



## **Tekniikka**

Palopäällystön koulutus

### OPINNÄYTETYÖ

PELASTUSTOIMEN KATTOTYÖSKENTELYN KEHITTÄMINEN

Markus Lohiranto

<b>PELASTUSOPISTO</b>		
Koulutusohjelma Palopäälyllystön koulutusohjelma		
Tekijä Markus Lohiranto		
Työn nimi Pelastustoimen kattotyöskentelyn kehittäminen		
Työn laji	Päiväys	Sivumäärä
Opinnäytetyö	19.11.2019	58
Työn valvoja	Yrityksen yhdyshenkilö	
vanhempi opettaja Juha Ronkainen		
Yritys Kymenlaakson pelastuslaitos		
Tiivistelmä		
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää pelastustoiminnassa tapahtuvaa kattotyöskentelyä. Työssä on yhdistetty saatavilla olevaa tutkittua tietoa, havaintoja maailmalta sekä omia kokemuksiani pelastustoimen harjoituksista ja todellisilta onnettomuustehtäviltä.</p> <p>Kattotyöskentely on yksi pelastustoiminnan vaarallisimmista osa-alueista. Ullakoiden ja yläpohjan onteloiden tulipalot ovat myös yleensä haasteellisia sammuttaa ilman mittavia vesivahinkoja rakennukselle. Myös muut kuin savusukellukseen rinnastettavat kattotyöskentelytehtävät ovat riskialttiita ja teknisesti haastavia. Työssä pyritään löytää keinoja näiden haasteiden helpottamiseksi.</p> <p>Työssä esiteltiin malli kattotyöskentelykoulutuksen järjestämiseksi pelastuslaitoksilla. Työssä ovat mittaustulokset pistosuihkuputkien jäähdytystehosta, vaihtoehtoisia toimintamalleja sekä kalustoa kattotyöskentelyyn, RPAS:n hyödyntäminen kattotyöskentelyssä sekä keinoja vähentää vaarallisille aineille altistumista kattotyöskentelyssä.</p>		
Avainsanat Pelastustoiminta, korkealla työskentely, kattotyöskentely, työturvallisuus		
Luottamuksellisuus julkinen		

<b>SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</b>		
Degree Programme <b>Fire Officer (Engineer)</b>		
Author <b>Markus Lohiranto</b>		
Title of Project <b>Development of Rescue Service Roof Work</b>		
Type of Project <b>Final project</b>	Date <b>19th November, 2019</b>	Pages <b>58</b>
Academic Supervisor <b>Mr Juha Ronkainen, Senior Instructor</b>	Company Supervisor	
Company <b>Kymenlaakso Rescue Department</b>		
Abstract  <p>The aim of this diploma work was to develop roof work in rescue operations. The work combines available researched information, observations from around the world, and the author's own experience of rescue exercises and real-life rescue missions.</p> <p>Roof work is one of the most dangerous aspect of rescue operations. Fires in attics and caverns are also usually challenging to extinguish without major water damage in the building. Other types of roof work operations are also risky and technically challenging. This final project work seeks to find solutions to alleviate these challenges.</p> <p>In this final project, a new model of roof work training for rescue services' organizations was introduced. It includes measurements of the cooling power of Fog-nails, alternative operating models and equipment for roof work, the utilization of RPAS in roof work and ways to reduce exposure to hazardous substances in roof work.</p>		
Keywords <b>rescue operations, work at height, roof work, safety</b>		
Confidentiality <b>public</b>		

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
2	PELASTUSTOIMEN KATTOTYÖSKENTELEN SÄÄDÖSPERUSTA .....	9
2.1	Pelastustoimen kattotyöskentelyyn liittyvät lait, asetukset ja ohjeet .....	9
2.2	Kattotyöskentelyn käsitteet .....	9
2.3	Pelastuslain soveltaminen kattotyöskentelyssä .....	10
2.4	Työturvallisuuslain soveltaminen kattotyöskentelyssä .....	11
2.5	Säädökset kattotyöskentelyssä käytetyistä henkilösuojaimista.....	12
2.6	Kattotyöskentelijöiden kelpoisuus .....	13
3	KATTOTYÖSKENTELYKOULUTUKSEN KEHITTÄMINEN .....	16
3.1	Pelastustoimen kattotyöskentelykoulutusympäristöjen kehittäminen.....	16
3.2	Kattotyöskentelysimulaattorin vaatimukset .....	17
3.3	Kattotyöskentelysimulaatiokoulutus .....	18
4	PISTOSUIHKUPUTKIEN JÄÄHDYTYSTEHO .....	23
4.1	Ullakoiden ja yläpohjan onteloiden tulipalot .....	23
4.2	Fognail®-pistosuihkuputki .....	24
4.3	Pistosuihkuputkien jäähdytystehon mittauskokeet .....	25
4.4	Mittaustulosten johtopäätökset .....	33
5	VAIHTOEHTOISET JA TÄYDENTÄVÄT TOIMINTAMALLIT SEKÄ VÄLINEET KATOLLA TYÖSKENNELLESSÄ .....	34
5.1	Vaihtoehtoisten ja täydentävien toimintamallien sekä kaluston käyttöindikaatiot ...	34

5.2 Riskienarviointi kattotyöskentelytekniikkaa valittaessa .....	34
5.3 Vaihtoehtoiset ja täydentävät köysityöskentelytekniikat katto-operaatioissa.....	38
5.4 Vaihtoehtoiset ja täydentävät muut tekniikat sekä kalusto katto-operaatioissa .....	40
6 RPAS:N HYÖDYNTÄMINEN KATTOTYÖSKENTELEYTEHTÄVILLÄ .....	47
6.1 Kauko-ohjattu ilma-alukset pelastustoimessa .....	47
6.2 Kenttäkoe .....	48
7 VAARALLISILLE AINEILLE ALTISTUMISEN VÄHENTÄMINEN KATTOTYÖSKENTELEYSSÄ.....	51
7.1 Altistuminen vaarallisille aineille kattotyöskentelyssä .....	51
7.2 Esimerkkejä palokaasualtistusten ja palojätteiden haittojen vähentämiseksi savusukellukseen rinnastettavissa kattotyöskentelytilanteissa.....	51
8 POHDINTA .....	53
LÄHTEET.....	56

## 1 JOHDANTO

Kattotyöskentely on yksi pelastustoiminnan vaarallisimmista ja teknisesti haastavimmista osa-alueista. Kattotyöskentelyn riskit ja teknisten suoritteiden vaikeustaso nousevat vielä radikaalisti, kun pelastustoiminta tapahtuu palavan rakennuksen katolla. Savu, kuumuus ja henkilösuojaimien tuoma työskentelyrajoitteisuus muuttavat yksinkertaisetkin työtoimenpiteet vaikeiksi. Lisäksi epätietoisuus kattorakenteista ja niiden palonkestosta lisäävät kattotyöskentelijöiden henkistä kuormitusta. Myös kattotyöskentelytehtävät myrskyjen yhteydessä ovat usein haastavia ja vaarallisia. Erityisesti kattoa vasten jännityksessä olevat puut sekä irtoavat katemateriaalit aiheuttavat merkittävän työturvallisuusriskin.

Pelastusopiston pelastajakurssin sammutus- ja pelastustekniikan kurssiin sisältyy kattotyöskentelyharjoituksia (Pelastusopisto). Pelastusopiston harjoitusalueella on käytettävissä kattotyöskentelysimulaattori, jossa pelastajaopiskelijat pääsevät harjoittelemaan pelastustoimen katto-operaatioita alkaen alkeista ja päätyen aina sovellettuihin harjoituksiin asti. Opiskelijoiden kouluttaminen pystytään suunnittelemaan ja toteuttamaan keskitetysti, koska opiskelijoiden on mahdollista harjoitella vakioidussa paikassa ryhmänä, toisin kuin pelastuslaitosten toimintaympäristöissä. Pelastusopiston harjoituksissa ei myöskään tarvitse huomioida pelastustoimen valmiutta tai harjoittelijoiden työajasta aiheutuvia kustannuksia. Haasteet kattotyöskentelyn koulutuksen ja harjoittelun suhteen ovatkin pääsääntöisesti pelastuslaitosten arjessa.

Pelastustoimen korkealla työskentelyn ohje määrittää, että kaikkia korkealla työskentelyn osa-alueita tulee ylläpitää harjoituksilla vuosittain. Ohjeessa määritellään, että harjoitukset jaetaan perusharjoituksiin ja soveltaviin harjoituksiin. (Korkealla työskentely pelastustoimessa 2005, 7.) Ohje ei kuitenkaan määritä harjoittelumäärää tai laatua tarkemmin, joten pelastuslaitosten täytyy itse määrittää haluamansa tavoitetaso osaamiselle. Koska palomiehen työnkuva on erittäin laaja ja hallittavia työmenetelmiä paljon, on yksittäisen osa-alueen harjoittelupanostus yleensä aina pois muusta harjoittelusta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että yksittäisen osaamisalueen riittävään hallintaan työajan resursointi on haasteellista. Esimerkiksi Kymenlaakson pelastuslaitoksella suunniteltuja kattotyöskentelyharjoituksia jokaiselle palomiehelle on ainoastaan yksi kalenterivuotta kohti (Kymenlaakson pelastuslaitoksen koulutussuunnitelma 2019). Tämä harjoittelu-

määrä täyttäneen ohjeen vaatimuksen ja jättää samalla aikaa käytettäväksi myös muiden hallittavien osa-alueiden harjoitteluun. Mielestäni harjoittelumäärä on kuitenkin liian vähäinen kattotyöskentelyn erinomaiseen tai mahdollisesti edes hyvään hallintaan.

Vaikka kattotyöskentelyn riskit ja kattotyöskentelykoulutuksen tärkeys on ymmärtääkseni tiedostettu pelastuslaitoksilla, sopivia harjoitteluympäristöjä on huonosti käytettävissä. Joillakin pelastuslaitoksilla laadukkaiden harjoitusten järjestäminen saattaa olla haastavaa tai jopa mahdotonta sopivien harjoittelupaikkojen puuttuessa (Tiihonen 2011, 21). Jollain alueilla saatetaan järjestää harjoitteita esimerkiksi oikeiden rakennusten päällä, mikä luonnollisesti rajaa harjoittelusta pois vähintään katonaukaisutekniikkaharjoitteet. Lisäksi osa pelastuslaitosten simulaattoreista on kiinteästi tiettyyn paikkaan rakennettuja, ja niitä ei pystytä tehokkaasti hyödyntämään koko pelastuslaitoksen alueella. Mahdollinen mobilisoinnin puute estää simulaattorin tehokkaan koulutuskäytön, koska kiinteä harjoittelupaikka aiheuttaa usein kustannuksia sekä harjoittelijoiden ajan hukkaa harjoittelupaikalle siirryttäessä. Sopimuspalokuntalaisilla tämä saattaa ilmetä harjoittelumotivaation laskuna. Kolmannessa luvussa pureudutaan tähän haasteeseen.

Kaikki Suomessa katolla sammutustöitä tekevät eivät välttämättä tiedosta, että esimerkiksi omakoti-, rivi- ja kerrostalojen kantaville kattorakenteille ei ole olemassa minimipalonkestoaikoja (RakMK E1, 16). Halleissa käytössä olevat kantavat teräsrakenteet menettävät lujuutensa tulipalossa 550°C:ssa (Palosuojausopas 1/teräs). Viileät palokaasut vahingoittavat vähemmän katon kantavia rakenteita ja levittävät tulipaloa vähemmän kuin lämpimät palokaasut. Neljännessä luvussa tutkin koepolttojen avulla pistosuihkuputkien kykyä jäähdyttää kuumia savukaasuja.

Pelastustoimen operatiiviset tekniikat ja taktiikat kehittyvät jatkuvasti kokemusten ja innovaatioiden myötä. Lisäksi erilaisia välineitä tulipalojen rajaamiseksi ja sammuttamiseksi tulee markkinoille yhä enemmän. Viidennessä luvussa käsittelen kattotyöskentelyä tukevia vaihtoehtoisia tekniikoita, taktiikoita sekä kalustoa.

Kuudennessä luvussa käsittelen RPAS:n ja siihen liitetyn lämpökameran hyödyntämistä kattotyöskentelyssä. Järjestelmälle suoritettiin kenttäkoe savusukellusharjoituksen yhteydessä.

Seitsemännessä luvussa käsittelen viimeisen vuosikymmenen aikana vahvasti pinnalla olleita savusukellusaltistumistutkimuksia. Koska palavan rakennuksen päällä tapahtuva kattotyöskentely on savusukellusta, palokaasuille altistutaan myös katolla. Luvussa esitän keinoja altistusten vähentämiseksi, kun työskennellään palavan rakennuksen katolla.



## 2 PELASTUSTOIMEN KATTOTYÖSKENTELYN SÄÄDÖSPERUSTA

### 2.1 Pelastustoimen kattotyöskentelyyn liittyvät lait, asetukset ja ohjeet

Pelastustoiminnassa tapahtuvaa kattotyöskentelyä säätelevät ja ohjaavat useat direktiivit, standardit, lait, asetukset ja ohjeet. Pelastustoimen kattotyöskentely pohjautuu juridisesti eniten pelastuslakiin ja työturvallisuuslakiin. Pelastuslaki antaa tarvittavan mandaatin pelastustoiminnalle, ja työturvallisuuslaki määrittää puitteet, joiden perusteella tällaista tapaturman vaaraa aiheuttavaa työtä voidaan tehdä. Näissä laeissa on omia, erillisinä vaikuttavia säädöksiä, mutta monessa kohtaa lait myös lomittuvat keskenään. Lisäksi sisäasiainministeriön pelastusosaston Pelastussukellusohje ja Korkealla työskentely pelastustoimessa –ohje määrittelevät ja ohjeistavat pelastustoimen kattotyöskentelyä vielä lakeja tarkemmin.

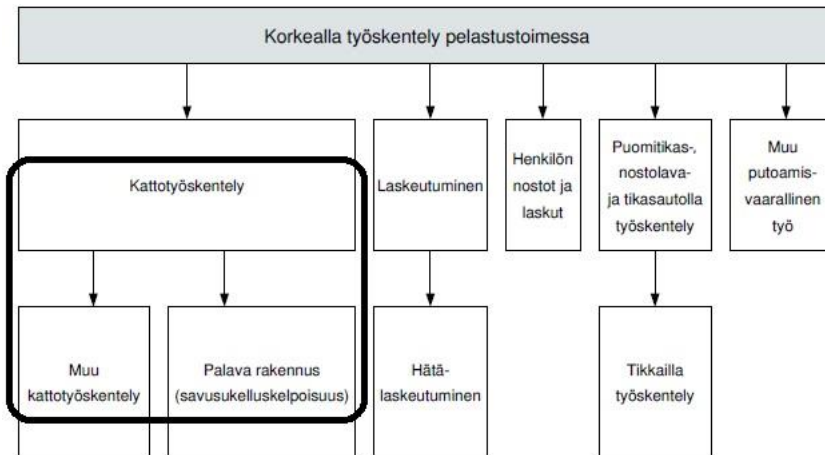
### 2.2 Kattotyöskentelyn käsitteet

*Kattotyöskentelyllä* tarkoitetaan rakennusten katoilla tapahtuvaa sammutus-, raivaus-, tai muuta pelastustyötä (Korkealla työskentely pelastustoimessa 2005, 3).

*Henkilönsuojain* on väline tai laite, joka täyttää henkilösuojainasetuksen (EU) 2016/425 vaatimukset. Putoamissuojainten on oltava tyyppitarkastettuja ja CE-merkittyjä, ja niiden mukana on toimitettava suomen- ja ruotsinkieliset käyttö- ja huolto-ohjeet (Korkealla työskentely pelastustoimessa 2005, 3 – 5.)

*Savusukelluksella* tarkoitetaan paineilmahengityslaitteiden ja asianmukaisten suojavausteiden avulla tehtävää sammutus- ja pelastustyötä. Työ edellyttää tunkeutumista palavaan ja rajattuun sisätilaan, jossa on savua. Palavan rakennuksen katolla tapahtuva työskentely paineilmahengityslaitetta käyttäen rinnastetaan savusukellukseen. (Pelastussukellusohje 2007, 2.)

Kuvasta 1 nähdään, miten kattotyöskentely lomittuu pelastustoiminnassa tapahtuvaan korkealla työskentelyyn. Kattotyöskentely jakautuu toimintaan palavan rakennuksen päällä sekä muuhun kattotyöskentelyyn.



