



**PELASTUSOPISTO**

## ALIPÄÄLYSTÖN KOULUTUSOHJELMA

ALIPÄÄLLYSTÖKURSSI 44

LÄMPÖKAMERAN KÄYTTÖ PELASTUSTOIMESSA

Pasi Jokinen

<b>PELASTUSOPISTO</b>		
Koulutusohjelma		
Alipäälyllystön koulutusohjelma		
Tekijä		
Pasi Jokinen		
Työn nimi		
Lämpökameran käyttö pelastustoimessa		
Työn laji	Päiväys	Sivumäärä
Kehittämishanke	1.9.2019	23
Työn valvoja	Yrityksen yhdyshenkilö	
opettaja Teemu Pietilä	Palopäällikkö Pasi Paloluoma	
Yritys		
Varsinais-Suomen aluepelastuslaitos		
Tiivistelmä		
<p>Kehittämishanke tarkasteli lämpökameran ominaisuuksien hyödyntämistä pelastustoimen savusukellustehtävissä. Kehittämishankkeessa selvitettiin myös lämpökameran käyttömahdollisuuksia savusukellustoiminnassa. Työssä tarkateltiin lämpökameran kehittyneitä ominaisuuksia ja niiden käyttömahdollisuuksia, joita kameroiden pienentynyt koko ja nykyaikainen langaton tiedonsiirto yhdistettynä drone-laitteisiin mahdollistaa.</p>		
Avainsanat		
lämpökamera, savusukellus, lämpösäteily, infrapuna		
Luottamuksellisuus		
julkinen		

## ALKUSANAT

Haluan kiittää kehittämishankkeeni valmistumisesta Varsinais-Suomen aluepelastuslaitoksen palopäällikkö Pasi Paloluomaa sekä ohjaavaa opettaajani Teemu Pietilää Pelastusopistolta. Tahdon kiittää myös Technosafe Oy:tä, Mari Salmea, Suomen 3M Oy:tä sekä Mika Linnaa lämpökameroiden luovuttamisesta käyttööni hanketta varten. Haluan erityisesti kiittää vaimoani, Petra Jokista, alipäällystökurssilla opiskelun mahdollistamisesta. Kiitoksen ansaitsevat myös kurssitoverini Juho Tiirikainen ja Jani Ruonala korvaamattomasta avusta tämän hengentuotoksen valmistumisesta.

Liedossa 17.11.2019

Pasi Jokinen

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	YLEISTÄ LÄMPÖKAMERASTA	7
3	LÄMPÖSÄTEILY	8
3.1	Yleistä lämpösäteilystä	8
3.2	Lämpösäteilyn havaitseminen	9
4	LÄMPÖKAMERA	10
5	LÄMPÖKAMERAN KÄYTTÖ PELASTUSTOIMESSA	12
5.1	Sammutuspari sukeltaa, yksi lämpökamera käytössä	12
5.2	Lämpökameran käytön rajoitukset	13
5.3	Sammutuspari ja esimies sukeltaa, kamera kakkosella ja esimiehellä	14
5.4	Lämpökameran tallenteen hyödyntäminen tehtävän jälkeisessä palautteessa ja tutkinnassa	15
5.5	Savusukellusosaamisen kehittäminen	16
6	LÄMPÖKAMERAN MUITA KÄYTTÖKOhteITA PELASTUSTOIMESSA	18
7	TULEVAISUUS	21
8	POHDINTA	22
	LÄHTEET	24

## 1 JOHDANTO

Kehityshankkeeni aiheeksi valikoitui lämpökamera oman mielenkiintoni johdosta laitetta kohtaan. Olen työskennellyt alalla kaksikymmentä vuotta, mutta en ole koskaan henkilökohtaisesti käyttänyt tehtävällä lämpökameraa. Varsinais-Suomen pelastuslaitoksella en ole saanut koulutusta lämpökameran käyttöön. Siirtyessäni takapenkiltä etupenkille, jossa tämä mystinen laite sijaitsee, ajattelin olevan korkea aika ottaa selvää, millainen laite lämpökamera on.

Lämpökameran käytöstä on kirjoitettu kehittämishankkeita jo aikaisemminkin. Kehityksen laukatessa eteenpäin hurjaa vauhtia ovat aikaisemmin kirjoitetut kehittämishankkeet jo käyneet vanhaksi. Lämpökameran käyttämisestä puhtaasti savusukellustehtävillä ei ole juurikaan olemassa kirjoitettua tietoa. Lämpökameran lisääntyneet käyttökohteet yhdessä lämpökameran kehittyneiden ominaisuuksien kanssa luovat tarpeen tarkastella lämpökameran käytön mahdollisuuksia savusukelluksen yhteydessä.

Varsinais-Suomen pelastuslaitoksessa on ilmennyt ongelmaksi lämpökameran koulutukselliset puutteet, jotka ovat avainasemassa lämpökameran taktisen käytön hyödyntämisessä hälytystehtävillä. Lämpökameran käytettävyyttä lisäntyy paremman koulutuksen ja perehdytyksen seurauksena Varsinais-Suomen pelastuslaitoksella.

