-
sairauksien riskiä**. Myös suorituskyky heikkenee.
Vaikka nykyisessä koulutuksessa korostetaan teh-
tävänmukaisen, riittävän nestetankkauksen tär-
keyttä, nestevaje voi pelastustilanteessa olla jopa
3–4 %. Nestevajaus, joka laskee painoa yli 3 %, hei-
kentää suorituksia, joissa tarvitaan keskittymis-
kykyä, tarkkaavaisuutta ja lihasvoimaa. Yli 4 %:n
painonlasku puolestaan heikentää kestävyyttä

vaativia suorituksia. **Jos paino laskee nestehukan
vuoksi yli 6 %, on henkeä uhkaavan lämpöhal-
vauksen vaara kasvanut.**

Kehon hyvä nestetasapaino ei yksinään riitä
suojelemaan lämpökuorman haitoilta, vaan mui-
takin keinoja on käytettävä, esimerkiksi pitkäkes-
toisessa tehtävässä tauotusta. On hyvä huomioida,
että **janon tunne ei ole hyvä nestevajeen mittari.**



Miten huolehdin riittävästä nestetankkauksesta?

Oikea nesteytys hidastaa elimistön lämpötilan
nousua kuumatyössä. Samaten se hidastaa
sydämen sykintätaajuuden nousua, jolloin sy-
dämen ja verenkiertoelimistön kuormittumi-
nen on vähäisempää. Nestetasapainosta on
huolehdittava koko työvuoron ajan. Esimer-
kiksi työvuorossa urheilusuorituksena aikana
ja sen jälkeen tulee juoda riittävästi nestettä,
että hälytystehtävissä ei olla valmiiksi neste-
vajeessa. Vesi riittää tällöin ylläpitämään nes-
tetasapainoa.

Ennen savusukellusta ja sukelluksien välil-
lä tulee huolehtia nestetankkauksesta. Par-
haiten tähän sopivat pitkäketjuisia sokereita
sisältävät valmisteet kuten urheilujuomat ja
3-prosenttinen sokeroitu mehu. Kahvia tulee
välttää, koska se lisää nesteen poistumista
elimistöstä. Hiilihappoa sisältävät juomat so-
veltuvat huonosti nestetankkaukseen niiden
sisältämän hiilihapon vuoksi.

Nestettä kannattaa nauttia 0,5 – 0,8 lit-
raa tunnissa pienissä erissä 15 - 20 minuutin
välein. Suolistosta ei imeydy enempää kuin
0,8 litraa tunnissa, joten sen määrän ylittä-
minen voi aiheuttaa pahan olon tuntua tai
”hölskymistä” vatsassa. Neste tulisi nauttia
+10 – +15 asteen lämpöisenä, jolloin se imey-
tyy parhaiten. Juomista on jatkettava ainakin
pari tuntia kuumakuormituksen jälkeen, että
menetetty nestemäärä saadaan korvattua.
Virtsarakon tyhjentämistarve ja virtsan väri
ovat hyviä indikaattoreita elimistön neste-
tarpeen tyydyttymisestä.

(Ilmarinen 1994)

Tärkeää

- Useita vuosia jatkunut saman ihoalueen altistuminen lämpösäteilylle saattaa saada aikaan pahanlaatuisia ihomuutoksia.
- Elimistön kuivuminen runsaan hikoilun seurauksena lisää äkillisten lämpösairauksien riskiä. Katso tarkemmin liitteestä 3.
- Nestetasapainosta huolehtiminen on keskeinen osa savusukeltajan lämpötasapainon ja toimintakyvyn ylläpitoa.
- Juomista on jatkettava ainakin pari tuntia kuumakuormituksen jälkeen, että menetetty nestemäärä saadaan korvattua.



Miten lämpökuormitukseen voi vaikuttaa sammutustoiminnassa?

- Liiku matalana. Lattian tasolla lämpötila on noin 50–100 astetta.
- Jäähdytä palavaa tilaa aluksi ulkopuolelta.
- Käytä sammutuksessa vettä maltillisesti, että vältät löylyilmiön. Kuuma vesihöyry tunkeutuu paloasun sisään ja lisää lämpökuormaa.
- Tuuleta tila heti alkupalon sammuttamisen jälkeen. Tuulettamalla tilasta poistuu savun ja vesihöyryn lisäksi myös paljon lämpöä.

3.3.3 Lämpökuorman vähentäminen

Työn tauotus ja erilaiset jäähdytysmenetelmät auttavat alentamaan lämpökuormittumista ja fyysistä kuormittumista. Savusukellus- tai sammutustehtävissä kehon jäähdyttäminen, esimerkiksi istuminen viileämmässä tilassa, nesteen nauttiminen tai **osittainen suojavaatetuksen riisuminen tauon aikana** tai välittömästi työsuorituksen loputtua, nopeuttaa jonkin verran lämmönluovutusta ja elimistön palautumista. **Jäähdytystä voidaan huomattavasti tehostaa aktiivisilla jäähdytyskeinoilla.** Käsien ja jalkojen upottamisen viileään veteen on todettu nopeuttavan elimistön sisälämpötilan laskua. Viilentävä vaikutus perustuu lämmön siirtymiseen pintaverisuonien ja veden välillä. Käden upottaminen kyynärvarrtta myöten 10–15 asteiseen veteen edistää tehokkaammin elimistön sisälämpötilan alenemista kuin 20-asteinen vesi. Jos käytössä on vain lämpimämpää vettä, jäähdytystä voidaan tehostaa upottamalla molemmat kädet veteen kyynärvarrtta myöten.

Suojavarusteiden vähentämisen on tapahduttava kuitenkin altistumisen kannalta turvallisella alueella.



Mikä vaikuttaa kuumansietokykyyn?

- Kuumansietokyky heikkenee, mikäli savusukeltaja on
 - väsynyt (univaje)
 - janoinen (nesteveaje)
 - nälkäinen (energiavaje)
 - huonokuntoinen
 - ylipainoinen (noin 15 prosentin ylipaino heikentää **lämmönsietokykyä merkittävästi**)
 - sairastanut lämpösairauden.
- Myös ikääntyminen, sairaudet ja lääkitys saattavat heikentävää lämmönsietokykyä.
- Hyvä kunto edesauttaa lämmönsietokykyä.
- Lämmönsietokykyyn vaikuttavat myös yksilölliset ominaisuudet. Toiset sietävät lämmön aiheuttamia epämiellyttäviä tuntemuksia paremmin kuin toiset.

(Vuokko 2020, Ilmarinen 1994)

Tärkeää

- Savusukelluksen jälkeen tulee pitää 20–30 minuutin tauko. Tauon aikana on huolehdittava tehokkaasta jäähdyttämisestä ja nestetankkauksesta (Pelastussukellusohje 2007).
- Hetken istuskelun ja juomisen jälkeen on hyvä lähteä liikkeelle. Kevyt liikkuminen edesauttaa jäähtymistä ja lihasten palautumista. Liikkeen aikana ilmavirta pääsee jäähdyttämään kehoa.
- Käsien upottaminen kyynärpäitä myöten viileään 10-15 asteiseen veteen jäähdyttää kehoa tehokkaasti.

3.4 Biologiset altisteet⁴

3.4.1 Biologiset tekijät savusukelluksessa

Biologiset tekijät ovat biologista alkuperää olevia eliöitä. Näitä ovat erilaiset bakteerit, sienet (hiiva- ja homesienet), virukset, loiset ja prionit sekä näiden vapauttamat muut biologisesti aktiiviset aineet (Laitinen, 2020). Myös tavanomaisissa huoneistopaloissa ja niiden raivauksissa voidaan altistua mikrobivaurioituneista rakenteista vapautuville hiiva- ja homesienille, jotka voivat aiheuttaa välitömiä hengityselin- ja iho-oireita pelastushenkilöille. Palossa vaurioituneet rakennuksen viemärit voivat myös saastuttaa savusukeltajan varusteet, jolloin viemäriveredessä esiintyvät bakteerit ja virukset saattavat levitä kosketus- ja pisaratartuntana aerosolialtistumisen lisäksi. Pelastettavina kohteina voi olla myös laitoksia, joiden tuotantoprosesseissa esiintyy biologisia tekijöitä, kuten esimerkiksi biomassoja hyödyntävät biokaasu-, kompostointi- ja voimalaitokset, jäteveden puhdistamot, eläintilat ja teurastamot. Osassa näissä kohteissa on mahdollista altistua eläimistä ihmisiin tarttuville mikrobeille ja näitä tartuntatauteja kutsutaan zoonooseiksi. Ihmisestä ihmisiin

4 Luvun 3.4 Biologiset altisteet on kirjoittanut Juha Laitinen (FT, dos., tutkija, Pelastusopisto).

tarttuville biologisille tekijöille on mahdollista altistua myös esimerkiksi sairaaloiden infektiio-osastoihin kohdistuvissa pelastustehtävissä.

Biologisen tekijän terveyshaitan voimakkuuteen vaikuttavat taudinaiheuttamiskyvyn lisäksi altistumisen määrä ja kesto, samanaikainen altistuminen muille vastustuskykyä heikentäville tekijöille ja altistuneen terveydentila. Biologisten tekijöiden aiheuttamat terveyshaitat ovat tavallisin erillaisia ohimeneviä infektioita, joista vain pieni osa voidaan luokitella työperäisiksi (Laitinen, 2020).

3.4.2 Biologisen altistumisen ehkäisy

Valtioneuvoston asetuksissa työntekijöiden suojelemiseksi biologisista tekijöistä aiheutuvilta vaaroilta (Vna 933/2017) ja työntekijöiden suojelemiseksi biologisista tekijöistä aiheutuvilta vaaroilta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta (Vna 747/2020) on annettu ohjeita altistumisen ehkäisemiseen ja vähentämiseen. Työnantajan on selvitettävä ja tunnistettava työssä esiintyvien biologisten tekijöiden aiheuttamat vaarat ja arvioitava niiden merkitys työntekijän turvallisuudelle ja terveydelle.

Tärkeää

- Biologiset tekijät ovat biologista alkuperää olevia eliöitä. Näitä ovat esimerkiksi erilaiset bakteerit, hiiva- ja homesienet, virukset, loiset ja prionit.
- Lähteitä voivat olla mikrobivaurioituneet rakennusmateriaalit, rikkoutuneet viemärit, laitosten prosessit, pandemiat ja tartuntavaaralliset materiaalit.
- Biologisen tekijän terveyshaitan voimakkuuteen vaikuttavat taudinaiheuttamiskyvyn lisäksi, altistumisen määrä ja kesto, samanaikainen altistuminen muille vastustuskykyä heikentäville tekijöille ja altistuneen terveydentila.

Työnantaja on velvollinen rajoittamaan työntekijän altistumista biologisille tekijöille niin vähäiseksi, ettei niistä aiheudu haittaa tai vaaraa työntekijän turvallisuudelle, terveydelle ja lisääntymisterveydelle. **Työnantajan on pidettävä luettelo**a vakavan vaaran tai vakavan sairauden ihmiselle aiheuttaville biologisille tekijöille (em. asetuksen ryhmän 3 tai 4 mikrobit) työssään altistuneista työntekijöistä. Esimerkkeinä asetuksen 3 ja 4 ryhmän mikrobeista ovat **Sars-COV-2 -koronavirus** ja metsämyyrien ulosteissa leviävä **Puumala-virus** (Laitinen, 2020).

Tärkeää

- Työnantajan on selvitettävä ja tunnistettava työssä esiintyvien biologisten tekijöiden aiheuttamat vaarat ja arvioitava niiden merkitys työntekijän turvallisuudelle ja terveydelle.
- Esimerkkinä asetuksen 3 ja 4 ryhmän mikrobeista ovat Sars-COV-2 -koronavirus ja Puumala-virus



Lisätietoa



[Pelastussukelluskelpoisuus sairastetun COVID-19 infektion jälkeen](#)

4 Savusukelluksen työturvallisuus

4.1 Päätös sammutustaktiikasta määrittää savusukeltamista

Kaavion 8 mukainen palon sammuttamisen nelikenttämalli perustuu René Hagenin ja Louis Witlocksin alkuperäisteokseen **The Basics for Fire Safety Substantiating fire protection in buildings**. Malli on kehitetty helpottamaan sammutustaktiikan valintaa tulipaloissa. Siinä sammutustaktiikka on jaettu neljään eri taktiikkaan sisältä-ulkoa sammutettava ja puolustava-hyökkäävä käsitteiden avulla. Laajassa rakennuksessa voidaan toteuttaa useita taktiikoita samanaikaisesti eri palo-osastoissa. Lisäksi taktiikasta voidaan siirtyä myös toiseen taktiikkaan. Esimerkiksi rakennuksen ulkopuolelta aloitetusta hyökkäävästä sammuttamisesta voidaan siirtyä hyökkäävään sisältä sammuttamiseen. (Somerkoski 2019, 105).

Mikäli palavassa tilassa on ihmisiä sisällä, valitaan yleensä hyökkäävä sisältä sammuttamisen taktiikka. Tässä taktiikassa palavaan tilaan ”hyökätään” sisälle palon sammuttamiseksi ja ihmisten pelastamiseksi. Yleensä sisälle hyökkäämisen taktiikan valinta **edellyttää savusukellusta**, että palo voidaan sammuttaa **sisäsammutustekniikalla** ja ihmiset pystytään pelastamaan. Jos kohde saavutetaan nopeasti, palavaan tilaan voidaan tehdä sammutusisku alkusammuttimilla. Tämäkin tekniikka lukeutuu hyökkäävään sisältä sammuttamisen taktiikkaan.

Puolustavan sisältä sammuttamisen taktiikassa ihmisiä evakuoidaan tai pelastetaan palavan

palo-osaston viereisistä tiloista. Sammutustoimenpiteillä estetään palon leviäminen viereisiin tiloihin. Tämä ei välttämättä edellytä savusukellusta, mutta **savusukellusvalmius** olisi hyvä olla.

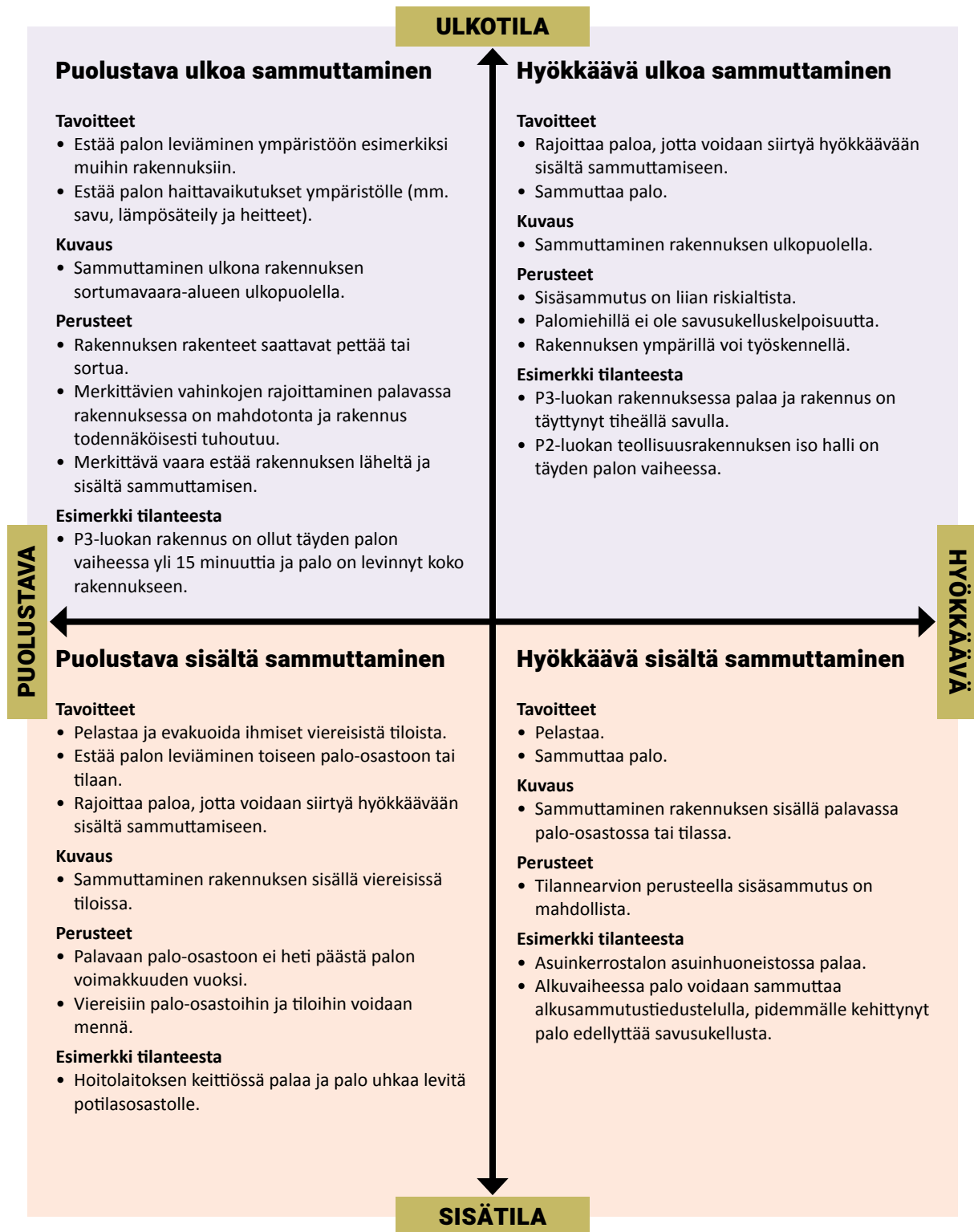
4.2 Päätös savusukeltamisesta

Pelastustoiminnan johtaja vastaa savusukelluksesta. Toiminnan voi aloittaa myös pelastusryhmän johtaja, joka silloin vastaa savusukelluksen aloittamisesta. Pelastusryhmän johtajan täytyy antaa tilanneselvitys pelastustoiminnan johtajalle. (Pelastussukellusohje 2007.)

Tilannearvioin jälkeen tulee tehdä selkeä päätös savusukelluksen aloittamisesta. Päätös tulee tehdä nopeasti käytössä olevien tietojen pohjalta. Tilanteen kehittyessä ja tiedon lisääntyessä on arvioitava savusukellusta uudelleen. **Savusukelluksesta tulee pidättäytyä, mikäli siitä muodostuu liian suuri riski savusukeltajien turvallisuudelle.**

Tärkeää

- Sammutustaktiikan valinnan jälkeen valitaan käytettävät tekniikat.
- Savusukellus on keino, mikä mahdollistaa sisäpuolisen sammutustaktiikan toteuttamisen.



Kaavio 8. Palon sammuttamisen nelikenttämalli (Hagen & Witloks 2018).

Tiedustele ja muodosta tilannekuva!

1. Ihmiset

- pelastettavat
- evakuoitavat
- loukkaantuneet

2. Tulipalo

- palon vaihe, kesto ja sijainti
- palon ja savun leviäminen

3. Rakennus

- käyttötarkoitus
- paloluokka
 - palo-osastointi
- koko
 - pinta-ala
 - kerrokset (korkeus)
- palotekniset laitteistot
- savunpoiston mahdollisuus
- saavutettavuus
 - hyökkäysreitit

4. Vaarat

- vaaralliset aineet
 - kaasusäiliöt
 - räjähteet
 - kemikaalit
- jännitteelliset kohteet
- tuotannon automaatiot ja prosessit
- väkivalta
 - terrorismi
 - varohenkilö
- muu vaara

Kuva 49. Rakennuspalossa tiedusteltavat asiat.

Päätökseen vaikuttavien tietojen hankinta käynnistyy, kun hätäkeskus vastaanottaa hätäpuhelun. Hätäkeskus välittää kohteesta saamat tiedot hälytetyille yksiköille hälytysilmoituksen yhteydessä. Hätäkeskuksessa ERICA-tietojärjestelmän avulla oleelliset lisätiedot välittyvät kaikille apua antaville viranomaisille. Matkalla pelastustoiminnan johtaja hankkii lisätietoa. Tarvittaessa pelastuslaitoksen tilannekeskus tukee pelastustoiminnanjohtajaa tietojen hankinnassa.

Esimerkki: Hälytysilmoitus: Rakennuspallo keskisuuri 402A, Pyromaaninkuja 13 A13, asukas sisällä. Hälytysilmoituksesta selviää tehtävä, kiireellisyys, osoite ja tarkentavia lisätietoja.

Rakennuspalossa tiedusteltavia asioita on paljon. Kuvassa 49 rakennuspalossa tiedusteltavat asiat on jaettu neljään pääluokkaan: 1) ihmiset, 2) tulipalo, 3) rakennus ja 4) muut vaarat.

1) Ihmiset

- pelastettavat:
Onko ihmisiä jäänyt savun sekaan? Montako? Missä? Aikuisia, lapsia vai hoidettavia?
- evakuoitavat:
Täytyykö ihmisiä evakuoida? Mistä? Montako?
- loukkaantuneet:
Onko joku loukkaantunut? Palovammoja, Hengitysvaikeutta?

2) Tulipalo

- Mikä on palon vaihe?
Alkupalon vai täyden palon vaihe?
- Milloin syttynyt?
Kauanko täyden palon vaihe on kestänyt?
- Missä alkupalo sijaitsee?
- Onko palo levinnyt syttymishuoneesta?
Mihin savu on levinnyt?



Mitä pelastustoiminnan johtajan tulee huomioida rakennuspalossa?

1. tiedustelu: Onko ihmisiä vaarassa? Millainen rakennus? Tulipalo? Vaarat?
2. resurssit
3. sammutus- ja pelastustaktiikka (nelikenttämalli)
4. aluemäärittely - Ryhmittäminen
5. sammutus- ja pelastustekniikka (savusukellus)



Kuva 50. Hitsauskaasusäiliöitä, etualalla punaruskea säiliö sisältää asetyleeniä ja mustavalkoinen säiliö sisältää happea.

3) Rakennus

- Mikä on rakennuksen käyttötarkoitus? Asunto, majoitustila, hoitolaitos, kokoontumis- ja liiketila, työpaikatila, tuotanto- ja varastotila vai autosuoja?
- Paloluokka: P1, P2, P3 vai P0?
- Pinta-ala, kerrosten lukumäärä, korkeus?
- Palotekniset laitteistot: Automaattinen palo-ilmoitin, sammutuslaitteisto, savunpoiston järjestelyt, kuivanousut, palomieshissi, muut sammutustyötä helpottavat laitteet ja ratkaisut?
- Poistumistiet?



Kuva 51. Räjähäntynyt kaasusäiliö.

4) Muut vaarat

- Onko kohteessa vaarallisia aineita? Kaasusäiliöitä, räjähteitä, palavia nesteitä, kemikaaleja yms. Vaarallisin kaasu tulipalossa on hitsauskaasuna käytetty asetyleeni (kuva 50). Kuvassa 51 on räjähtänyt kaasusäiliö. Säiliön räjähtäessä säiliön kappaleita ja sirpaleita voi lentää satoja metrejä.
- Onko kohteessa sähköiskun vaaraa? Jännitteelliset kohteet, kaapelit, sähköpääkeskukset, muuntamot
- Onko kohteessa koneita tai kuljettimia toiminnassa?
- Onko kohteessa väkivaltaisesti käyttäytyviä?
- Onko kohteessa muita vaaran aiheuttajia?

Kohteessa tietoja saa esimerkiksi paikallaolijoilta, kohteen omistajalta, toiminnanharjoittajalta ja valvomosta.

Aina on arvioitava tapauskohtaisesti, että voiko savusukelluksen aloittaa ja mitä lisäarvoa se tuottaa. Savusukelluksen tarpeellisuuteen ja aloittamiseen vaikuttaa oleellisesti **sammutustaktiikan valinta.**

Tärkeimmät savusukelluksen turvallisuuteen vaikuttavat asiat ovat

- **rakennuksen paloluokka**
- **muu merkittävä vaaran aiheuttaja**
- **tulipalon vaihe, voimakkuus ja laajuus**
- **tulipalon oletettu kesto** (täydenpalon vaiheessa).

(Häyrynen, Honkanen, Huttu, Kangastie ja Asikainen 2015.)

Kantavat rakenteet kestävät palorasituksia P1-luokan rakennuksessa vähintään **60 minuuttia**, P2-luokan rakennuksessa **30 minuuttia** ja P3-luokan rakennuksessa **ei ole varmistettua kesto**. P0-luokan rakennukset ovat kaikki yksilöitä, joiden rakenteiden kesto selviää kohdetiedoista. (Jämsä 2020.)

Tulipalo aiheuttaa monia vaaroja palomiehille, kuten aikaisemmin on jo todettu. Savusukelluspäätöstä tehdessä tulee arvioida myös muiden vaarojen muodostamat riskit savusukeltajille. Merkittäviä vaaroja aiheuttavat mm. palavat kaasut, nesteet ja vaaralliset kemikaalit.

Tulipalo heikentää rakennuksen rakenteita. Kun tulipalo on edennyt täyden palon vaiheeseen, tulee varmistua saatujen tietojen pohjalta tai

arvioida, koska tulipalo on alkanut. Rakennuksen paloluokan perusteella voidaan sitten arvioida, kauanko rakennus kestää paloa sortumatta. Tulipalossa nopeasti muodostuva myrkyllinen savu heikentää pelastettavien selviämismahdollisuutta minuutti minuutilta. Mikäli huone on ollut täyden palon vaiheessa useita minutteja, kukaan ei todennäköisesti selviä sieltä hengissä. Eri asia on sitten rakennuksen muut tilat ja varsinkin palo-osastoidut tilat, joihin palo ei pääse leviämään nopeasti. (Häyrynen ym. 2015.)