Kuva 1. Kattotyöskentely osana korkealla työskentelyä pelastustoimessa. (Sisäasiainministeriö, muokannut Markus Lohiranto)

### 2.3 Pelastuslain soveltaminen kattotyöskentelyssä

Pelastuslaki velvoittaa pelastustoimea pelastamaan ihmisiä ja omaisuutta sekä suojaamaan ympäristöä. Se myös antaa pelastusviranomaisille tarvittavat toimintavaltuudet näihin toimenpiteisiin. Pelastustoiminnassa tapahtuvassa kattotyöskentelyssä voidaan esimerkiksi murtautua kattorakenteiden sisälle onnettomuustilanteen niin vaatiessa. Laki antaa myös valtuudet omaisuuden rikkomiseen pelastustarkoituksessa, esimerkiksi savunpoistoaukon leikkaamiseen kattorakenteisiin. (Pelastuslaki 29.4.2011/379, 27 § ja 36 §.)

Laissa määritellään pelastustoimintaan osallistuvan toimintakyky. Pelastustoimintaan osallistuvan tulee ylläpitää tehtäviensä edellyttämiä perustaitoja ja kuntoa. Pelastussukellusohje ja pelastustoimen korkealla työskentelyn ohje määrittelevät näitä vaatimuksia tarkemmin. (Pelastuslaki 29.4.2011/379, 39 §.)

Pelastustoimintaan osallistuvalla on tietyt kelpoisuusvaatimukset (Pelastuslaki 29.4.2011/379, 57 §). Sisäasiainministeriön antamissa ohjeissa pelastussukelluksesta ja korkealla työskentelystä pelastustoimessa määritellään nämä kelpoisuudet tarkemmin. Kelpoisuusvaatimukset esitetään tämän työn kohdassa 2.6. Pelastuslaitoksen tulee huolehtia myös sivutoimisten henkilöiden sekä sopimuspalokuntien koulutuksesta (Pelastuslaki 29.4.2011/379, 56 §). Esimerkiksi kattotyöskentelyssä tämä tarkoittaa sopivien harjoituspaikkojen ja pätevien kouluttajien järjestämistä.

## 2.4 Työturvallisuuslain soveltaminen kattotyöskentelyssä

Työturvallisuuslaki ohjaa myös kattotyöskentelytoimintaa, koska se on erittäin riskialtista työtä. Työturvallisuuslain tarkoitus on turvata työntekijää. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, 1 §.)

Työnantajalla on yleinen huolehtimisvelvoite. Työnantajan tulee tarpeellisilla toimenpiteillä huolehtia työntekijän turvallisuudesta ja terveydestä (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, 8 §). Kattotyöskentelyssä tähän voidaan laskea esimerkiksi työnantajan järjestämä koulutus ja suojavälineet sekä toimintamallien kehittäminen turvallisempaan suuntaan, mihin myös tämä työ pyrkii.

Työn vaarat pitää selvittää ja arvioida (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, 10 §). Vaarojen selvittäminen ja arviointi on tehty korkealla työskentely pelastustoimessa –ohjeessa. On erittäin tärkeää, että operatiivinen työnjohto sekä työntekijät arvioivat onnettomuuspaikalla myös onnettomuuspaikkakohtaiset vaarat. On kuitenkin huomioitavaa, että onnettomuustilanteen aikapaine ja riittävän informaation puuttuminen saattavat jättää vaarojen arvioinnin vaillinaiseksi.

Vaaraa aiheuttavaa työtä saa tehdä vain siihen soveltuva henkilö (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, 11 §). Soveltuvuus kattotyöskentelyyn on määritelty sisäministeriön antamissa ohjeissa pelastussukelluksesta ja korkealla työskentelystä pelastustoimessa.

Työn suunnittelussa tulee ottaa huomioon työntekijöiden fyysiset ja henkiset edellytykset (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, 13 §). Tähän pystytään vaikuttamaan pelastuslaitosten työvuorosuunnittelussa ja henkilöstöressurssien sijoittelussa onnettomuustilanteessa.

Työnantaja on velvollinen antamaan työntekijälle opetusta ja ohjausta. Ammattipalokunnissa opetus ja ohjaus on pääsääntöisesti taitojen ylläpitokoulutusta, mutta sopimuspalokunnissa myös peruskoulutusta. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, 14 §.) Työnantajan tulee varata henkilösuojaimia, apuvälineitä ja muita laitteita työntekijöiden käyttöön. Jokaisella kattotyöskentelyä tekevälle tulee löytyä työtehtävään soveltuvat ja sopivat varusteet. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, 15 §.)

Työntekijällä on yleisiä velvollisuuksia. Hänen on noudatettava annettuja määräyksiä tietyin rajoituksin sekä olla huolellinen ja varovainen. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, 18 §.)

Työntekijän tulee käyttää työnantajan antamia henkilösuojaimia ja varusteita. Kaikkien henkilösuojaimien ei tarvitse olla henkilökohtaisia, vaan ne voivat olla myös yhteiskäytössä. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, 20 §.)

Työntekijällä on oikeus pidättäytyä työstä, jos työ aiheuttaa vakavaa vaaraa terveydellä. Tällainen tilanne voi hyvinkin tulla vastaan pelastustoimen tehtävällä, jos työn johto tekee tilannearvion ja päätöksen pelastustoimenpiteistä huomioimatta riittävästi työturvallisuusaspektia. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, 23 §.)

Työvälineille tulee tehdä käyttöönotto- ja määräaikaistarkastukset. Esimerkiksi henkilösuojaimet tulee tarkastaa ennen ja jälkeen käytön sekä vuosittain. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, 43 §.)

Työturvallisuuslaissa määritellään myös vapaaehtoistyö. Sopimuspalokuntalaisen tai toimenpidepalkkaisen henkilön osallistuessa sammutus- ja pelastustyöhön sekä harjoituksiin sovelletaan samaa lakia. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, 55 §.)

## 2.5 Säädökset kattotyöskentelyssä käytetyistä henkilösuojaimista

Henkilösuojaimet ovat aina toissijainen tapaturmien torjuntakeino. Niitä käytetään vain silloin, kun riskejä ei voida pienentää riittävästi teknisillä ratkaisuilla tai työjärjestelyillä. Pääsääntöisesti pelastustoiminnassa riskejä ei voida riittävästi pienentää, joten on käytettävä henkilösuojaimia.

Suojaimet jaetaan kolmeen ryhmään sen mukaan, miten vakavilta vaaroilta ne suojaavat. Kattotyöskentelyssä käytettävät suojaimet kuuluvat ryhmään kolme. Tähän ryhmään kuuluvat vakavilta vaaroilta tai hengenvaaralta suojaavat suojaimet, esimerkkinä putoamissuojaimet sekä kiipeily- ja laskeutumisvälineet (mm. valjaat, köydet, sulkurenkaat). (Työturvallisuuskeskus.)

Suomessa myytävien henkilönsuojainten on oltava CE-merkittyjä ja täytettävä henkilönsuojainasetuksen (EU) 2016/425 tai 20.4.2019 asti henkilönsuojaindirektiivin 89/686/EEC vaatimukset (Työterveyslaitos). On huomioitava, että CE-merkintä henkilösuojaimessa ei takaa sitä, että suojainta voi käyttää kaikkiin korkealla työskentelyn tehtäviin. Valittaessa yksittäiseen työsuoritukseen henkilösuojaimia pelastusryhmän käytössä olevasta kalustosta tulee varmistua, että suojaimet ovat EN-standardien puolesta turvallisia ja käyttökelpoisia nimenomaan suunniteltuun tehtävään. Kaiken tämän edellytyksenä on, että jo kattotyöskentelyä varten tehtävissä kalustohankinnoissa sekä hälytysvastesuunnittelussa on huomioitu henkilösuojaimilta vaadittavat ominaisuudet.

## 2.6 Kattotyöskentelijöiden kelpoisuus

### Kattotyöskentelijöiden koulutus

Pelastustoimen kattotyöskentelypätevyys on mahdollista hankkia seuraavia väyliä pitkin:

- hyväksytysti suoritettu pelastajatutkinto, alipäälystötutkinto tai päälystötutkinto (AMK)
- palomiestutkinto tai muu palomiehen virkaan hyväksyttävä pätevyys ja pelastuslaitoksen sisäisen koulutusjärjestelmän antama koulutus ja hyväksyntä
- hyväksytysti suoritettu pelastusalan ammatillisen täydennyskoulutusohjelman mukainen koulutus korkealla työskentelyyn (esim. korkeanpaikan työskentelyn kurssi tai korkeanpaikan työskentelyn kouluttajakurssi) tai muu vastaava
- alueen pelastustoimen sisäisen koulutusjärjestelmän antama koulutus ja hyväksyntä (Korkealla työskentely pelastustoimessa, 6 - 7).

Työskennellessä palavan rakennuksen katolla tulee lisäksi koulutus pohjana olla jokin seuraavista savusukelluskelpoisuuden antavista koulutuksista:

- palomiehen virkaan hyväksyttävä pätevyys
- hyväksytysti suoritettu valtakunnallisen koulutusjärjestelmän mukainen sammutustyö- ja savusukelluskurssi
- pelastajakurssin oppilas, joka on suorittanut hyväksytysti sammutus- ja pelastustekniikan perusteet pelastajaopinnoista (Pelastussukellusohje, 9 - 10).

Peruskoulutuksen lisäksi käyttäjälle on annettava tarvittava laitekohtainen koulutus, jossa on huomioitava muun muassa valmistajan käyttöohjeet sekä alueen pelastustoimen sisäiset toiminta- ja turvaohjeet (Korkealla työskentely pelastustoimessa, 7).

#### Kattotyöskentelijöiden terveydentila

Korkealla työskentely vaatii hyvää oman kehon hallintaa ja tasapainokykyä sekä riittävää henkisen hyvinvoinnin tilaa. Työnantajan järjestämä työterveyshuolto sekä tarvittaessa Työterveyslaitos arvioi työntekijöiden terveydentilan. (Korkealla työskentely pelastustoimessa, 6.)

Pelastussukeltajan terveydentilan tulee olla työn vaatimuksiin nähden riittävä. Pelastussukeltajan tulee pystyä suoriutumaan tehtävistään vaarantamatta omaa tai muiden terveydentilaa tai työturvallisuutta. Työnantajan järjestämä työterveyshuolto sekä tarvittaessa Työterveyslaitos arvioivat työntekijöiden terveydentilan (Pelastussukellusohje, 5.)

#### Kattotyöskentelijöiden toimintakyky

Selviytyminen korkealla työskentelystä edellyttää hyvää lihasvoimaa ja -kestävyyttä. Lihaskunnan on tarpeen vastata vähintään pelastussukellusohjeen mukaista kuntoluokkaa ”tyyydyttävä”. Kattotyöskentely palavan rakennuksen katolla paineilmahengityslaitetta käyttäen rinnastetaan savusukellukseen. Tällaista työtä tekevän henkilön terveydentilan ja toimintakyvyn voidaan katsoa olevan riittävä, jos hän on savusukelluskelpoinen pelastussukellusohjeen mukaisesti. (Korkealla työskentely pelastustoimessa, 6.)

Pelastussukellus edellyttää riittävää hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakykyä. Pelastussukeltajan maksimaalisen hapenkulutuksen on vastattava kuntoluokkaa ”hyvä”, jotta se takaa riittävän reservin ylikuormittumisen ja terveysvaarojen ehkäisemiseksi. Riittävän hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyvyn lisäksi pelastussukellukseen osallistuvalta vaaditaan riittävää lihasvoimaa ja -kestävyyttä. Pelastussukeltajan olisi yllettävä lihasvoiman ja -kestävyyden toistosuorituksiin perustuvissa testeissä vähintään luokkaan ”hyvä”. (Pelastussukellusohje, 8.)

## Kattotyöskentelijöiden harjoittelu

Korkealla työskentelyn taitoa pidetään yllä vuosittaisella harjoittelulla, jossa huomioidaan työskentelyn eri osa-alueet. Harjoitukset voidaan jakaa perusharjoituksiin ja soveltaaviin harjoituksiin. (Korkealla työskentely pelastustoimessa, 7.)

Pelastussukellustaitoja pidetään yllä harjoittelulla. Todelliset pelastussukellustehtävät eivät korvaa harjoituksia. Savusukellustaitoa pidetään yllä vähintään kolmella vuosittaisella harjoituksella, joista yhden on tarpeen olla niin sanottu kuuma savusukellusharjoitus (Pelastussukellusohje, 10 - 11.).

### 3 KATTOTYÖSKENTELYKOULUTUKSEN KEHITTÄMINEN

#### 3.1 Pelastustoimen kattotyöskentelykoulutusympäristöjen kehittäminen

Jarkko Tiihonen teki Pelastusopiston alipäällystön koulutusohjelman kehittämishankkeen Korkealla työskentely pelastustoimessa -ohjeen noudattamisesta pelastuslaitoksilla. Hän teki aiheesta kvalitatiivisen kyselytutkimuksen. Johtopäätöksissä Tiihonen (2011, 21) totesi, että miehistö ja alipäällystö pitivät suurimpina ongelmina kattotyöskentelyssä sopivien harjoittelukohteiden löytymistä ja niissä laadukkaiden harjoitusten järjestämistä.

Harjoittelukohteiden vähyteen ja laadukkaiden harjoitusten järjestämisen ongelmiin ehdottaisin ratkaisuksi kattotyöskentelysimulaattoreiden hankintaa tai valmistamista pelastustoimen alueille. Omalle työskentelyalueellani Kymenlaaksossa on kattotyöskentelysimulaattori aktiivisessa harjoittelukäytössä. Simulaattori valmistettiin vuonna 2012, ja sen valmistaminen sekä käyttöönotto liittyi osaltaan tämän työn kehittämishankkeeseen.

Usein kattotyöskentely mielletään toiminnaksi palavien rakennusten katoilla ja usein unohdetaan myrskytuhot, jotka aiheuttavat vuosittain pelastustoimen kattotyöskentelytehtäviä. Tässä luvussa käsittelen, mitä simulaattorin valmistamisessa tai hankkimisessa ja sen käytössä kannattaisi huomioida, kun halutaan harjoitella toimintaa sekä tulipaloissa että myrskytuhoissa.

Kuvasta 2 nähdään esimerkki Kymenlaakson pelastuslaitoksen kattotyöskentelysimulaattorista harjoitustilanteessa. Simulaattori on valmistettu koukkulava-alustalle, ja se on siirrettävissä tarpeen mukaan soveltuvalla kuorma-autolla.



Kuva 2. Kymenlaakson pelastuslaitoksen kattotyöskentelysimulaattori.



### 3.2 Kattotyöskentelysimulaattorin vaatimukset

Kattotyöskentelysimulaattorissa olisi hyvä olla harjoitusmahdollisuudet seuraaville asioille:

- katolle nouseminen
- katolla liikkuminen
- kiinnittäytyminen
- palokaasujen jäädytys pistosuihkuputkella, suihkuputkella ja vaihtoehtoisilla sammutusvälineillä
- savunpoistoaukon teko
- hätäpoistuminen
- myrskytuhojen raivaus ja niistä johtuvien jälkivahinkojen estäminen.

Seuraavat asiat tulisi huomioida simulaattorin suunnittelu- ja rakennusvaiheessa:

- Koukku- tai vaijerilava tai konttipohja mahdollistaa simulaattorin mobilisoinnin, mikä mahdollistaa simulaattorin huomattavasti tehokkaamman käytön, kuin tiettyyn paikkaan kiinteästi asennettu simulaattori.
- Kuormattuna kuorma-auton päälle ajoneuvon suurin sallittu korkeus saa olla 4,2 m (Valtioneuvoston asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä, 25 §).
- Ajamalla siirrettäessä simulaattorin suurin sallittu leveys on 2,6 m (Valtioneuvoston asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä, 24 §).
- Vetoauton suurin sallittu pituus on 12 m (Valtioneuvoston asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä 24 §). Simulaattorin maksimipituudesta on vähennettävä vähintään vetoauton viemä pituus.
- Simulaattori on helposti kasattava ja harjoitukset toteutettavissa ilman mittavia esivalmisteluja.
- Simulaattori on helposti siivottava ja harjoitusjätteet on voitava kipata suoraan kaatopaikalle.
- Simulaattori on helposti ladattava, jotta usean henkilön sujuva kouluttaminen onnistuu.