## 2 LÄMPÖKAMERA

Lämpökamera on lämpösäteilyn vastaanotin ja videokamera, joka muodostaa kuvan kameran näytölle kappaleen lähettämän lämpösäteilyn perusteella (Kuva 1). Lämpökamera ei tarvitse näkyvää valoa toimiakseen toisin kuin pimeänäkölaite tai toiselta nimeltään valonvahvistinlaite. Käytännössä kaikki kappaleet lähettävät, heijastavat tai sitovat lämpöä.

Täydellisen musta kappale absorboi kaiken lämpösäteilyn, se ei näin ollen emittoi ympäristöönsä lämpösäteilyä. Absoluuttisessa nolllapisteessä atomien liike pysähtyy ja lämpösäteilyä ei synny.



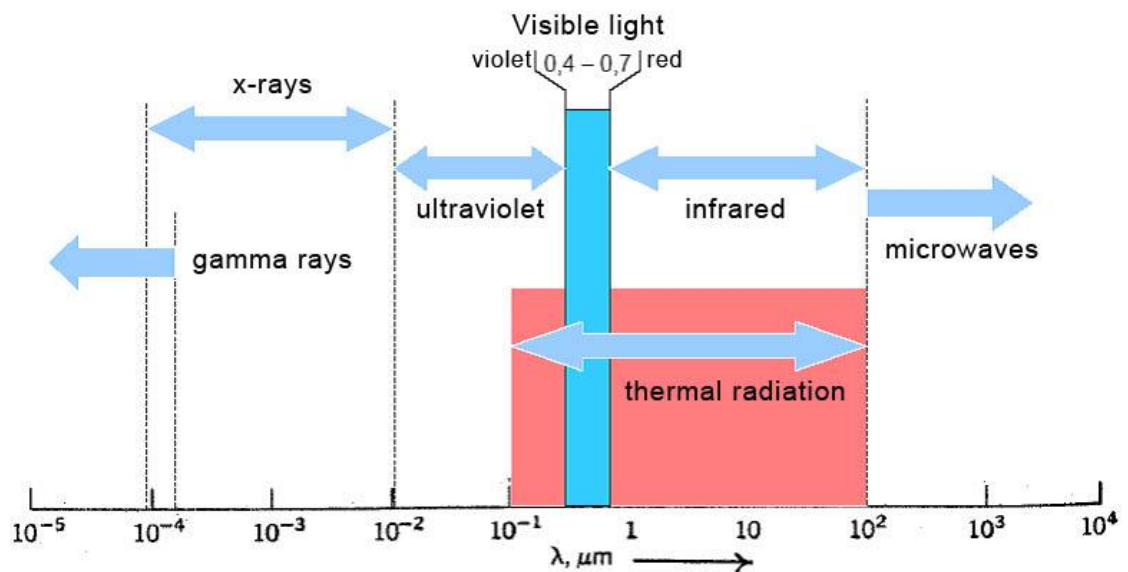
Kuva 1 Lämpökamera (Teknosafe)

### 3 LÄMPÖSÄTEILY

#### 3.1 Yleistä lämpösäteilyästä

Lämpösäteily on kaikkien kappaleiden ympäristöönsä lähettämää valon nopeudella etenevää sähkömagneettista säteilyä (kuva 2), jonka lämpötila on absoluuttista nollapistettä korkeampi. Lämpösäteily syntyy kuumien kappaleiden atomien tai molekyylien siirtyessä virittyneestä energiatilasta alemmaan, tällöin ne lähettävät säteilyä, jonka aallonpituus vastaa virittyneen ja alemman tilan välistä energiaeroa. (Docplayer.fi)

Nimi lämpösäteily tulee siitä, että ihminen aistii osan tästä säteilystä iholla lämpönä. Lämpösäteilyä kutsutaan usein myös infrapunasäteilyksi, koska kappaleet säteilevät infrapuna-alueella sitä voimakkaammin, mitä lämpimämpiä ne ovat. (Docplayer.fi)



Kuva 2 Lämpösäteilyn aallonpituusalue (Infrabiotech)

### 3.2 Lämpösäteilyn havaitseminen

Huoneenlämpötilassa olevien kappaleiden lämpösäteily on näkymätöntä infrapunasäteilyä, mutta yli 500c° lämpötilassa osa siitä on näkyvää valoa ja vielä korkeammassa lämpötilassa jopa ultraviolettisäteilyä. Esimerkiksi hehkulamppujen ja tulenliekkien lähettämästä lämpösäteilystä merkittävä osa on näkyvää valoa. Sen sijaan infrapunasäteily on näkymätöntä, mutta se voidaan havaita infrapunakameralla. (Wikipedia.)

Lämpösäteily on konvektion ja johtumisen ohella lämmön kolmas siirtymistapa. Esimerkiksi lähellä suurta nuotiota oleva henkilö tuntee tulen liekeistä lähtevän säteilyn lämmittävän vaikutuksen, vaikka ympäröivä ilma olisi hyvinkin kylmää. (Wikipedia.)