4.3 Altistumisen vähentämisen huomioiminen sammutustoiminnassa

Työnantajan tulee huolehtia työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Työnantajan tulee suunnitella ja toteuttaa työ siten, että työolosuhteet paranevat ja **altistuminen palossa vapautuville haitallisille aineille ja kemikaaleille rajoittuu niin vähäiseksi, että niistä aiheutu haittaa työntekijöiden turvallisuudelle tai terveydelle.** (Työturvallisuuslaki 2002, 8 § ja 38 §.)

Laitinen, Lindholm, Aatamila, Hyttinen ja Karisola Työterveyslaitokselta tutkivat Ruotsissa kehitetyn Skellefteå-mallin toimivuutta palomiesten altistumisen vähentämiseksi. He totesivat, että Suomessa tulee ottaa käyttöön päivitetty Skellefteå-mallin mukainen toimintatapa ja siihen tulee liittää aluemäärittely tulipalotilanteessa. Lisäksi kaluston ja varusteiden huollossa tulee huomioida työntekijöiden suojautuminen ja riittävän tehokkaat puhdistusmenetelmät kaluston ja varusteiden likaantumisasasteen mukaan. Mikäli työntekijälle tulee oireita altistumiseen jälkeen, tulee työntekijä ohjata työterveyshuoltoon tai hoitolaitoksen päivystyspisteeseen. Hoito ja terveyden seuranta tulee olla etukäteen suunniteltu. (Laitinen ym. 2016, 72.)

Kaaviossa 9 on esitetty, miten altistumisen vähentäminen tulee huomioida tulipalon sammutustoiminnan eri vaiheissa. Laatikoiden väreillä on korostettu altistumisen vaaraa.

Tärkeää

- Savusukellusta ennen tulee selvittää
 - vaarassa olevat ihmiset: pelastettavat, evakuoitavat, loukkaantuneet
 - rakennuksen käyttötarkoitus, paloluokka, koko ja palotekniset laitteistot
 - muut vaarat
 - tulipalon vaihe, kesto (täyden palon vaiheessa).
- Savusukelluksesta tulee pidättäytyä, jos siitä muodostuu liian suuri riski savusukeltajien turvallisuudelle.



Kaavio 9. Altistumisen vähentämisen huomioiminen eri toiminnoissa sammutus- ja pelastustoiminnan käynnistymisestä takaisin hälytysvalmiuteen saakka (Lahti 2014).

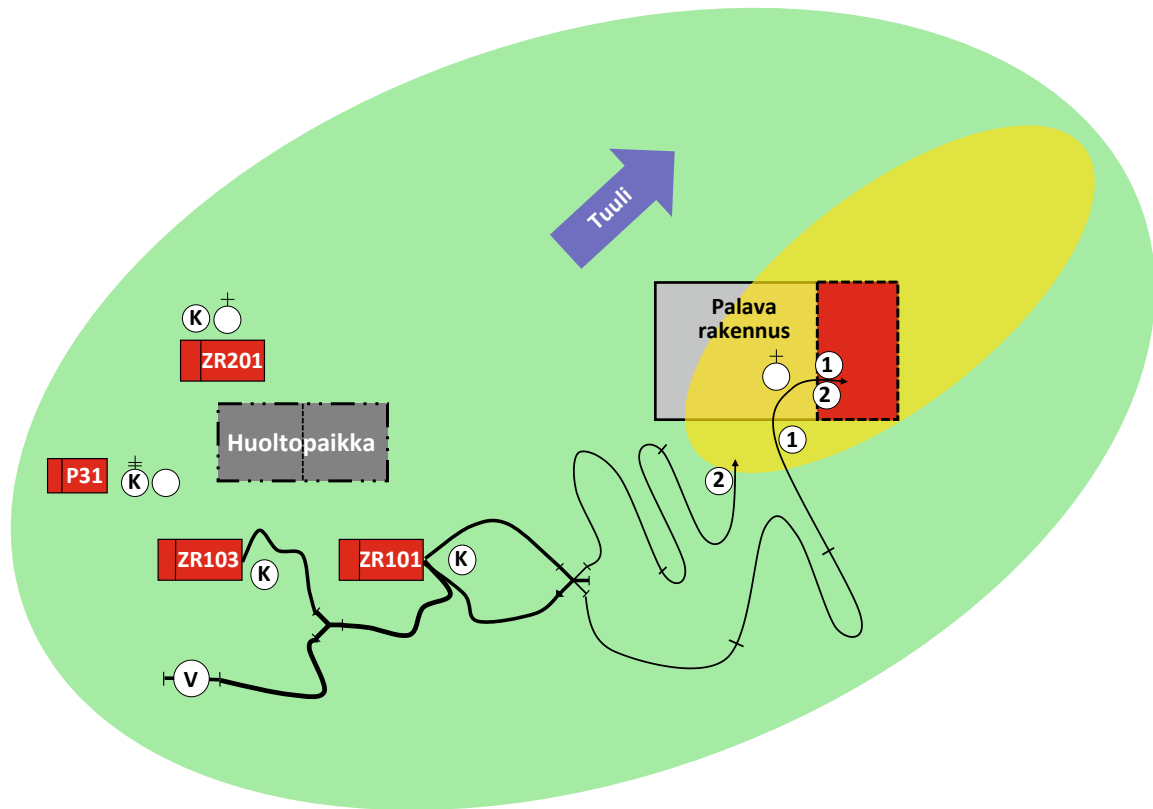
- = Puhdas työntekijä, puhdas ympäristö, ei altisteita
- = Työntekijä ja suojaimet ovat kontaminoituneet. Puhdistautumisen tarve
- = Likaiset kontaminoituneet varusteet ja kalusto altistavat työntekijöitä kaluston pesun ja huoltojen yhteydessä. Suojaus tulee valita kaluston ja varusteiden likaantumistasen mukaan.

- = Sammutus- ja pelastustoiminta palokohdassa. Altisteita esiintyy palavassa tilassa ja ympäristössä. Altisteiden levinneisyyteen vaikuttaa palon laajuus, voimakkuus, infrastruktuuri ja keliolosuhteet, joista merkittävimpänä tuuleen voimakkuus ja suunta. Altisteiden vaarallisuuteen vaikuttaa palava materiaali ja palamisolosuhteet.
- Työntekijä altistuu myös kovalle lämpökuormitukselle.

Tärkeää

- Puhdas paloasema tarkoittaa, että paloasema, ajoneuvot, kalusto ja varusteet huolletaan ja puhdistetaan tehtävän jälkeen hyvin.
- Tehtävällä ja huolloissa tulee huolehtia oikeanlaisesta suojautumisesta.
- Savusukeltajien tulee peseytyä mahdollisimman nopeasti altistumisen jälkeen.

Suomessa on jo vakiintunut käsite **puhdas paloasema**. Puhdas paloasema tarkoittaa kaavion 9 mukaista lähtötilannetta. Palomiehet, puhtaat varusteet ja puhdas kalusto ovat hälytysvalmiudessa. Paloasema pysyy puhtaana, kun likaisia varusteita ja kalustoa käsiteellään huoltojen yhteydessä vain likaisissa tiloissa. Varsinkin uusissa paloasemahankkeissa huoltotoiminnat on pyritty sijoittamaan niin lähekkäin, että likaisia varusteita ei kuljeta puhtaiden tilojen kautta. Likaiset varusteet on oltava ilmatiiviissä astiassa, kassissa



Kuva 52. Periaatekuva aluemäärittelystä, vihreä = pelastustoiminta-alue, keltainen = vaara-alue, punainen = välittömän vaaran alue.

tai säkissä, jos niitä kuljetetaan puhtaiden tilojen läpi. (Menetelmäohje Keski-Suomen pelastuslaitos 2017.)

4.4 Vaara-alueiden määrittäminen

Kohteessa pelastustoiminnan johtaja määrittää pelastustoiminta-, vaara- ja välittömän vaara-alueen. Alueiden tarkoituksena on selkeyttää toimintaa, parantaa työturvallisuutta ja vähentää altistumista sekä siitä seuraavia terveyshaittoja. Aluemäärittelyyn vaikuttaa merkittävästi palava kohde, rakennettu infrastruktuuri ja olosuhteet (tuulen suunta). Aina ei ole mahdollista esimerkiksi sijoittaa kalustoa tuulen yläpuolelle pois savusta. Tuulen suuntakin voi muuttua kesken tehtävän. Tulipalon luonne dynaamisena onnettomuutena tekee myös aluemäärittelystä haastavaa ja alueet muuttuvat tulipalon levitessä tai sammuesssa.

Pelastustoiminta-alue on alue, jossa sammutus- ja pelastustoiminta sekä niihin liittyvät tukitoiminnot tapahtuvat. Pelastustoiminnan alueen sisälle jäävät vaara- ja välittömän vaaranalue. Kuva 52 on periaatekuva aluemäärittelystä. Ajoneuvokalusto sijoitetaan pelastustoiminta-alueelle. Kalusto pyritään ryhmittämään tuulen yläpuolelle ja riittävän etäälle palavasta kohteesta. Alueella on letkuvälityksiä, lisäveden järjestelyt ja savusukeltajien huoltopaikka. Savusukeltajien huoltopaikalla tulee erottaa selvästi puhdas ja likainen puoli toisistaan. Alueella työskentelevät pelastustoiminnan johtaja, konemiehet, savusukellusvalvoja ja vaihtohenkilöstö sekä muut tilanteessa tarvittavat viranomaiset ja työntekijät (esim. ensihoito, poliisi, sähköyhtiö). Tarvittaessa alue eristetään, jolloin estetään ulkopuolisten pääsy alueelle. **Alueella esiintyy vain vähäisiä vaaroja.** Paineelliset letkut voivat rikkoutua ja iskeytyä työntekijöihin. Alueella työskenneltäessä vähimmäissuojavarustuksena tulee olla näkyvä suojavaatetus, kypärä, turvajalkineet ja muu tehtävän mukainen varustus. Alueella on

varauduttava hengityksen suojaamiseen kertakäyttöisillä FFP3-luokan suojaaimilla. Ne suojaavat hengityksen palosta leijailevilta haitallisilta hiukkasilta.

Vaara-alue on palavan kohteen läheisyydessä oleva alue tai tila, jossa esiintyy vaaroja. Osa vaaroista voi olla merkittäviä. Alueen määrittelee pelastustoiminnan johtaja. Vaara-alueen koko ja sijainti riippuvat palavasta kohteesta. Vaara-alue voi olla esimerkiksi savuton kerrostalon porraskäytävä, palavan palo-osaston viereinen palo-osasto tai palavan rakennuksen ympäristö. Vaara-alue muodostuu palavan rakennuksen tai muun palavan kohteen ympäristössä tuulen alapuolella laajemmaksi ja kauemmaksi kohteesta kuin tuulen yläpuolella.



Onko alue-määrittelylle lainsäädännöllistä velvoitetta?

- Vna 2019 työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta
 - 8 § Torjuntakeinot altistumisen estämiseksi ja vähentämiseksi
 - 12 § Pääsy vaara-alueelle
 - 13 § Hygienia ja henkilökohtainen suojaus
- Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738
 - 11 § Erityistä vaaraa aiheuttava työ



Lisätietoa



[Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta 2019](#)



[Työturvallisuuslaki 2002](#)

Vaara-alueella esiintyy tai saattaa esiintyä seuraavia vaaroja:

- tulipalon aiheuttamat vaarat: savu, syttyvät palokaasut, kuumuus, pistoliekki, paloräjähdykset
- palavan rakennuksen tai muun palavan kohteen rakennusmateriaalien tippuminen, rikkoutuminen, heitteet, sortuminen.

Vaara-alueella työskentelee palon sammutushenkilöstöä esimerkiksi savusukellustilanteessa suojapari. Kuvassa 52 vaara-alueella on suojaparin ykkönen syöttämässä letkua sukeltavalle parille ja ryhmänjohtaja on rakennuksessa sisällä. Palon sammutus ulkoapäin tapahtuu juuri vaara-alueella. Alueella työskenneltäessä suojaimena tulee olla paloasu ja paineilmahengityslaitte. Palopukuna voi olla myös ns. kevyempi asu. Paineilmahengityslaitetta tulee käyttää hengityssuojaimena, jos ympäristössä on näkyvää savua, pistävää käryä tai muu suojautumisen tarve. Kasvo-osa suojaa samalla kasvot palon lämpösäteilyltä ja liekeiltä.

Vaara-alueella hengityksen voi suojata myös suodatinsuojaimella. Myös paineilmahengityslaitteen kasvo-osaan kiinnitettäviä suodattimia on saatavilla. Suodattimen osalta tulee huomioida sen suodatusteho tulipaloissa tyypillisesti ilmeneville kaasuille, höyryille, huuruille ja partikkeleille.

Tärkeää

- Oikeilla toimintatavoilla voidaan altistumista haitallisille aineille vähentää merkittävästi (Laitinen ym. 2016, 71.).
- Tulipalokohteessa pelastuslaitoksen työskentelyalue muodostaa pelastustoiminta-alueen.
- Vaara-alue on palavan kohteen läheisyydessä oleva alue tai tila, jossa esiintyy vaaroja. Osa vaaroista voi olla merkittäviä.
- Välittömän vaaran alue on avopalossa alue ja rajatun tilan palossa tila. Välittömän vaaran alueella vaara on välitön.



Kuva 53. Virve-puhelin.



Kuva 54. Kasvo-osaan liitettävä kommunikaatiojärjestelmä (Interspiro).

Välittömän vaaran alue on avopalossa alue ja rajatun tilan palossa tila. Välittömän vaaran alueella vaara on välitön. Jos hengityksensuojaus paineilmahengityslaitteesta estyy, uhkaa palomiestä **vakava loukkaantuminen tai kuolema**.

Avopalossa alueen koon määrittelee pelastustoiminnan johtaja. Alueen koko määräytyy palavan **kohteen suuruuden, lämpösäteilyn voimakkuuden ja muiden vaarojen mukaan**. Välittömän vaaran alue avopalossa tulee kysymykseen isoissa ja kuumissa paloissa, kuten **palavan nesteen** tai **sulavan aineen** paloissa. Samaten välittömän vaaran alue tulee kyseeseen **kemikaalipaloissa**, missä ympäristöön vapautuu paljon erilaisia myrkyllisiä yhdisteitä esimerkiksi uusien sähköautojen akkupaloissa.

Rajatun tilan palossa välitön vaara-alue määräytyy savusukelluksen määritelmän mukaisesti. Kun palo rajatussa tilassa (huoneessa, palo-osastossa tai koko rakennuksessa) on kehittynyt sellaiseksi, että tilassa on tiheä savupatja, muodostaa tila välittömän vaaran alueen. Samaten palavan rakennuksen katto on välitöntä vaara-aluetta. **Työskentely rajatun tilan paloissa välittömän vaaran alueella edellyttää savusukellusvarustusta**

ja -kelpoisuutta. Kasvo-osa tulee pukea hyvissä ajoin ennen välittömälle vaara-alueelle menemistä. Savuraja toimii rakennuspalossa monesti välittömän vaara-alueen rajapintana.

4.5 Savusukelluksen viestintä

Pelastussukellusohjeen mukaan savusukellusparia kohden on tarpeellista olla ainakin yksi radio ja **savusukeltajilla tulee olla yhteys keskenään sekä viestiyhteys savusukellusvalvojaan ja ryhmän johtajaan** (Pelastussukellusohje 2007). Viestiyhteyden muodostamiseksi on nykyään saatavilla Virve- (kuva 53) ja VHF-puhelinten lisäksi myös paineilmahengityslaitteen kasvo-osaan integroitavia kommunikointijärjestelmiä (kuva 54). Virve- ja VHF-radiopuhelimiin saa liitettyä erilaisia monofoneja ja hands free-sarjoja, mitkä helpottavat viestintää.

Kasvo-osassa olevan kommunikointijärjestelmän avulla ryhmä voi viestiä nopeasti ja tehokkaasti. Järjestelmässä pystyy viestimään kuten puhelimesta hands free-toiminnolla. Erillistä

tangentin painamista ei tarvita. Kaikki ryhmässä olevat kuulevat toisensa puheen ja pystyvät puhumaan. Järjestelmään voi liittää myös radiopuhelimen esimerkiksi Virven. Tällöin riittää, että yhdellä ryhmän jäsenistä esimerkiksi ryhmänjohtajalla on Virve-puhelin. Ryhmänjohtajan saadessa sanoman Virvestä välittyy se koko muulle ryhmälle. Järjestelmän käytössä haasteena on kantama. Se on sisätiloissa kymmeniä metrejä. (Dräger FPS®-COM 7000 2017; Spirocom 2015.)

Hyvä viestiyhteys ryhmän jäsenten välillä lisää ryhmän tehoa ja turvallisuutta. **Jos on vain yksi radio** paria kohden käytössä, se on toiminnan tehokkuuden kannalta parempi olla **parin kakkosella**.

Viestien tulee olla lyhyitä ja etukäteen harkittuja. Viestissä tulee kertoa vain oleellinen asia. Monimutkaiset viestit aiheuttavat usein väärinymmärtämistä, mikä voi olla kohtalokasta pelastustoiminnan onnistumiselle. **Sanoman ydin-sisältö tulee aina toistaa** viestin perillemenon takaamiseksi.



Miten kerron asian radiolla?

- Käytä selkeitä kutsuja.
 - Savupari 1
 - Savusukellusvalvoja
 - P101
- Paina tangentti pohjaan ja odota hetki ennen kuin alat puhua. Samaten pidä tangentti hetken vielä pohjassa, kun lopetat puhumisen.
- Puhu selvästi ja rauhallisesti (paineilmahengityslaitteen hengitysäänet haittaavat sanoman selkeyttä).

Tärkeää

- Savusukeltajilla tulee olla yhteys keskenään sekä viestiyhteys savusukellusvalvojan ja ryhmän johtajaan.
- Puhu radioon selkeästi ja rauhallisesti lyhyitä ja harkittuja viestejä.

Savusukellusparin (savupari 1:n) on tiedotettava ryhmänjohtajalle

- palon sijainnista ja laajuudesta
- palon sammuttamisesta ja suihkuputkisavutuu-letuksen aloittamisesta
- pelastettavien löytymisestä
- vaaran aiheuttajista ja muista tehtävän turvallisuuden ja onnistumisen kannalta tärkeitä asioista.

Viestiyhteyden katketessa ryhmänjohtajan on varmistettava, että savusukelluspari on kunnossa. Tällöin esimerkiksi suojaradii käy tarkastamassa tilanteen. Radioyhteyden toimimattomuuden varalta tulee osata käsi- ja valomerkit.

4.6 Savusukellusvalvoja valvoo savusukellusta

Savusukelluksessa on aina järjestettävä savusukellusvalvonta.

Savusukellusvalvonnalla tarkoitetaan järjestelyä, jonka avulla seurataan savusukeltajien viestejä, valvotaan sukellusaikaa ja ilmoitetaan ryhmänjohtajalle ja sukellusparille sukellukseen liittyvistä tarpeellisista asioista. Savusukellusvalvonnasta pidetään valvontapöytäkirjaa.

Savusukellusvalvojalla tarkoitetaan henkilöä, joka huolehtii savusukellusvalvonnasta. Savusukellusvalvojana toimii pelastusryhmän kuljettaja eli konemies (kuva 55), ellei muusta järjestelystä ole päätetty. Vaativassa savusukellustehtävässä, jossa savusukeltaa useita pareja, on suositeltavaa määrätä erillinen savusukellusvalvoja. Tällöin savusukellusvalvojalle ei tulisi määrätä muita tehtäviä.

Savusukellusvalvontaan on kehitetty avuksi **tek-nisiä ratkaisuja**. Paineilmahengityslaitteisiin saa radiolähettäviä, jotka lähettävät savusukellusvalvojan elektroniseen valvontayksikköön tietoja savusukeltajien sukellusajasta ja jäljellä olevista ilmamääristä. Järjestelmän avulla savusukeltaja voi lähettää myös hätäviestin. Suomessa tällaiset järjestelmät eivät ole yleistyneet, vaan pitkälti käytetään perinteistä käsin täytettävää savusukellusvalvontapöytäkirjaa.



Kuva 55. Konemies toimii savusukellusvalvojana.

Savusukellusvalvontaa tulee parantaa, sillä Pronton tietojen mukaan vain 7 %:ssa sammutus- ja pelastustehtävissä, joissa on savusukellettu, on tehty savusukellusvalvontaa (Pronto 2020). Kun savusukellusvalvontaa tehdään savusukellusharjoituksissa, tulee siitä rutiininomainen toimenpide myös hälytystehtävillä. Savusukellusvalvoja merkitsee sukelluksen aloitusajan ylös tai käynnistää kellon ja seuraa ajankulua, tilannetta ja kuuntelee savusukeltajien viestiliikennettä.

Savusukellusvalvoja kirjaa savusukellusvalvontapöytäkirjaan savusukeltajat pareittain, lähtö- ja tulosäiliöpaineen sekä lähtö- ja tuloajan. Paineilmahengityslaitteen säiliöpaineet tulee olla valmiina merkittyinä savusukellusvalvontapöytäkirjassa.

Savusukelluspari ilmoittaa sukelluksen aloittamisesta ja lopettamisesta savusukellusvalvojalle. Savusukellusvalvoja ilmoittaa savusukellusparille, kun se on sukeltanut 15 minuuttia. **Ilmoituksen tarkoitus on muistuttaa ajan kuluista ja säiliöilmamäärän tarkkailusta.** Ilmoituksen jälkeen savusukelluspari tarkastaa säiliöpaineensa ja arvio ilman riittävyttä. 15 minuutin

jälkeen savusukellusvalvoja ilmoittaa parille aina 5 minuutin välein, että 20 tai 25 minuuttia on kulunut. Käytännössä yhden 6,8 litran säiliön ilmamäärä riittää noin 20 minuutin sukellukseen riippuen ilmankulutuksesta.



Mitä savusukellusvalvoja valvoo?

- Savusukellusvalvoja
 - tietää sukeltavien savusukeltajien lukumäärän
 - tietää savusukellusparien sukelluspaikan, esimerkiksi savusukelluspari 1 savusukeltaa omakotitalon 2. kerroksessa
 - seuraa savusukeltajien sukellusaikaa ja ilmoittaa ajan kulumisesta 15 minuutin kohdalla ja sen jälkeen 5 minuutin välein
 - seuraa palon ja tilanteen kehittymistä
 - kuuntelee sukeltajien radioliikennettä.



Milloin savusukellusvalvojan tulee kehottaa savusukellusparia perääntymään?

Esimerkkilaskelma ilman riittävydestä savusukelluksessa. Paineilmäsäiliönä on 6,8 litran kevytsäiliö, jossa on 270 bar lähtöpainetta. Ilmakulutuksena käytetään keskimääräistä ilmankulutusta 74 l/min (katso liite 4).

- Kokonaisilmamäärä:
 $6,8 \text{ l} \times 270 = 1836 \text{ l}$
- Ilman riittävyys:
 $1836 \text{ l} / 74 \text{ l/min} \approx 25 \text{ min}$
- Varailman riittävyys:
 $6,8 \text{ l} \times 50 / 74 \text{ l/min} \approx 4,5 \text{ min}$
- Perääntymisaika:
 $6,8 \text{ l} \times 170 / 74 \text{ l/min} \approx 15 \text{ min}$

Savusukelluspari voi jatkaa sukellusta 15 minuutin jälkeenkin, sillä edellytyksellä, että ilmaa on jäljellä > 100 baria tai paluureitti on lyhyt ja esteetön.

→ Kun sukelluksen aloittamisesta on kulunut 20 minuuttia, savusukellusvalvoja ilmoittaa savusukellusparille, että **20 minuuttia on kulunut, aloittakaa perääntyminen!**

Katso video:

Savusukellusvalvojan tehtävät savusukellustilanteessa



Tärkeää

- Savusukelluksessa on aina järjestettävä savusukellusvalvonta.
- Savusukellusvalvoja ilmoittaa savusukellusparille:
 - 15 minuuttia kulunut, tarkistakaa säiliöpainheet!
 - 20 minuuttia kulunut, aloittakaa perääntyminen!

4.7 Suojapari turvaa savusukellusta

4.7.1 Suojapari on välittömässä valmiudessa

Suojaparilla tarkoitetaan kahden savusukeltajan muodostamaa sukeltavan savusukellusparin tai -parien toimintaa turvaamaan varautunutta työparia.

Suojaparin kelpoisuudesta on pelastussukellusohjeessa seuraavasti: ”Savusukellustehtävä voidaan aloittaa turvallisesti, jos pelastusyksikössä on vähintään neljä savusukelluskelpoista henkilöä. Jos kyseessä on asuinrakennus ja jos palo on yhdessä huoneistossa, voidaan savusukellus aloittaa, jos sukelluspari on savusukelluskelpoinen ja suojapari kykenee käyttämään paineilmahengityslaitteita.” (Pelastussukellusohje 2007, 14.) **Lievennys suojaparin osalta tarkoittaa**, että suojaparin tai toisen suojaparissa olevista savusukelluskelpoisuus ei täyty. Suojaparilla tulee joka tapauksessa olla peruskoulutus savusukellukseen. Sen sijaan, jos jokin muu savusukelluskelpoisuuteen vaikuttava tekijä (terveydentila, fyysinen toimintakunto tai harjoitukset) estää savusukelluskelpoisuuden, voi toimia suojaparissa, jos kykenee tästä huolimatta kuitenkin käyttämään paineilmahengityslaitteita.

Savusukelluksessa tulee aina määrätä suojapari. Savusukeltaminen voidaan aloittaa pelastusryhmän vahvuudella 1+3, jolloin ryhmänjohtaja ja konemies muodostavat suojaparin. (Pelastussukellusohje 2007.)