- Simulaattorissa on oltava harjoittelupaikat kiinnittäytymiseen: piiput, kiinnityslenkit ja mahdollisuuksien mukaan piilotetut kiinnityslenkit, joita joutuu etsimään.

Seuraavat optiot parantavat simulaattorin käyttömahdollisuuksia:

- lappeen säädeltävä kaltevuus, joka mahdollistaa harjoittelumahdollisuudet koulutettavien erilaisille taitotasoille
- kehikko vaihdettaville kattopeltien paloille, joka mahdollistaa harjoitusmahdollisuudet myrskytuhotilanteisiin, joissa voimakas tuuli on repinyt kattopeltejä irti
- esimerkkejä katemateriaaleista ja infolaput katteiden ominaisuuksista ja vaikutuksista pelastustoimintaan.
- keinosavukone simulaattorin sisälle. Tämän etuna on autenttisempi oppimisympäristö harjoittelijalle. Keinosavu ei simuloi todellista tulipalotilannetta niin todentuntuisesti kuin esimerkiksi puun poltto, mutta huomattavasti helpompi, turvallisempi ja terveellisempi vaihtoehto. Keinosavu ei vaadi valmistelu- sekä siivoustoimenpiteitä läheskään yhtä paljon kuin puun poltto. Sähkön syöttö hoidetaan joko paloaseman verkkovirrasta tai pelastusajoneuvon generaattorista. Sytytettäviä savupatruunoita on myös mahdollista hyödyntää savutuksessa.

### 3.3 Kattotyöskentelysimulaatiokoulutus

Koulutuksen osa-alueet

- kouluttajakoulutus simulaattorikouluttamiseen
- teoria- ja käytännönkoulutus rakennuspalotilanteisiin
- teoria- ja käytännönkoulutus myrskytuhotilanteisiin.

Kouluttajakoulutus simulaattorikouluttamiseen

Kouluttajakoulutukseen tulee valikoida riittävä määrä motivoituneita, ammattitaitoisia ja riittävät pedagogiset taidot hankkineita henkilöitä. Kouluttajamäärää ei tule jättää liian pieneksi, jotta yksittäisten kouluttajien työmäärä ei nouse sietämättömäksi. Lähtökohtana voi pitää, että jokaisen paloestämistehtävissä toimivan tulisi kyetä toimimaan

kouluttajana simulaattorilla harjoiteltaessa. Koulutuksessa tulee kasata ja jakaa jokaisen koulutettavan käyttöön yhtenäinen teorialuentomateriaali. Lisäksi tulee sopia yhtenäinen toimintamalli käytännönharjoituksiin.

Kouluttajan suojautumista ja toimimista käytännön koulutustilanteessa tulee miettiä. Yksi vaihtoehto on kasattavan työtason käyttäminen kouluttajan työskentelypisteenä sekä headset-radioiden käyttäminen kouluttajan ja koulutettavien yhteydenpitovälineenä. Työtasolta on selkeä näkymä koulutettaviin sekä heidän tekemisiinsä ja kovassa melussa headset-radiolla kouluttaja pystyy antamaan tarvittavia ohjeita. Työtaso tulee suojata kaiteilla niin, että kouluttajan vahinkoputoaminen estetään. Kouluttajan tulee suojautua metsurin viiltosuojavarusteilla ja silmä- sekä kuulosuojaimilla.

Lisäksi kouluttajakoulutuksessa tulee käydä läpi simulaattorin ominaisuudet, kuormaus, purku sekä käyttö. Tämän jälkeen koulutettavilla on teoriassa riittävät valmiudet aloittaa pelastustoimen alueen laajamittainen koulutus.

Teoria- ja käytännönkoulutus rakennuspalotilanteisiin

Koulutuksessa tulee varmistaa ja opettaa seuraavat tai osa seuraavista asioista:

- koulutettavan kelpoisuuden varmistaminen harjoitukseen
- turvaohjeiden ja harjoituksen ensiapu- tai ensihoitovalmiuksien läpikäynti
- suoja-asusteiden valinta harjoittelukäyttöön. Turvallisin vaihtoehto on metsurien suojarusteet (viiltosuojakäsineet, viiltosuojahousut, viiltosuojasaappaat, turvapusero, silmäsuojat ja kuulonsuojaus). Tällainen suojarustus antaa suojaa tilanteessa, jossa moottorisaha osuu sahaajaan sekä suojaa kuuloa ja silmiä. Myös paineilmalaitteen kasvo-osa suojaa silmiä tehokkaasti puun purulta sekä myös osittain moottorisahan terältä. Enemmän todellisuutta vastaava suojaustaso olisi paloasu ja paineilmalaitte, mutta tällainen suojaustaso ei anna juurikaan suojaa tilanteissa, joissa moottorisahan pyörivä teräketju osuu sahaajan vartaloon. Jos koulutuksessa käytetään suojaustasona metsurin varusteita, koulutettaville tulee painottaa, että todellisessa rakennuspalossa suojaustaso on aina paloasu, joka ei anna suojaa moottorisahan viiltoja varten. Esimerkkinä näytetään palonsuoja-

asusteiden ja metsurin suoja-asusteiden ero esittelemällä moottorisahalla leikatut hansikkaat, housut ja saappaat kummastakin suoja-asuryhmästä.

- käytettävät henkilösuojaimet
- yleisimmät katemateriaalit, kattotyypit ja kattorakenteet joko näytepaloilla tai laminoituilla valokuvilla sekä niiden vaikutukset pelastustoimintaan
- pelastusryhmän toiminta kattotyöskentelytilanteessa tulipalossa: tilannearvio, sekä katon kohta johon vaikutus halutaan, turvallisuus, katolle nousu, kiinnityspisteet, kiinnittäytyminen, jäähdytys ja savunpoistoaukon teko
- käytettävä kalusto: sammutusauto, valaistus, tikkaat, letkut, pistosuihkuputket, kattotyöskentelysetti, erilaisia moottorisahan teriä, moottorisaha, lämpökamera, suihkuputket, putoamissuojaimet sekä mahdollisesti vaihtoehtoisia ja täydentäviä sammutuslaitteita, esimerkiksi sammutusleikkuri ja sammutusheite
- lapetikkaan valmistus jatkotikkaista
- varapoistumistien varmistaminen: talotikkaat ja omat tikkaat tai kahdet omat tikkaat
- välineiden valmistelu valmiiksi jo alhaalla
- tikkailta suoraan harjalle nouseminen. Kattotyöskentelyssä tämä on turvallisempi malli kuin tikkaiden laitto lapetta vasten. Harjoittelija pääsee suoraan harjalle, kun perinteissä mallissa joutuu nousemaan harjalle jyrkkää, liukasta ja mahdollisesti kantavuusominaisuutensa menettänyttä lapetta pitkin
- normaali kiinnittäytymismalli
- vaihtoehtoinen malli, jossa köydellä kiinnittäydytään harjan yli. Tämä malli on esitetty työn viidennessä luvussa.
- puomitikasautovarmistus. Tämä malli on myös esitetty työn viidennessä luvussa.

#### Teoria- ja käytännökoulutus myrskytuhotilanteisiin

Myrskytuhoihin liittyvä kattoharjoittelu soveltuu lähes kaikille operatiivista työtä tekeville henkilöille. Myrskytuhoihin liittyvä kattotyöskentelyharjoittelu soveltuu erityisesti henkilöille, jotka eivät ole pelastussukelluskelpoisia, mutta täyttävät muun kuin savusukellukseen rinnastettavan kattotyöskentelyn kelpoisuuden.

Koulutuksessa tulee varmistaa ja opettaa seuraavat tai osa seuraavista asioista:

- koulutettavan kelpoisuuden varmistaminen harjoitukseen
- turvaohjeiden ja harjoituksen ensiapu- tai ensihoitovalmiuksien läpikäynti
- suoja-asusteet: Metsurien suojavaarusteet (viiltosuojakäsineet, viiltosuojahousut, viiltosuojasaappaat, turvapusero, silmäsuojat ja kuulonsuojaus) suojaavat hyvin tilanteessa, jossa moottorisaha osuu sahaajaan sekä suojaa silmiä ja kuuloa. Esimerkkinä näytetään palonsuoja-asusteiden ja metsurin suoja-asusteiden ero esittelemällä moottorisahalla leikatut hansikkaat, housut ja saappaat kummastakin suoja-asuryhmästä
- käytettävät henkilösuojaimet
- yleisimmät katemateriaalit, kattotyypit ja kattorakenteet joko näytepaloilla tai laminoituilla valokuvilla sekä niiden vaikutukset pelastustoimintaan
- pelastusryhmän toiminta myrskyonnettomuuksissa: tilanearvio, turvallisuus, katolle nousu, kiinnityspisteet, kiinnittäytyminen, mahdollinen puun tukeminen ja raivaus, jälkivahinkojen torjunta sekä irronneiden kattopeltien kiinnitys ja puun hajottaman vesikaton muovitus
- käytettävä kalusto: sammutusauto, valaistus, tikkaat, kattotyöskentelysetti, erilaiset moottorisahan terät, moottorisaha, kuormaliinat, putoamissuojaimet, vinski, hydraulikkanoosturi, kaadonsuuntain ja vänkäri
- lapetikkaan valmistus jatkotikkaista
- välineiden valmistelu valmiiksi alhaalla
- tikkailta suoraan harjalle nouseminen: Kattotyöskentelyssä tämä on turvallisempi malli kuin tikkaiden laitto lapetta vasten. Työntekijä pääsee suoraan harjalle, kun perinteisissä mallissa joutuu nousemaan harjalle jyrkkää, liukasta ja mahdollisesti kantavuusominaisuutensa menettänyttä lapetta pitkin.
- normaali kiinnittäytymismalli
- vaihtoehtoinen malli, jossa köydellä kiinnittäydytään harjan yli. Malli esitetään viidennessä luvussa.
- vaihtoehtoinen malli, jossa lappeen päädystä putoamisen estäminen. Malli esitetään viidennessä luvussa.
- puomitikasautovarmistus. Malli esitetään viidennessä luvussa.

## Esimerkkiharjoituksia myrskytuhotilanteisiin

Harjoituksessa voidaan esimerkiksi simuloida tilannetta, jossa kaatunut puu on rikkonut vesikaton ja kattoa ei voi suojata, koska puu estää sen suojaamisen. Harjoituksen valmisteluvaiheessa lasketaan hydraulikkanojalla esimerkiksi puun runko tai puutolppa simulaattorin lapetta vasten. Parin tai ryhmän tehtävä on poistaa puu turvallisesti ja lisävahinkoja aiheuttamatta. Harjoitusta voidaan tarvittaessa laajentaa niin, että harjoitellaan myös vesikaton suojaamista (simulaattorin lappeen lastulevykehikko) rakennusmuovilla tai kevytpeitteellä. Savutuuletin voidaan tarvittaessa valjastaa simuloimaan myrskytuulta alhaalta tai kouluttajan tasolta puhaltaen.

Toisessa harjoitusesimerkissä simuloidaan myrskytuulen irrottamaa kattopellin kiinnitystehtävää. Harjoituksen valmisteluvaiheessa simulaattorin lappeen lastulevykehikkoon kiinnitetään noin neliömetrin kokoinen kattopellin palanen muutamalla ruuvilla tai nauhallalla. Loppuosa pellistä jätetään lepattamaan vapaana. Harjoituksessa parin tai ryhmän tehtävä on kiinnittää pellin irronnut osa takaisin kattorakenteisiin. Myös tässä harjoituksessa savutuuletin voidaan tarvittaessa valjastaa simuloimaan myrskytuulta alhaalta tai kouluttajan tasolta puhaltaen.

## 4 PISTOSUIHKUPUTKIEN JÄÄHDYTYSTEHO

### 4.1 Ullakoiden ja yläpohjan onteloiden tulipalot

Omiin kokemuksiini ja pelastustyötä tekevien henkilöiden kanssa keskustellessani minulle on jäänyt vahva mielikuva, että Suomessa pelastuslaitoksissa on perinteisesti vaihtelevalla menestyksellä hallittu yläpohjan onteloiden ja ullakoiden tulipaloja tekemällä kattoon reikä, josta kuumat palokaasut ovat päässeet purkautumaan. Tämän jälkeen on yritetty saada purkautuvaa polttoainerajoitteista paloa hallintaan työsuihkulla. Tämä taktiikka on ollut tehoton palon hallitun sammuttamisen sekä työturvallisuuden kannalta huono toimintamalli.

Lisävahvistusta subjektiiviselle oletukselleni sain muutamasta Pelastusopiston opinnäytetyöstä ja kehittämishankkeesta. Niissä todettiin johtopäätöksiä seuraavia asioita:

- ”...pelastuslaitoksilla pääsääntöinen sammutusmenetelmä on edelleen perinteisten savunpoistoaukkojen teko...” (Tiihonen 2011, 36).
- ...savunpoistoaukon teolla on paloa kiihdyttävä vaikutus, jos savukaasuja ei ole jäähdytetty ennen savunpoistoaukon tekemistä.... (Ronkainen 2009, 47).
- ...Fognail pistosuihkuputkien koulutusta ja käyttöä tulee lisätä pelastuslaitoksilla.... (Tiihonen 2011, 37).
- "...käytännössä pelastuslaitokset kuitenkin pystyisivät pienentämään paloista aiheutuvia kustannuksia pienempien vesimäärien käytöllä sekä aktiivisemmalla sammutusraivauksella. Vaihtoehtoiset sammutusmenetelmät, kuten ...pistosuihkuputket... tarjoavat vaihtoehtoja pienempien vesimäärien käytölle..." (Taina 2012, 80.)

Olellainen osa laadukasta ja turvallista kattotyöskentelyä rakennuspalotilanteessa on pistosuihkuputkien tehokas käyttö. Pistosuihkuputket tekevät "näkymätöntä" työtä palotilassa. Pelastushenkilöstö ei yleensä pysty tarkkailemaan niiden sammutusvaikutusta, lukuun ottamatta ulkoa päin tehtäviä havaintoja. Ammattitaitoinen henkilö pystyy jonkin verran päättelemään purkautuvan savun ja vesihöyryn väristä tulipalon senhetkistä tilaa. Selkeästä tehostaan huolimatta pistosuihkuputkien suorituskykyä ei käsitykseni mukaan hyödynnetä koko potentiaalinaan työtehtävissä.

Näiden havaintojen pohjalta syntyi tarve tehdä pistosuihkuputkin jäähdytystehon mittaukskoikeita mahdollisimman autenttisissa olosuhteissa ja kerätä teoriatietoa käytännön kokemusten tueksi. Mittaukset tehtiin vuonna 2012 alipäällystötutkinnon palofysiikan kurssin harjoitustyönä.

#### 4.2 Fognail®-pistosuihkuputki

Yleisesti Suomessa käytössä oleva pistosuihkuputkimalli on Waterfog AB:n Fognail®. Sitä on valmistettu Ruotsissa jo vuodesta 1991 alkaen, mutta se on rantautunut kunnolla Suomeen vasta 2000-luvun puolella. (Waterfog AB.)

Pistosuihkuputken liitin ja palloventtiili ovat kromattu messinkiä, muut osat ruostumattomasta terästä. Pistosuihkuputken pituus on 52 cm ja painoa on 1,1 kg. Vedenkulutus on 6 bar paineelle 70 l/ min. Maksimaalinen työpaine on 20 bar. (Waterfog AB.)

Rajoittavien pistosuihkuputkien suihkukuvio on 5 m \* 2 m, ja se soveltuu erinomaisesti palokaasujen jäähdytykseen sekä tulen leviämisen hidastamiseen. Niitä tulee olla pelastusajoneuvossa vähintään 2 kappaletta käytettävissä, jotta pystytään rajaamaan ullakon tai yläpohjan ontelon palon leviäminen horisontaalisesti.

Käytössä on myös hyökkääviä pistosuihkuputkia. Niiden suihkun tehokas pituus on 8 m, ja ne soveltuvat erinomaisesti palon sammutukseen sijoitettuna osoittamaan suoraan palopesäkkeeseen. Pelastusajoneuvossa tulee olla vähintään yksi hyökkäävä pistosuihkuputki.

Kuvasta 3 nähdään pistosuihkuputkityypit. Valkoinen teippaus tarkoittaa hyökkäävää pistosuihkuputkea ja punainen teippi rajoittavaa pistosuihkuputkea.



Kuva 3. Rajoittava ja hyökkäävä pistosuihkuputki.