Suojaparin tehtävänä on turvata savusukellusparin toimintaa. Suojapari voi suojata yhtäaikaaisesti myös usean savusukellusparin toimintaa edellyttäen, että se pystyy hoitamaan suojaamistehtävän

Katso video:

Suojaparin tehtävät savusukellustilanteessa



tehokkaasti ja turvallisesti. Tällöin on huomioitava suojohtoselvityksen ulottuvuus. Mikäli savusukellustoimintaa on laajalla alueella esimerkiksi tehdasalueella, tulee kullekin sukelluspaikalle määrätä oma suojohtari.

Suojohtari selvittää oman työjohtoselvityksen savurajalle. Selvitystä voidaan käyttää esimerkiksi räystään suojaamiseen, kunhan sitä ei liikutella liian kauas sukelluspaikalta. Selvitys voidaan jättää myös kuivaksi, jos se tilanteen mukaan on tarkoituksenmukaista. Kuivan selvityksen etu on sen nopea siirrettävyys oikeaan paikkaan.

Jos kohteessa on useita pelastettavia, suojohtarin kannattaa osallistua pelastettavien siirtoon. Suojohtari menee letkua pitkin savusukellusparia vastaan ja siirtää pelastettavan ulos. Tällöin savusukelluspari pystyy jatkamaan toisen pelastettavan etsintää nopeasti. Tällöin kohteessa tulee olla vähintään 1+4 vahvuinen pelastusryhmä, milloin konemies toimii ulkona savusukellusvalvojana.



Mitä suojohtarin päätehtävä (turvaaminen) tarkoittaa käytännössä?

- Se tarkoittaa välitöntä savusukellusparin pelastamisvalmiutta.
 - Suojohtari pukee savusukellusvarusteet.
 - Suojohtari selvittää oman suojohtarin työjohtoon.
 - Suojohtari varautuu antamaan lisäilmaa savusukellusparille.
- Suojohtari voi tehdä myös muita tehtäviä. Tällöin savusukellusparin vaaratilanteessa suojohtari keskeyttää muut tehtävät ja aloittaa savusukellusparin pelastamisen välittömästi.

Tärkeää

- Suojohtari turvaa savusukellusparin toimintaa ja on välittömästi valmiina savusukellustajan pelastamiseen.

4.7.2 Suojohtarin ilman riittävyys

Toiminnan tehokkuuden ja turvallisuuden kannalta on järkevää, että **toinen suojohtarin savusukeltajista avustaa savusukellusparia syöttämällä letkua sukelluskohteen ovella savurajalla.** Samalla pystytään hallitsemaan esimerkiksi kerrostalossa asuinhuoneiston ovi. Tällöin työskentely tapahtuu vaara-alueella ja siinä esiintyy savua, joten hengitys tulee suojata käyttämällä paineilma-hengityslaitetta.

Savusukeltajalla tulee olla savusukeltamaan lähettäessä vähintään 1500 litraa hengitysilmaa (Pelastussukellusohje 2007). Savusukelluksessa yleisin käytössä oleva säiliö on 6,8 litran 300 baarin komposiittisäiliö.

Esimerkki: Kerrostalon 3. kerroksessa palaa asuinhuoneistossa. Sammutus- ja pelastustehtävän aloittaa 1+3 vahvuinen pelastusryhmä. Konemies ja ryhmänjohtaja muodostavat suojohtarin. Paineilmahengityslaitteissa on 6,8 litran komposiittisäiliöt ja kaikilla on sama lähtöpaine 270 bar.

Savupari 1 aloittaa sukelluksen.

Ryhmänjohtaja tekee suojohtarin työjohtoselvityksen kerrokseen.

2 minuuttia myöhemmin ryhmänjohtaja aloittaa paineilmahengityslaitteen käytön ja syöttää letkua huoneiston ovella.

Konemies pukee paineilmahengityslaitteen, mutta ei tarvitse hengityksensuojausta.

Savupari 1 liikkuu matalana savun seassa kuumassa tilassa, jolloin heidän ilmankulutuksensa on keskimäärin **74 l/min**. Ryhmänjohtaja seuraa tilannetta paikallaan ovella ja syöttää letkua, jolloin hänen ilmankulutuksensa on keskimäärin **40 l/min**.

Ryhmänjohtajan Ilmankulutuksen arvo on arvio, joka perustuu työryhmän arvioon. Asiaa tulee tutkia, että saataisiin varmaa tietoa asiasta. **Savusukellusparin ilmankulutus 74 l/min** perustuu sen sijaan tutkimukseen pelastajakurssilaisten ilmankulutuksista savusukellusta jäljittelevällä testiradalla Pelastusopistossa (Liite 4). Kurssilaisten ilmankulutukset vaihtelivat 46 l/min - 118 l/min.

Tarkastelussa mukana oli 233 pelastajaopiskelijaa 8:lta eri kurssilta.

Ilmankulutus on riippuvainen hengitystekniikasta, aerobisesta kunnosta ja kehon painosta (Jyllä ja Kinnunen 2004, 3).

Konemies ilmoittaa, että 15 minuuttia on kulunut. Savupari 1 ja ryhmänjohtaja tarkastaa säiliöpaineensa.

Paineilmasäiliön kokonaisilmamäärä:

$6,8 \text{ l} \times 270 = 1836 \text{ litraa}$

$15 \text{ min} \times 74 \text{ l/min} = 1110 \text{ litraa}$

(Savupari 1:n käyttämä ilmamäärä)

→ 726 litraa ja **107 bar painetta jäljellä**

$13 \text{ min} \times 40 \text{ l/min} = 520 \text{ litraa}$

(Ryhmänjohtajan käyttämä ilmamäärä)

→ 1316 litraa ja **193 bar painetta jäljellä**

Savupari 1:n ilma laskee pian 15 minuutin jälkeen alle 100 barin, jolloin se aloittaa peräntymisen. Ryhmänjohtajalla on tuolloin lähes 1300 litraa ilmaa vielä jäljellä. Suojapariin kuuluvalla konemiehellä on täysi säiliö 1836 litraa ilmaa.

Suojaparin riittävä hengitysilmamäärä savusukellusparin pelastamiseksi on **vähintään 1300 litraa**. Tämä uusi suojaparin toimintaa koskeva vähimmäisilmamäärä arvo tekee koko savusukellustoiminnasta turvallisempaa ja tehokkaampaa. Tähän asti on joko säästelty ilman käyttöä ja altistuttu tai sitten suojapari on selvittänyt lisäpaineilmahengityslaitteen hengitysilman riittävyyden turvaamiseksi.

Suojaparista riittää, että vain toinen on savurajalla syöttämässä letkua ja käyttämässä ovea tarpeen mukaan auki tai kiinni. Tällöin toisella on käytännössä täysi paineilmasäiliöllinen ilmaa.

Savurajalla olevan tulee suojata hengityksensä paineilmahengityslaitteella, jotta hän ei altistu savussa oleville haitallisille aineille. Paineilmahengityslaitte on helpoin ja paras hengityksensuojain ja lisäksi tällöin toinen suojaparista on saman tien valmis savusukellusparin pelastamiseen.

4.7.3 Savusukeltajan pelastaminen

Jos savusukeltaja joutuu jostain syystä itse pelastettavaksi esimerkiksi loukkaannuttuaan tai eksyttyään, hänen on säilytettävä harkintakykynsä ja vältettävä joutumista paniikkiin. Harkinta auttaa enemmän kuin turha hätäily. Tällöin on pysähdyttävä, rauhoituttava ja ajateltava, mitä nyt tulee tehdä. Savusukeltajan on annettava merkkejä olinpaikastaan muille radiolla, liikeilmaisimella, huutamalla, koputtamalla tai valaisimella.

Savusukeltaja voidaan hätäsiirtää paineilmahengityslaitteen olkahihnoista vetämällä tai erillisen paineilmahengityslaitteessa olevan pelastuslenkin avulla. Mikäli pelastettavalla epäillään vammamekanismin perusteella olevan rankavamma, siirto kannattaa mahdollisuuksien mukaan tehdä rankalaudalla. Pelastettava on nostettava rankalaudalle mahalleen tai paineilmahengityslaitte on otettava pois ja kuljetettava rinnalla.

Mikäli pelastettava on juuttunut kiinni, hänelle on toimitettava lisäilmaa mahdollisimman nopeasti. **Savusukelluspari ei jätä pelastettavaa yksin**, vaan jää hänen luokseen ja turvaa pelastettavan olinpaikan työjohtodon avulla. Suojapari selvittää lisäilman pelastettavalle ja avustaa pelastettavan ulos. Tarvittaessa suojapari ottaa kohteeseen mukaan oman työjohtonsa. Kun paineilmahengityslaitteissa on lisäilmansyöttöliittimet (kuvat 56 ja 57), lisäilma voidaan syöttää lisäilmaletkulla pelastajan laitteesta tai kokonaan toisesta

Tärkeää

- Suojaparilla tulisi olla vähintään 1300 litraa ilmaa pystyäkseen turvaamaan savusukellusta.

Katso video:

Savusukeltajan
sairauskohtaus





Kuva 56. Lisäilmaliittimien ilmansyöttösuunnat (Dräger).

paineilmahengityslaitteesta lisäilmaa tarvitsevalle savusukeltajalle. Lisäilmaletkua käytettäessä on etukäteen selvitettävä, miten päin lisäilmaletku liitetään ja miten liittimet toimivat (kuva 56).

Lisäilman liittämisen jälkeen suljetaan pelastettavan paineilmasäiliön venttiili. Tällöin pelastettavan ilma jää varalle.

Mikäli pelastettavan savusukeltajan paineilmahengityslaitteessa ei ole lisäilmansyöttöliitäntää tai sitä ei voida käyttää esimerkiksi rikkoutumisen vuoksi, viedään pelastettavalle toinen paineilmahengityslaitte ja liitetään pelastettavan hengitysventtiili siihen tai kytketään tuodun paineilmahengityslaitteen hengitysventtiili pelastettavan kasvo-osaan. Pelastettavalle voidaan viedä myös täydellinen toinen paineilmahengityslaitte ja pukea tämän kasvo-osa. Turvallisin ja paras tapa lisäilman syötön toteuttamiseen on kuitenkin käyttää lisäilmaletkua.

Paineilmahengityslaitetta ei riisuta savusukelluksessa koskaan muulloin kuin hätätilanteessa, esimerkiksi silloin kuin savusukeltaja on jäänyt paineilmahengityslaitteestaan kiinni. Savusukeltajan perusvarusteista puukolla pystyy tarvittaessa katkaisemaan paineilmahengityslaitteen hihnat poikki.



Kuva 57. Osassa paineilmahengityslaitteita lisäilmaliittimet saa vetäistyä olkahihnan pidikkeistä irti, jolloin liittimiin tulee kätevää noin metri letkua (Interspiro).

Tärkeää

- Savusukeltajan paineilmahengityslaitteessa on tarkoituksenmukaista olla lisäilmansyöttömahdollisuus (Pelastussukellusohje 2007).
- Jos jokin menee vikaan kesken savusukelluksen:
 - Pysähdy!
 - Rauhoitu!
 - Ajattele!
 - Toimi!

Katso video:

Savusukeltaja sortuneiden rakenteiden alla



5.1 Lämpökamera pelastustoimessa

Pelastustoimessa lämpökamerat ovat yleistyneet 2000-luvulla, jolloin lämpökamerat alkoivat olla kokonsa, painonsa ja teknologiansa puolesta helposti käytettävissä ja hyödynnettävissä erilaisissa pelastustoimen tehtävissä. Nykyisin lämpökamera (kuva 58) löytyy todella monesta sammutusautosta.

Lämpökamera on oiva apuväline, ja sitä pystyy hyödyntämään monilla pelastustoimen tehtävillä. Lämpökamera antaa lisäinformaatiota tehtävien hoitamisen tueksi, jolloin avun tarpeen mukaan tehtävään voidaan reagoida koordinoitummin ja nopeammin, mikä helpottaa pelastustyöntekijöitä tehtävän suorittamisessa ja päätösten teossa. Tässä julkaisussa lämpökameraa käsitellään vain **savusukeltamisen näkökulmasta**.

Yksi yleisimmistä tehtävistä, joilla lämpökameraa hyödynnetään, on rakennuspallo. Lämpökameraa hyödynnetään jo palavan kohteen alkutiedustelussa sekä erityisesti savusukelluksen yhteydessä, jolloin **lämpökamera antaa käytännössä pelastajille näkyvyyden palavaan ja savuiseen tilaan**. Tämä nopeuttaa palon paikantamisessa ja pelastettavien löytämisessä, jolloin sammutus- ja pelastustehtävästä suoriudutaan **turvallisemmin ja tehokkaammin**. Lämpökameraa hyödynnetään myös palokohdetta ympäröivien tilojen tarkistamiseen sammutus- ja pelastustehtävien aikana, sekä palopesäkkeiden etsimiseen jälkisammutustöissä. Lopuksi palokohteen rakenteet on hyvä tarkastaa lämpökameran avulla, minkä jälkeen kohde voidaan luovuttaa turvallisesti kiinteistön omistajalle tai haltijalle.



Kuva 58. Savusukelluskäyttöön tarkoitettu lämpökamera.

5.2 Lämpökameran toimintaperiaate

Lämpökamera on lämpösäteilyn vastaanotin ja videokamera, joka muodostaa kuvan kameran näytölle kappaleen lähettämän lämpösäteilyn perusteella. Lämpökamera ei tarvitse näkyvää valoa toimiakseen, sillä kaikki esineet, joiden lämpötila on yli absoluuttisen nollapisteen, lähettävät (emittoivat) lämpösäteilyä. Lämpösäteily on sähkömagneettista säteilyä, joka aiheutuu hiukkasien lämpöliikkeestä, ja lämpösäteilyn määrä kasvaa lämpötilan kasvaessa. Lämpökameralla tarkastellaan tiettyä lämpösäteilyn osaa, joka aallonpituuksiltaan osuu infrapunasäteilyn taajuuksille. Mikäli esineen lämpötila on alhaisempi kuin 500 astetta celsiusta, lämpösäteilyä ei voi havaita paljaalla silmällä, vaan ainoastaan infrapuna-aluetta mittaavalla kameralla. Lämpökamera muodostaa tavallisen kameran tavoin kuvan esineen lähettämän

5 Kappaleen "5 Lämpökamera" on kirjoittanut opettaja Teemu Pietilä.



Kuva 59. Lämpötilojen mittaaminen lämpökameralla.

lämpösäteilyn perusteella. Tavallinen kamera muodostaa kuvan näkyvän valon perusteella ja lämpökamera infrapunasäteilyn perusteella. (The ultimate infrared handbook for R&D professionals. 2012.)

5.3 Lämpötilojen mittaaminen lämpökameralla

Lämpökameran kyky mitata todellisia lämpötiloja ilman fyysistä kontaktia mitattavaan kohteeseen on nykytekniikan kameroilla todella tarkka. Lämpökameraa hyödynnetään monilla yhteiskunnan eri aloilla juuri kameran tarkkuuden ja fyysisen kontaktin puuttumisen vuoksi. Lämpökameroiden näytön keskellä on pieni **osoitinruutu**, josta lämpökamera mittaa kohteen lämpötilan (kuva 59).

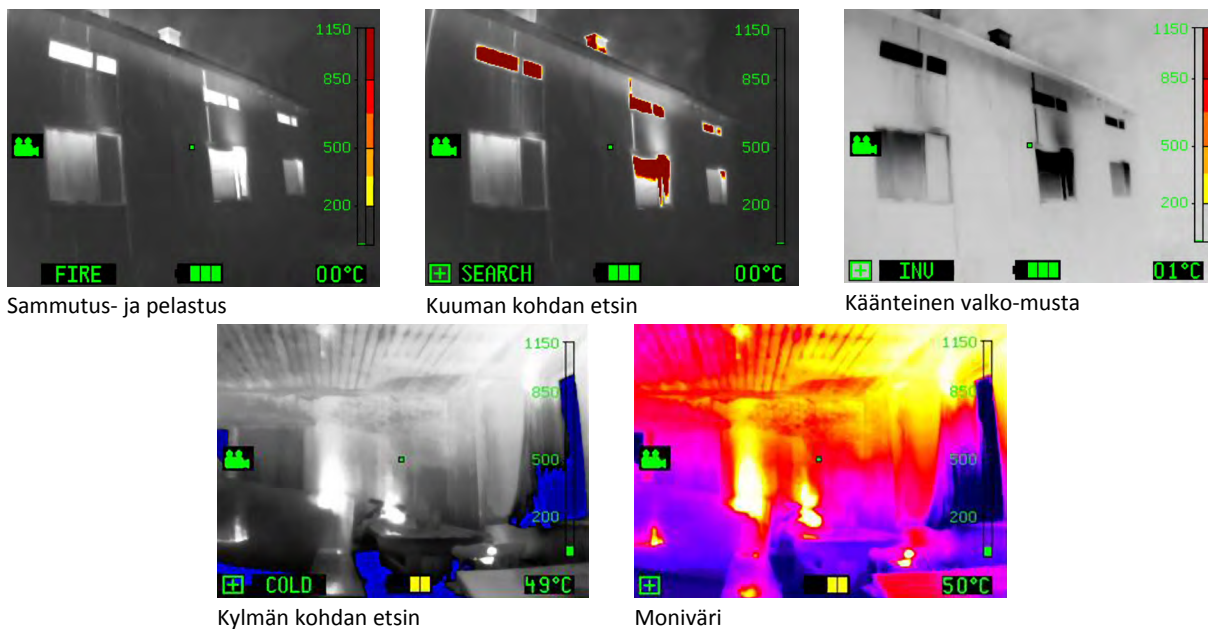
Kiire ja haastavat olosuhteet erottavat pelastustoimen lämpökameran käytön monista muista käyttötarkoituksista. Tämä tarkoittaa, että kameran käyttöä **tulee harjoitella usein** ja laadukkaissa kylmissä ja kuumissa savusukellusharjoituksissa, jotta kameraa osataan tositalanteissa käyttää ja tulkita informaatiota oikein. Savusukellustilanteissa kameraa tulee **liikuttaa hyvin rauhallisesti huoneen kulmasta kulmaan ja katosta lattiaan**, jotta kamera ehtii reagoimaan muutoksiin ja

antamaan parhaan mahdollisen informaation tutkittavasta kohteesta.

Lämpökameralla voidaan havaita huoneiston lämpötilojen lisäksi savun seasta erilaisia vaaran aiheuttajia, kuten esimerkiksi kaasusäiliöitä. Savusukeltajat pystyvät helposti mittaamaan säiliöiden pintalämpötilan, ja mittaustuloksen perusteella he pystyvät tekemään päätöksen savusukelluksen turvallisuudesta ja jatkamisesta. Lämpökameralla on merkittävä työturvallisuutta parantava vaikutus savusukellustehtävillä.

Tärkeää

- Lämpökamera antaa näkyvyyden savuiseen tilaan.
- Lämpökamera tehostaa sammutus- ja pelastustyötä sekä lisää pelastajien työturvallisuutta.
- Lämpökamera muodostaa näytölle kuvan ympäristön lämpösäteilyn perusteella.
- Lämpökameran käyttöä tulee harjoitella, jotta kyetään tulkitsemaan kuvaa oikein.
- Lämpökameraa tulee liikuttaa rauhallisin liikkein ja kohteen tilat tulee tutkia huolellisesti lämpökameran avulla.



Kuva 60. Erilaisia väriskaavioita: Sammutus- ja pelastus, kuuman kohdan etsin, käänteinen valko-musta, kylmän kohdan etsin ja moniväriskaavio.

5.4 Lämpökameran käytössä huomioitavia asioita

Lämpökameraa käyttäessä tulee ymmärtää ja ottaa huomioon lämpökameran rajoitteet ja erityisominaisuudet savusukellustehtävän aikana.

Näyttöjen väriskaavioita voidaan hyödyntää eri tilanteissa. Monissa kameroissa on useita väriskaavioita vaihtoehtoksi lämpökameran näytölle. Näyttöä tulee osata tulkita kaikilla väriskaavioilla, ja käyttäjän tulee osata valita tarkoituksenmukainen väriskaavio tehtävän mukaan. Kuvassa 60 on esimerkit viidestä eri väriskaaviosta. Ylärivillä on asuinhuoneistopalon ulkotiedustelussa käytetty kolmea eri väriskaavioita.

Olosuhteiden tulkitseminen vaatii lämpökameran käyttäjältä harjaantuneisuutta, jotta näytöllä esiintyviä ilmiöitä pystytään luotettavasti tunnistamaan. Esimerkiksi kuumien savukaasujen tulkitseminen on haasteellista, sillä lämpökamera ei tunnista savua itsessään vaan siinä leijuvat savun erityyppiset partikkelit. Savun näkyminen

lämpökamerassa on siis riippuvainen partikkelien määrästä ja koosta. Kameran käyttöä tulee harjoitella mahdollisimman usein ja vaihtelevissa olosuhteissa ammattitaidon kehittymisen varmistamiseksi.

Fyysisen esteen esimerkiksi seinien, esineiden tai ikkunoiden lävitse läpi lämpökameralla ei näe. Nämä esteet on tehtävillä kierrettävä ja jokaiseen tilaan on saatava esteetön näkymä, jotta lämpökameran informaatioon voidaan luottaa.

Vesihöyry, tiheä sumu ja runsas kosteus aiheuttavat esteen lämmönlähteiden ja kameran väliin, jolloin lämpökamera ei havaitse riittävän tarkasti lämpösäteilyä (kuva 61). Tulipaloissa lämpö haihduttaa tehokkaasti kosteutta, joten edellä mainittu ongelma ratkeaa ajan kanssa, kun pidättydytään veden käytöstä. Tämä ei ole aina mahdollista, jolloin lämpökameran antama hyöty tehtävällä vähenee. Myös lämpökameran linssiin ja näyttöön tiivistyy kosteutta sammutustyön yhteydessä. Linssiä sekä näyttöä täytyy pyyhkiä aika ajoin, jotta varmistutaan lämpökameran mahdollisuudesta tuottaa optimaalista informaatiota.



Kuva 61. Vesihöyry häiritsee lämpökameralla havainnointia.

Heijastavasta pinnasta esimerkiksi lasin pinnasta, peilipinnasta ja kiiltävästä metallipinnasta lämpökameran vastaanottama lämpösäteily heijastuu, kuten kuvasta 62 voidaan havaita. Heijastuminen tarkoittaa, että lämpökamera vastaanottaa käyttäjänsä lähettämän lämpösäteilyn ja näytöllä näkyy peilikuva kameran käyttäjästä. Lämpökamera ei tämän johdosta välttämättä kykene havaitsemaan heijastavan pinnan takana olevaa tulipaloa tai muuta voimakasta lämmön lähdettä. Tästä syystä kalusteiden taustat ja ovet on avattava ja tilat on käytävä läpi, jotta mahdollinen palo tai pelastettava löydetään.

Lisäominaisuuksia parhaimmissa lämpökameroissa on useita, jotka helpottavat savusukeltajien toimintaa sammutus- ja pelastustehtävillä. Kuumimman (kuva 60) ja kylmimmän kohdan etsimet auttavat savusukeltajia kohdentamaan huomionsa oikeisiin asioihin tehtävillä. Palo löytyy nopeammin ja tehtävästä suoriudutaan tehokkaammin. Videokuvatoiminnon ja wifi-yhteyden avulla saadaan lähetettyä reaaliaikaista kuvaa pelastustoiminnan



Kuva 62. Oven kiiltävästä metallisesta postiluukusta heijastuu savusukeltajat.

Katso video:

Lämpökameran käyttö savusukelluksessa



johtajan johtamisen tueksi. Videotallenteita voidaan hyödyntää tilanteen jälkeen muun muassa palonsyöntutkinnassa sekä savusukelluksen koulutuksessa. Muita lämpökameroihin saatavia lisäominaisuuksia ovat kompassi, etäisyysmittari, laserosoitin, lamppu ja zoom-toiminto, joita voidaan tarvittaessa hyödyntää esimerkiksi kohteen tarkan etäisyyden tai koon mittaamisessa ja ilmansuuntien määrittämisessä.



Pohdi mitä lämpökameran käytössä tulee osata?

- Mitä asioita pystytään havainnoimaan?
- Mitkä asiat rajoittavat havainnointia?
- Miten nämä rajoitteet vaikuttavat savusukeltajien toimintaan?

Tärkeää

- Opettele käyttämään lämpökameran eri ominaisuuksia.
- Varmista kaikkien tilojen tutkiminen, koska lämpökameralla et näe fyysisten esteiden läpi.
- Huomio heijasteet.
- Kuivaa kertynyt vesihöyry palokäsineellä lämpökameran linssistä, näytöltä ja kasvo-osasta.



Savusukelluspari sammuttaa ja pelastaa

Ykkönen käyttää suihkuputkea. Ykkönen etenee ensimmäisenä ja pitää tuntuman seinään valitun tekniikan edellyttämällä tavalla. Kakkosen tehtävä on auttaa ykköstä vetämällä letkua ja ottamalla suihkuputken aiheuttamaa rekyä vastaan. Kakkonen käyttää lämpökameraa ja vie kameran välillä parin etupuolelle, että myös ykkönen näkee kameran näytön. Kakkonen pitää yhteyttä radiolla savusukellusvalvojaan ja tarvittaessa ryhmänjohtajaan. Sammutusraivauksen yhteydessä ykkönen sammuttaa ja kakkonen raivaa sekä avaa rakenteita palopesäkkeiden sammuttamiseksi. **Savusukellus on parityöskentelyä, joten parin on koko ajan pidettävä yhteys toisiinsa.**

6.1 Sammutus- ja pelastustehtävän eteneminen

Sammutus- ja pelastustehtävän eteneminen savusukellusparin (ykkösen ja kakkosen) näkökulmasta:

1. Hälytys
2. Matkan aikana
 - Valmistautuminen tehtävään
 - Pukeutuminen, varusteiden tarkastaminen
3. Kohteessa
 - Tehtäväkäsken sisäistäminen
 - Aluemäärittelyn huomioiminen
 - Savusukeltajan tiedustelun tekeminen
 - palon sijainti
 - sukelluskohteen koko, pituus, muoto, ikkunat, ovet
4. Ryhmänjohtajan käsken mukaisen selvityksen tekeminen
 - Perusselvitys (nousuputkea, patonkia hyödyntäen jne.)
5. Savusukelluksen aloitus
 - Työjohdon ilmaus ja suihkuputken kokeileminen
 - Savusukellusvalvojalle sukeltamisen aloittamisen ilmoittaminen
 - Kasvo-osan pukeminen ja paritarkastuksen tekeminen
 - (Murtautuminen)
6. Savusukellus
 - **Sammuttaminen** sisäsammutustekniikalla
 - savupatjan jäähdyttäminen ovelta
 - kuumien pintojen ja savupatjan jäähdyttäminen
 - alkupalon sammuttaminen
 - suihkuputkisavutuuletuksen tekeminen
 - **Pelastaminen** (heti, kun pelastettava kohdataan, voi olla saman tien oven avaamisen jälkeen)
 - Tuuletuksen jälkeen tilan perusteellinen tarkastaminen
7. Koneellinen savutuuletuksen ja sammutusraivauksen tekeminen
8. Savusukeltamisen lopettaminen tai tauottaminen
 - Kasvo-osa pitäminen kasvoilla, kunnes höyryt varusteista ovat haihtuneet
 - Kehon jäähdyttäminen ja nesteyttäminen
 - Paineilmasäiliön vaihto tarvittaessa ja sukelluksen jatkaminen
9. Likaisten varusteiden riisuminen ja pakkaaminen
10. Varustehuolto paloasemalla
11. Henkilökohtainen huolto

Katso video:

Savusukellusparin toiminta savusukellustilanteessa



Mikä on ykkösen varustus savusukellustilanteessa?

- paloasu ja paineilmahengityslaite
- letkunkannatin, puukko, valaisin
- suihkutupki
- tarvittaessa hätäpoistumisvälineet
- (käsiradio, liikeilmaisoin)



Mikä on kakkosen varustus savusukellustilanteessa?

- paloasu ja paineilmahengityslaite
- letkunkannatin, puukko, valaisin
- murto- ja raivausvälineet
- (murtovälineet jätetään ovelle, mutta raivausväline olisi syytä olla aina mukana)
- käsiradio
- lämpökamera
- tarvittaessa hätäpoistumisvälineet
- (liikeilmaisoin)

Tärkeää

- Huolehdi, että sinulla on kaikki tarvittavat varusteet ja välineet mukana!

6.2 Valmistautuminen savusukellukseen

Hälytysilmoituksen tultua paloasuun pukeudutaan nopeasti, mutta huolellisesti. Autossa puetaan paineilmahengityslaite ja samalla keskitytään tulevaan tehtävään hälytysilmoituksen tietojen perusteella. Pelastussukellusohjeen mukaan savusukeltajalla täytyy olla mukana; puukko, valaisin ja letkunkannatin. Kaksi- tai useampikerroksisiin rakennuksiin tai tiloihin mentäessä savusukellusparilla tulee olla mukanaan hätäpoistumisen mahdollistavat varusteet. Paria kohti täytyy olla ainakin yksi radio. Suositeltavia lisävarusteita ovat lämpökamera ja liikeilmaisoin. Kuvassa 63 on savusukeltajan varusteita. Paineilmahengityslaite paineistetaan avaamalla säiliöventtiili täysin auki ja tarkastetaan säiliöpaine. Matkan aikana on hyvä juoda nestettä. Sammutusautoissa tuleekin olla juomia saatavilla. (Pelastussukellusohje 2007.)

Pelastussukellusohjeen 2007 mukaan savusukeltajille tapahtuvien onnettomuuksien varalta on huolehdittava riittävästä ensiapu- ja sairaankuljetusvalmiudesta. Rakennuspaloihin tuleekin hälyttää aina myös ensihoitoyksikkö, vaikka kohteessa ei olisikaan loukkaantuneita. Ensihoitoyksikkö turvaa tällöin savusukellustoimintaa.

6.3 Pelastaminen

Yleensä ihmiset ovat poistuneet ajoissa palavasta tilasta turvaan. Poistumiseen vaikuttavia tärkeimpiä asioita ovat ihmisten **yleinen valppaus, vireystila, käsitys vaarasta, fyysinen kunto ja rakennuksen tunteminen**. Toimintaan hätätilanteessa vaikuttavat myös ikä, sukupuoli, luonteenpiirteet (seuraaja-johtaja), tieto ja kokemus, usko omiin kykyihin sekä ammatti. Valppauteen ja vireystilaan vaikuttaa eniten onko ihminen hereillä vai nukkumassa. Toimiva palovaroitin antaa ihmisille varoituksen uhkaavasta vaarasta. Yöaikaan sillä on äärimmäisen suuri merkitys ihmisten pelastautumiselle. Ihmisen valppauteen vaikuttaa myös päihteet. Huono fyysinen ja



Kuva 63. Savusukeltajan varusteet.

psykkinen kunto ja terveys vaikuttavat esimerkiksi hoitolaitoksissa olevien ihmisten kykyyn pelastautua. Huono fyysinen ja psykkinen kunto ja terveys monesti heikentävät **ihmisen havainto-, ymmärrys- ja liikuntakykyä**. Vuodepotilaat eivät omin avuin pysty pelastautumaan ja poistumaan turvalliselle alueelle. Monesti tällaisten kohteiden poistumisturvallisuusselvitysten perusteella kohteeseen on asennettu automaattinen sammutuslaitteisto ja paloilmoitin. Poistumisturvallisuusselvitys on toiminnanharjoittajan laatima asiakirja, jossa selvitetään toimintakyvyltään alentuneiden tai rajoitettujen henkilöiden edellytykset pelastua tulipalosta. (Somerkoski 2019; Männikkö 2006).

Rakennuspaloissa pelastamiseen käytetään normaaleja kulkureittejä tai hätäpoistumisteitä. **Aina ei ole viisasta pelastaa letkua pitkin ulos**, jos esimerkiksi raittiiseen ulkoilmaan päästään nopeimmin parvekkeen tai terassin oven kautta. Pelastamiseen oleellisesti vaikuttavat pelastettavat ja pelastettavien käyttäytyminen. Tajuton pelastettava vaatii savusukeltajilta hyvää kuntoa ja hyvää siirtotekniikkaa. Tajuissaan oleva sen sijaan voi käyttäytyä hyvin arveluttavasti savusukeltajia

kohtaan. Hän voi olla humalassa tai huumaaavien aineiden vaikutuksen alainen, ja hänellä voi olla mielenterveysongelmia ja kenties pelkoja savusukeltajia kohtaan. Pelastettavat voivat olla myös fyysisesti rajoittuneita vuodepotilaita. Eläinten pelastaminen on aina haasteellista. Ne suhtautuvat tulipaloon kukin lajilleen tyypillisellä tavalla.

Etsinnässä tulee muistaa, että **aikuiset monesti yrittävät pelastautua tulipalosta**. Aikuisten tavomaisia löytöpaikkoja ovat poistumistiet (eteinen, parvekkeen ja takaoven seutu), makuuhuone ja sohvapöytä. **Lapset sen sijaan monesti piiloutuvat uhkaavaa tulipaloa** kaappeihin, komeroihin, pöytien ja sänkyjen alle sekä WC:hen ja vaatehuoneisiin. Etsinnässä tulee esitietojen mukaan kiinnittää huomioita juuri näihin paikkoihin.

Tajuttoman siirtäminen yksin onnistuu myös niin sanotun **rapukävelytekniikan** avulla. Rapukävelyssä käytetään hyväksi jalkojen suuria lihaksia. Pelastettava asetetaan istuma-asentoon ja viedään omat jalat pelastettavan kainaloiden alta. Omat jalat pidetään koukistuneena ja vuorotahtiin jaloilla ponnistamalla liikutaan selkä menosuuntaan.

Pelastettavan siirtämisen apuna voidaan käyttää myös apuvälineitä esimerkiksi huoneistossa

olevaa mattoa. Pelastettava asetetaan maton päälle ja vedetään pelastettava matolla ulos tilasta. Jos tilanne ei ole uhkaava, siirtämisessä apuna voidaan käyttää **tavanomaisia siirtovälineitä** kuten rankalautaa ja kauhapaareja.

Tilanteen mukaan pelastettavan siirtoon lähdetessä **otetaan suihkuputki mukaan tai jätetään paikoilleen**. Mikäli palo on hallinnassa, voidaan suihkuputki jättää paikoilleen. Kun suihkuputki jätetään paikoilleen, päästään etsintää jatkamaan tehokkaasti siitä, mihin jäätin.

Tulipalon uhri voidaan jättää sijoilleen, jos havaitaan selvät menehtymisen merkit (pahasti palanut keho) ja tutkinta hyötyy uhrin paikoilleen jättämisestä.

Tajuissaan olevalle pelastettavalle tulee käyttää **hengityksensuojausta, mikäli hänet joudutaan pelastamaan savuisen tilan kautta**. Tähän käyttöön soveltuvat pelastautumishuput. Niitä on saatavana suodattimella varustettuina sekä savusukeltajan paineilmahengityslaitteeseen liitettäviä malleja. Suodatinsuojaimissa on yhdistelmäsuodatin, joka suojaa myrkyllisiltä kaasuilta ja hiukkasilta. Käytettäessä suodatinsuojainta pelastettavan

saama hapen määrä on riippuvainen tilassa olevan ilman happipitoisuudesta. Paineilmalaitteeseen liitettävä pelastautumishuppu (kuva 64) on luonnollisesti riippumaton ympäristön hapesta. Se toimii vakioilmavirtauksella.

Evakuoitaessa esimerkiksi kerrostalon asuinhuoneistoja, sairaalan potilashuoneita tai hotellihuoneita olisi hyvä käyttää yhtenäistä merkintätapaa huoneistojen ovien merkitsemiseen. Merkintätavasta on hyvä sopia etukäteen, että se on kaikille selvä.

Tärkeää

- Etsintään vaikuttaa tieto, onko kyseessä aikuinen vai lapsi.
- Savuisesta ja palavasta tilasta pelastamisessa on aina kyse hätäsiirrosta.
- Savuisen tilan kautta pelastettaessa tajuissaan olevalle tulee käyttää hengityksensuojausta.



Kuva 64. Pelastamishuppu.



Miten ihminen tulee pelastaa tulipalosta?

- Kyseessä on hätäsiirto. Nopeus on oleellisempi kuin tekniikka.
- Pää edellä, jalkoja ei tarvitse kannatella.
- Paras ote saadaan tartuttamalla selän takaa pelastettavan ranteisiin ristiotteella viemällä omat kädet pelastettavan kainaloiden alta.
- Pelastettava vedetään jalat maata laahaten ulos joko seisten tai korkeassa polviasennossa tilanteen mukaan.
- Yksin vai kahdestaan? Miten se parhaiten onnistuu, siihen vaikuttavat:
 - pelastettavan koko
 - pelastettavan sijainti
 - pelastusreitien pituus



Kuva 65. Suihkuputken osat.

6.4 Sisäsammutustekniikka

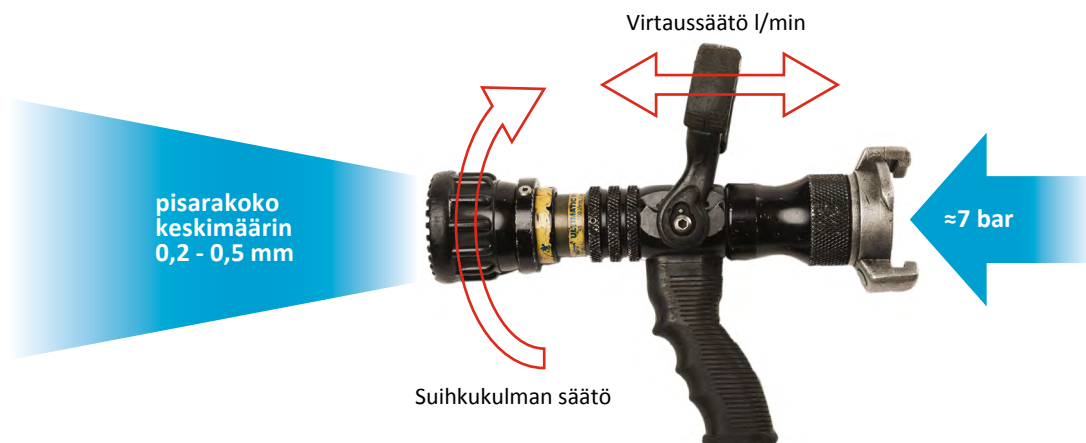
6.4.1 Suihkuputken käyttötaito

Sisäsammutustekniikassa suihkuputkea tulee osata käyttää monipuolisesti. Monipuolisella suihkuputken käytöllä hyödynnetään veden eri sammutusvaikutuksia.

Veden tärkein sammutusvaikutus on jäähdytys. Vesi sitoo parhaiten lämpöä itseensä, mikäli se höyrystyy. Höyrystymistä edesauttaa pienisarainen vesisumu. **Vesihöyryn tukahdutusvaikutus** lisää vielä sammutustehoa huonepalon sammutuksessa. Kun 1 litra vettä höyrystyy, siitä muodostuu 1700 litraa 100-asteista vesihöyryä. Vesihöyry

laajenee edelleen kuumentuessaan. (Hyttinen, Tolonen & Väisänen 2014.)

Suihkuputken käyttö on helppoa, mutta sekin vaatii harjoittelua. Huonepalon sammuttamiseen käytössä olevat suihkuputket ovat yleensä automaattisuihkuputkia, **joiden automatiikka pyrkii optimoimaan suihkun ja pisarakoon.** Kuvassa 65 on lueteltu suihkuputken pääosat. Suihkuputken päällä olevalla venttiilikahvalla säädetään vesivirtaus (kuva 66). Virtaus päälle ja pois ja kuinka paljon vettä virtaa. **Virtauksen määrään vaikuttavat suihkuputki, työletkun halkaisija ja työpaine.** Käytännössä virtaama vaihtelee 200-500 l/min riippuen selvityksen painehäviöistä.



Kuva 66. Suihkuputken käyttö.



Mitkä asiat vaikuttavat sammutuksen tehokkuuteen?

→ Sammutusparametrit

Mitä sammutusparametrit ovat?

- sammutusveden virtaus
- suihkupaine
- pisarakoko
- suihkukulma
- suihkun paikka
- suihkun liikuttelu
- savunpoistoaukko

(Hyttinen ym. 2014.)

Katso video:

Suihkuputken käyttö



Tärkeää

- Käytä huonepalon sammuttamiseen automaattisuihkuputkea.
- Suihkuputkella tulee olla riittävä, yleensä 6-8 barin paine.
- Tärkein sammutusparametreihin vaikuttava tekijä on suihkuputken käyttäjä:
 - suihkun auki pitoaika
 - suihkukulma
 - suihkun paikka
 - suihkun liikuttelu

Katso video:

Sisäsammutustekniikka



Suihkukulmaa säädetään pyörittämällä suutinosaa. Käytännössä monesti vasemmalla kädellä pidetään suutinosaa paikallaan ja oikealla kädellä säädetään suihkukulmaa suihkuputken runkoa kääntämällä. Oikean suihkukulman löytämiseksi on joihinkin suihkuputkiin lisätty suuttimen asennon indikaattori (katso kuva 65). Se helpottaa oikean suihkukulman löytämistä savun keskellä. (TFT 2019; TFT 2016).

Suihkupaine vaikuttaa oleellisesti suihkuputken muodostamaan vesisuihkuun. Suihkuputkelle on ilmoitettu käyttöpaine. Se on yleensä 6 - 8 baria. Oikealla suihkupaineella suihkun voima on riittävä palon sammuttamiseksi ja optimaalisen kokoiset vesipisarat kantavat pitkälle. Paras sammutusvaikutus saadaan aikaiseksi, kun sammutussuihku sisältää 0,2 - 0,5 halkaisijaltaan olevia vesipisaroita (Hyttinen ym. 2014). Käyttäjän ei tarvitse miettiä pisarakokoa, vaan suihkuputken automatiikka hoitaa sen. Suihkuputkia on saatavilla vesirenkaallisen ja kiinteällä hammastuksella, mikä hajottaa sumusuihkua. Vesirenkaallinen suihkuputki on ns. imevä suihkuputki, joka muodostaa alipaineen suihkuputken päähän. Kiinteällä hammastuksella oleva suihkuputki sen sijaan työntää vettä koko suihkun osalta. (TFT 2019; TFT 2016).

6.4.2 Sisäsammutustekniikan vaiheet

Sisäsammutustekniikka muodostuu seuraavista vaiheista:

- perusselvitys
- kuumien palokaasujen jäähditys oviaukosta
- savunpatjan jäähditys ja alkupalon etsintä ja sammutus
- suihkuputkisavutuuletus
- sammutusraivaus

6.4.3 Perusselvitys

Kohteessa pelastusryhmä toteuttaa ryhmänjohtajan antaman käskyn mukaisen selvityksen ja tehtävät. Savusukellusta edellyttävässä tilanteessa **käytetään perusselvitystä**. Ryhmänjohtaja määrittää tehtäväänsaan myös sen, ketkä muodostavat

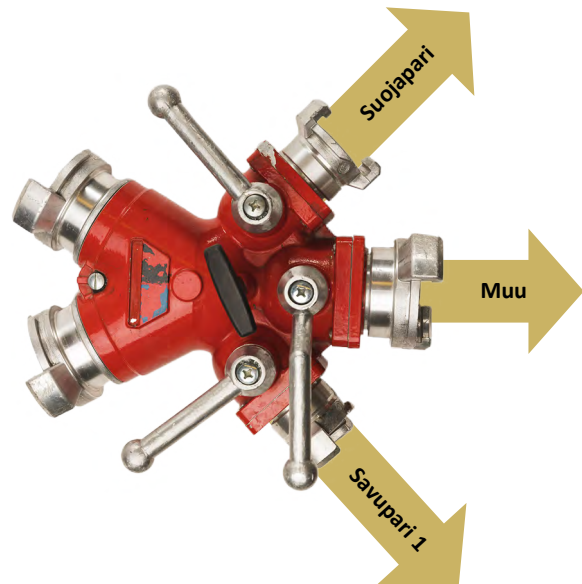


Kuva 68. Palo näkyy ikkunasta.

suojarin. Savusukellusvalvojana toimii kone-mies, jollei muusta järjestelystä ole sovittu. Perusselvityksessä on toiminnan turvallisuuden ja selkeyden kannalta tärkeää noudattaa vuorojakoliittimellä kuvan 67 mukaisia työjohdon ”lähtöjä”. Savupari 1:n työjohto kiinnitetään vuorojakoliittimen oikean puolimmaiseen haaraan ja suojarin vasemman puolimmaiseen haaraan. Vuorojakoliittimen keskeltä voidaan vielä selvittää yksi työjohto, vaikka yläpohjan suojaukseen fog naileilla.

Selvityksien teon ja tiedustelun yhteydessä tulee huomioida palon merkit kohteesta. Onko rikki menneitä ikkunoita? Purkautuuko savua tai liekejä ikkunoista? Minkä väristä savu on? Kuvassa 68 huonepalo näkyy ikkunasta. Ryhmänjohtaja tiedustelee kohteen tarkemmin ja ohjeistaa savusukellusparia.

Sammutushyökkäys tehdään normaaleja kuväyliä pitkin esimerkiksi porraskäytävän kautta. Hyökkäysoven taakse on varattava riittävästi työvaraa letkuun kohde huomioiden. Ykkönen pyytää veden työjohtoon ennen savurajaa. Ykkönen ilmaa työjohdon ja säätää suihkuputken suihkukulman. Savusukelluspari ilmoittaa savusukellusvalvojalle savusukelluksen aloittamisesta ja pukee kasvo-osansa. **Kasvo-osan pukemisen jälkeen pari tarkastaa toistensa kasvo-osan kiinnityksen ja pään alueen suojauksen.** Tarkastaminen tulee tapahtua nopeasti ja rutiininomaisesti.



Kuva 67. Vuorojakoliittimeltä lähtevät työjohdot.

Tärkeää

- Savusukellustilanteessa käytetään perusselvitystä.
- Huomio ympäristö ja tee savusukeltajan tiedustelu selvityksen teon yhteydessä.
- Varaa riittävä työvara letkuun kohde huomioiden.

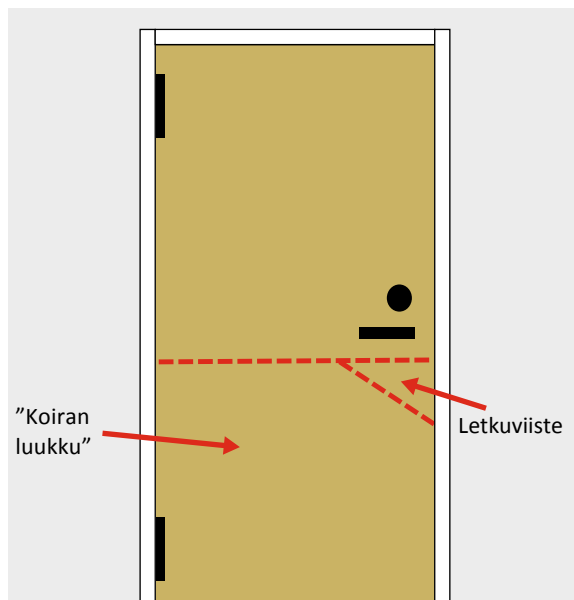
6.4.4 Kuumien palokaasujen jäähdytys hyökkäysoviaukosta

Sisäsammutus alkaa palavan kohteen **hyökkäysovelta**. Ovilla hallitaan palavan tilan hapen saantia ja savun purkautumista. Ennen oven avaamista huomioidaan palon merkit. Tupruttaako oven raoista savua? Minkä väristä savu on? Onko ovi lämmennyt? Vaikuttaako palo olevan hengitysvaiheessa? **Savusukeltajille on vaarallista tunkeutua palavaan tilaan palon ollessa hengitysvaiheessa.** Oven lämpötilan pystyy nopeasti tarkastamaan lämpökameralla tai kädellä. Ovi tunnustellaan kädellä alhaalta ylöspäin. On huomioitava, että oven ollessa kylmä, sen takana voi silti olla syttymiskelpoinen savupatja. Nykyiset ulko-ovet ovat hyvin lämpöeristettyjä, joten ne eivät välttämättä lämpene ulkopuolelta, vaikka sisäpuolella on kuuma savupatja.

Jos ovi on lukossa, **kakkonen murtaa oven auki**. Esimerkiksi kerrostalon porraskäytävässä hyökkäysoven hallinnalla on ratkaiseva merkitys porraskäytävän savun hallinnan suhteen. Savun purkautuminen oviaukosta voidaan välttää sahaamalla ovi kahtia lukon alapuolelta. Tällöin savusukeltajat pääsevät huoneistoon ”alaoven” kautta ja kiinni oleva oven yläosa estää savun purkautumisen. Alaovesta käytetään nimitystä koiranluukku (kuva 69). Kun vielä alaoven yläkulma sahataan pois, luukun käyttö helpottuu. Siitä voi helposti avata ja sulkea luukun. Siitä on myös helppo katsoa huoneiston sisälle lämpökameralla. Tähän tarkoitukseen on saatavilla myös savuverhoja, joilla pystytään estämään savun purkautuminen oviaukosta. Porraskäytävä tuuletetaan tarvittaessa ylipaineella savunpoistoluukun kautta ja pyritään pitämään savuttomana ylipaineistuksella. (Strandberg 2021.)

Katso video:

Happirajoitteinen huonepalo



Kuva 69. ”Koiran luukku”. (Strandberg 2021.)

Savusukelluspari **ryhmittyy matalana ovele** ja kakkonen avaa varovasti ovea ykkösen ollessa valmiina käyttämään suihkuputkea (kuva 70). Samalla seurataan, mitä sisällä tapahtuu. Ovea avattaessa on varauduttava, että huoneistossa voi olla ylipainetta tai sieltä voi purkautua pistoliekki. Ykkösen torjuu pistoliekin yhtenäisellä suojasumulla ja kakkonen suojautuu tarvittaessa oven tai seinän taakse.



Mistä tunnistaa hengitysvaiheessa olevan huonepalon?

- Palotilan ikkunat ovat ehyet ja niissä voi olla veden aiheuttamia valumajälkiä.
- Mustaa tai ruskeata savua tupruaa ajoittain ulos palotilasta oven ja ikkunan raoista.
- Palotilassa tapahtuu oven ja ikkunan lähellä pientä palamista sen vuoksi, että ilmaa virtaa raoista tilaan.
- Ikkunasta näkyy palon kajastusta ja muita palon merkkejä palotilassa.
- Palotilan ovi tuntuu lämpimältä, kun sen yläosaa koskettaa paljaalla kädellä.

(Hytinen ym. 2014.)



Ykkönen on valmiina käyttämään suihkuputkea

Kuva 70. Savusukelluspari ovella.



Ykkönen jäähdyttää kuumia palokaasuja

Oven raoista purkautuvan savun värin ja ulkona tiedustelussa havaitun palon vaiheen mukaan jäähdytetään savupatjaa ja kuumia pintoja oven raosta. Mikäli ovi on kuuma ja oven raoista purkautuva savu on väriltään tumman ruskeaa, tumman harmaata tai mustaa, ykkönen jäähdyttää savupatjaa heti oven avauksen jälkeen (kuva 70). Kakkonen sulkee oven ja veden annetaan vaikuttaa ja jäähdyttää tilaa muutaman sekunnin. Savupatjan jäähdytyksen tarkoituksena on **estää vaarallisen pistoliekin** (kuva 71) tai savupatjan humahduksen syntyminen. Palon ollessa voimakas jäähdytys ovelta toistetaan ja ovi laitetaan taas hetkeksi kiinni.