### 4.3 Pistosuihkuputkien jäähdystehon mittauskokeet

#### Mittausasetelma

Mittauksilla haluttiin tutkittua tietoa siitä, millainen on rajoittavan pistosuihkuputken epäsuora jäähdystysvaikutus yläpohjan ontelon palossa. Mittauspaikaksi valikoitui yläpohjan ontelon simulaattori, joka sijaitsee Pelastusopiston harjoitusalueen palotalon kattotasanteella.

Mittauksissa ajettiin kaksi lähes identtistä polttoa. Ainoana muuttujana oli polttokuorma. Polttokuorma ensimmäisessä koepoltossa oli 50 kg ja ja toisessa koepoltossa 100 kg kuivaa koivupintaa kasattuna tapulimuotoon.

Kummassakin koepoltossa oli käytössä kolme lämpötila-anturia. Anturit oli sijoitettu alkupalon lähetyville, alkupaloa vastaiseen päätyyn sekä keskiosaan maatasolle. Mittaustuloksissa ei kuitenkaan pystytty vertailemaan polttokokeita keskenään, koska lämpötila-anturiongelmiensa takia ei ollut käytettävissä dataa vertailukelpoisilta mittauspaikoilta. Yksittäisten lämpötila-antureiden data sen sijaan oli käyttökelpoista analysoitaessa jäähdystysvaikutuksia.

Simulaattoriin oli laitettu edellisenä päivänä kuivauspuhaltimet päälle, jotta ilman kosteus olisi kummassakin kokeessa mahdollisimman samanlainen. Kuivauspuhaltimet kuivattivat simulaattorin onnistuneesti ensimmäistä koepolttoa varten. Mittaukset tehtiin 19.4.2012 klo 9.00 alkaen. Ilmatieteenlaitoksen tietojen mukaan mittauspaikalla mittauspäivän aamuna ilmakeuhuus oli 79 % ja lämpötila -1°C. Ilma oli selkeä ja kuiva.

Simulaattorin pintojen sisälämpötila mitattiin ennen ensimmäistä koepolttoa. Varjon puolen seinämän sisälämpötila oli noin 3°C ja auringon puolen seinä 35°C. Polttojen välissä simulaattori annettiin jäähtyä normaalilämpöön ja aloituslämpötilojen samankaltaisuus varmistettiin suorittamalla uusintamittaus ennen toista koepolttoa. Toisessa koepoltossa olosuhteet olivat ensimmäistä koepolttoa vastaavat.

Mittauksissa käytettiin kolmea erilaista mittaria: virtausmittaria, lämpötilanmittauslaitetta sekä lämpökameran lämpötilamittaria. Kuvista 4 ja 5 nähdään osa mittauksissa

käytetyistä mittareista. Kyseisiä mittareita käytetään pääsääntöisesti Pelastusopiston tutkimustyössä.



Kuva 4. Virtausmittari.



Kuva 5. Lämpötilanmittauslaite.

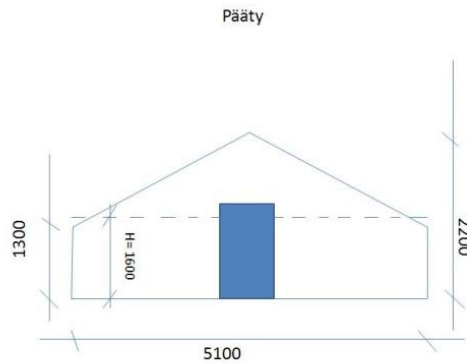
Polttokokeissa puutapuleiden kasteluun käytettiin viisi litraa Liv-polttonestettä ja tapulit sytytettiin kaasupolttimella palamaan. Palon kehittyminen ja lämpötilan nousu oli erittäin nopeaa puun asettelun (suuri reagointipinta-ala) vuoksi. Palon annettiin kummassakin kokeessa kehittyä niin, että sivutilan yläosan lämpötila nousi 280°C:seen. Tämän jälkeen kummankin palon annettiin vielä kehittyä 4 minuuttia. Tämän jälkeen aloitettiin palokaasujen jäähdytys rajoittavalla pistosuihkuputkella. Pistosuihkuputki jäähdytti ainoastaan palokaasuja, suihku ei osunut suoranaisesti alkupaloon. Jäähdytystä jatkettiin tämän jälkeen kolme minuuttia. Tämän jälkeen jäähdytys lopetettiin ja seurattiin lämpötiloja vielä 5 minuuttia. Kokonaisuudessaan mittaustapahtumat kestivät 12 minuuttia.

Lämpötila-antureiden lukemat kirjattiin käsin paperille 5 sekunnin välein. Videokamera nauhoitti lämpötilamittarin näyttöjä siltä varalta, jos kirjaamisessa olisi tullut ongelmia. Kuvamateriaali sisätiloista on lämpökameran tallentamaa kuvaa. Lämpökamera oli sijoitettu simulaattorin keskiosaan lattiatasolle. Yksi lämpötila-antureista vahti mittaustapahtumien aikana, että lämpötila ei lattiarajassa noussut niin korkealle, että lämpökamera olisi vaurioitunut.

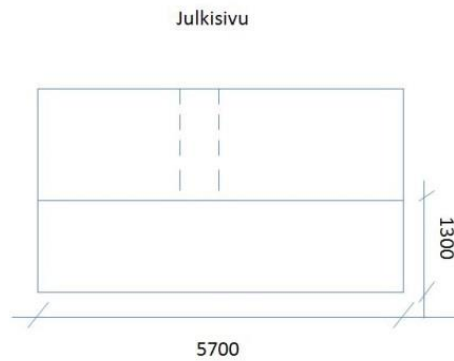
#### Mittauspaikka

Mittauspaikkana toiminut simulaattori on kokonaisuudessaan teräsrakenteinen. Katon muoto on harjakatto. Simulaattorin lattiapinta-ala on noin 29 m<sup>2</sup> ja tilavuus noin 56 m<sup>3</sup>.

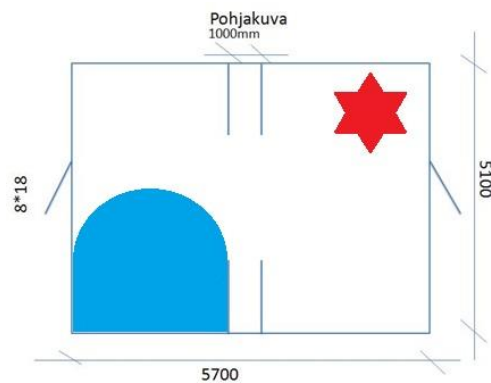
Sisällä on neljä laipiota, jotka rajoittavat palokaasujen vapaata liikettä. Kuvista 6, 7 ja 8 nähdään simulaattorin leikkauskuvat.



Kuva 6. Leikkauspiirros mittauspaikan päädystä (Esa Mäki)



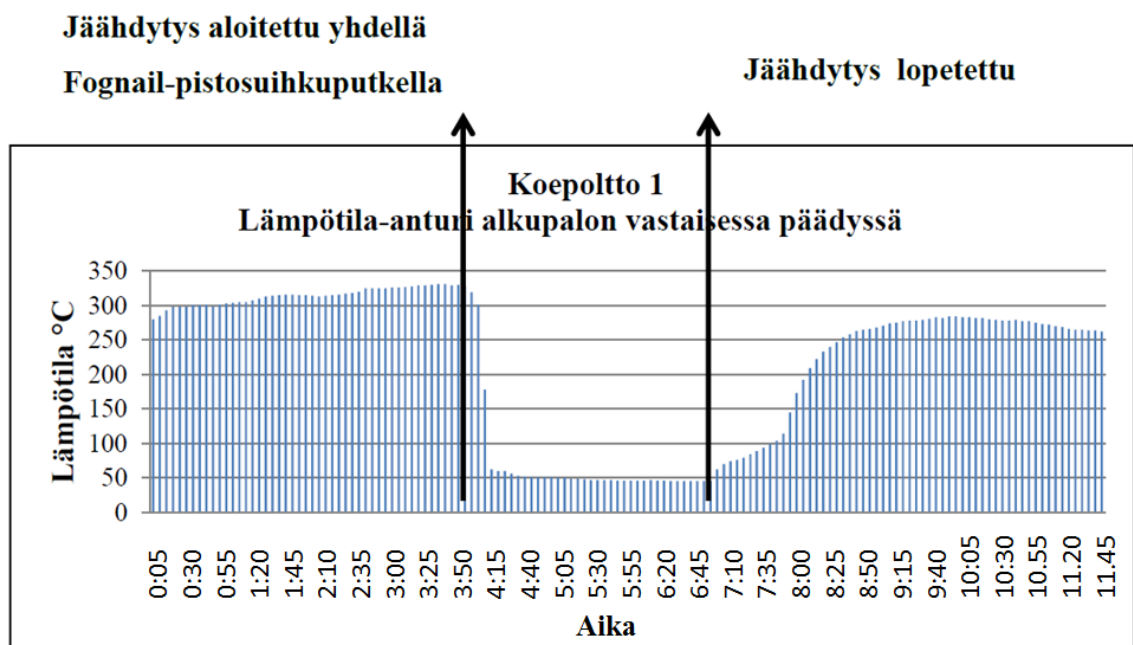
Kuva 7. Leikkauspiirros mittauspaikan julkisivusta (Esa Mäki)



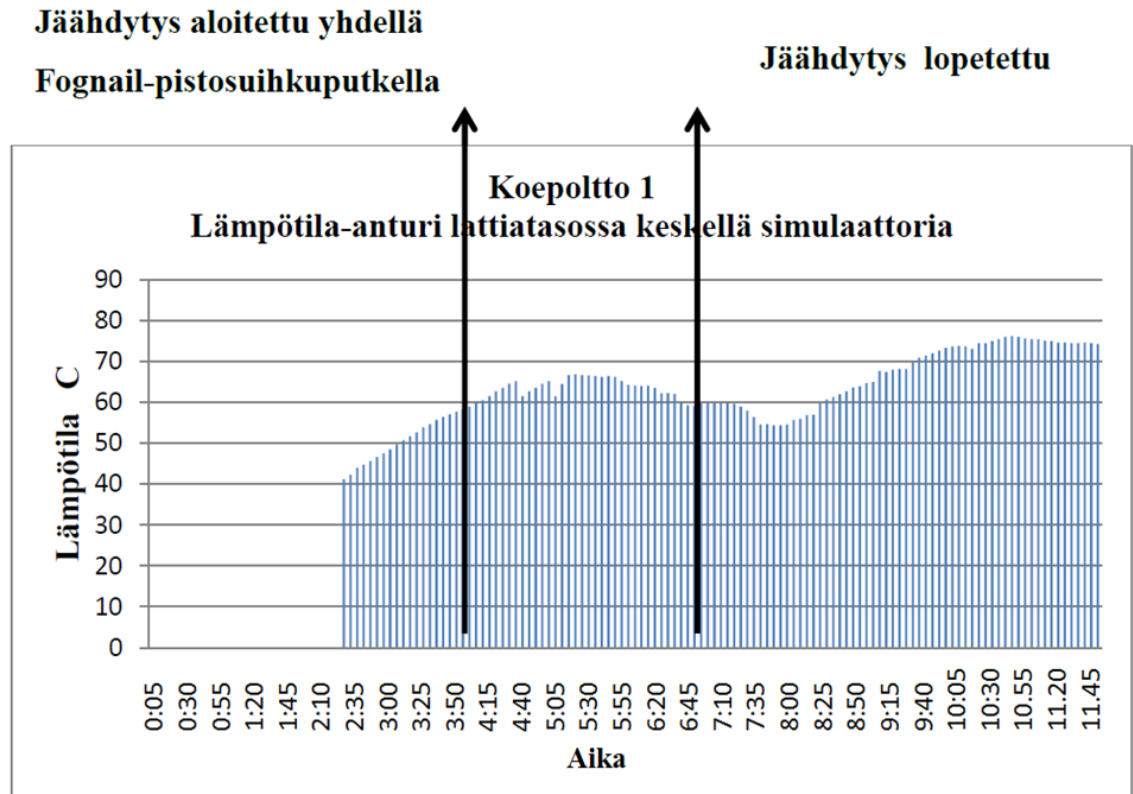
Kuva 8. Polttokokeen asetelma: Puolikkaan ellipsin muotoinen alue on pistosuihkuputken suihkun vaikutusalue ja tähden muotoinen alue on alkupalo. (Esa Mäki, muokannut Markus Lohiranto)

## Mittaustulokset

Ensimmäisessä koepoltossa lämpötila pysyi simulaattorin alkupalon vastaisessa päädyssä 2 metrin korkeudessa tasaisesti noin 300°C:ssa ennen jäähtymisen aloittamista. Mittattu maksimilämpötila nousi mittauspisteessä 325°C:seen. Lämpötila ei kääntynyt laskuun ennen jäähtymisen aloittamista. Nämä seikat tarkoittavat, että tulipalo oli polttoainerajoitteinen. Lämpötila laski jäähtymisen aloituksen hetkellä 301°C:sta 157°C:seen alkupalon yläpuolella. Vaikka välittömästi jäähtymisen aloituksen jälkeen lämpötilat laskivat rajusti sekä alkupalon vastaisessa päädyssä että alkupalon yläpuolella, alkupalo jatkoi silti palamistaan. Alkupalon jatkuvaa palamista saattoi hieman edesauttaa jäähtymisestä aiheutunut lämpötilojen sekoittuminen suljetussa tilassa ja siitä seurannut lämpötilan nousu lattian rajassa. Lattian rajassa lämpötilat jäivät noususta huolimatta alle 80°C:seen, joten lämpötilojen tasaantuminen ei lisännyt uusien palopesäkkeiden syntyminen riskiä. Lämpötila alkupalon vastaisessa päädyssä lähti noin minuutin viiveellä jäähtymisen lopetuksesta rajuun nousuun, mutta palamisprosessi muuttui noin 1,5 minuutissa vakioitehoiseksi ja lopulta hiipuvaksi paloksi polttomateriaalin loppumisen vuoksi. Kuvista 9 – 12 nähdään lämpötilojen muutokset ensimmäisen koepolton aikana.



Kuva 9. Ensimmäisen koepolton lämpötilaseuranta alkupalon vastaisessa päädyssä



Kuva 10. Ensimmäisen koepolton lämpötilaseuranta simulaattorin keskiosassa lattiatasolta.



Kuva 11. Ensimmäinen polttokoe, 50 kg palokuorma. Kuva on otettu 10 sekuntia ennen jäähdytyksen aloittamista, lämpötila alkupalon päällä mittauspisteessä lämpökameran antaman arvon mukaan oli 301°C. Stillkuva on kaapattu lämpökameran videosta.

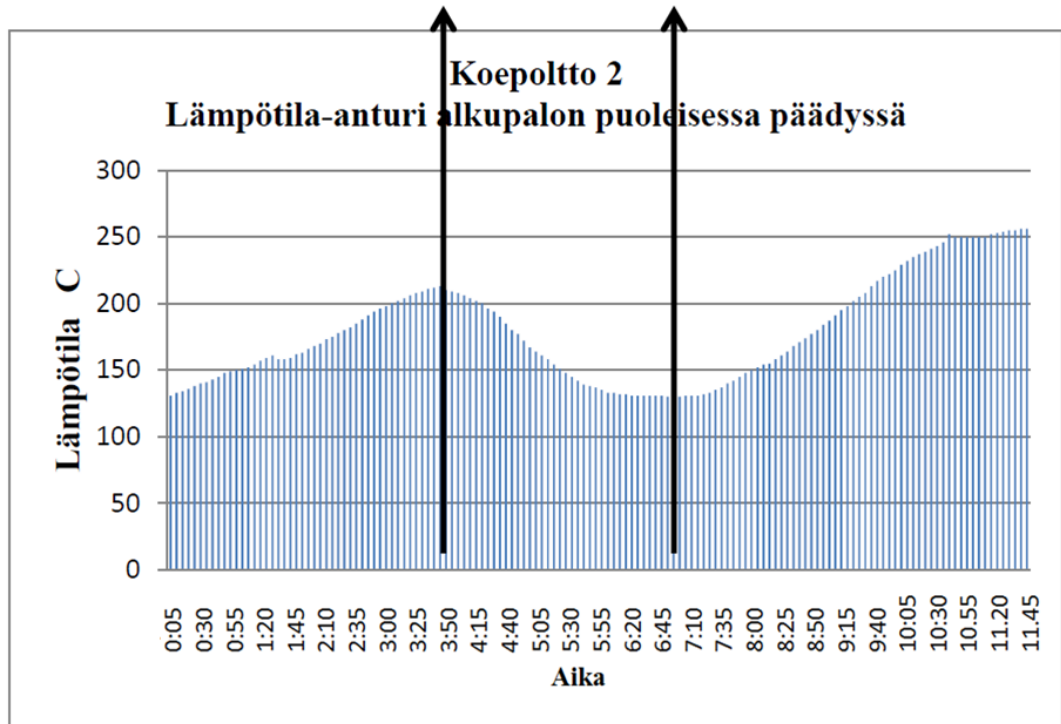


Kuva 12. Ensimmäinen polttokoe, 50 kg palokuorma. Kuva on otettu 10 sekuntia jäähdytyksen aloittamisen jälkeen, lämpötila alkupalon päällä lämpökameran antaman arvon mukaan oli 157°C. Stillkuva on kaapattu lämpökameran videosta.