Jos savun väri on hyvin vaalea, kakkonen raottaa ovea varovasti. Samalla pari huomioi savurajan alapuolen, että näkykö pelastettavia, palon kajastusta ja miltä huonejärjestys näyttää. Tässä voi apuna käyttää valaisinta huomioiden kuitenkin, että valaisimen valokeila estää palon kajastuksen näkemisen. Aikaa katsomiseen ei saa käyttää kuin



Kuva 71. Pistoliekki.

Katso video:

Pistoliekki



muutaman sekunnin verran, sillä oven ollessa auki palo saa happea ja voimistuu koko ajan. Tarkastamisen jälkeen ykkönen jäähdyttää savupatjaa tarvittaessa. Jäähdytyksen jälkeen vesihöyryn sekoittama savupatja vie näkyvyyden.

Saavuttaessa huoneen väliovelle (kuva 72), missä alkupalo sijaitsee, toimitaan vastaavasti kuin hyökkäysovella. Huomioidaan tila oviaukosta ja tarvittaessa jäähdytetään kuumia palokaasuja ja suljetaan ovi hetkeksi.



Kuva 72. Savuisessa tilassa tultaessa palavan huoneen ovele toimitaan vastaavasti kuin hyökkäysovella.

Tärkeää

- Kakkonen varmistaa ennen oven aukaisua, että ykkönen on valmis.
- Kakkonen avaa oven ja ykkönen on valmiina suihkuputken kanssa reagoimaan tilanteen edellyttämällä tavalla.
- Ole oven takana matalana.
- Varaudu pistoliekin torjuntaan!

6.4.5 Savupatjan jäähdytys sekä alkupalon etsintä ja sammutus

Savusukelluspari siirtyy sisälle, kun savupatja on jäähdytetty hyökkäysoviaukosta riittävästi. Savusukelluspari etenee valitsemansa savusukellustekniikan mukaisesti etsiäkseen pelastettavan ja alkupalon. Savupatjaa on tarkkailtava koko ajan, että näkykö siinä vaeltavia liekkejä ja mikä on savupatjan lämpötila. **Savupatjan lämpötilan pysyminen mittaamaan lämpökameralla.** Jos lämpökameraa ei ole käytettävissä, savupatjan lämpötilaa voi tunnistella kädellä nostamalla kättä varovasti ylös. Savupatjan lämpötilan voi karkeasti arvioida myös sumusuihkulla. Veden suihkuttamisen jälkeen tarkkaillaan, että höyrystyykö vesi vai tippuuko vesi lattialle. Kun vesi tippuu lattialle, savupatja on jäähtynyt riittävästi.

Savupatjaa on jäähdytettävä tarvittaessa ja **mieluummin etupainotteisesti.** Savupatjaa jäähdytetään **nopeilla lyhytkestoisilla suihkuilla.** Lyhytkestoinen suihku saadaan aikaiseksi liikuttamalla suihkuputken suljinta edestakaisin auki ja kiinni asentojen välillä. Suihkukulmaan, suihkun suuntaukseen ja suihkun aukipitoaikaan vaikuttavat tilan koko ja muoto. Mitä pienempi tila, sitä lyhyemmän aikaa suihku on pidettävä auki ja toisinpäin mitä suurempi tila sitä kauemmin suihku on pidettävä auki. Suihku suunnataan yläviistoon. Suoraan ylös sitä ei kannata suunnata, koska tällöin höyrystymätön vesi kastelee savusukeltaajat. Suihkukulma vaihtelee tavallisesti 40 - 90 asteen välillä. Leveällä suihkulla pystyy kattamaan hyvin savupatjan, mutta vesi jää tällöin lähelle. Paras hyöty saavutetaan, kun vettä suihkutetaan nopeasti vähän eri kulmilla suihkuputkea samalla sivuttain liikuttaen.

Katso video:

Huonepalon kehittyminen ja palokaasujen jäähdyttäminen





Kuva 73. Alkupalon sammutus yhtenäisellä vesisuihkulla.

”Optimaalisessa tilanteessa pienet sumupisarat jäähdyttävät pelkästään savua. Savu kutistuu jäähtyessään ja kutistuminen on samaa luokkaa kuin muodostuneen vesihöyryn tilavuus. Tästä syystä palotilaan **ei juuri synny ylipainetta**. Kuumasta vesihöyrystä ei näin ollen ole haittaa savusukeltajille. Automaattiputket sopivat hyvin tähän sammutukseen ja niillä saadaan sopiva 0,35 mm:n pisarakoon omaava sumu.” (Hytinen ym. 2014, 170.)

Jos huonepalo on kehittynyt, että seinä- ja katopinnat ovat kuumentuneet tai palavat, ne täytyy jäähdyttää yhtenäisellä usean sekunnin kestäväällä sivelevällä suihkulla. Suihkukulma valitaan sammutettavan kohteen etäisyyden mukaan. Tällöin muodostuu paljon kuumaa vesihöyryä, mikä savusukeltajien täytyy osata huomioida.

Savusukellusparin löytäessä alkupalon, se sammutetaan **yhtenäisellä suora- tai sumusuihkulla** (kuva 73). Vettä käytetään hillitysti huomioiden vesivahingot. Alkupalon sammumisen tehostamiseksi vettä tulee valella pintoihin pienellä virtauksella usealta suunnalta. Kakkonen raivaa alkupaloa tarvittaessa, että sammutus tehostuu.

Katso video:

Suihkuputki-
savutuuletus



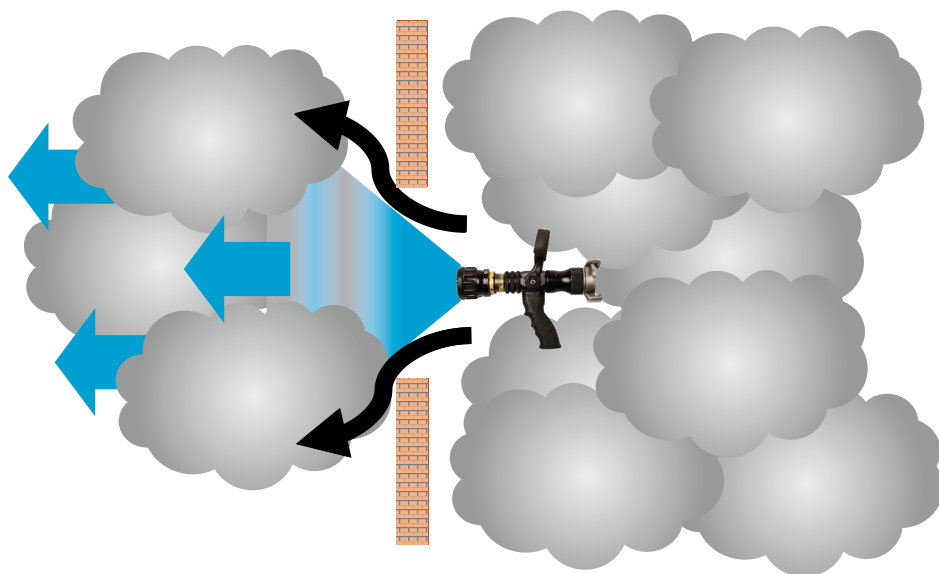
Tärkeää

- Jäähdytä kuumaa savupatjaa riittävästi!
 - Suihkukulmaan, suihkun suuntaukseen ja suihkun auki pito aikaan vaikuttavat tilan koko ja muoto.
 - Savupatjan lämpötila mitataan ensisijaisesti lämpökameralla.
- Alkupalo sammutetaan yhtenäisellä suoratai sumusuihkulla.

6.4.6 Suihkuputkisavutuuletus

Tila tulee pyrkiä tuulettamaan välittömästi alkupalon sammuttamisen jälkeen. Tuuletus tulee pyrkiä tekemään samasta tilasta, missä alkupalo on. Tilan savutuulettamisella tilasta **saadaan poistettua lämpöä ja savua**. Tällöin olosuhteet tilassa paranevat ja etsinnän jatkaminen on tehokkaampaa. Nopein tapa tuulettaa tila on tehdä se **suihkuputkel-la**. Suihkuputkisavutuuletus voidaan tehdä myös etsinnän aikana huone kerrallaan ennen alkupalon löytymistä, mutta tällöin tuuletusaukko tulee sulkea. Tuuletusaukkona käytetään ikkuna- tai oviaukkoa. Ennen tuuletuksen aloittamista tulee **tarkastaa aukon etupuoli**, että suihkuputkisavutuuletuksen yhteydessä suihkutettu savuinen vesi ei aiheuta vahinkoja. Ennen tuuletuksen aloittamista savusukelluspari pyytää ryhmänjohtajalta, että **tilaan avataan korvausilma**. Parhaiten korvausilma-aukkona toimii hyökkäysovi-aukko.

Suihkuputkisavutuuletus voidaan tehdä seisaaltaan tuuletusaukon läheisyydessä tai matalana lattiantasosta muutaman metrin etäisyydellä tuuletusaukosta. Lattiantasosta tehty suihkuputkisavutuuletus tulee kyseeseen, jos huoneessa on liian kuuma seisaaltaan tehtävälle suihkuputkisavutuuletukselle.



Kuva 74. Suihkuputkisavutuuletuksessa yhtenäinen sumusuihku imee savua pois tilasta ejektorivirtauksella.

Suihkuputkituuletus seisaaltaan:

1. Avataan tuuletusaukko esimerkiksi ikkuna ja tarkastetaan aukon etupuoli.
2. Avataan korvausilma.
3. Ykkönen asettaa suihkuputkelle tulevan letkun kulkemaan olan kautta ja työntää suihkuputken ulos aukosta, ja samalla kakkonen avustaa ykköstä pitelemällä letkusta.
4. Ykkönen avaa suihkuputken täysin auki noin 90 asteen suihkukulmalla.
5. Ykkönen vetää suihkuputkea sisäänpäin ja samalla säätää suihkukulmaa. Paras tuuletusvaikutus saavutetaan, kun suihkuputken pää on jonkun verran sisäpuolella ja suihku lähes osuu aukon reunoihin. Tällöin suihkun aiheuttama **ejektorivirtaus** on tehokkainta ja savun nopean virtauksen ulos aukon pielistä voi havaita. Kuvassa 74 on havainnollistettu ejektorivirtauksen syntyä. Kuvassa 75 näkyy, kuinka lämpökamerassa tummana näkyvä vesisuihku suuntautuu ikkuna-aukosta karmeja hipoen ulos.
6. Kakkonen tarkkailee tilaa palon uudesti syttymisen varalta. Tuuletus keskeytetään alkupalon syttyessä ja se sammutetaan ja sen jälkeen tuuletusta jatketaan.

Suihkuputkisavutuuletus lattiantasosta:

1. Avataan tuuletusaukko esimerkiksi ikkuna ja tarkastetaan aukon etupuoli.
2. Avataan korvausilma.
3. Savusukelluspari asettuu muutaman metrin etäisyydelle tuuletusaukosta.
4. Ykkönen avaa suihkuputken täysin auki (kuva 76). Suihkukulma riippuu tuuletusaukon koosta ja kuinka kaukana aukko on suihkuputkesta. Paras tuuletusvaikutus saavutetaan, kun suihku suuntautuu ulos tuuletusaukon pieliä hipoen.
5. Kakkonen tarkkailee tilaa palon uudesti syttymisen varalta. Tuuletus keskeytetään alkupalon syttyessä ja se sammutetaan ja sen jälkeen tuuletusta jatketaan.
6. Tilan jäähtyessä savusukelluspari jatkaa tarvittaessa tuuletusta seisaaltaan.

Tärkeää

- Tuuleta tila heti alkupalon sammuttamisen jälkeen suihkuputkella, jos se on mahdollista.
- Pyydä ryhmänjohtajalta korvausilmaa, muuten tila ei tuuletu.

6.4.7 Sammutusraivaus

Alkupalon sammuttamisen, tilan tuulettamisen ja tilan perusteellisen tarkastamisen jälkeen suoritetaan palon lopullinen sammutus raivaamalla kytevät palopesäkkeet esiin ja sammuttamalla ne. Sammutusraivaus tehdään **käsityökaluilla ja moottorisahalla**. **Akkukäyttöiset työkalut** esimerkiksi puukkosaha ja akkusaha ovat käteviä keveytensä ja hiljaisen käyntiäänen vuoksi. Polttomoottorityökalut tarvitsevat ilmaa toimiakseen ja sisältävät bensiiniä. Kuumissa olosuhteissa nämä seikat on otettava huomioon. Sammutusraivaukseen laajuuteen vaikuttavat tilan rakenteet, palon kehittyminen ja palon laajuus. Esimerkiksi **kivirakenteisissa** tiloissa voi sammutusraivauksen tarve olla todella pieni, kun taas esimerkiksi **puurakenteisissa** tiloissa se voi puolestaan olla todella suuri. Sammutusraivauksessa on **huomioitava palontutkinta**, ettei raivata enempää kuin mikä on tarpeellista. Ennen raivauksen aloittamista kohteesta tulisi ottaa valokuvia.

Lämpökamera auttaa merkittävästi sammutusraivauksessa kytevien pesäkkeiden löytymistä. Sammutusraivaus tehdään savusukellusvarustuksessa paineilmahengityslaitetta käyttäen (kuva 77), sillä ilmassa on vielä runsaasti altistavia huu-ruja, höyryjä, kaasuja ja hiukkasia.

Katso video:

Sammutusraivaus



Tärkeää

- Sammutusraivauksella ei ole kiire.
- Tila on hyvä tuulettaa ensin koneellisesti, että nähdään raivata paremmin.
- Käytä paineilmahengityslaitetta hengityssuojaimena sammutusraivauksessa.



Kuva 75. Suihkuputkisavutuuletus ikkuna-aukosta.



Kuva 76. Suihkuputkisavutuuletus lattian tasosta.



Kuva 77. Sammutusraivauksessa on syytä käyttää paineilmahengityslaitetta.

7

Savusukellustekniikka

7.1 Yleistä

Savusukelluksessa **tulisi aina hyödyntää lämpökameraa** (kuva 78). Lämpökameran avulla ihmisten pelastaminen ja palon sammutus nopeutuvat merkittävästi (Jäntti, Miettinen & Tillander 2009). Mikäli lämpökameraa ei ole tai se ei toimi, savusukeltajien tulee kyetä sukeltamaan ilman sitä.

Sammutus- ja pelastustehtävissä tulee hyödyntää myös kohteen savunpoistoa. Sammutuksen yhteydessä onnistuneesti tehty **palotuuletus joko yli- tai alipaineella** tekee savusukelluksen etenemisestä nopeaa, kun savua ja lämpöä poistetaan tilasta samanaikaisesti.

Etsintätekniikkaa valittaessa täytyy ottaa huomioon myös **tilan koko**. Isoissa tiloissa



Kuva 78. Lämpökamera on hyvä kiinnittää varusteisiin kelautuvalla kiinnittimellä.

jommankumman puolen kautta kiertäminen voi viedä savusukellusparin nopeasti sivutiloihin, mikä ei välttämättä ole toiminnan tehokkuuden kannalta järkevää. Isoissa tiloissa eteneminen voidaan suorittaakin **välipisteiden** avulla, jotka ohjaavat parin etenemistä. Tällöin kuitenkin näkyvyyttä tulee parantaa savunpoiston avulla.

Pelastaminen on aina ensisijaista. Jos palo havaitaan eikä pelastettavasta ole havaintoa, sammutetaan palo ensin. Savuisessa tilassa edetessä tulee pyrkiä siihen, että ei edetä palon ohitse. Sankan tiheän savun täyttämään tilaan mentäessä paineellinen työjohto tulee olla aina mukana. **Letkua pitkin osaa aina ulos savuisesta tilasta.**

Kumpikin suorittaa etsintää. Tehokkainta etsintä on, kun pari **levittäytyy rinnakkain** ja etsii mahdollisimman laajalta samanaikaisesti. Savuisessa tilassa on aina pidettävä kontakti parin välillä. Etsinnän aikana on muistettava tarkkailla savunpatjaa ja jäähdytettävä sitä tarvittaessa. Alkupalon sammuttamisen jälkeen tehty suihkuputkisavutuuletus nopeuttaa etsintää huomattavasti.

Savusukeltamisessa tulee muistaa myös **palontutkinta**. Sisällä on vältettävä turhaa tavaroiden siirtelyä. Myös vähäinen veden käyttö helpottaa palontutkintaa. Sähkölaitteiden pistokkeisiin, säätimiin ja katkaisijoihin ei tule umpimähkään koskea, vaan ainoastaan tarvittaessa ja tällöinkin on painettava mieleen niiden alkuperäinen asento. Tavaroiden epätavalliset paikat, tilaan nähden poikkeuksellinen palokuorma ja palavien nesteiden asiat voivat olla viitteitä tahallisesta sytyttämisestä. Sytyttäjä on voinut myös kiilata auki ovia ja/tai ikkunoita palon ilmansaannin varmistamiseksi. (Ala-Kokko 2008.)

Pelastuslaitoksen palontutkija ja poliisin tekninen tutkija voivat haastatella savusukeltajia tehtävän jälkeen. Savusukeltajien havainnot palon leviämistä ja voimakkuudesta sekä arvioit palon syttymiskohdasta auttavat palon syttymissyyn selvittämisessä.

Savusukellusparin keskeinen päämäärä on **yhdessä pelastaa ja sammuttaa. Hetkellisesti savusukelluspari voi vaihtaa rooleja**, jos se tehostaa ja nopeuttaa toimintaa. Ahtaassa tilassa ykkönen

antaa suihkuputken kakkoselle ja avaa oven kakkosen sijasta tai käyttää lämpökameraa.

Savuisessa ja kuumassa tilassa on **liikuttava matalana**. Liikkuminen tapahtuu korkeassa polvi-asennossa tai konttaamalla. Matalana liikuttaessa vältetään kaatumiselta, putoamiselta ja säteilylämmöltä. Savuisen tilan alaosassa näkyvyys on paras, ja siellä on alhaisin lämpötila. Palon kehittyessä kiivaasti ja voimakkaasti on tarvittaessa mentävä makuulle lattianrajaan, että pystyy välttämään kovan lämpösäteilyn. (Ala-Kokko 2008.)

Nousteissa pystyy kävelemään tulee näkyvyyden olla riittävä. Kävellessä on pyrittävä paino pitämään takimmaisella jalalla. Pystyssä liikkumisessa tulee ottaa huomioon päähän kohdistuva lämpösäteily. Vaikka näkyvyys olisikin hyvä, noin kahden metrin korkeudessa lämpötila on jo huomattavasti korkeampi kuin lattian rajassa.

Yhä useammin ryhmänjohtaja toimii myös tilannepaikanjohtajana ja pelastusryhmä toimii vahvuudella 1+3. Savusukelluspari kykenee sukeltamaan itsenäisesti ja ryhmänjohtaja tukee vain tarvittaessa parin työskentelyä. Vaativissa kohteissa ja usean parin sukeltaessa samanaikaisesti ryhmänjohtajan tulee sukeltaa parien mukana.

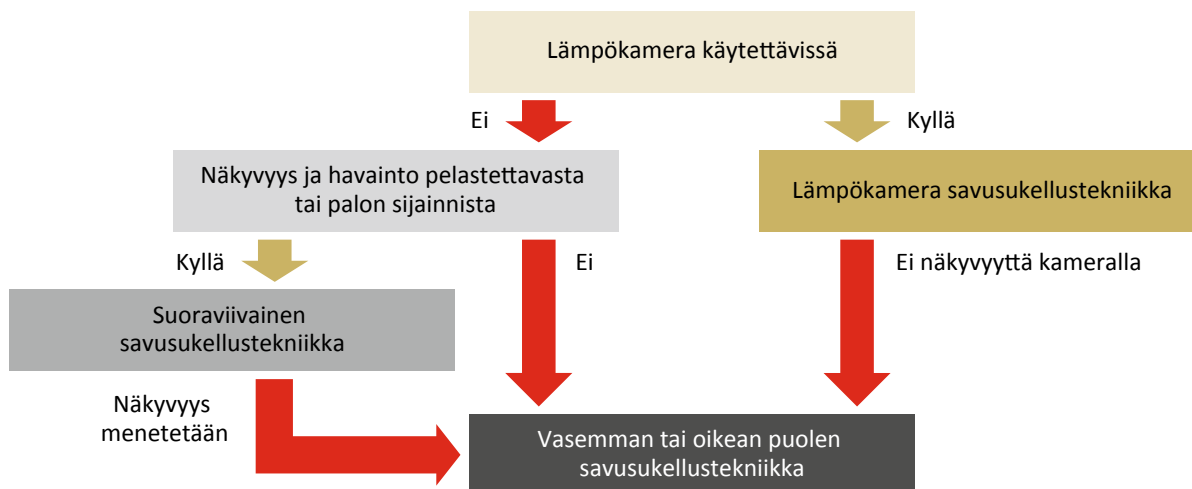
Katso video:

Ryhmänjohtajan tehtävät savusukellustilanteessa



Tärkeää

- Käytä savusukelluksessa aina lämpökameraa apuna, kun se vain on mahdollista.
- Pelasta aina ensisijaisesti.
- Huomio liikkuessasi myös palontutkinnalliset asiat.
- Tee parisi kanssa yhteistyötä.



Kaavio 11. Savusukellustekniikan valinta.

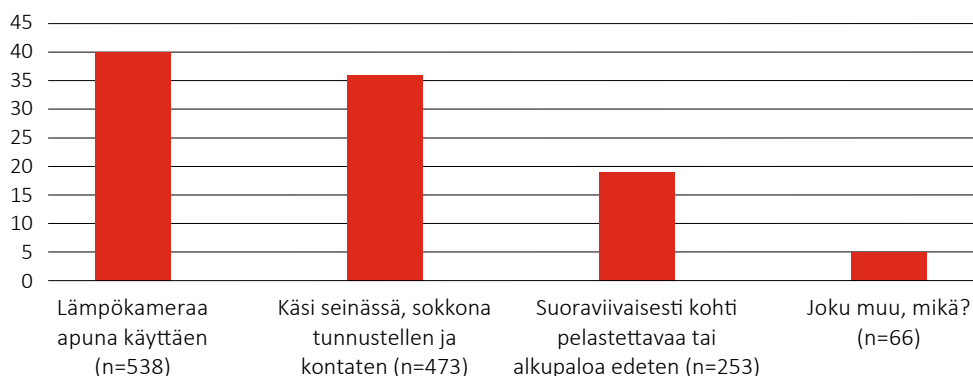
7.2 Savusukellustekniikan valinta

Savusukellus- ja sammutustekniikan osaamiskyselyssä 2020 kysyttiin, mikä on vastaajan useimmiten käyttämä savusukellustekniikka. Kaaviosta 10 voidaan havaita, että lämpökameraa hyödynnetään 40 % savusukelluksissa. Suoraviivaista savusukellustekniikkaa yleensä käyttää 19 % ja perinteisellä sokkosukellustekniikalla sukeltaa 36%. (Ala-Kokko, Puustinen & Laitinen, 2020.)

Savusukellus voidaan teknisesti jakaa **kolmeen eri tekniikkaan**:

1. Lämpökamera savusukellustekniikka
2. Suoraviivainen savusukellustekniikka
3. Vasemman tai oikean puolen savusukellustekniikka

Tarkastellaan kaavioita 11. Savusukellustekniikka määräytyy ensinnäkin siitä, onko lämpökameraa käytössä vai ei. Jos on, valitaan lämpökamera savusukellustekniikka. Jos lämpökameraa ei ole käytettävissä, valitaan suoraviivaisen ja vasemman tai oikean puolen savusukellustekniikan välillä. Valintaan vaikuttavat esitiedot ja havainnot kohteesta. Jos tilassa on näkyvyyttä ja esimerkiksi havaitaan palon kajastusta, kuten kuvassa 79, valitaan suoraviivainen savusukellustekniikka. Jos taas kohteessa on sankka tiheä savu, eikä lainkaan näkyvyyttä, edetään vasemman tai oikean puolen savusukellustekniikalla. Samoin tähän tulee päätyä myös lämpökameran kanssa sukeltaessa, jos kameralla ei esimerkiksi vesihöyrystä johtuen näe juuri mitään tai kameral käyttö estyy muusta syystä.



Kaavio 10. Vastaus kysymykseen Mikä on useimmin käyttämäsi savusukellustekniikka hälytystehtävissä? %-osuus vastaajista n=1330 (Ala-Kokko, Puustinen & Laitinen 2020).



Kuva 79. Palon kajastus näkyy.



Mikä on savupatjan

- väri?
- lämpötila?
- liikehdintä?

Pystyykö tilaa
hahmottamaan?
Seinät? Ovet?

Näkykö
pelastettavaa?

Kajastaako palo?

Kuva 80. Näkymä hyökkäysoviaukosta.

Oli savusukellustekniikka mikä hyvänsä, ensin tulee hyökkäysoven avaamisen jälkeen havainnoida avautuva tila (kuva 80). Havainnointiin ei ole paljon aikaa. Koko ajan oven avaamisen jälkeen palavaan tilaan virtaa happea ja pistoliekin ja humahduksen vaara kasvaa. Oviaukosta tulee havainnoida aukon ylälaidasta purkautuvien savukaasujen väri, lämpötila ja käyttäytyminen ensin, koska ne muodostavat suurimman uhan. Jos ei ole välitöntä vaaraa ja savukaasujen jäähdyttämisen tarvetta, tulee havainnoida avautuvasta tilasta näkyvät kohteet (pelastettava, palo ja tilan muoto).

Tärkeää

- Savusukellus voidaan teknisesti jakaa kolmeen eri tekniikkaan:
 - Lämpökamera savusukellustekniikka
 - Suoraviivainen savusukellustekniikka
 - Vasemman tai oikean puolen savusukellustekniikka



Kuva 81. Savusukelluspari etenee rinnakkain ja etsii mahdollisimman leveältä.

7.3 Vasemman tai oikean puolen savusukellusteniikka

7.3.1 Savusukelluspari etenee seinän tuntumassa

Vasemman tai oikean puolen savusukellustekniikka on yksinkertainen, kierretään **tilat joko oikean tai vasemman kautta** (katso kuvat 82 ja 83). Tällöin huoneistossa liikutaan käyttäen huoneistojen seiniä ohjaamaan savusukeltajien liikkumista joko oikean tai vasemman puolen mukaisesti. Tekniikan hyviä puolia on, että etsintä on järjestelmällistä ja huoneisto tulee tutkittua kokonaisuudessaan. Haasteellista tekniikassa on, että usein kohteen näkyväisyys on olematon, ja siksi **eteneminen on hidasta ja tehotonta**, sillä löydökset perustuvat **tunnustelun tuloksiin ja kohteessa edetään pääsääntöisesti kontaten**.

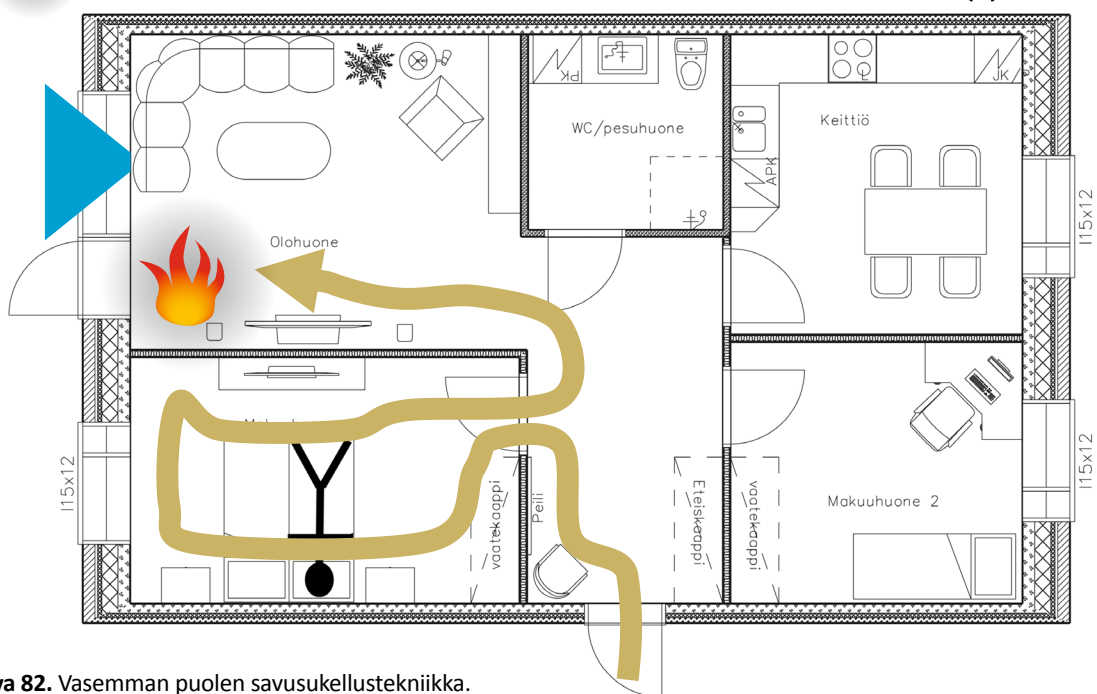
Esimerkiksi oikean kautta kierrettäessä etsintä tilassa suoritetaan oikea käsi **seinän tuntumassa kiinni pitäen**. Ykkösen pitää valitun tekniikan mukaisesti jommankumman seinän koko ajan kiinni. Ykkösen ollessa oikeakätinen tilan etsintä vasemman kautta on tuolloin luontevampi

vaihtoehto, ellei puolen valinnalle ole muuta perustetta. Suihkuputki ja työjohto tulevat tuolloin parin väliin. Puolen vaihto kesken sukelluksen on kyseenalaista, koska mentäessä ensin oikean kautta jonkun matkaa ja sitten vaihdettaessa tekniikka vasemman kautta tehtävään etsintään, pari päättyy takaisin hyökkäysovelle.

Oikea vai vasen? Puolen valinta perustuu esitietoihin, palon merkkeihin, tietoon pelastettavan tai palon sijainnista ja tilan muotoon. Aloitettaessa sukellus savusukelluspari päättää kumman kautta edetään oikean vai vasemman.

Eteneminen tapahtuu normaaleja kulkureittejä pitkin. Etsinnän on oltava järjestelmällistä, aktiivista ja nopeaa, koska tavoitteena on pelastettavan löytäminen. Etsinnän on ulotuttava kaikkiin tiloihin. Etsintä suoritetaan huonetila kerrallaan joko oikean tai vasemman kautta kiertäen. Parin tulee pyrkiä etsimään koko huonetila kerralla. Kuvassa 81 on esimerkki huoneen etsintätekniikasta. On muistettava, että jokainen minuutti heikentää pelastettavien selviämismahdollisuuksia ja palo voimistuu, kun se saa kehittyä pidempään.

 = Alkupalo
  = suihkuputkisavutuuletus
  = Ykkösen reitti
  = pelastettava



Kuva 82. Vasemman puolen savusukellustekniikka.

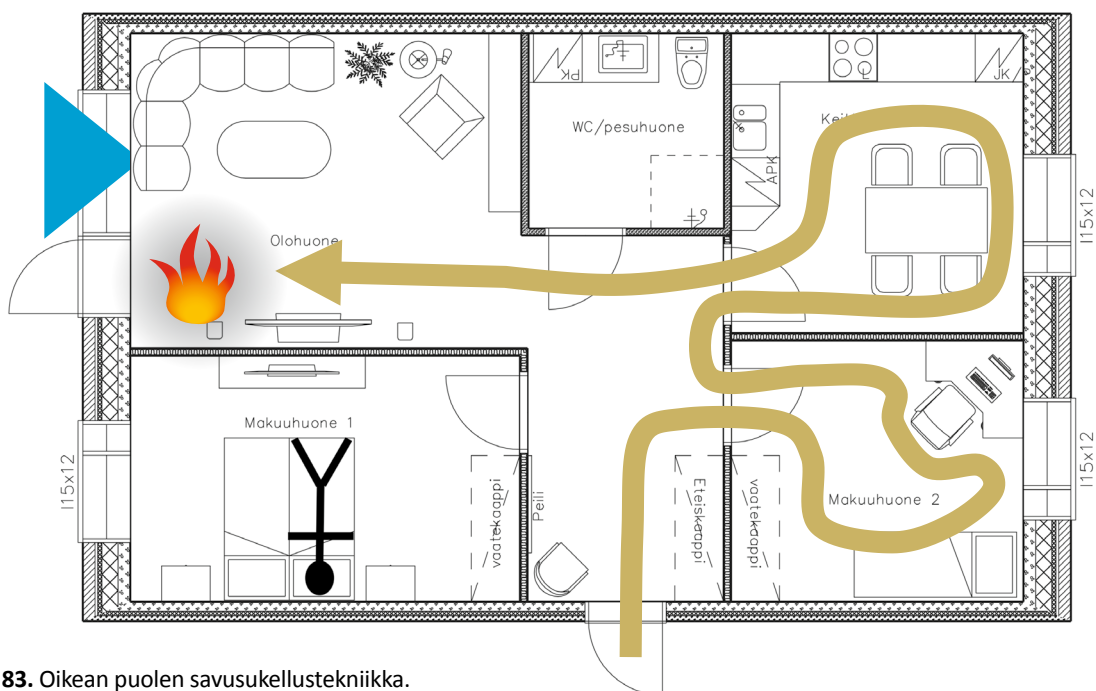
Katso video:

Vasemman puolen
savusukellustekniikka



Katso video:

Oikean puolen
savusukellustekniikka



Kuva 83. Oikean puolen savusukellustekniikka.



Kuva 84. Pienen huoneen etsintä.

Jos etsinnän aikana havaitaan pelastettava tai alkupalo tai merkkejä niistä, **savusukelluspari eteenne suoraviivaisesti kohti pelastettavaa tai alkupaloa**. Savusukelluspari pelastaa pelastettavan tai sammuttaa alkupalon. Alkupalon sammutuksen jälkeen suoritettuna suihkuputkisavutuuletuksen avulla tilaan tulee näkyvyyttä ja kuumuus poistuu. Tällöin mahdollisten pelastettavien selviämismahdollisuus paranee ja löytäminen nopeutuu.

Pienissä huoneissa (kuten kuvassa 84) voidaan etsintä suorittaa siten, että ykkönen jää huoneen ovelle suihkuputken kanssa varmistamaan ja kakkonen kiertää tilan yksin kontaktissa ykköseen. Kakkonen voi vetää turvakseen letkumutkan huonetilaan. Monesti etsintä nopeutuu ja tehostuu, kun vain toinen (kakkonen) tutkii pienen tilan. Ongelmaksi muodostuu, miten voi tietää huoneen koon näkyvyyden ollessa huono. Jos ykkönen epäilee, että huone on pieni, hän kehottaa kakkosta tutkimaan tilan. Kakkonen pitää kontaktin

letkuun ja tarkastaa tilan. Mikäli kakkonen ei pysty tutkimaan huonetta tehokkaasti yksin, tila tutkitaan parityöskentelynä normaalilla tavalla.

Katso video:

Sokkosukelluksessa palo löytyy nopeasti



Tärkeää

- Ykkönen pitää koko ajan valitun puolen mukaisesti tuntuman joko oikeaan tai vasempaan seinään.
- Oikean tai vasemman puolen tekniikka muutetaan suoraviivaiseksi, jos havaitaan pelastettava tai alkupalo.



Kuva 85. Sankassa savussa ei näe juuri mitään.

7.3.2 Parin keskeinen kommunikointi helpottaa sokkona sukeltamista

Savusukeltajan tulee sietää, että välttämättä hän ei näe mitään eikä tiedä tarkalleen, missä sukeltaa. Sankassa savussa näkyvyys voi olla ole-maton (kuva 85). Kuulo- ja tuntoaisteista tulee täl-löin savusukeltajan tärkeimmät aistit. Suojavarus-teet hankaloittavat lisäksi näitä aistitoimintoja. Savusukeltaja joutuu etenemään sankassa savus-sa varovasti ja matalana. Savusukeltaja **tunnuste-lee** käsillään ympäristöään. Taitava savusukeltaja hyödyntää myös jalkojaan tilan hahmottamiseksi. Pysähtyessä välillä **kuuntelemaan** kuulee mah-dollisesti palon äänen tai pelastettavan avunhuu-dot. Parin kanssa on sovittava kuuntelemisesta, että molemmat pidettävät hetkeksi hengitystään. Paineilmalaitteen hengitysäänet häiritsevät muu-toin kuuntelemista.

Tilaa **tunnustelemalla luodaan mielikuva kohteesta**, huonekaluista ja huonejärjestykses-tä. Tunnustelua tehdään käsillä ja jaloilla. **Parin**

keskeinen kommunikointi (kuva 86) auttaa mo-lempia mielikuvan luomisessa. Tällöin toisen huo-mioit auttavat molempia mielikuvan luomisessa, missä tilassa sukelletaan. Savusta huolimatta on myös välillä tarkkailtava ympärilleen. On katsotta-va eteen, sivuille, taakse ja ylös. Lamppua ei kann-ta pitää koko ajan päällä, koska palon kajastus jää tuolloin huomaamatta. Edetessä voi savun lämpö-tilaa tunnustella nostamalla käden ylös. Näin voi-daan arvioida savupatjan lämpötilaa ja siten sen syttymisherkkyyttä. (Ala-Kokko 2008.)

Tärkeää

- Sankan tiheän savun täyttämässä tilassa savusukeltaja voi liikkua vain tunto- ja kuuloaistin varassa, ellei lämpökameraa ole käytettävissä.
- Savusukellusparin tulee kommunikoida aktiivisesti keskenään.



Kuva 86. Savusukelluspari kommunikoi.

7.4 Lämpökamera savusukellustekniikka⁶

7.4.1 Lämpökameran käyttö savusukelluksessa

Lämpökamera auttaa savusukeltajia suoriutumaan savusukellustehtävästä nopeammin ja tehokkaammin. On myös selvää, että lämpökamera parantaa savusukeltajien työturvallisuutta parantamalla näkyvyyttä kuumaan, savuiseen ja pimeään tilaan.

Sammutus- ja pelastustehtävän kohde ja tulipalon vaihe sekä tehdyt havainnot määrittävät savusukelluksen teknisen suorittamistavan ja sen, mitä hyötyjä lämpökamerasta saadaan kyseisillä tehtävillä. Lämpökameran käytöstä saatava hyöty ennen varsinaisen savusukellustehtävän aloitusta on suuri, jos kameraa osataan hyödyntää tiedustelun tukena. Tällöin palon sijainnista

ja laajuudesta saadaan viitteitä ennen savusukellustehtävää, mikä nopeuttaa ja helpottaa varsinaisen sammutus- ja pelastustyön aloitusta sekä tehtävän varsinaista suorittamista. Lämpökameraa tottuneesti ja teknisesti oikein käyttävä savusukelluspari suoriutuu todennäköisesti tehtävistä ilman lämpökameraa toimivia savusukeltajia tehokkaammin.

Pienkohteissa, kuten omakoti-, rivi- ja muut asuin- ja vapaa-ajanhuoneistot, oikean tai vasemman puolen savusukellustekniikka noudattaa yleisiä teknisiä savusukelluksen periaatteita ja tekeminen on hyvin samankaltaista näissä kohteissa. Kun savusukellusparilla on käytössä lämpökamera, sitä käytetään tehtävillä pelastettavan ja palon löytämiseen sekä tilojen järjestelmälliseen tutkimiseen. Savusukeltaminen on lämpökameran vuoksi tällöin suoraviivaisempaa, mutta toki tapauskohtaista. Siirryttäessä vaativien savusukellustehtävien kohteisiin, kuten teollisuuskohteisiin tai hoitolaitoksiin, pelastustekninen suorittaminen on yleensä haasteellisempaa verrattuna pienkohteisiin. Esimerkiksi palavan tilan tai kohteen paikallistaminen vaikeutuu ja vastaavissa tiloissa esiintyvät tyypilliset rakenneratkaisut ja erilaiset teollisuuden työkonet, vaaralliset aineet ja muut vaarat aiheuttavat haasteita savusukeltajille. Näillä tehtävillä on erityisen tärkeää ja pelastustyön tuloksellisuuden kannalta merkityksellistä se, miten nopeasti palava kohde löydetään ja saavutetaan, jotta varsinainen sammutus- ja pelastustyö päästään aloittamaan mahdollisimman nopeasti.

Savusukellusparin tulee tehtävällä hyödyntää lämpökameraa myös oman **työturvallisuuden näkökulmasta**. Vaativissa kohteissa, kuten teollisuudessa, lämpökameran avulla voidaan havaita kaasusäiliöitä, niiden lämpötiloja ja muita vaarallisia aineita, jotka vaikuttavat savusukelluksen etenemiseen ja pelastustehtävän taktiseen hoitamiseen. Esimerkiksi tulipalotilassa havaittu lämmennyt kaasusäiliö saattaa muuttaa merkittävästi tilanteen taktista ja teknistä hoitamista ja jopa keskeyttää pelastustyöt. Myös tiloissa esiintyvät vaaratekijät, kuten kuilut, työtasot, työkonet jne., pyritään havainnoimaan lämpökameran avulla.

6 Kappaleen "7.4 Lämpökamera savusukellustekniikka" on kirjoittanut opettaja Teemu Pietilä.



Kuva 87. Lämpökameralla havaitaan kuumat kohdat palon jälkisammutuksessa.



Kuva 88. Kuumiin kohtiin suihkutettu vesisuihku näkyy kameran näytöllä mustana.

Lämpökameroissa on monipuolisia ominaisuuksia. Monissa pelastustoimen käytössä olevissa lämpökameroissa on kuvan reaaliaikainen lähetyismahdollisuus. Lähetettyä kuvaa voidaan hyödyntää esimerkiksi savusukelluksen valvonnassa, pelastustoiminnanjohtajan taktisten ja teknisten päätösten tukena, suojapari tai ryhmänjohtaja voi seurata savusukellusta ja antaa ohjeita tai käskyjä savusukeltajille.

Tallennusominaisuudella varustettujen lämpökameroiden tallenteita voidaan hyödyntää monella tapaa. Savusukellustilanteen tallennetta voidaan hyödyntää esimerkiksi palonsyöntutkinnassa, jolloin tallenteelta pyritään löytämään selittäviä tekijöitä palon syttymiselle, mahdolliselle syyille ja syttymispaikalle. Myös poliisi voi pyytää virka-apuna tallennetta käyttöönsä tai materiaalia voidaan hyödyntää pelastuslaitoksen sisäisessä savusukelluskoulutuksessa.

Savusukellustehtävän yhteydessä lämpökameraa voidaan käyttää **tukitehtävien hoitamisessa** apuna, jos tehtävällä on useita lämpökameroita käytössä. Lämpökameraa voidaan käyttää hyödyksi mm. yläpuolisten-, viereisten- ja alapuolisten tilojen tutkimisessa sekä altistuneiden etsimisessä varsinaisen palokohteen ulkopuolelta pimeään aikaan.

Siirryttäessä **jälkiraivausvaiheeseen** lämpökameralla voidaan tarkistaa, onko kohteeseen jäänyt

kuumia palopesäkkeitä (Kuvat 87 ja 88) ja rakenteiden lämpötiloja. Lämpökameran avulla saadaan tietoa, missä vaiheessa pelastuslaitos voi lopettaa tehtävän ja luovuttaa kohteen jälkivartiointiin kohteen omistajalle tai haltijalle.

Tärkeää

- Lämpökameran avulla saadaan arvokasta lisäinformaatiota jo kohdetta tiedusteltaessa – tehtävän suorittaminen helpottuu.
- Lämpökamera tehostaa ja nopeuttaa sammutus- ja pelastustehtävän suorittamista, kun savusukelluspari osaa hyödyntää lämpökameraa savusukelluksen tukena.
- Lämpökamerasavusukellusta on syytä harjoitella, että lämpökameran eri ominaisuuksia osataan hyödyntää monipuolisesti sammutus- ja pelastustehtävillä.
- Lämpökameran avulla voidaan havaita sammutus- ja pelastustehtävän yhteydessä työturvallisuutta vaarantavia tekijöitä, kuten kaasusäiliöitä, vaarallisia aineita, rakenteellisia vaaroja jne.
- Lämpökamerasta on iso hyöty myös jälkiraivauksessa – kuumat ja kytevät kohdat löytyvät helpoiten search-värikaaviolla.

7.4.2 Lämpökamerasavusukelluksen työjärjestys ja -vaiheet

Lämpökamerasavusukelluksessa lämpökameran hyödyntäminen alkaa jo palavan kohteen ulkopuolelta, jolloin tiedustellaan palon sijaintia ja laajuutta sekä palavan kohteen hyökkäysovi, josta sammutus- ja pelastustyö aloitetaan. Onko ovi viileä vai lämmin? Oven avaamisen jälkeen lämpökameralla mitataan savupatjan lämpötila. Tiedustelutietojen perusteella lähdetään etenemään kohteeseen ilman jäähdystystä, tai savupatjaa jäähdyttään tarpeen mukaan. Kun kohteeseen on turvallista edetä, savusukelluspari siirtyy kohteeseen sisälle. Kakkonen käyttää lämpökameraa ja tarkistaa oven avaamisen jälkeen avautuvan tilan yhdessä ykkösen kanssa lämpökameran näytöltä ja sopii **välipisteen**, mihin edetään seuraavaksi, esimerkiksi seuraavalle ovelle. Jos tilan joka paikkaan ei saada lämpökameralla näkyvää esimerkiksi sohvan vuoksi, niin nämä **katvealueet** tulee käydä tarkistamassa lämpökameralla, ennen siirtymistä seuraavalle välipisteelle.

Kohteen tiedustelu ulkoa päin lämpökameraa hyödyntäen. Missä palo sijaitsee? Onko palavan kohteen rakenteet lämmenneet? Onko hyökkäysovi kuuma vai viileä? Valitaan vasemman tai oikean puolen etenemistekniikka tiedustelun löydösten perusteella.

- Turvallinen ryhmittäminen hyökkäysovelle, jossa ykkönen ja kakkonen suojautuvat käyttäen seinän ja oven rakenteita suojanaan mahdollisen pistoliekin tai humahduksen varalta. Valmius välittömään suojasuihkun käyttöön.
- Hyökkäysoven avaamisen jälkeen mitataan lämpökameralla (kuva 89) savupatjan lämpötila ja tehdään päätös, lähdetäänkö etenemään huoneistoon vai pitääkö savupatjaa jäähdyttää.



Kuva 89. Oven avaamisen jälkeen tilan havainnointi lämpökameralla.



Kuva 90. Kakkonen liikuttaa rauhallisesti kameraa.

Katso video:

Lämpökamerasukellus 1



Katso video:

Lämpökamerasukellus 2





Kuva 91. Savusukelluspari havainnoi tilaa yhdessä lämpökameralla välipisteellä.



Kuva 92. Palo kajastaa oikealta, joten savusukelluspari etenee suoraviivaisesti sammuttamaan palon.

Jos savupatjaa jäähdytetään, niin lämpökameran avulla havainnoidaan suihkun suuntaus ja muoto.

- Jäähdytyksen jälkeen lämpökameran avulla varmistetaan savupatjan lämpötila, että syttymisvaara ei ole välitön.
- **Kakkonen käyttää lämpökameraa** ja oven aukaisun jälkeen avautuva tila havainnoidaan **yhdessä ykkösen kanssa** siten, että ykkönen näkee myös lämpökameran näytön. Lämpökameralla tarkastetaan rauhallisesti kaikki näkyvät tilat katosta lattiaan (kuva 90), jotta saadaan paras mahdollinen informaatio tutkittavasta kohteesta. Lämpökameran avulla pyritään löytämään huoneistosta kuumia kohtia ja pelastettavia sekä reittiä seuraavaan tilaan.
- Jos tarkastettavassa tilassa on fyysisiä esteitä, esimerkiksi sohva, jonka taakse ei näe, tällöin **kakkonen käy tarkastamassa katvealueet lämpökameralla** ennen siirtymistä seuraavalle välipisteelle. Ykkönen voi varmistaa tapahtuman huoneiston ovelta.
- Savusukelluspari valitsee lämpökameran avulla yhdessä välipisteen, mihin etenee seuraavaksi. Välipisteellä katsotaan edellistä tilaa tarvittaessa ja uutta tilaa yhdessä (kuva 91). **Hyviä välipisteitä ovat esimerkiksi ovet, portaat ja huoneiden kulmat, joista avautuu uusia tiloja.** Välipisteiden avulla huoneistossa edetään valitun puolen tekniikan mukaisesti. Välipisteiden

tulee olla riittävän lähellä toisiaan, jotta eteneminen on järjestelmällistä ja määrätietoista ja, että kaikki tilat tulevat varmasti tarkastettua lämpökameralla.

- Huoneistossa edetään vasemman tai oikean puolen tekniikan mukaisesti, jotta etsintä on järjestelmällistä ja tehokasta. Tarkoituksena on löytää pelastettava sekä alkupalo mahdollisimman nopeasti. Kun pelastettava tai alkupalo löydetään, siirrytään **suoraviivaisesti pelastamaan pelastettava tai sammuttamaan alkupalo (kuva 92)**, vaikka tällöin mahdollisesti poiketaan noudatetusta vasemman tai oikean puolen tekniikasta.
- Pelastettavan löytyessä hänet siirretään nopeasti letkua pitkin ulos kohteesta. Suojapari ottaa pelastettavan haltuunsa ja siirtää pelastettavan välittömän vaaran alueen rajalta turvalliselle pelastustoiminta-alueelle ensihoidon hoidettavaksi.
- Savusukelluspari jatkaa savusukellustehtävää pelastettavan siirron jälkeen siitä kohdasta, josta pelastettava löytyi. Tilanteen salliessa letku ja suihkuputki voidaan jättää kohteeseen sisälle, jolloin se toimii hyvänä opasteena tehtävän jatkamiselle.
- Eteneminen kohteessa jatkuu aiemmin valitun tekniikan mukaisesti. Savusukelluspari tarkistaa kohteen järjestelmällisesti ja tehokkaasti jäähdyttäen savukaasuja ja /tai kuumia pintoja aina tarvittaessa.

- Kun alkupalo löytyy, savusukelluspari sammuttaa palon. Tämän jälkeen pari aloittaa alipaineisen suihkuputkisavutuuletuksen ikkunasta tai ovesta mahdollisimman läheltä palavaa kohdetta aiemmin esitettyjen mallien mukaisesti. **Kakkonen tarkkailee lämpökameran avulla** (kuva 93) tuuletettavaa tilaa ja ilmoittaa, milloin tuuletuksen voi lopettaa.



Kuva 93. Kakkonen tarkkailee tuuletettavaa tilaa lämpökameralla.

Katso video:

Lämpökamerasukelluksessa palo löytyy nopeasti



Voinko muuttaa yllä esitettyä työjärjestystä?

Kyllä!

- Jos alkupalon tai pelastettavan sijainti on tiedossa, etene tällöin välittömästi pelastamaan tai sammuttamaan.
- Jos näkyväisyys on kohteessa hyvä, et tarvitse tällöin välttämättä välipisteitä, vaan voit edetä suoraviivaisemmin kohteessa.