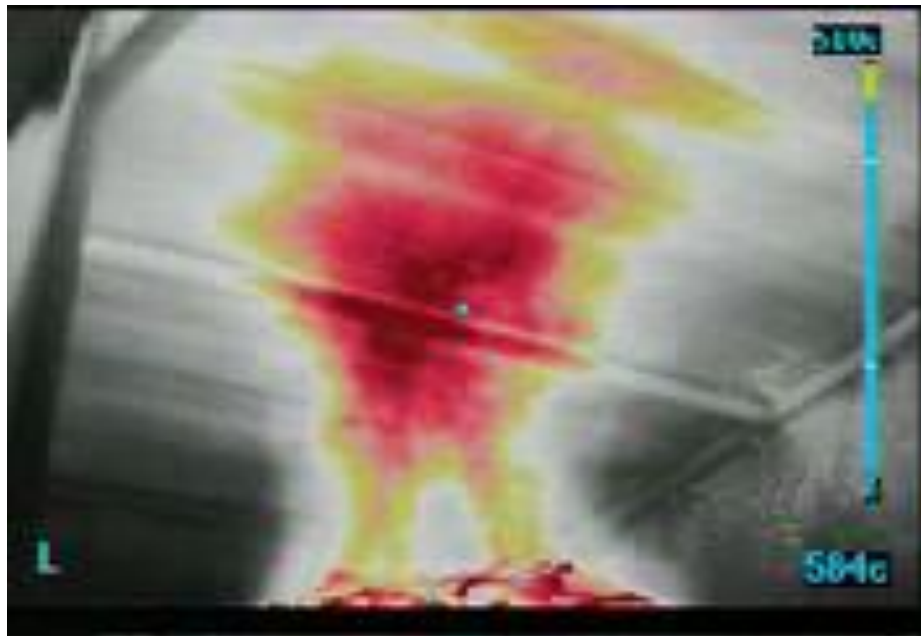
Toisessa koepoltossa lämpötila nousi selvästi ensimmäistä koepolttoa enemmän palon kehittyessä ja kääntyi laskuun jo ennen jäähdytyksen aloittamista. Tämä tarkoittaa, että tulipalo oli happirajoitteinen, koska polttokuorma ei palanut loppuun. Mitattu maksimilämpötila nousi alkupalon yläpuolella 584°C:seen. Palokaasujen lämpötila alkupalon yläpuolella sammutuksen aloituksen jälkeen laski 346°C:seen. Myös tässä koepoltossa lämpötila alkupalon yläpuolella käyttäytyi jäähdytyksen aikana ensimmäisen koepolton kaltaisesti. Lisänä ensimmäiseen polttoon saatiin taltioitua lämpötilatietoja lämpötilanmittauslaitteella alkupalon puoleisesta päädyssä: Tässä mittauspisteessä lämpötila nousi 213°C:seen ennen jäähdytyksen aloittamista ja laski 130°C:seen jäähdytyksen aloittamisen jälkeen. Lämpökameran kuvasta havaittiin, että vastoin ensimmäistä koepolttoa, alkupalo tukahtui luultavasti suuremman vesihöyrymäärän vaikutuksesta. Vesihöyryä syntyi enemmän, koska kuumia palokaasuja muodostui enemmän, mikä johtui taas suuremmasta alkupalosta verrattuna ensimmäiseen koepolttoon. Vaikka alkupalo tukahtui jäähdytyksen aikana, se syttyi nopeasti jäähdytyksen lopettamisen jälkeen, ja palaminen kiihtyi vastaamaan kyseisen koepolton alkutilannetta. Lopuksi palaminen muuttui polttoainerajoitteisena vakioitehoiseksi tulipaloksi. Toisessa koepoltossa ei ollut anturiongelmiä takia käytössä alkupalon vastaisessa päädyssä ja lattiatasolla olleita lämpötilamittareita. Kuvista 13 – 15 nähdään lämpötilojen muutokset ensimmäisen koepolton aikana.

**Jäähdytys aloitettu yhdellä  
Fognail-pistosuihkuputkella**

**Jäähdytys lopetettu**



Kuva 13. Toisen koepolton lämpötilaseuranta alkupalon puoleisessa päädyssä

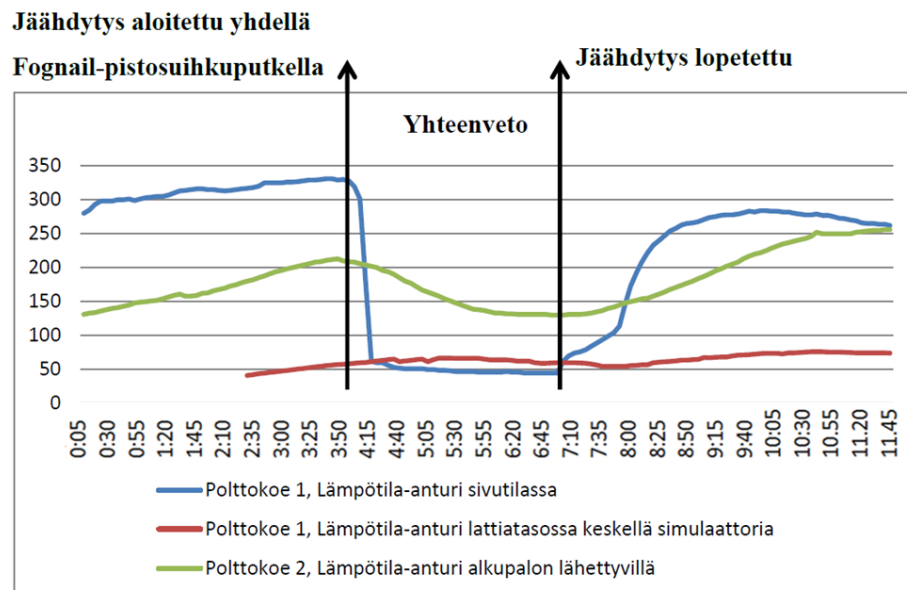


Kuva 14. Toinen polttokoe, palokuorma 100 kg. Kuva on otettu 10 sekuntia ennen jäähdytyksen aloittamista, lämpötila alkupalon päällä mittauspisteessä lämpökameran antaman arvon mukaan oli 584°C. Stillkuva on kaapattu lämpökameran videosta.



Kuva 15. Toinen polttokoe, palokuorma 100 kg. Kuva on otettu 10 sekuntia jäähtymisen aloituksen jälkeen, lämpötila alkupalon päällä mittauspisteessä lämpökameran antavan arvon mukaan oli 346 °C. Stillkuva on kaapattu lämpökameran videosta.

Kuvasta 16 nähdään rekisteröityjen lämpötilojen yhteenveto kummastakin koepoltosta samassa kaaviossa. Lämpötilat käyttäytyivät kummassakin koepoltossa samankaltaisesti, joten voidaan todeta, että pistosuihkuputkien jäähdyttävä vaikutus alkaa heti vesivirran avauduttua ja lämpötilat lähtevät nousuun pienellä viiveellä vesivirran katkettua. Ainoastaan lattiatasolla lämpötila nousi marginaalisesti jäähtymisen aloituksen jälkeen. Lämpötilojen lasku hidastaa tulipalon leviämistä sekä vähentää kantaviin rakenteisiin kohdistuvaa lämpörasitusta.



Kuva 16. Yhteenveto mittauksessa rekisteröityihin lämpötiloihin suhteessa aikaan.



#### 4.4 Mittaustulosten johtopäätökset

Mittaukset osoittivat selvästi pistosuihkuputkien tuottaman jäähdytystehon rajatuntilan tulipalossa. Tärkeimmät havainnot mittausten tuloksista olivat:

- Pistosuihkuputkella on erinomainen lämpötiloja alentava vaikutus, vaikka sumu ei suoraan vaikuttaisi alkupaloon. Tehokas vaikutus alkaa välittömästi jäähdytyksen aloittamisen jälkeen ja palo rajoittuu samalla, kun vesivahingot jäävät pienemmiksi vähäisen ja tehokkaasti käytetyn vesivirran ansiosta.
- Epäsuora sammutus ei mahdollisesti sammuta pientä alkupaloa, koska vesihöyryä ei välttämättä muodostu tarpeeksi. Suuressa alkupalossa muodostuu niin paljon palokaasuja, että niitä jäähdyttämällä on mahdollista sammuttaa myös itse alkupalo ilman suoraa vesisuihkua paloon, jos rakenteet ovat riittävän tiiviit.
- Jäähdytyksen aloittamisen jälkeen lämpötilaerot tasoittuvat palotilan ylä- ja alaosissa: Yläosissa lämpötila suhteellisesti laskee ja alaosissa lämpötila suhteellisesti nousee. Tämä seikka täytyy huomioida, jos jäähdytettävässä tilassa on savusukeltajia tai pelastettavia.
- Savun väriä havainnoimalla ja lämpökameraa käyttämällä veden virtausta on mahdollista jaksottaa, koska jäähdytysjakson jälkeen menee noin minuutti, ennen kuin lämpötila lähtee rajuun nousuun. Tämä vähentää sammutusvesivahinkoja. Jaksotetussa sammutuksessa tarvitaan palofysiikan ja sammutustekniikan ammattitaitoa, että lopputulos olisi onnistunut.
- Työskentely katolla on huomattavasti turvallisempaa välittömästi jäähdytyksen aloituksen jälkeen, koska korkeiden lämpötilojen rakenteita heikentävät vaikutus pienenee radikaalisti.
- Vaikka sammutinleikkurit yleistyvät pelastuslaitoskäytössä, on Fognail®-pistosuihkuputkilla toistaiseksi paikkansa pelastustoiminnassa edullisen hintansa sekä helppo- ja varmakäyttöisyytensä ansiosta.

## 5 VAIHTOEHTOISET JA TÄYDENTÄVÄT TOIMINTAMALLIT SEKÄ VÄLINEET KATOLLA TYÖSKENNELLESSÄ

### 5.1 Vaihtoehtoisten ja täydentävien toimintamallien sekä kaluston käyttöindikaatiot

Pelastustoimen katto-operaatioiden köyisiä hyödyntävät perustoimintamallit eivät välttämättä ole aina turvallisin ja tehokkain menetelmä tehtävän menestyksekkääseen hoitamiseen. Pelastustoiminnan johtaja ja katon vastuualuejohtajan tulee tiedostaa käytettävissä olevat erilaiset toimintamallit parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi.

Tässä luvussa esitän erilaisia vaihtoehtoisia ja täydentäviä toimintamalleja sekä välineitä katolla työskentelyyn. Yhteistä monelle toimintamallille on se, että lähtökohtaisesti sammutustoimenpiteet pyritään tekemään muualta kuin katon lappeelta käsin. Lappeella työskentely palavan rakennuksen katolla on aina merkittävä työturvallisuusriski.

### 5.2 Riskienarviointi kattotyöskentelytekniikkaa valittaessa

Kattotyöskentely sisältää lukuisia riskejä. Suurin riski niistä on putoaminen. (Korkealla työskentely pelastustoimessa, 4.)

Riskit jaetaan sisäisiin sekä ulkoisiin riskeihin. Sisäiset riskit aiheutuvat organisaation omasta toiminnasta. Ulkoisilla riskeillä tarkoitetaan työskentely-ympäristöstä aiheutuvia riskejä.

Sisäisiä riskejä ovat esimerkiksi seuraavat:

- huono turvallisuuskulttuuri
- puutteellinen johtaminen
- ohjeiden puuttuminen sekä niiden riittämättömyys tai noudattamatta jättäminen.
- virheelliset asenteet (tahallinen riskinotto, välinpitämättömyys määräyksiä kohtaa yms.)
- puutteellinen koulutus tai riittämätön harjoittelu
- puutteellinen tai virheellinen varustus
- riittämätön fyysinen kunto

- sammutusletkun paineen vaihtelut
- kiinni juuttuminen
- varusteiden huollon tai tarkastusten laiminlyönti
- työntekijälle ennalta arvaamattomat vaaratilanteet.

Ulkoisia riskejä ovat esimerkiksi seuraavat:

- terävien reunojen aiheuttama köysien katkeaminen
- kuumuus
- savu tai muut haitalliset päästöt
- kiinnityspisteen puute katolla
- kiinnityspisteen tai alustan epävarmuus
- huono näkyvyys
- liukkaus
- sähkölinjat
- sääolosuhteet (tuuli, jää, lumi, kylmyys)
- sortumavaara
- pelastettavien arvaamaton käyttäytyminen
- muut ennalta arvaamattomat vaaratilanteet. (Korkealla työskentely pelastustoit-  
messä, 4 - 5).

Työssä tarvittavat suojaimet ja niiltä edellytettävä suojausteho sekä muut ominaisuudet määritellään tapauskohtaisella riskienarvioinnilla. Riskienarvioinnissa otetaan huomioon työn ja työympäristön sekä työntekijän asettamat vaatimukset. Arvioinnissa tulee ottaa huomioon myös suojaimista mahdollisesti aiheutuvat vaarat ja haitat, ergonomia sekä käyttäjän terveydentila (Työturvallisuuskeskus). Tätä ohjetta pystyy soveltamaan pelastustoimen kattotyöskentelyssä niin, että esimerkiksi rakennuspalotilanteessa tulee tehdä nopea päätös siitä, huonontaako vaativaan kattotyöskentelytehtävään käytetty valmistautumisaika työturvallisuutta palon voimistuessa kaiken aikaa vai tulisiko tehtävä hoitaa mahdollisimman nopeasti hiukan kevyemmällä suojaus- tai kiinnittäytymis-  
tekniikalla. Lähtökohtaisesti kiinnittäytyminen katolla tulee tehdä kaksipistekiinnittäytymisenä, mutta korkealla työskentely pelastustoitmessä –ohje mahdollistaa myös yhden kiinnityspisteen ja köyden käytön, jos ensisijainen malli heikentää työturvallisuutta

(Korkealla työskentely pelastustoimessa, 10). Myös mahdollinen kattotyöskentelystä pidättäytyminen voi tulla kysymykseen, jos työympäristö arvioidaan liian vaaralliseksi (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, 23 §). Rakennuspalotehtävällä katto-operaatiota suunniteltaessa riskinarviossa tulee myös huomioida, että pelastussukellusohjeen vaatima neljän savusukelluskelpoisen henkilön vaatimus täyttyy (Pelastussukellusohje, 14).

Jos kattotyöskentelyoperaatio päätetään toteuttaa, on pelastusryhmän sisäinen pelastussuunnitelma erityisen tärkeässä roolissa. Kattotyöskentelytehtävästä vastaavalla ryhmänjohtajalla ja hänen ryhmällään sekä pelastustoiminnanjohtajalla tulee olla suunnitelma siitä, miten mahdollisessa vaaratilanteessa työskentelijät pystyvät poistumaan katolta turvallisesti. Suunnitelma pitää sisällään ainakin varapoistumisreitit ja välineet hätäpoistumiseen sekä toimintasuunnitelman mahdollisesti henkilösuojaimeen varaan kiinni jääneen henkilön pelastamiseksi. (vanhempi opettaja Juha Ronkainen, puhelinkeskustelu 10.10.2019.)

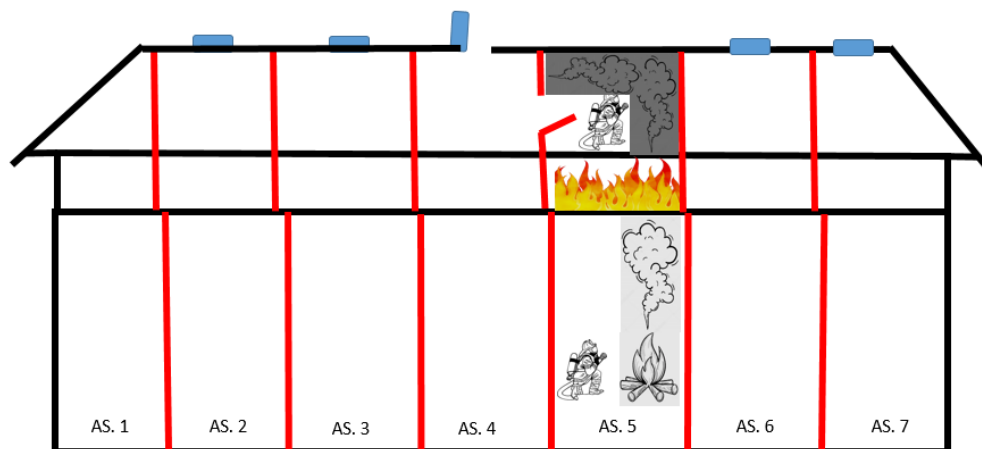
Riskinarviossa täytyy käsitellä myös varautua erilaisiin kattorakenteisiin. Erilaisissa vesikattomateriaaleissa on omat riskinsä, erityisesti mineriittirakenteisen vesikatteen päällä ei voi työskennellä tulipalotilanteessa (YLE). Riskinarviossa täytyy myös huomioida, että aikojen saatossa rakennukseen on saatettu tehdä useita katteita päällekkäin.

Tietyissä tilanteissa myös ullakolla ja yläpohjan ontelossa tapahtuva tiedustelu-, varmistus- ja sammutustyöskentely voidaan rinnastaa kattotyöskentelyyn, koska ainoa kulkureitti kohteeseen ja kohteesta pois voi olla katon kautta. Tällaisessa tapauksessa tehtävään tulee varautua ja valmistautua kuin vaativaan kattotyöskentelytehtävään, koska katon lisäksi omana vaaraelementtinä on lisäksi savua ja tulta osittain eristävät rakennuksen rakenteet.

Käytännön esimerkkinä tapauskohtaisesta riskinarviosta ja sen puutteista esitän onnettomuustilanteen (hälytysseloste 297R-01W0F-5CF), jossa johtamani pelastusryhmä oli määrätty rivitalon huoneistopalossa ullakon varmistustehtävään (Pronto). Kyseessä oli vuonna 1975 valmistunut rakennus, johon oli 2010-luvulla tehty uusi harjakatto vanhan tasakaton päälle. Uusi kattorakenne oli muuten rakennettu rakennusmääräysten mukaisesti, pois lukien että palavan asunnon yläpuolelle olevaan ullakkotilaan ei ollut tehty palo-osastokohtaista kulkureittiä (RakMK E1, 11.2.2). Ainoa reitti varmistettavaan ti-

laan oli viereisen palo-osaston miesluukun ja sen osastoivaan seinään tehdyn luukun kautta. Vaikka tulipalo oli asuintiloissa näennäisesti sammutettu, jatkui se kuitenkin voimakkaasti piilossa vanhassa tasakattorakenteessa. Jatkettuaan tarpeeksi kauan, tulipalo puhkaisi välipohjarakenteen ullakolle. Ullakolla varmistustehtävässä ollut savusukellusryhmä huomasi, että palokaasut täyttivät matalan tilan hetkessä. Palokaasut liikkuivat vauhdilla palo-osastojen välissä ollutta miesluukkuja kohti. Olosuhteet johtivat palokaasujen leimahdukseen ja pelastusryhmän ensimmäiseen vaaratilanteeseen. Pelastusryhmä suojautui kuumuudelta syöksymällä mahalleen välipohjaa vasten. Toinen vaaratilanne syntyi välittömästi palokaasujen leimahduksen jälkeen. Ullakkotila täyttyi nopeasti uudelleen erittäin sankasta savusta ja palokaasujen uudelleen syttymisen riski oli todennäköinen. Pelastusryhmän onnistui kuitenkin hätäpoistua ahtaita tiloja pitkin ullakolta vesikaton päälle. Ullakolle oli turvallista mennä takaisin vasta, kun vanhassa tasakatossa ollut tulipalo oli saatu sammumaan asunnon puolelta. Erityistä vaaraa tilanteessa aiheutti se, että palokaasuja ei pystytty poistamaan puuttuvan miesluukun takia ja että pelastusryhmä ei päässyt nopeasti poistumaan ahtaasta ja vaaralliseksi muuttuneesta tilasta suoraan ulos.

Esimerkki osoittaa, että täydellisen kattavaa tapauskohtaista riskiarviota on mahdotonta tehdä dynaamisessa rakennuspalotilanteessa. Tästä syystä tapauskohtaisessa riskinarvioissa tärkeää on työntekijöiden poistumisen varmistaminen sekä sisäinen pelastussuunnitelman laadinta tilanteisiin, jossa poistuminen ei enää onnistu ulkoisten syiden takia.



Kuva 17. Vanha tasakatto ja rakennusmääräysten vastainen ullakkorakenne vaaraelementtinä huoneistopalossa kattotyöskentelyn kannalta.

### 5.3 Vaihtoehtoiset ja täydentävät köysityöskentelytekniikat katto-operaatioissa

#### Katon läpi tippumisen estäminen

Normaali pelastustoimen kaksipisteköysikiinnittäytymismalli ei anna turvaa tilanteissa, joissa suurin uhka on katon läpi putoaminen lappeen suuntaisen putoamisen sijasta. Tällaisia tilanteita on tullut viime vuosina eteen esimerkiksi rakennusten kattojen lumi-kuormien aiheuttamissa sortuma- ja sortumavaaratilanteissa. Tällöin parempi putoamisenestovarmistus on kiinnittäytyä kireällä työköydellä puomitikas- ja nostolavaajoneuvon koriin, joka on ajettu työskentelyalueen yläpuolelle. Kuvasta 18 nähdään kattotyöskentelijän varmistaminen puomitikasautoa hyödyntäen.

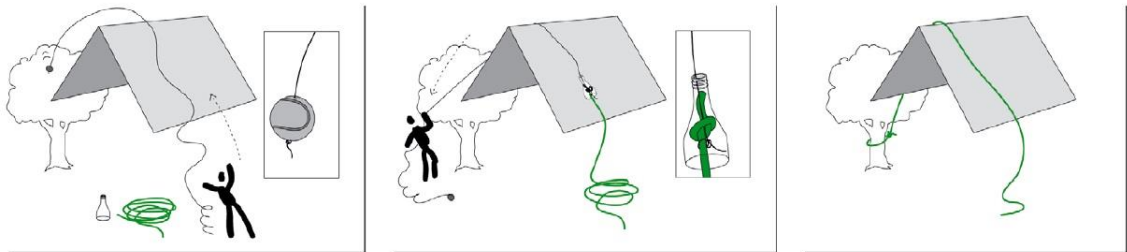


Kuva 18. Kattotyöskentelijän putoamisen estäminen puomitikasautoa hyödyntäen.

#### Harjan yli kiinnittäytyminen

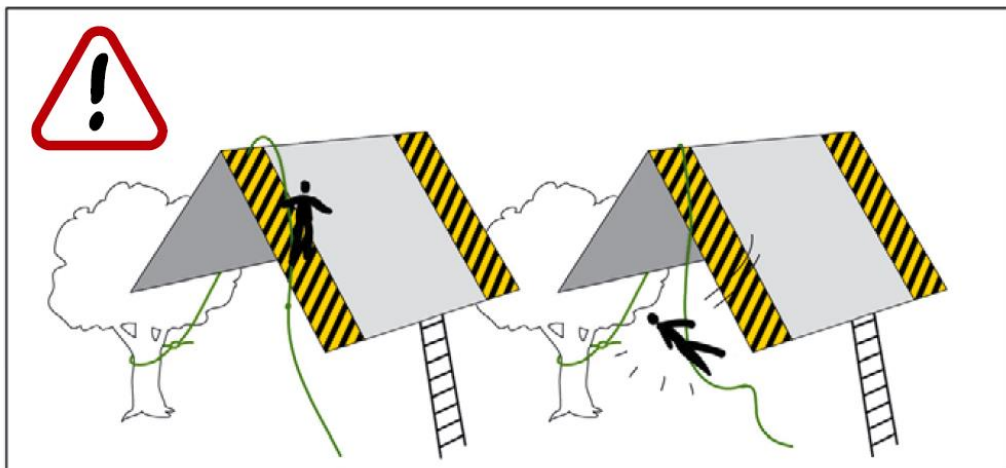
Pelastustoimen peruskoulutuksessa opetetaan toimintamalli, jossa kumpikin kiinnityspiste tehdään katolle (Korkealla työskentely, 60). Aina ei kuitenkaan ole mahdollisesti löytää katolta käyttöön kahta tukevaa kiinnityspistettä. Tähän ongelmaan esitän ratkaisuksi toisen, työköyden, kiinnittämistä maatasolle. Tällöin tulee huomioida, ettei katon harja aiheuta köydelle vaurioita. Tätä tekniikkaa käyttäessä kannattaa pyrkiä suoja-

maan köysi joko varsinaisilla köyden suoilla tai hätätapauksessa laittamalla työhansikas tai muu vastaava pehmeä esine köyden ja katon harjan väliin. Kuvasta 19 poiketen voidaan kiinnittäytyminen toteuttaa myös niin, että aluksi kattotyöskentelijä nousee harjalle, josta hänen on helpompi heittää köysi harjan yli. Harjan yli köyttä heitettäessä tulee huomioida, että painona ei saa käyttää sulkurenkaita tai muita henkilösuojaimia, vaan riittävä paino tulee muodostaa keräämällä köyttä riittävä määrä nippuun tai muun painon avulla. Tekniikkaa käytettäessä rakennuspalotilanteessa on tärkeä tehdä arvio siitä, onko katon harja suorituksen ajan riittävän viileä, jotta kuumuus ei vahingoita köyttä. Kuvasta 19 nähdään lappeen yli -kiinnittäytymismalli



Kuva 19. Vaihtoehtoinen kiinnittäytymismalli. Kuvasta tulee huomioida, että siihen ei ole piirretty varmistusköyttä (Petzl).

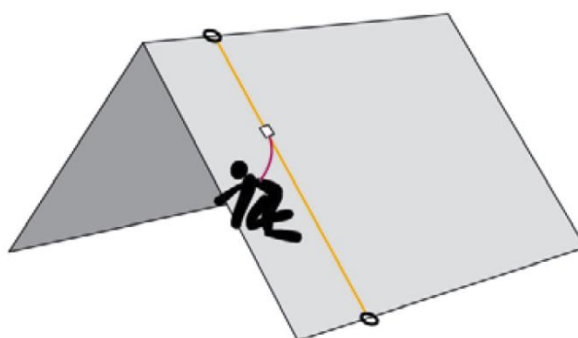
Kuvasta 20 nähdään, että mallia käytettäessä tulee huomioida tekniikan työturvallisuuden liittyvä riski: työskentelyalue tulee rajata riittävän kauas katon lappeen reunoilta, koska reuna-alueella on putoamisriski.



Kuva 20. Huomioitava putoamisvaarallinen alue (Petzl).

## Katon lappeen laidalla työskentely

Katon lappeen laidalla työskentely aiheuttaa työturvallisuusriskin, kun käytetään ainoastaan katon harjan läheisyydessä olevia kiinnityspisteitä. Normaali kiinnittäytymismalli suojaa ainoastaan alaspäin, mutta ei sivulle päin tapahtuvaa tippumista vastaan. Tähän ongelmaan ratkaisuksi ehdotan Petzl-yrityksen esittämää toimintamallia. Mallissa lappeen sivulle päin tippuminen ehkäistään kiristämällä pystysuora köysi tai vaijeri, josta lähtee pituudensäätölaite työskentelijälle. Pituudensäätölaitteen köyteen tehdään solmu turvallisen työskentelypituuden rajalle, jolloin putoamisen riski pienenee. Oikein käytettynä järjestelmä estää putoamisen, mutta väärin käytettynä se ei välttämättä kestä putoamisen aiheuttamaa räsitusta. Jyrkällä katolla tulee lisäksi olla suoraan ylhäältä päin tuleva työskentelyköysi tukevan työskentelypisteen järjestämiseksi ja kattotyöskentelijän turvaksi. Kuvasta 21 nähdään periaatekuva tekniikasta.



Kuva 21. Tekniikka lappeen laidassa työskentelyyn. Tulee huomioida, että kuvasta puuttuu työköysi. (Petzl.)

## 5.4 Vaihtoehtoiset ja täydentävät muut tekniikat sekä kalusto katto-operaatioissa

### Korkeapainesammutinleikkurin käyttö

Kokemusteni mukaan korkeapainesammutinleikkuri on osoittautunut toimivaksi työkaluiksi varsinkin perinteisesti hankalien kuten yläpohjan ontelon palojen sammutuksessa. Toiminta-ajatus on lähes samanlainen kuin pistosuihkuputkissa, mutta sammutinleikkureilla pystyy lisäksi porautumaan myös kovista aineista, kuten kivistä, läpi. Sammutinleikkureissa on myös huomattavasti korkeampi käyttöpaine kuin pistosuihkuputkissa, joten vesivahingot jäävät pienemmiksi verrattuna pistosuihkuputkien aiheuttamiin va-



hinkoihin. Vesisumun kantama sammutusleikkurissa on myös huomattavasti pidempi kuin pistosuihkuputkessa. Sammutinleikkurit ovat kuitenkin kalliita järjestelmiä, joten niitä ei ole mahdollista sijoittaa jokaiseen sammutusautoon toisin kuin pistosuihkuputkia. Tulee myös huomioida, että pistosuihkuputkissa ei ole kuin yksi liikkuva osa ja ne eivät tarvitse sähköä, joten pistosuihkuputket ovat toimintavarmempia ja helppokäyttöisempiä.

Kuvasta 22 nähdään esimerkki sammutinleikkurin käytöstä (hälytysseleste 1700597583) 8.12.2017 rakennuspalotehtävällä (Pronto). Noin 1000-neliöisen rakennuksen ulkopuolella ollut vene oli sytytetty palamaan. Tulipalo levisi rakennuksen yhteen huoneistoon sekä yläpohjan onteloon. Rakennuksessa oli matala ja avoin yläpohjan ontelo, jossa tulipalo pääsi leviämään nopeasti. Pelastuslaitoksen päästyä kohteeseen vesikatto oli juuri palamassa puhki. Palo ei käytännössä levinnyt enää ontelossa sen jälkeen, kun sammutinleikkurin käyttö aloitettiin ensitoimenpiteiden yhteydessä. Taktisena asiana on huomioitava, että kun tulipalon leviäminen on saatu katkaistua (palo rajattu -viiva), täytyy aloittaa aggressiiviset toimenpiteet varsinaisen palon sammuttamiseksi, koska sammutinleikkurin vesivirta (noin 60 litraa minuutissa) ja vesisuihkun pituus eivät riitä avopalon sammuttamiseksi.



Kuva 22. RKY 303:n Cobra-sammutinleikkuri käytössä rakennuspalossa 8.12.2017.

## Sammutusheitteen käyttö

Sammutusheitteiden nopealla ja taktisesti oikealla käytöllä on mahdollista sammuttaa tai ainakin rajoittaa yläpohjan onteloiden ja ullakoiden tulipaloja. Näin kattotyöskentelyn tarve saattaa jopa kokonaan poistua tai sen toteuttaminen muuttuu ainakin turvallisemmaksi. Sammutusheite on myös erinomainen apuväline, koska se ei aiheuta kohderakennukselle lisävahinkoja, joita esimerkiksi sammutusvesi tekee.

Kuvan 24 esimerkkitapauksessa 1976 valmistuneen omakotitalon olohuoneessa syttyi tulipalo 9.1.2017 (hälytysseleste 1700014602), joka levisi yläpohjan ontelotilaan (Pronto). Kohteen ensimmäisenä tavoittanut pelastusyksikkö RKY 101 (1+3) aloitti sammutushyökkäyksen savusukellusparin voimin sisätiloihin. Samanaikaisesti paloiesimies sekä yksikön kuljettaja tekivät jatkotikasselvityksen ja paloiesimies heitti sammutusheitteen yläpohjan onteloon päätykolmion luukusta. Sammutusheite rajoitti yläpohjan ontelon tulipaloa merkittävästi, mitä myös kuvan 24 alaosassa näkyvä ulos purkautuva savu osittain indikoi. Tämän jälkeen seuraava kohteeseen tullut pelastusryhmä pystyi hallitusti ja turvallisesti viimeistelemään sammutuksen perinteisin kattotyöskentelymenetelmin. Huomioitavaa on, että heikkorakenteisen tarkastusluukun avauksen yhteydessä luukun kiinnikkeet hajosivat. Vaikka sammutusheitteen teho riitti sammuttamaan palon, olisi sen teho ollut vielä parempi, jos luukun olisi saanut suljettua ja tila olisi jäänyt rajatuksi.