- Alipaineisen suihkuputkisavutuuletuksen seurauksena näkyväisyys paranee kohteessa huomattavasti ja lämpötila laskee. Savusukelluspari tarkistaa huoneiston loppuun ja aloittaa tarkistuksen jälkeen tarvittaessa koneellisen alipaine- tuuletuksen ja palopesäkkeiden jälkiraivaustyöt.

7.5 Suoraviivainen savusukellustekniikka

Suoraviivainen savusukellustekniikka tarkoittaa, että savusukelluspari etenee suoraviivaisesti pelastamaan pelastettavan tai sammuttamaan alkupalon. Suoraviivaista savusukellustekniikkaa voidaan käyttää, jos tilassa on **jonkinlainen näkyvyys ja on havainto tai tieto pelastettavasta tai alkupalosta**. Kuvassa 94 näkyvyys on erittäin hyvä. Yleisesti ottaen näkyvyys on lattianrajassa paras mahdollinen, koska kuuma ja tumma savupatja pyrkii kiivaasti ylöspäin. Näkyvyys menetetään herkästi kuumien palokaasujen jäähdyttämisen jälkeen. Vesi höyrystyy kuumassa savupatjassa, jolloin savupatja jäähtyy ja laskeutuu alas, koska vesihöyry aiheuttaa tilaan joksikin aikaa ylipainetta. Suoraviivaista tekniikkaa voi silti hyödyntää, kun hyökkäysoven avaamisen jälkeen **painaa mieleen avautuvan tilan ja näkymän ennen veden suihkuttamista**. Jos suoraviivaisella tekniikalla ei tavoiteta pelastettavaa tai paloa, on muutettava tekniikka joko vasemman tai oikean puolen savusukellustekniikaksi ja mahdollisesti vetäydyttävä takaisin hyökkäysovelle.

Tärkeää

- Lämpökamerasavusukelluksessa pitää muistaa, että lämpökamera on tekninen laite, joka voi rikkoutua tai kadota kesken savusukellustehtävän.
- Lämpökameran käytön estyessä, sukellusta jatketaan perinteiseen tapaan edeten joko oikean tai vasemman kautta.



Kuva 94. Hyvä näkyvyys.



Mitä lämpökamera-savusukeltajan tulee osata?

- Jakaa lämpökamerainformaatiota savusukellusparin kanssa. Tämä taito on oleellinen osa tehokasta lämpökamerasavusukelusta ja parityöskentelyä.
- Tulkita lämpökameran näyttöä ja reagoida näytön informaatioon – pelastus, sammutus, vaarojen välttäminen jne.
- Hyödyntää oppimaansa lämpökamera-savusukellustekniikkaa, jolloin tehtävällä osataan tehdä merkityksellisiä tekoja oikea aikaisesti – pelastus – sammutus – tutkiminen – savutuuletus – jälkiraivaus.
- Savusukeltaa ilman lämpökameraa – lämpökameran rikkoutuessa tulee kyetä jatkamaan tehokasta sammutus- ja pelastustyötä ilman apuvälineitä.

Tärkeää

- Tiedustele kohteen kokoa ja palon sijaintia jo ennen savusukelluksen aloittamista.
- Havainnoi hyökkäysoven lämpötila.
- Käytä kameraa siten, että myös parisi näkee lämpökameran näytön.
- Etene käyttäen hyväksi välipisteitä.
- Pelasta ja sammuta välittömästi, kun alkupalo tai pelastettava löytyy.
- Suihkuputkisavutuuletuksen jälkeen näet ilman kameraakin.
- Tutki loput tilat järjestelmällisesti ja ripeästi.
- Käytä lämpökameraa myös jälkiraivauksessa.
- Huomioi, että tilanteet ovat yksilöllisiä ja voit joutua soveltamaan tätä työjärjestystä.

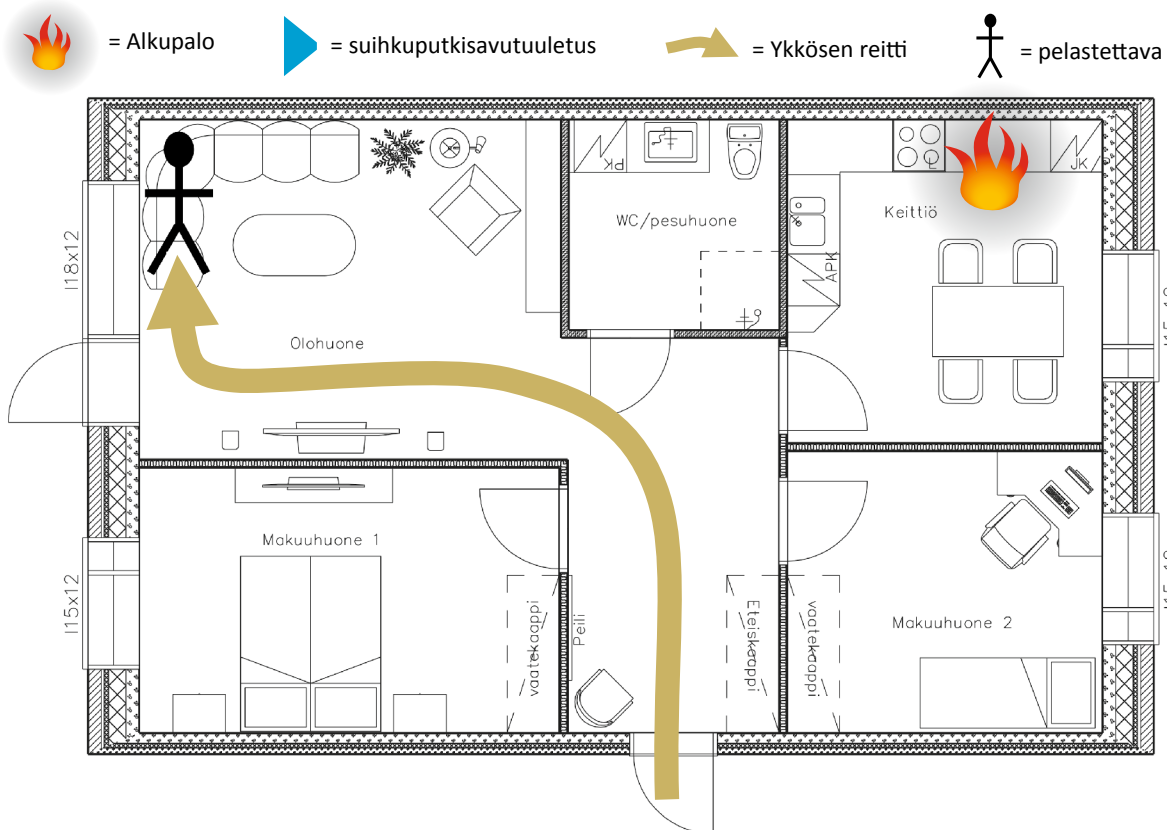
Suoraviivaisessa savusukellustekniikassa pelastettava tai palo joko **havaitaan hyökkäysovelta tai tiedustelussa saatujen tietojen perusteella on vahva olettaus pelastettavan tai palon sijainnista.**

Esimerkiksi kuvan 95 kaltaisessa tilanteessa asuinhuoneistosta pelastautunut asukas kertoo, että asuntoon jäi hänen vieraansa. Asukas kertoo, että viimeinen havainto vieraasta oli, että hän makasi olohuoneen sohvalla. Savusukelluspari saa tiedon, että olohuone avautuu yhden oven jälkeen vasemmalle. Savusukelluspari sukeltaa suoraviivaisesti vasempaan seinään tukeutuen suoraan oviaukolle. Matkalla he huomaavat alkupalon olevan keittiössä, joten he jäädyttävät kuumia palo-kaasuja ja sulkevat keittiön välioven. He jatkavat olohuoneeseen etsien vasemman puolen tekniikalla ja kakkonen levittäytyy. Savusukelluspari pelastaa pelastettavan ja palaa asuinhuoneistoon sammuttamaan paloa. Savusukelluspari etenee

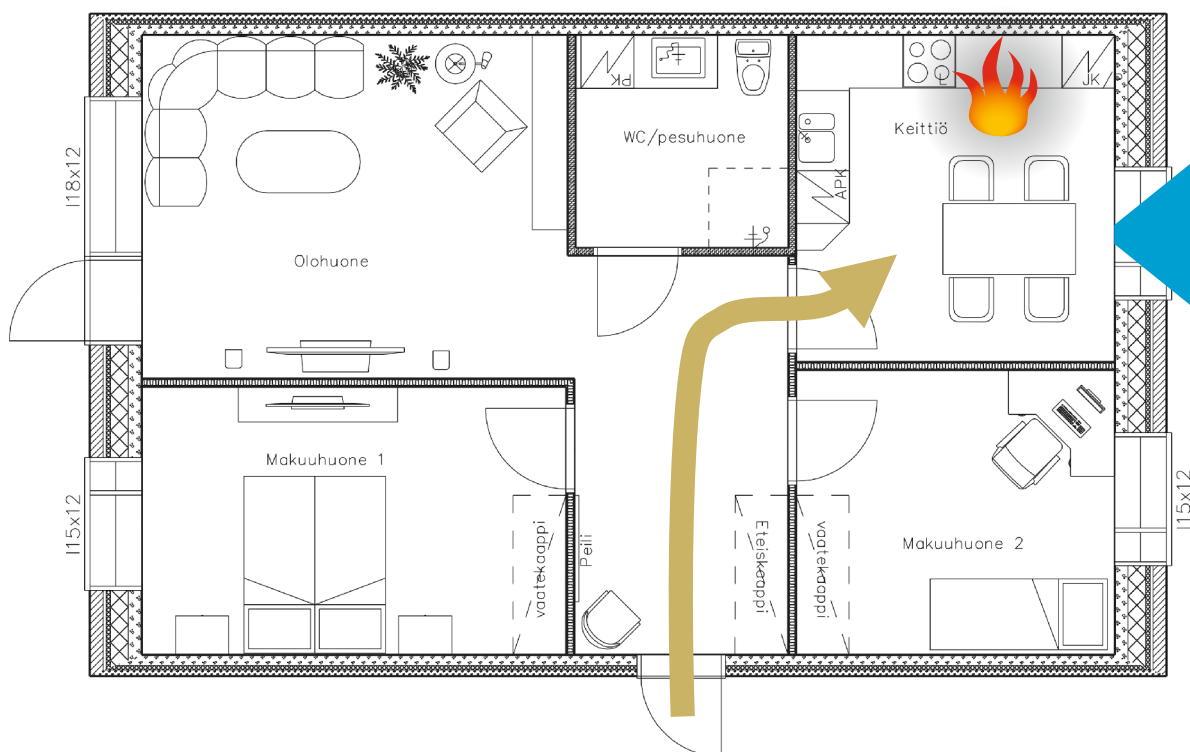
suoraviivaisesti oikean seinän tuntumassa keittiön ovelle ja aloittaa sammutuksen. Tämä on esitetty kuvassa 96. Alkupalon sammuttamisen jälkeen asuinhuoneisto tuuletetaan suihkuputkella keittiön ikkunasta. Sen jälkeen koko asuinhuoneisto tarkastetaan perusteellisesti hyvässä näkyvyydessä, että siellä ei ole enää ketään.

Tärkeää

- Suoraviivainen savusukellustekniikka nopeuttaa pelastamista ja palon sammuttamista.
- Jos suoraviivainen savusukellustekniikka ei toimi, savusukellusparin tulee aloittaa etsintä joko vasemman tai oikean puolen tekniikalla.



Kuva 95. Ihmisen pelastaminen suoraviivaisella savusukellustekniikalla.



Kuva 96. Palon sammuttaminen suoraviivaisella savusukellustekniikalla.

Lähteet

- Ala-Kokko, V. 2008. Savusukellusopas. Pelastusopisto. Kuopio.
- Ala-Kokko, V., Puustinen, A. & Laitinen, S. 2020. Savusukellus- ja sammutustekniikan osaamiskysely. Pelastusopisto.
- Beal Hotline. 2020. Viitattu 11.12.2020. <https://sport.beal-planet.com/en/ropes-resistant-to-chemical-products/1675-hotline-11mm.html>.
- Bolstad-Johnson, D.M., Burgess, J.L., Grutchfield, C.D., Storment, S., Gerkin, R. & Wilson, J.R. 2000. Characterization of firefighters exposures during fire overhaul. American Industrial Hygiene Association Journal 61 (5), 636–641.
- Burgess JL, Brodtkin CA, Daniell WE, Pappas GP, Keifer MC, Stover BD, Edland SD & Barnhart S. 1999. Longitudinal decline in measured firefighter single-breath diffusing capacity of carbon monoxide values. A respiratory surveillance dilemma. Am J Respir Crit Care Med. 159, 119-124.
- Castrén, M., Helveranta, K., Kinnunen, A., Korte, H., Laurila, K., Paakkonen, H., Pousi, J. & Väisänen, O. 2012. Ensihoidon perusteet 4. painos Otavan kirjapaino Oy. Keuruu.
- CTS-komposiittisäiliöiden käyttö ja huolto – pikaaloitusopas. 2020. Composite Technical Systems SpA. Turvata Oy.
- CTS cylinders inspection and testing manual. 2018. Composite Technical Systems S.p.A.
- De Vos, A.J., Cook, A., Devine, B., Thompson, P.J. & Weinstein, P. 2006. Effect of protective filters on fire fighter respiratory health during simulated bushfire smoke exposure. Am J Ind Med 49(9), 740-750.
- Dräger PSS® 5000 -sarja. Paineilmahengityslaitteet käyttöohje. 2010.
- Dräger HPS 7000 Palokypärän käyttöohje. 2012. Dräger Safety AG & Co. KGaA.
- Edelman, P., Osterloh, J. & Pirkle, J. 2003. Biomonitoring of chemical exposure among New York City firefighters responding to the World Trade Center fire and collapse. Environ Health Perspect 111, 1906-1911.
- EN ISO 15025:2002 Protective clothing. Protection against heat and flame. Method of test for limited flame spread.
- EN ISO 11092:2014 Textiles. Physiological effects. Measurement of thermal and water-vapour resistance under steady-state conditions (sweating guarded-hotplate test).
- Fent, KW., Eisenberg J., Evans, D., Sammons D., Robertson, S. & et al. 2013. Evaluation of Dermal Exposure to Polycyclic. Aromatic Hydrocarbons in Fire Fighters. Report No. 2010-0156-3196 Summary. December 2013. CDC NIOSH.
- Fent, KW., Eisenberg, J., Snawder, J., Sammons, D., Pleil, J.D., Stiegel, M.A., Mueller, C., Horn, G.P. & Dalton, J. 2014. Systemic exposure to PAHs and benzene in firefighters suppressing controlled structure fires. Ann Occup Hyg. 58(7):830-45. doi:10.1093/annhyg/meu036.
- Hagen, R., & Witloks, L., 2018. The Basis for Fire Safety Substantiating fire protection in buildings. Instituut Fysieke Veiligheid. First edition, second unchanged reprint. <https://www.ifv.nl/kennisplein/Documents/201802-IFV-Basis-for-Fire-Safety.pdf>
- Harjoitusten turvaohje opiskelijoille. 2018. Pelastusopisto.
- Hengityslaitteiden komposiittipullot tarkastettava kolmen vuoden välein. Tukes tiedote 16.2.2015 (<https://tukes.fi/-/hengityslaitteiden-komposiittipullot-tarkastettava-kolmen-vuoden-vale-1>).
- Henkilönsuojainasetus (EU) 2016/425. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0425&from=IT>.
- Huttu, I. 2010. Työtaturmat Savusukelluksessa luentomoniste. Pelastusopisto.
- Hyttinen, V., Tolonen, P. & Väisänen, T. 2014 Palofysiikka 7. uusittu painos Tammerprint Py. Tampere.
- Häyrinen, J., Honkanen, M., Huttu, I., Kangastie, K. & Asikainen E. 2015. Millaisiin olosuhteisiin eri tilanteissa savusukelletaan. Työryhmän ajatukset. OTKES:n tehtäväksianto.

- IARC. 2010. Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol. Painting, Firefighting, and Shiftwork. Firefighting 98, 397–451.
- Ilmarinen, R., Järvenpää, M., Korhonen, O., Lindholm, H., Lindqvist-Virkamäki, S., Louhevaara, V. & Mäkinen H. 1994. Palomies Kuumassa. Työterveyslaitoksen koulutusjulkaisu. Painotalo Mictor, Helsinki.
- Instituut Fysieke Veiligheid. 2018. Exposure to smoke. An overview report of the studies to the exposure routes, contamination and cleaning of the turn-out gear and the skin barrier function. Report to Brandweer Nederland from the Instituut Fysieke Veiligheid, Zoetermeer. <https://www.ifv.nl/kennisplein/Documents/20180821-IFV-Exposure-to-smoke.pdf>.
- Interspiro QS II basic model User Manual N.d.
- Jylhä, A. & Kinnunen K., 2004. Ilmankulutuksen vaihtelu paineilmalaitteella suoritettussa submaksimaalisessa kävelymatto-testissä. Tutkimusraportti.
- Jämsä, J. 2020. Rakenteellinen paloturvallisuus pelastustoiminnassa-luentomoniste. Pelastusopisto.
- Jäntti, J., Miettinen, P. & Tillander, K. 2009. Pelastusyksikön ensimmäisiin toimenpiteisiin kohteessa kuluva aika. B-sarja. Tutkimusraportit. Pelastusopisto.
- Käyttöohje JALAS® palojalkineille. 2020.
- Lahti, J. 2014. Puhdas paloasema - Altistumisen vähentäminen tehtävässä ja tehtävän jälkeen. Luentomateriaali. Keski-Suomen pelastuslaitos.
- Laitinen, J., Mäkelä, M., Mikkola, J. & Huttu, I. 2010. Fire fighting trainers' exposure carcinogenic agents in smoke diving simulators. Toxicology Letters 192, 61–65.
- Laitinen J., Mäkelä M., Mikkola J. & Huttu I. 2012. Firefighters' multiple exposure assessments in practice. Toxicology Letters 213, 129-133.
- Laitinen, J., Jumpponen, M., Heikkinen, P., Lindholm, H., Lindholm, T., Sistonen, H. & Halonen, J. 2015. Tehostesavujen haitalliset keuhko- ja verisuonivaikutukset ja niiden torjunta. Raportti Työsuojelurahastolle, Palosuojelurahastolle ja Valtiokonttorille. Huhtikuu 2015, Työterveyslaitos. <https://www.tsr.fi/valmiit-hankkeet/hanke?h=112091#materials>.
- Laitinen J., Koponen J., Koikkalainen J. & Kiviranta H. 2014. Firefighters' exposure to perfluoroalkyl acids and 2-butoxyethanol present in firefighting foams. Toxicology Letters 231, 227-232.
- Laitinen J, Lindholm H, Aatamila M, Hyttinen S & Karisola P. 2016. Vähentääkö Skellefteå-mallipalomiesten altistumista operatiivisessa toiminnassa. Raportti Palosuojelurahastolle Työsuojelurahastolle. Tietoa Työstä –sarja, Työterveyslaitos Helsinki. ISBN 978-952-261-644-9 (pdf), ISBN 978-952-261-645-6. <https://www.tsr.fi/valmiit-hankkeet/hanke?h=113080#materials>.
- Laitinen J., Lindström A., Jumpponen, M., Lallukka, H. & Hassinen, M. 2019. Asbestille altistuneiden työvaatteiden varustehuollon toimivuuden testaaminen. Raportti Työsuojelurahastolle. Tietoa työstä -sarja. Työterveyslaitos Helsinki. ISBN 978-952-261-857-3 (pdf), ISBN 978-952-261-856-6. <https://www.tsr.fi/valmiit-hankkeet/hanke?h=117083#materials>.
- Laitinen, J., Mäkelä, M., Oksa, P., Hakkarainen, T., Tillander, K. & Paloposki, T. 2010. Kemikaalialtistumisen vähentäminen palokohteissa. Työterveyslaitos & VTT. Edita Prima Oy. Helsinki. https://www.researchgate.net/publication/42091535_Kemikaalialtistumisen_vahentaminen_palokohteissa.
- Laitinen, J., Huttu, I. & Linnainmaa, M. 2006. Savusukellusopettajien altistuminen savusukellusharjoituksissa 28.9.05, 15.11.05, 22.11.05, 1.3.06 ja 9.5.06. Lausunto L478. Työterveyslaitos: Työhygienian ja toksilogian laboratorio. Kuopio.
- Laitinen S. 2020. Biologiset tekijät. Kirjassa Vuokko, A., Punakallio, A., Paajanen, T. & Lusa, S. (toim.) Pelastusalan työterveysseuranta -yhteistyö ja käytännöt. ISBN 978-952-261-862-7 (pdf). Työterveyslaitos, Helsinki. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/140128/TTL_978-952-261-862-7.pdf?sequence=5&isAllowed=y.
- Laki eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta 26.11.2004/1016. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2004/20041016>.
- Lehto, H. & Luoma, T. 1999. Fysiikka 3. Lämpö, energia ja mekaniikka. 5.painos. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä.

- LeMasters, G.K., Genaidy, A.M., Succop, P., Deddens, J., Sobeih, T., Barriera-Viruet, H., Dunning, K. & Lockey, J. 2006. Cancer risk among firefighters: a review and meta-analysis of 32 studies. *Journal of occupational and Environmental Medicine* 48 (11), 1189–1202.
- Liikenne- ja viestintäviraston määräys VAK-tie 2019: Vaarallisten aineiden kuljetus tiellä, luku 6.2 paineastioiden, aerosolipullojen, pienten kaasua sisältävien astioiden (kaasupatruunat) ja nestemäistä palavaa kaasua sisältävien polttokennopatruunoiden rakennetta ja testausta koskevat määräykset.
- M1 modulaarinen omavarainen paineilmahengityslaite (SCBA) 2019. Käyttöohje. MSA The Safety Company.
- Männikkö, S. 2006. Turvallisuusselvityksen laadintaopas. SPEK. 6. korjattu painos. Savion Kirjapaino Oy. <https://docplayer.fi/20497090-Turvallisuusselvityksen-laadintaopas.html>.
- Niensted, W., Hänninen, O., Arstila A. & Björkqvist S. 1993. Ihmisen fysiologia ja anatomia 9. painos WSOY:n graafiset laitokset. Porvoo.
- Ohje pelastushenkilöstön toimintakyvyn arvioinnista ja kehittämisestä. 2016. Sisäministeriö. Helsinki. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75317/Ohje%20fyysisen%20toimintakyvyn%20arvioinnista%20yhdistetty.pdf>.
- Painelaitelaki 16.12.2016/1144. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161144>.
- Palo- ja Pelastussanasto TSK 33. 2006. Savion kirjapaino Oy. Kerava.
- Pelastuslaki 29.4.2011/379. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110379#L5P32>.
- Pelastussukellusohje. 2007. Sisäasianministeriö. Helsinki. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79329/smjulkaisu_482007.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Posniak, M. 2000. Chemical hazards in fire-fighting environments. *Medycyna Pracy* 51 (4), 335–344.
- Pronto. 2020. Sammutus- ja pelastustehtävät, joissa on savusukellettu vuosilta 2015 - 2019.
- Puhdas paloasema. Altistumisen vähentäminen sammutustehtävässä ja kalustonhuollossa. 2017. Menetelmäohje. Keski-Suomen pelastuslaitos.
- Pukkala, E., Martinsen, J., Weiderpass E., Kjaerheim, K., Lynge, E., Tryggvadottir, L., Sparén, P. & Demers, P. 2014. Cancer incidence among firefighters: 45 years of follow-up in five Nordic countries. *Occup Environ Med.* 71(6):398-404. doi: 10.1136/oemed-2013-101803.
- Putoamisvaarallisella alueella työskentely pelastustoimessa. 2021. Sisäministeriö. Sisäministeriön julkaisuja 2021:6. Helsinki. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162953/SM_2021_6.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Reinhardt, T. & Ottmar R. 2004. Baseline Measurements of Smoke Exposure Among Wildland Firefighters. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 1: 593–606 ISSN: 1545-9624 print / 1545-9632 online DOI: 10.1080/15459620490490101.
- Riskien arviointi työpaikalla–työkirja 2015. Sosiaali- ja terveysministeriö. Työsuojeluosasto. Työturvallisuuskeskus. https://ttk.fi/files/2941/Riskien_arviointi_tyopaikalla_tyokirja_22052015_kerttuli.pdf.
- Santonen T. 2020. Kemialliset tekijät. Kirjassa Vuokko, A., Punakallio, A., Paajanen, T. & Lusa, S. (toim.) Pelastusalan työterveysseuranta -yhteistyö ja käytännöt. ISBN 978-952-261-862-7 (pdf). Työterveyslaitos, Helsinki. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/140128/TTL_978-952-261-862-7.pdf?sequence=5&isAllowed=y.
- Savolainen, H. & Kirchner, N. 1998. Toxicological mechanism of fire smoke. *The International Journal of Rescue and Disaster Medicine* 1 (1).
- Scott Propak-fx paineilmahengityslaite. pikaohje. 2016.
- Scott Propak I - F - FX Käyttöohje. 2014. Scott Safety.
- Scott Sight kameramaskin pikakäyttöohje. N.d. Scott Safety.
- SFS-EN 469:2006. 2.painos Palomiesten suojavaatetus. Palopukujen vaatimukset (Protective clothing for firefighters. Performance requirements for protective clothing for firefighting).
- SFS-EN 137:2007. Hengityksensuojaimet. kokonaamariin liitettävät paineilmasäiliölaitteet. vaatimukset, testaus, merkintä (Respiratory protective devices. Self-contained open-circuit compressed air breathing apparatus with full face mask. Requirements, testing, marking).