Kuva 23. Esimerkkikuva sammutusheitteestä.



Kuva 24. Sammutusheitteen käyttö yläpohjan ontelon sammutuksessa rakennuspalossa 9.1.2017.

#### Ullakkopalon jäähdytys pistosuihkuputkella ilman kattotyöskentelyä

Pienien miehistöressurssien takia monessa kaupungissa ja kunnassa ei ole välttämättä mahdollista aloittaa ensi-iskun yhteydessä katto-operaatiota, jos rakennuspallo on levinnyt myös rakennuksen ullakolle. Katolta käsin ullakkopalon sammutus vaatii vähintään 1+3-vahvuisen pelastusryhmän sidottuna tähän tehtävään, jotta toiminta olisi tehokasta ja ennen kaikkea turvallista.

Myös pienempien sopimuspalokuntien henkilöstön savusukellus- ja kattotyöskentelykelpoisuuksissa saattaa myös olla vajaavaiuuksia. Tällaisen palokunnan kattotyöskentelykalustossa saattaa myös olla puutteita.

Edullinen, tehokas, turvallinen sekä vähän henkilöresursseja vaativa ullakon tai yläpohjan ontelon paloa hidastava toimenpide on porata rakennuksen päätykolmioon tai muuhun soveltuvaan paikkaan poralla 21 mm reikä ja työntää pistosuihkuputki sisään ullako- tai ontelotilaan. Toimenpide ei vaadi kuin selvityksen pistosuihkuputkelle ja tarvittaessa tikasselvityksen. Jos ullakkopalo on aikaisessa vaiheessa, ei välttämättä ole tarvetta edes paineilmalaitteiden käytölle. Tämä on hyvä asia, jos esimerkiksi pelastusryhmällä ei ole paineilmalaitteita käytössä.

Menetelmää testattiin lämpimässä savusukellusharjoituksessa talonpoltossa 5.5.2012. 1+3-vahvuinen pelastusryhmä suoriutui ullakon jäädytystehtävästä jatkotikkaita käyttäen selvityksineen 4 minuutissa.

Tätä toimintamallia tukee myös Jarkko Tiihosen ja Juha Ronkaisen omissa töissään toteamat asiat:

- ”...päätykolmioiden hyödyntämistä tulee lisätä savunpoistossa ja jäädytyksessä...” (Tiihonen 2011, 37).
- ... mielestäni olisi syytä selvittää, miten ontelotilan sammutus voidaan tehdä kattorakenteiden päälle menemättä... (Ronkainen 2009, 47).

Toimintamallia voi käyttää harvaan asutulla alueella maanpäällisissä rajatuntilanpaloissa, jos ensi-iskuissa ei ole riittävästi pelastussukelluskelpoisia henkilöitä mukana. Tekniikassa porataan rakennuksen seinään, oveen tai ikkunankarmiin 21 mm halkaisijaltaan oleva reikä, josta lyödään pistosuihkuputki sisään ja aloitetaan palokaasujen jäädytys. Palotilaan ei virtaa niin paljon paloa kiihdyttävää happea, kuin jos palokunta aloittaa sammutuksen ikkunasta tai avatusta ovesta.

Sammutuksessa vesivahinkojen minimoimiseksi tulisi huomioida luvussa 4 pistosuihkuputkien jäädytystehosta tekemäni johtopäätökset savun värin ja lämpötilan havainnoimisesta sekä veden käytön jaksottamisesta. Havainnointi on helpompaa ullakkopalon sammutuksessa, mutta onnistuu myös huoneistotilan sammutuksessa. Jos pistosuihkuputkia sijoitetaan ensimmäistä kerrosta korkeammalla, niiden veden virtausta säädetään aina maatasolla olevasta jakoliittimestä, ei pistosuihkuputkien omasta venttiilistä. Tämä

toimintamalli helpottaa huomattavasti veden virtauksen hallintaa sekä edistää työturvallisuutta.

Toimintamallissa tarvittava kalusto:

- akkuporakone
- 21,0 \* 400 mm poranterä
- hyökkäävä pistosuihkuputki
- perusselvitys pelastusyksiköltä.

Kuvasta 25 nähdään porauksessa tarvittava kalusto. Tehokkaaseen akkuporakoneeseen on yhdistetty riittävän pitkä ja halkaisijaltaan sopiva poranterä.



Kuva 25. Akkuporakone, jossa 21,0 \* 400 mm poranterä.

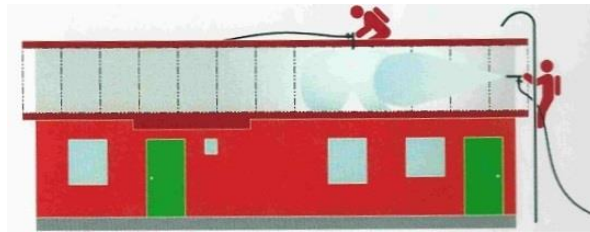
Kuvista 26 ja 27 nähdään esimerkki ullakkopalon sammutustekniikasta ilman kattotyöskentelyä. Poraustekniikka on turvallisempi kuin reiän tekeminen moottorisahalla: poraessa työskentelyasento on tukevampi ja ergonomisempi. Kuvasta 28 nähdään, että tekniikkaa voi käyttää ullakkopalon lisäksi myös yläpohjan ontelon palossa.



Kuva 26. Ullakkopalon jäähdytys pistosuihkuputkella rakennuksen päätykolmiosta (Mikko Halli).



Kuva 27. Ullakkopalon jäähdytys pistosuihkuputkella rakennuksen päätykolmiosta (Mikko Halli).



Kuva 28. Ontelopalon sammuttaminen pistosuihkuputkilla (Hannu Klemetti).

#### Kattotyöskentelypaloletkun käyttö

Palavan pientalon katolla työskennellessä komposiittirakenteiset kattotyöskentelypaloletkut sopivat sammutustoimintaan normaaleja paloletkuja paremmin. Komposiittirakenteiset paloletkut kestävät kuumia kattorakenteita normaaleja paloletkuja paremmin (Veljekset Kulmala). Kattotyöskentelypaloletkujen sopiva mitta on noin 7 - 10 metriä, jotta niiden käyttö haastavissa olosuhteissa on mahdollisimman helppoa. Kattotyöskentelypaloletkut kannattaa erotella toisistaan erivärisillä paineliittimillä, minkä jälkeen haastavissa työskentelyolosuhteissa letkujen yksilöinti ja veden säännöstely helpottuu huomattavasti. Kuvasta 29 nähdään esimerkki palosuojatusta kattotyöskentelypaloletkusta.



Kuva 29. Komposiittirakenteinen liittimistä värikoodattu kattotyöskentelypaloletku.

## 6 RPAS:n HYÖDYNTÄMINEN KATTOTYÖSKENTELYTEHTÄVILLÄ

### 6.1 Kauko-ohjattu ilma-alukset pelastustoimessa

Tilannekuvan muodostaminen ja tilannetietoisuus on olennainen osa tehokasta ja turvallista katto-operaatiota. Maatasolta käsin tilannekuva saattaa olla ainoastaan katolta toimitettujen raporttien varassa, ja tästä syystä kattotyöskentelijöiden työturvallisuudesta huolehtiminen on haastavaa. RPAS-laitteita on alettu hyödyntää kiivastuvaan tahtiin pelastustoiminnan eri osa-alueilla (PEAM). Järjestelmää on mahdollista hyödyntää myös kattotyöskentelyoperaatioissa. Tarkoituksena tässä työssä on karkeasti arvioida, voiko lämpökamerallinen miehittämätön ilma-alus parantaa kattotyöskentelyn tehoa ja sitä tekevien työskentelijöiden turvallisuutta.

RPAS on lyhennys englanninkielisestä termistä Remotely Piloted Aircraft System. Suomennettuna se tarkoittaa kauko-ohjatun ilma-aluksen käytön kokonaisjärjestelmää. Siihen kuuluvat kauko-ohjattu ilma-alus, sen kauko-ohjauspaikka, tarvittavat ohjaus- ja seurantayhteydet sekä muut erikseen määräytyt kauko-ohjatun ilma-aluksen käytön edellyttämät järjestelmän osat. (Kauko-ohjatun ilma-aluksen ja lennokin lennättäminen 2016, 1.)

Laitinen ja Pudas tekivät kyselytutkimuksen (2018, 41-48.) RPAS-laitteisiin liittyen ja yksi osa-alue kyselyssä oli laitteen hyödyntäminen rakennuspalotehtävällä. Kyselyyn oli liitetty kuvat kahden erikokoisen rakennuksen tulipalosta RPAS:n välittämänä sekä normaalilla kuvalla että lämpökameraa hyödyntäen. Tutkimuksessa vastaajat pitivät RPAS-laitetta hyvänä apuna johtamista ajatellen, mutta vastausten perustella lämpökamera ei tuonut lisäarvoa tai jopa huononsi kykyä tilanteen hahmottamiseen. Johtamista helpottavina asioina kattotyöskentelyn osalta mainittiin savunpoistoaukkojen paikantaminen, katolle pääsyn mahdollisuudet sekä palon leviämisen havainnointi. Kyselyn vastausten mukaan erityinen hyöty korostuu suurissa rakennuksissa. Myös työturvallisuuden parantuminen oli huomioitu.

Kattotyöskentelyyn liittyen kyselyn tutkimusasetelma ei ollut optimaalinen, koska toisessa skenaariossa tuli ei ollut levinnyt kattorakenteisiin ja toisessa skenaariossa rakennuksessa ei ollut edes ullakkoa tai yläpohjan onteloita. Jos tutkimukseen olisi kuvailtu

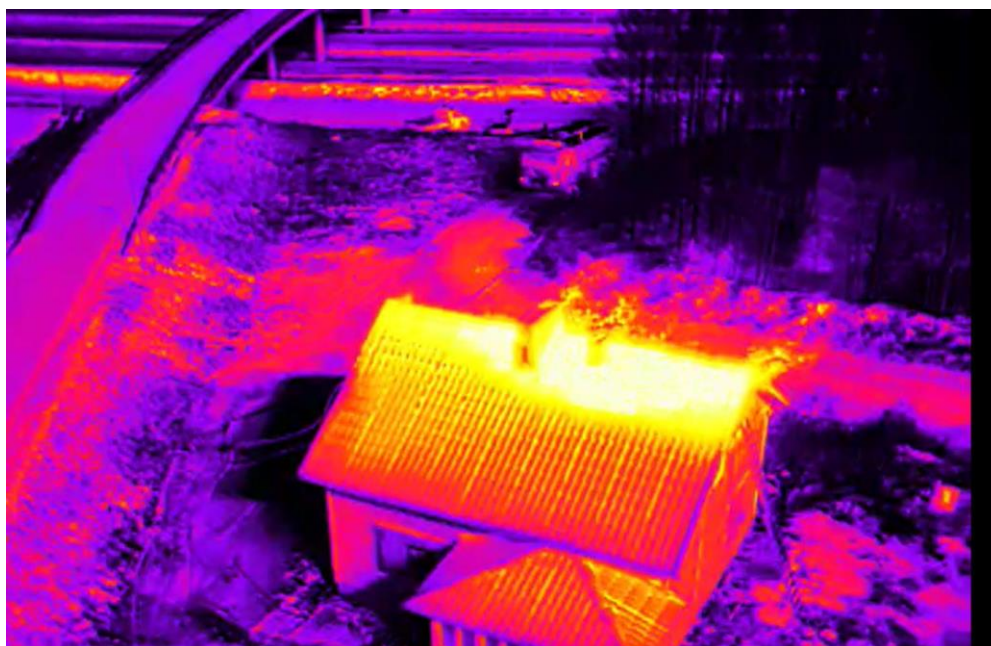
skenaario ullakon tai yläpohjan tulipalona, uskoakseni vastaukset olisivat olleet kovin erilaiset.

Koska en löytänyt parempaa tutkittua tietoa RPA-järjestelmien käytöstä katto-operaatioissa, päätin toteuttaa kenttäkokeen arvioidakseni järjestelmän tuomaa visuaalista hyötyä.

## 6.2 Kenttäkoe

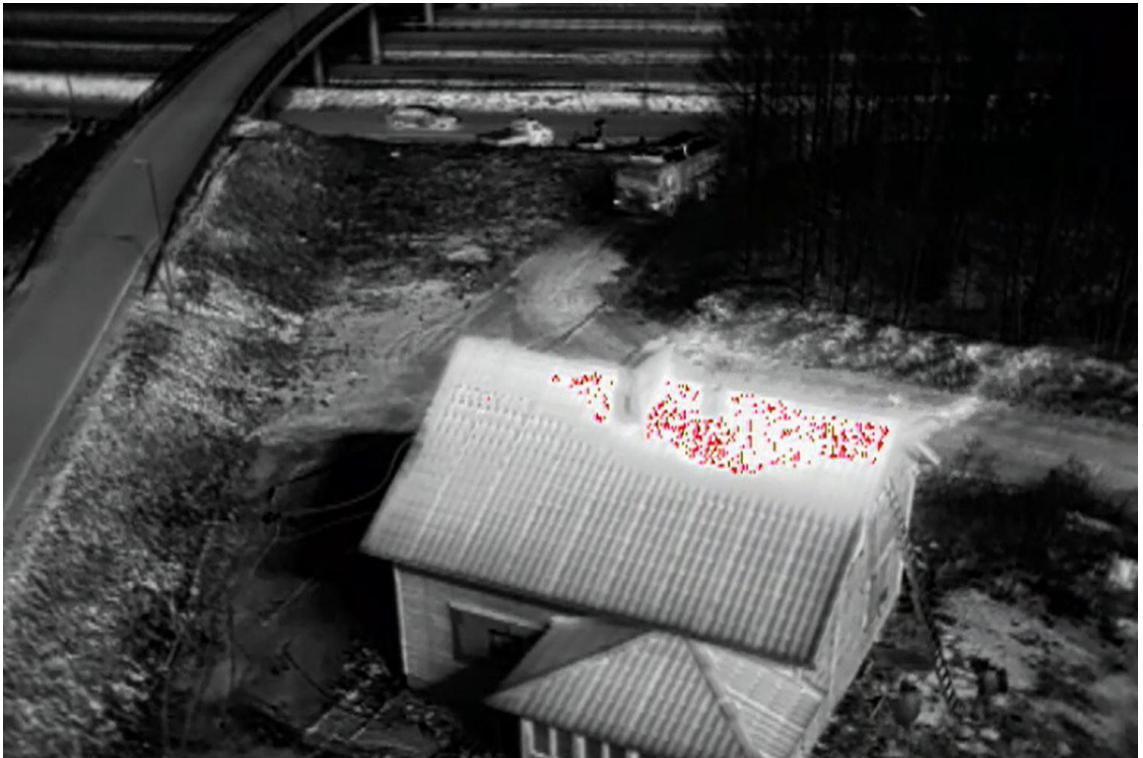
Kenttäkokeen tarkoituksena oli saada karkea käsitys RPAS:n ja siihen yhdistetyn lämpökameran tuomasta visuaalisesta hyödystä tilannekuvan luomisessa ja työturvallisuuden edistämiseksi. Tarkoituksena ei ollut kerätä muuta dataa kuin kuvankaappauksia eri suodattimia käyttäen järjestelmän näytöltä ja arvioida niiden tuomaa informaatiohyötyä.

Lämpökamerallista miehittämätöntä ilma-alusta testattiin lämpimässä savusukellusharjoituksessa Haminassa 19.5.2017. Testauskohteena oli puolitoistakerroksinen niin sanottu rintamiestalo. Testi toteutettiin savusukellusharjoituksen alussa. Ullakolle laitettut puukappaleet ja vaahtomuovipatja sytytettiin palamaan ja tilanteen kehittymistä seurattiin maan pinnan tasolta RPAS:n näyttöpäätteen kautta. Kuvissa 30, 31 ja 32 on kolme kuvankaappausta lämpökameralta taltioituna erilaisia suodattimia käyttäen. Kuvien ottohetkellä demonstraatiopalon sytytyksestä on kulunut viisi minuuttia.



Kuva 30. RPAS-laitteeseen yhdistetty lämpökamera. Suodatin 1.





Kuva 31. RPAS-laitteeseen yhdistetty lämpökamera. Suodatin 2.



Kuva 32. RPAS-laitteeseen yhdistetty lämpökamera. Suodatin 3.

Tämän kenttäkokeen perusteella RPAS, mieluiten yhdistettynä lämpökameraan, on mielestäni todella merkittävä lisä tehokkuuteen ja työturvallisuuteen kattotyöskentelytehtävillä. Kaikilla suodattimilla otetuista kuvista pystyy havainnoimaan katon kuumimmat alueet. Visuaalisesti selkeimmät kuvat ovat suodattimille 2 ja 3 otetut kuvat. Ilmasta käsin tilannekuvaa on helpohko muodostaa ja järjestelmään liitettyä lämpökameraa käyttäen on mahdollista nähdä asioita, joita ihmissilmä tai lämpökamera maatasolla ei pysty erottamaan. Kuvan tai videokuvan perusteella palon sijainti on helppo paikallistaa ja samalla tehdä riskianalyysi turvallisesta kattotyöskentelyalueesta. Uskon, että lämpökameralliset RPA-järjestelmät ovat arkipäivää rakennuspalojen kattotyöskentelytehtävillä, kunhan hankintahinnat vuosien saatossa laskevat.

## 7 VAARALLISILLE AINEILLE ALTISTUMISEN VÄHENTÄMINEN KATTOTYÖSKENTELYSSÄ

### 7.1 Altistuminen vaarallisille aineille kattotyöskentelyssä

Rakennuspalossa kattotyöskentely on usein savusukellusta vastaava tilanne, jossa joutuu tekemisiin myrkyllisten kemikaalien kanssa. Työterveyslaitos ja Pelastusopisto ovat tehneet yhteistyötä selvittäessään palokaasujen vaarallisuutta savusukeltajille. Tulokset ovat olleet hyvin huolestuttavia työntekijöiden kannalta. Palavista aineista vapautuu suuria määriä syöpävaarallisia yhdisteitä, jotka kulkeutuvat hengitysteitä ja ihon kautta elimistöön. Yllättäen suurin altistusreitti elimistöön on iho, eivät hengitystiet. Edes asianmukainen paloasu ja paineilmahengityslaite eivät välttämättä anna riittävää suojaa. Haluan omalta osaltani lisätä pelastuslaitosten työntekijöiden tietoutta palokaasualtistuksiin liittyen ja toivon, että pelastuslaitokset ottavat käyttöönsä altistuksia vähentäviä toimintamalleja. (Laitinen ym. 2012, 1 - 11.)

### 7.2 Esimerkkejä palokaasualtistusten ja palojätteiden haittojen vähentämiseksi savusukellukseen rinnastettavissa kattotyöskentelytilanteissa

Myrkyllisille aineille altistumista on mahdollista vähentää monella eri tapaa. Parhaimmat keinot altistusten vähentämiseksi ovat ihokontaktien minimoiminen suojavaatetuksen avulla sekä aktiivinen hengityksen suojaaminen sammutus- ja jälkivahinkotyöskentelyn kaikissa vaiheissa. Seuraavien ohjeiden noudattaminen mahdollistaa altistusten vähentämisen käytännön työelämässä:

- Paineilmalaitteita ja muita hengityksen suojaimia tulee käyttää aktiivisesti.
- GORE-TEX -kalvoinen paloasu antaa hiukan paremman suojan palokaasuja vastaan kuin NOMEX-kalvoinen paloasu. Tulee kuitenkin huomioida, että GORE-TEX –kalvoinen paloasu painaa enemmän kuin NOMEX-kalvoinen, joten se on työntekijää kuormittavampi.
- Palohansikkaiden alla tulee käyttää alushansikkaita. Alushansikkaat vähentävät altistumista parhaimmillaan kymmenkertaisesti.
- Ei tule työskennellä paljain käsin, jos käsien nokeentumisvaara on mahdollinen. Tällöin tulisi pitää aina vähintään työhansikkaat kädessä.

- Paloasu riisutaan välittömästi tehtävän niin salliessa.
- Likaiset suoja-asusteet laitetaan käytön jälkeen suojapusseihin ja tehtävän jälkeen asut pestään välittömästi. Suojapusseja ei viedä ajoneuvojen miehistötiloihin.
- Likaisille suojarusteille tulee olla soveltuvassa tilassa oma pesukone, jossa ei pestä muuta pyykkiä.
- Käytetty ja likainen kattotyöskentelykalusto kuljetetaan erillään puhtaista tiloista ja pestään välittömästi asemalla saavuttaessa.
- Ajoneuvoissa on mukana vaihtovarusteet.
- Tehtävän jälkeen peseydytään välittömästi
- Ainakin suuret määrät savusukellussuoritteita tekevät henkilöt tulee lisätä ASA-rekisteriin. ASA-rekisteri on syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuvien rekisteri. Esimerkiksi Pelastusopiston savusukellusopettajat kuuluvat tähän rekisteriin. Tulisi myös pohtia, olisiko järkevää ja tarkoituksenmukaista lisätä rekisteriin pelastuslaitosten kaikki savusukellustehtäviä suorittavat henkilöt. (Lammimpää, kehittämishankkeen suullinen esittely)

## 8 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli antaa itselleni sekä mahdollisille lukijoille työkaluja pelastustoiminnassa tapahtuvan kattotyöskentelyn tehokkuuden ja työturvallisuuden parantamiseksi. Koin työn antoisaksi ja opettavaiseksi. Toivon myös, että työtä hyödynnetään pelastustoimessa ja tulevissa opinnäytetöissä.

Ideat pelastustoimen kattotyöskentelyn kehittämiseksi ovat osaksi omiin kokemuksiini ja havaintoihin perustuvia. Merkittävä apu ovat luonnollisesti ollut myös saamani ammatillinen pohjakoulutus kattotyöskentelyyn sekä muiden pelastusalalla työskentelevien havainnot aihealueeseen liittyen. Teoreettista tukea työlle olen saanut muutamasta Pelastusopiston opinnäytetyöstä ja kehittämishankkeesta. Ne ovat toimineet osaltaan työni suunnan näyttäjänä. Esimerkiksi ohjaavan opettajani opinnäytetyö käsittelee osittain samaa aihealuetta kuin oma työni. Olen myös hiukan tutustunut muualla maailmassa käytössä oleviin köysien varassa tapahtuvan kattotyöskentelyn toimintamalleihin ja etsinyt sieltä suomalaisen pelastustoimen käyttöön soveltuvia malleja. Huomioideni perusteella Suomi on jo nykyisellään tasolla edistyksellinen maa pelastustoimen kattotyöskentelyn tekniikassa ja taktiikassa.

Savusukellukseen rinnastettavassa kattotyöskentelytehtävän järkevyyttä pohtiessa tulee väkisin ajatelleeksi, miksi ihmeessä työntekijöiden turvallisuus ja terveys ollaan valmiita vaarantamaan aineellisten vahinkojen pienentämisen takia. Sellaisia rakennuspalotehtäviä, joissa kattotyöskentelyllä pelastetaan jonkun henki, tulee tuskin yhtään vuodessa.

Vastaus edellisen kappaleen kysymykseen löytynee pelastustoimen kulttuurista: pelastustoimen arvoihin kuuluu ihmisten auttaminen hädässä kuin hädässä, vaikka kyseessä olisi ainoastaan vain onnettomuuden uhkaamat aineelliset vahingot. Tätä tuskin yksikään pelastustehtäviin osallistuva henkilö pystyy kieltämään. Ammatistaan ylpeä palomies kiipeää mieluummin katolle sammuttamaan palon kuin antaa rakennuksen palaa kivijalkaan. Myös pelastustoiminnan johtajan on helpompi kertoa medialle sekä kollegoilleen pelastetusta talosta kuin hiiltyneestä puukasasta. Mielestäni onnistuin työssä tämän suhteen ja löysin pelastustoimen arvot kestäviä tehokkaita menetelmiä, jotka ovat samalla työturvallisia.

Toimintamallien kehityksellä työturvallisemmiksi on myös varjopuolensa: esimerkiksi San Luis Obisossa USA:n Kaliforniassa on internetiin avattu sivusto, jossa kovin sanoin, kuvin ja videoin arvostellaan paikallisen pelastustoimen puolustavaa ja työturvallista sammutusmallia (<https://www.subburndown.com/>). Toisin sanoen yhteiskunnan odotukset eivät välttämättä kohtaa työturvallisten toimintamallien kanssa. On mielenkiintoista nähdä, laajeneeko tällainen pelastustoimen julkinen arvostelu myös Suomeen.

Valitsemani opinnäytetyön aihe on tieteellisestä tarkasteltuna sikäli haastava, että havaintojeni perusteella Suomen pelastustoimi on huomattavasti edellä pelastustoimen kattotyöskentelytaktiikassa ja -tekniikassa esimerkiksi Yhdysvaltoja. Internetissä hakusanalla ”fire department roof operations” löytyy pääsääntöisesti materiaalia, joissa otsikkona on ”ventilation operations”. Jo käsitetasolla Yhdysvalloissa kattotyöskentelyä ajatellaan vain tuuletusoperaationa, jonka ainoa tarkoitus on päästää kuumat palokaasut pois rakennuksesta. Vaikka Suomen pelastustoimella on kehittyneet kattotyöskentelyn perusmallit köysityöskentelyn ja palokaasujen esijäähdytyksen suhteen, ei se näy opinnäytetöissä: en löytänyt yhtään asiaa käsittelevää opinnäytetyötä Savonia-ammattikorkeakoulun opinnäytetyöportaalista. Ainoa selkeästi hyödynnettävä työ oli Juha Ronkaisen ullakoiden ja yläpohjan onteloiden sammuttamista koskeva opinnäytetyö vuodelta 2009. Tämä on harmi, koska olisin myös halunnut analysoida ja pohtia muiden tekemiä havaintoja ja mittauksia enemmän. Toivottavasti tämä työ innostaa opiskelijoita tekemään jatkotutkimuksia kattotyöskentelystä tulevaisuudessa.

Yllätyksekseni seitsemäs ja samalla lyhin kappale, jossa käsittelin savukaasualtistuksia, on ohjannut ajatuksieni suuntaa kaikkein eniten työhön käyttämieni vuosien aikana. Olen tullut siihen lopputulokseen, että kattotyöskentelyä palavan rakennuksen katolla myrkyllisessä savupilvessä tulisi viimeiseen asti välttää ja tulisi pyrkiä käyttämään vaihtoehtoisia toimintamalleja riippumatta mahdollisesta pelastustoimen ulkopuolelta tulevasta paineesta. Näissä malleissa toimitaan poissa savupilven sisältä ja ei oleskella heikentyneiden kattorakenteiden päällä.

Ullakoiden ja yläpohjan onteloiden tulipaloissa ensisijaisesti kannatan sellaisia tekniikoita, joissa pelastushenkilöstön ei tarvitse nousta katon lappeen päälle. Jos rakennuspalotilanteessa kattotyöskentelyyn kuitenkin päädytään elämän tai suurten omaisuusarvojen pelastamiseksi, on ensiarvoisen tärkeätä tuntea kattotyöskentelyä koskevat lait,

yleisilmiöt, palofysiikkaa, työskentelytekniikat, rakennustekniikka sekä käytettävissä oleva kalusto. Vaikka kattotyöskentelystä helposti pidättäytyttäisiinkin rakennuspaloissa, tämä ei poista sitä tosiasiaa, että pelastustoimen kenttäväen tulee edelleen hallita kattotyöskentely hyvin. Hyvänä esimerkkinä ovat kattotyöskentelytehtävät, jotka liittyvät myrskytuhojen jälkivahinkojen torjuntaan.

## LÄHTEET

Euroopan unioni 2016. *Henkilönsuojainasetus (EU) 2016/425*. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi.

Kymenlaakson pelastuslaitos. *Koulutussuunnitelma 2019*.

Laitinen, J., Huttu, I. ja Mäkelä, M. 2012. *Savusukeltajien altistuminen palotalo- ja konttiharjoituksissa käytettäessä erilaisia polttomateriaaleja*. Tutkimusraportti.

Laitine, S., Pudas, E. 2018. *RPAS-laitteiden käyttömahdollisuudet pelastustoiminnassa*. Opinnäytetyö. Pelastusopisto. Kuopio.

Lammimpää, J. Kehittämishankkeen suullinen esittely 27.9.2012. Pelastusopisto. Kuopio.

Liikenteen turvallisuusvirasto 2016. *Kauko-ohjatun ilma-aluksen ja lennokin lennättäminen*. Määräys OPS M1-32.

Paroc 2019. *Palosuojausopas 1/teräs. Kantavat teräspalkit ja -pilarit, profiilikatot ja väliseinät*. www-dokumentti. <https://www.paroc.fi/-/media/files/brochures/finland/paroc-fire-protection-guide-1-steel-fi.ashx>. 12.10.2019.

Parviainen, J. 2009. *Korkealla työskentely*. A-sarja: Oppimateriaalit. Pelastusopisto. Kuopio.

Pelastuslaki (29.4.2011/379)

Pelastusopisto 2019. *Pelastajakurssien 102-105 opetussuunnitelma*. www-dokumentti. [https://www.pelastusopisto.fi/wp-content/uploads/Pelastaja-OPS102-105\\_final\\_2.pdf](https://www.pelastusopisto.fi/wp-content/uploads/Pelastaja-OPS102-105_final_2.pdf). 12.10.2019

Petzl 2012. Tuotekuvasto.



Pistosuihkuputket 2012. www-dokumentti. <http://www.waterfog.se/> . 28.9.2012.

Pronto 2019. Pelastustoimen onnettomuus- ja resurssitilasto.

Ronkainen, J. 2009. *Erilaiset sammutustekniikat ja sammutustekniikan opetus yläpohjan ontelon tulipaloissa*. Opinnäytetyö. Pelastusopisto. Kuopio.

Ronkainen, J. 2019. Puhelinkeskustelu 10.10.2019.

Savola, R. 2010. *Savutuuletus pelastustyössä*. A-sarja: Oppimateriaalit. Pelastusopisto. Kuopio.

Sisäasiainministeriö 2005. *Korkealla työskentely pelastustoimessa A:72*. Sarja A. Pelastusosaston julkaisuja.

Sisäasiainministeriö 2007. *Pelastussukellusohje*. Sisäasiainministeriön julkaisuja 48/2007.

Suomen palomiesliitto 2019. *Verkkolehti PEAM*. www-dokumentti. <https://ammattilainen.fi/drone-innostus-nousee-pelastuslaitoksissa/>.

Taina, A. 2012. *Tyypillisimpien sammutustekniikoiden aiheuttamat vahingot omakoti- ja kerrostalopaloissa*. Opinnäytetyö. Pelastusopisto. Kuopio.

The Sub Burndown 2019. www-dokumentti. <https://www.subburndown.com/>. 27.9.2019.

Tiihonen, J. 2011. *Korkealla työskentely pelastustoimessa ohjeen noudattaminen pelastuslaitoksilla*. Opinnäytetyö. Pelastusopisto. Kuopio.

Työterveyslaitos 2019. www-dokumentti. <https://www.ttl.fi/tyoymparisto/henkilonsuojaimet/>. 19.11.2019.

Työturvallisuuskeskus 2012. www-dokumentti.

[http://www.ttk.fi/toimialat/lasikeraaminen\\_teollisuus/lasinkirkas\\_totuus\\_turvallisuudesta/henkilösuojausten\\_valinta/](http://www.ttk.fi/toimialat/lasikeraaminen_teollisuus/lasinkirkas_totuus_turvallisuudesta/henkilösuojausten_valinta/). 28.9.2012.

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738.

Valtioneuvosto 1992 . *Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä (4.12.1992/1257)*.

Veljekset Kulmala 2019. Komposiittirakenteinen paloletku. www-dokumentti.

[https://www.veljeksetkulmala.fi/tuotteet/herkules\\_oljynkestava\\_paloletku/](https://www.veljeksetkulmala.fi/tuotteet/herkules_oljynkestava_paloletku/). 19.10.2019.

Yleisradio 2010. www-dokumentti. <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2010/05/17/sisukas-paluu-palomieheksi>. 12.10.2019

Ympäristöministeriö. *EI SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011. Ympäristöministeriön asetus 6.4.2011.*