- SFS-EN 136 + AC:1998. Hengityksensuojaimet. kokonaamarit. vaatimukset, testaus, merkintä, (Respiratory protective devices. Full face masks. Requirements, testing, marking).
- SFS-EN 15090:2012. 2.painos. Palomiesten turvajalkineet, (Footwear for firefighters).
- SFS-EN ISO 20345:2012. Henkilönsuojaimet. turvajalkineet (Personal protective equipment. Safety footwear).
- SFS-EN 20811. Tekstiilit. Vesitiiviyyden määrittäminen. Hydrostaattisen paineen kesto.
- SFS-EN 13911:2017. Protective clothing for firefighters. Requirements and test methods for fire hoods for firefighters.
- SFS-EN 443:2008. Kypärät palontorjuntatehtäviin taloissa ja muissa rakennelmissa. (Helmets for fire fighting in buildings and other structures).
- SFS-EN 659 + A1:2008. Palomiesten suojakäsineet. 3.painos (Protective gloves for firefighters).
- SFS-EN 12245 + A1:2012. Transportable gas cylinders. Fully wrapped composite cylinders.
- SFS-EN 144-1:2018. Respiratory protective devices. Gas cylinder valves. Part 1: Inlet connections.
- SFS-EN 1089-3:2011. Kuljetettavat kaasupullot. Kaasupullojen tunnistaminen (pois lukien nestekaasu). Osa 3: Värimerkinnät.
- Somerkoski, B. 2019. Rakennusten paloturvallisuus. Savion Kirjapaino. Kerava. (suomenkielinen versio alkuperäisteoksesta: René Hagen, Louis Witlocks. 2014 .The Basis for Fire Safety Substantiating fire protection in buildings. <https://docplayer.fi/193125623-Rakennusten-paloturvallisuus-suomenkielisen-version-toimittanut-brita-somerkoski.html>).
- Strandberg, P., 2021. Sähköpostiviesti. Koiranluukku. Helsingin kaupungin pelastuslaitos. Sähköpostiviesti 22.2.2021 vastaanottaja V. Ala-Kokko.
- Sukelluspullojen täyttöpäikan vaatimukset. Tukes tiedote 12.8.2014 (<https://tukes.fi/-/sukelluspullojen-tayttopaikan-vaatimuks-1>).
- Swiston, J.R., Davidson, W., Attridge, S., Li, G.T., Brauer, M. & Van Eeden S.F. 2008. Wood smoke exposure induces a pulmonary and systemic inflammatory response in firefighters. European Respiratory Journal 32 (1), 129–138.
- Swedish Civil Contingencies Agency. 2015. Healthy firefighters-the Skellefteå Model improves the work environment. June 2015, ISBN:978-91-7383-570-1.
- Tegengren, J. 2019. Palopukujen kankaissa on eroja. Palokuntalainen viikko 52/2019.
- Tekniset tiedot. MSA G1 kokonaamari 2019.
- The ultimate infrared handbook for R&D professionals. 2012. FLIR Systems, AB. https://www.firmedia.com/MMC/THG/Brochures/T559243/T559243_EN.pdf.
- Turvaohje paineilmasäiliöiden käytöstä. 2017. Pelastusopisto.
- Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#L2P11>
- Valtioneuvoston päätös henkilönsuojainten valinnasta ja käytöstä työssä 1407/1993. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1993/19931407>.
- Varmista sukelluspullojen oikeat merkinnät ja värit. Tukes tiedote 10.11.2011 (<https://tukes.fi/-/varmista-sukelluspullojen-oikeat-merkinnat-ja-var-1>).
- Varone, C., Jutras, K. & Molis, J. 2006. Report of the Investigation Committee into the Cyanide Poisoning of Providence Firefighters. <http://www.waterburyfire.org/Docs/providence.pdf>.
- Venttiilein varustetut paineilmasäiliöt paineilma-hengityslaitteita ja hengitysilman syöttöjärjestelmiä varten. 2004. Käyttöohje Dräger.
- Vna 407/2011. Valtioneuvoston asetus pelastustoimesta. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110407>.
- Vna 1267/2019. Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20191267>.
- Vna 933/2017. Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemiseksi biologisista tekijöistä aiheutuvilta vaaroilta. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170933>.
- Vna 747/2020. Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemiseksi biologisista tekijöistä aiheutuvilta vaaroilta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200747>.
- Vuokko, A., Punakallio, A., Paajanen, T. & Lusa, S. 2020. Pelastusalan työterveysseuranta -yhteistyö ja käytännöt. ISBN 978-952-261-862-7 (pdf). Työterveyslaitos, Helsinki. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/140128/TTL_978-952-261-862-7.pdf?sequence=5&isAllowed=y.
- Vuokko A. 2020. Rokotuksen ja verenluovutuksen vaikutus savusukeltamiseen. Sähköpostiviesti 21.12.2020 vastaanottaja V. Ala-Kokko.

Liite 1:

Vaarojen selvittäminen ja arvioiminen

Vaaroilla tai vaaratekijöillä tarkoitetaan työssä esiintyviä tekijöitä, ominaisuuksia tai ilmiöitä, jotka voivat aiheuttaa haittaa tai vaaraa työntekijöiden terveydelle tai turvallisuudelle, esimerkiksi tapaturman, onnettomuuden, ammattitaudin tai liiallista ruumiillista tai henkistä kuormittumista. Vaaratekijöitä ovat esimerkiksi melu, liukkaat lattiat, jatkuva kiire tai huono työasento.

Vaaratilanteessa henkilöön kohdistuu yksi tai useampia vaaratekijöitä.

Vaaralle altistuminen tarkoittaa, että henkilö joutuu vaaran vaikutusalueelle eli vaaravyöhykkeelle ja on alttiina vaaran aiheuttamille haitallisille seurauksille.

Riski on vaaratilanteen aiheuttamien vahinkojen vakavuuden ja todennäköisyyden yhdistelmä. Riski kuvaa vaaran suuruutta.

”Työnantajan on työn ja toiminnan luonne huomioon ottaen riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava työstä, työajoista, työtilasta, muusta työympäristöstä ja työolosuhteista aiheutuvat haitta- ja vaaratekijät sekä, jos niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle. Tällöin on otettava huomioon:

1. **tapaturman ja muu terveyden menettämisen vaara** kiinnittäen huomiota erityisesti kyseisessä työssä tai työpaikassa esiintyviin vaaroihin ja haittoihin;
2. **esiintyneet tapaturmat, ammattitaudit ja työperäiset sairaudet sekä vaaratilanteet;**
3. **työntekijän ikä, sukupuoli, ammattitaito ja muut hänen henkilökohtaiset edellytyksensä;**
4. **työn kuormitustekijät;**
5. **mahdollinen lisääntymisterveydelle aiheutuva vaara;**
6. **muut vastaavat seikat.**

Jos työnantajalla ei ole 1 momentissa tarkoitettuun toimintaan tarvittavaa riittävää asiantuntemusta, hänen on käytettävä ulkopuolisia asiantuntijoita. Työnantajan on varmistuttava, että asiantuntijalla on riittävä pätevyys ja muut edellytykset tehtävän asianmukaiseen suorittamiseen. Työterveyshuollon asiantuntijoiden ja ammattihenkilöiden käytöstä sekä työpaikkaselvityksestä säädetään työterveyshuoltolaissa (1383/2001).” (Työturvallisuuslaki 2002, 10 §.)

Jos 10 §:ssä tarkoitettu työn vaarojen arviointi osoittaa, että työstä saattaa aiheutua erityistä tapaturman tai sairastumisen vaaraa, tällaista työtä saa tehdä vain siihen pätevä ja henkilökohtaisten edellytystensä puolesta työhön soveltuva työntekijä tai tällaisen työntekijän välittömässä valvonnassa muu työntekijä. Muiden henkilöiden pääsy vaara-alueelle on tarpeellisin toimenpitein estettävä. (Työturvallisuuslaki 2002, 11 §.)

”Riskien arvioinnilla tarkoitetaan työssä esiintyvien **vaarojen tunnistamista**, vaarojen aiheuttamien **riskien suuruuden määrittämistä** ja riskien **merkityksen arviointia**. Riskien arviointi on ennakoivaa työsuojelua parhaimmillaan. Arvioinnissa tarkastellaan paitsi aikaisemmin sattuneita tapaturmia ja onnettomuuksia, myös sellaisia riskejä, jotka eivät ole vielä toteutuneet tai aiheuttaneet vahinkoa. Riskien arvioinnin avulla voidaan havaita toiminnassa esiintyvät riskit ajoissa, ennen kuin vahinkoja pääsee tapahtumaan.” (Riskien arviointi työpaikalla 2015.)

Yksi eniten käytetyistä yksinkertaisista tavoista esittää riskin suuruutta on standardissa BS8800 esitetty riskitaulukko (Taulukko 2). Siinä riskin suuruus ja merkityksellisyys kuvataan kahden eri muutajan **tapahtuman todennäköisyyden** ja tapahtuman aiheuttamien **seurausten vakavuuden** avulla.

Seurausten vakavuus tarkoittaa haitallisen tapahtuman ihmisille aiheuttamien terveys- tai turvallisuushaittojen vakavuutta.

Epätodennäköinen tapahtuma esiintyy harvoin ja epäsäännöllisesti. Esimerkiksi savusukeltajan kasvo-osa irtoaa päästä.

Mahdollinen tapahtuma esiintyy toistuvasti mutta ei kuitenkaan säännöllisesti. Esimerkiksi työletku rikkoutuu.

Todennäköinen tapahtuma esiintyy usein ja säännöllisesti. Savusukeltajan suojavarustus on puutteellinen.

Vähäiset seuraukset: Tapahtuma aiheuttaa ohimenevän sairauden tai haitan, joka ei edellytä ensiapuasemalla käyntiä. Aiheuttaa korkeintaan 3 päivän poissaolon, esimerkiksi päänsärky tai mustelma.

Haitalliset seuraukset: Tapahtuma aiheuttaa suurempia tai pitkäkestoisempia seurauksia tai pitkäkestoisia vaikutukseltaan lieviä haittoja. Edellyttää käyntiä ensiapuasemalla. Aiheuttaa 3 - 30 päivän poissaolon, esimerkiksi viiltohaavat tai lievät palovammat.

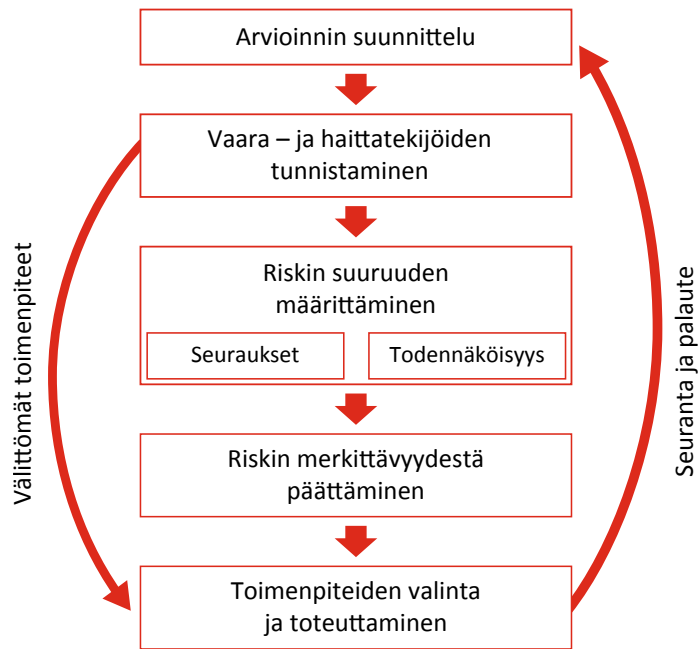
Vakavat seuraukset: Tapahtuma aiheuttaa pysyviä ja palautumattomia vahinkoja. Edellyttää sairaalahoitoa ja aiheuttaa yli 30 päivän poissaolon, esimerkiksi vakavat työperäiset sairaudet, pysyvä työkyvyttömyys tai kuolema.

		Seuraukset		
		Vähäiset	Haitalliset	Vakavat
Todennäköisyys	Epätodennäköinen	1 Merkityksetön riski	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski
	Mahdollinen	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski
	Todennäköinen	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski	5 Sietämätön riski

Taulukko 2. Riskitaulukko BS8800 (Riskien arviointi työpaikalla 2015).

Riskin suuruus	Tarvittavat toimenpiteet riskin pienentämiseksi
1 Merkityksetön riski	Riski on niin pieni, että toimenpiteitä ei tarvita.
2 Vähäinen riski	- Toimenpiteitä ei välttämättä tarvita. - Tilannetta tulee seurata, jotta riski pysyy hallinnassa.
3 Kohtalainen riski	- On ryhdyttävä toimenpiteisiin riskin pienentämiseksi. - Toimenpiteet tulee mitoittaa ja aikatauluttaa järkevästi. - Jos riskiin liittyy erittäin vakavia seurauksia, on tarpeen selvittää tapahtuman todennäköisyys tarkemmin.
4 Merkittävä riski	- Riskin pienentäminen on välttämätöntä. - Toimenpiteet tulee aloittaa nopeasti. - Riskialtis toiminta pitää saada loppumaan nopeasti eikä sitä saa aloittaa, ennen kuin riskiä on pienennetty.
5 Sietämätön riski	- Riskin poistaminen on välttämätöntä. - Toimenpiteet tulee aloittaa välittömästi - Riskialtis toiminta tulee keskeyttää eikä sitä saa aloittaa, ennen kuin riski on poistettu.

Taulukko 3. Riskin suuruus ja toimenpiteet (Riskien arviointi työpaikalla 2015).



Kaavio 12. Riskien arviointi ja hallinta (Riskien arviointi työpaikalla 2015).

Tärkeää

- Riski on vaaratilanteen aiheuttamien vahinkojen vakavuuden ja todennäköisyyden yhdistelmä. Riski kuvaa vaaran suuruutta.
- Riskitaulukolla riskin suuruus ja merkityksellisyys kuvataan kahden eri muuttajan tapahtuman todennäköisyyden ja tapahtuman aiheuttamien seurausten vakavuuden avulla.

Liite 2:

Vastaanotetun säteilyn eri intensiteettien vaikutuksia (NFPA 921, Guide for Fire and Explosion investigations)

Lämpösäteilyn intensiteetti (kW/m ²)	Vaikutus
170	Suurin lämpövirta, joka on mitattu kipinän yhteydessä
80	Suurin säteilyaltistus, jossa suojavaatetuksen kestävyys ja suojauskyky tavallisesti testataan
52	Kuitulevy syttyy palamaan noin 5 sekunnissa
29	Puu syttyy jonkin ajan kuluttua
20	Asuinhuoneiden lattiatasolla alkaa esiintyä kipinöitä
16	Ihmisen iholla tuntuu äkillistä kipua, ja noin 5 sekunnissa syntyy toisen asteen palovamma
12,5	Puusta lähtee pyrolyysin seurauksena helposti syttyviä lentäviä osasia
10,4	Ihmisen iholla tuntuu kipua noin 3 sekunnin kuluttua, ja noin 9 sekunnin jälkeen syntyy toisen asteen palovamma
8	Rakennukset, laitteistot, rakenteet tai muut paloa levittävät kohteet voivat syttyä
6,4	Ihmisen iholla syntyy toisen asteen palovamma 18 sekunnissa
4,5	Ihmisen iholla syntyy toisen asteen palovamma 30 sekunnissa
2,5	Pitkäaikaisessa altistumisessa ihmisen iholla syntyy palovammoja; tulipaloa sammuttavat palomiehet altistuvat tyypillisesti tätä luokkaa olevalle lämpösäteilylle
1,5	Evakuointietäisyys
1,4	Auringonpaiste, joka voi aiheuttaa auringonpolttaman noin 30 minuutissa

Taulukko 4. Vastaanotetun säteilyn eri intensiteettien vaikutuksia (NFPA 921, Guide for Fire and Explosion investigations).

Liite 3:

Lämpösairaudet⁷

Savusukeltajaa uhkaavat monet kuumasta aiheutuvat terveyshaitat. Puutteellinen tai märkä varustus lisää palovammojen riskiä. Runsas hikoilu kuumassa ärsyttää ihoa ja altistaa erilaisille paikallisille ihotulehduksille ja ihottumille. Elimistön nestetasapainoon vaikuttavan hormonitoiminnan muuttuminen kuumassa voi aiheuttaa turvotusta jaloissa ja käsissä. Pitkään jatkuneessa kuumatyössä neste- ja suolavaje aiheuttaa lihaskramppeja. Äkillisiä koko elimistön lämpösairauksia ovat **auriongpistos, lämpöpyörtyminen, lämpöuupuminen ja lämpöhalvaus**.

On tärkeää tunnistaa lämpökuormituksen aiheuttamat oireet riittävän ajoissa. Lämpökuormittunut savusukeltaja altistuu helposti tapaturmille, sillä lämpökuormittuminen heikentää koordinaatiota, altistaa virhearvioille ja aiheuttaa välinpitämättömyyttä. Savusukeltaessa tulee tarkkailla itseään ja omaa toimintaansa, mitä ollaan tekemässä. **Lämpökuormituksen varoittavien oireiden tunnistamisen jälkeen tulee aloittaa perääntyminen.** Varoittavia oireita ovat hikoilun puuttuminen tai ehtyminen raskaan ponnistelun aikana, ihon meneminen kananlihalle tai puistattava olo kuumassa, epätavallinen väsymys, heikkous, päänsärky, huimaus ja pyöräyttävä olo.

Auriongpistos johtuu niskaan ja päähän paikallisesti kohdistuvasta voimakkaasta lämpösäteilystä. Tällöin keskushermoston lämpötila nousee ja aivotoiminta häiriintyy, mutta lämpötasapaino ei yleensä häiriinny. Auriongpistos on tavallisin ulkotöissä, jos päätä ei suojata riittävästi auringolta. Auriongon pistoksen oireita (päänsärky,

ärtymys, pahoinvointi, oksentelu ja myöhemmin tajuttomuus) voi saada myös sisätoissa esimerkiksi savusukelluksessa, jos päähän kohdistuu voimakas lämpösäteily. Ensiapuna on potilaan siirto viileään ja suojaan auringolta, lepo ja juominen.

Lämpöpyörtymisessä pinta- ja ääreisverenkierron voimakas kasvu kuumassa jättää aivot hetkellisesti ilman riittävää verenkiertoa, ja ihminen pyörtöy, kun verenpaine laskee. Elimistön lämpötasapaino ei tällöin välttämättä häiriinny. Sisäelinten kohonneet lämpötilat ja nestevaje lisäävät myös lämpöpyörtymisen vaaraa. Suurin lämpöpyörtymisen vaara on kuuma-altistumisen alkuvaiheessa. Kuumatyöhön tottumaton saattaa pyörtöy herkästi, mutta ihmisten väliset herkkyyserot ovat kuitenkin huomattavat.

Ennen pyörtymistä esiintyy yleistä heikkoutta, huimausta, päänsärkyä, haukottelua, kalpeutta ja ruokahaluttomuutta. Pyörtymisen jälkeen tajuttomuus saattaa kestää muutaman minuutin. Ensiapuna tajuissaan oleva potilas ohjataan viileään ja makuulle jalat koholle. Potilaalle annetaan juotavaa. Tajuton potilas siirretään viileään ja asetetaan kylkiasentoon.

Lämpöuupuminen voi kehittyä usean tunnin kestävänsä runsaan hikoilun seurauksena. Tällöin elimistön neste- ja suolatasapaino on häiriintynyt. Lämpöuupumisen kehittymistä edistää **nestetankkauksen laiminlyönti**, huono fyysinen kunto, sydämen toiminnanvaja, tottumattomuus kuumatyöhön ja riittämättömät elpymistauot. Ensioireita ovat yleinen heikkous, päänsärky, huimaus, jano, ruokahaluttomuus, sydämen tykytys ja lievät lihaskouristukset. Myöhemmin suorituskyky laskee, tulee ärtyisyyttä, aggressiivisuutta, vaikeita lihaskouristuksia, pahoinvointia, oksentelua

⁷ Liite 3: Lämpösairaudet perustuu Palomies Kuumassa 1994-kirjan tietoihin.

ja lopulta tajuttomuus. Vaikeasti sairastuneella sisäelinten lämpötilat ovat voimakkaasti kohonneet, hikoilu vähentynyt, hengitys tihentynyt, syke nopeutunut ja verenpaine alhainen. Ensiapuna potilas on ohjattava viileään, vähennettävä vaatetusta ja annettava sokeri- ja suolatasapainon palauttavaa juotavaa. Tajuton potilas asetetaan kylkiasentoon ja häntä on jäähdytettävä vesisuihkulla tai tuulettimella. Potilas on toimitettava heti lääkärin hoitoon.

Lämpöhalvaus on vakavin äkillisistä lämpökuorman aiheuttamista sairauksista. Se voi johtaa kuolemaan hoidettunakin. Lämpöhalvauksessa elimistön lämpötilan säätelyjärjestelmä ylikuormittuu tai sen toiminta häiriintyy. Tällöin hikoilu tyrehtyy ja sisäelinten lämpötilat nousevat yleensä yli 40°C:een. Oireet voivat ilmaantua vasta myöhemminkin kuumarasituksen jälkeen. **Sairauden ennuste riippuu siitä, kuinka nopeasti jäähdyttäminen aloitetaan ensioireiden ilmaannuttua.**

Kuolleisuus lämpöhalvaukseen on noin 80 %, jos jäähdytystä ei aloiteta heti oireiden ilmaannuttua. Vaikeasti sairastuneella on tavallisesti palautumattomia kudolvaurioita keskushermostossa, sydämessä, keuhkoissa, maksassa ja munuaisissa. Lämmönsietokyky voi jäädä alentuneeksi ja verenkiertoelimistön säätö voi häiriintyä.

Ensioireita ovat yleinen heikkous, päänsärky, huimaus, sydämen tykytys, epäsäännöllinen hengitys, jano, ruokahaluttomuus, ärtyisyys, lievät lihaskouristukset ja suorituskyvyn lasku. Myöhemmin ilmaantuu sydämen toimintahäiriöitä, sekavuutta, oksentelua, tasapainohäiriöitä, virtsan ja ulosteen pidätyskyvyn pettäminen ja tajuttomuus. Ensiapuna potilas on ohjattava heti viileään, riisutava ja suihkutettava potilaan päälle vettä. Potilaan on myös juotava runsaasti. Jäähdytystä on tehostettava tuulettimilla. Potilas on heti toimitettava sairaalahoitoon ja jäähdytystä on jatkettava koko ajan. Tajuton potilas asetetaan kylkiasentoon.

Tärkeää

Merkittävimmät lämpösairaudet ja niiden syyt

- auringonpistos > keskushermoston paikallinen ylikuumeneminen
- lämpöpyörtyminen > aivojen hetkellinen verenkiertovajaus
- lämpöuupuminen > elimistön neste- ja suolavajaus
- lämpöhalvaus > elimistön lämpötilan säädön pettäminen

Liite 4:

Pelastajakurssilaisten ilmankulutus savusukellusta jäljittelevällä testiradalla (Oulun mallin testi)

	P111	P110	P109	P108	P67	P66	P65	P64
1	70	83	66	91	62	50	74	72
2	79	79	74	79	62	83	54	64
3	79	70	103	79	62	66	79	74
4	72	68	79	99	70	68	64	72
5	85	103	79	83	58	95	62	66
6	79	70	93	64	83	70	112	74
7	83	79	79	95	70	54	79	66
8	74	95	66	79	66	58	74	58
9	70	79	64	77	91	58	70	58
10	87	91	62	74	62	72	74	74
11	74	74	70	97	58	77	85	77
12	66	68	81	72	70	62	64	62
13	70	70	81	70	58	70	66	62
14	66	99	83	74	79	64	66	52
15	74	62	97	68	66	66	66	70
16	103	79	91	79	85	66	108	68
17	79	77	79	70	70	74	66	83
18	79	70	79	74	85	68	62	66
19	87	81	85	74	66	72	70	62
20	103	97	74	81	70	81	79	62
21	83	79	72	93	52	70	72	72
22	93	79	62	66	70	70	66	74
23	74	68	70	77	54	62	87	66
24	95	74	83	62	50	74	77	60
25	74	97	101	79	74	66	66	62
26	81	74	74	66	70	46	81	74
27	62	83	66	87	70	72	70	66
28	118	83	83	81	70	72	70	
29	64	67	99		58	62	58	
30	87		62			79	62	
ka	80,33	79,24	78,57	78,21	67,62	68,23	72,77	67,26

Ilmankulutus keskiarvo **74,03**

n=233

Tutkimus on suoritettu kahdeksan pelastajakurssin osalta ja tutkimuksessa on huomioitu yhteensä 233 pelastajaoppilaan ilmankulutus Oulun mallin testiradalla. Ilmankulutus laskettiin lähtö- ja tulopaineen erotus jakamalla testirataan käytettävällä ajalla (14,5 min). Ilmankulutuksen keskiarvoksi muodostui 74 l/min.



PELASTUSOPISTO

Savusukellusopas antaa perustiedot savusukeltajan vaativaan työhön. Kirja on tarkoitettu pelastusalan ammatti- ja sopimushenkilöstön perus- ja täydennyskoulutukseen.

Tämä Savusukellusoppaan toinen uudistettu painos korvaa aiemmin julkaistun Savusukellusoppaan.

Savusukellus mahdollistaa pelastamisen ja sisäsammutustekniikan, jolla toteutetaan sisältäpäin hyökkävää sammutustaktiikkaa.

Harjoittelun tueksi oppaasta löytyy runsas määrä opetusvideoita. Painetusta kirjasta videot avautuvat QR-koodin avulla.

ISBN: 978-952-7217-44-3 (pdf)

ISSN: 2343-435X (pdf)