Auringon valo on Auringon kuumen plasman lähettämää lämpösäteilyä (Wikipedia.)

Lämpösäteily etenee suoraviivaisesti ja voi joko absorboitua eli sitoutua tai heijastua pinoista ja läpäistä joitakin aineita. Tällaisista hyvänä esimerkkinä on vesi, joka vaimentaa voimakkaasti lämpösäteilyä, muutaman millimetrin vesikerros absorboi käytännössä kaiken lämpösäteilyn. (Hakolahti 2011, 21.)

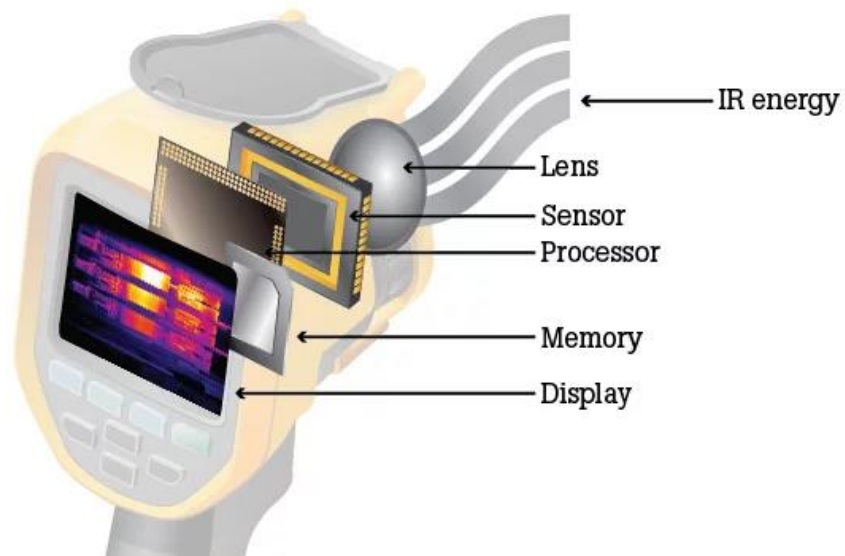


#### 4 LÄMPÖKAMERA

Lämpökameran historian juuret alkavat vuodesta 1840, kun englantilainen matemaatikko John Herschel kehitti ensimmäisenä maailmassa infrapunakuvan haihduttamalla alkoholia hiilipäällysteiseltä pinnalta. AGA infrared AB, nykyään FLIR, aloitti lämpökameroiden sarjavalmistuksen vuonna 1958 ja toi lämpökamerat myös siviilien markkinoille. (Taponen 2014, 12.)

Lämpökamera vastaanottaa infrapunasäteilyä, mittaa säteilyn voimakkuuden ja muuttaa sen lämpötilajakauman mukaiseksi kuvaksi. Lämpökameroita on kahdenlaisia, mittaavia ja ei-mittaavia. Ei-mittaavia lämpökameroita käytetään suurimmaksi osaksi etsintä- ja valvontatehtävissä, joissa ei tarvita tarkkaa lämpötilaa kohteesta. Mittaavia lämpökameroita käytetään esimerkiksi teollisuudessa, joissa taas tarvitaan tarkka lämpötila kohteesta. Lämpökamera ei tarvitse valoa toimiakseen, vaan sen toiminta perustuu kohteen infrapuna-alueella emittoiman säteilyn mittaamiseen. Lämpökamerat toimivat 8 - 14  $\mu\text{m}$ :n aallonpituusalueella. Lämpökameroilla pystytään mittaamaan parhailaan  $-40^{\circ}\text{C}$ :sta aina  $+1500^{\circ}\text{C}$ :seen. Tallennus lämpökameroissa tapahtuu suoraan tietokoneelle, kameran sisäiseen muistiin tai muistikortille. (Taponen 2014, 13.)

Normaalisti lasi ei läpäise tai taita lämpösäteilyä, siksi optiikkamateriaalina käytetään usein hiilipinnoitettua germaniumia. Lämpökamerassa erottelukyvyllä tarkoitetaan pienintä lämpötilaeroa, jonka se pystyy erottamaan. Nykyään pystytään erottamaan jopa  $0,02^{\circ}\text{C}$ :n lämpötilaerot. (Taponen 2014, 13.)



Kuva 3 Lämpökameran toimintaperiaate ja rakenne (Fluke)

Lämpökameran toiminta alkaa, kun optiikka ja keilain ohjaavat lämpösäteilyn kameran ilmaisimelle. Kun ilmaisim on vastaanottanut säteilyn, se välittää säteilyn tiedot sähköisenä eteenpäin. Ilmaisinelektronikka vahvistaa sähköistä signaalia, minkä jälkeen signaali muutetaan digitaaliseen muotoon. Viimeisenä tapahtuu kuvankäsittely ja kuvan muodostaminen (kuva 3). (Taponen 2014, 14.)

## 5 LÄMPÖKAMERAN KÄYTTÖ PELASTUSTOIMESSA

Lämpökameran käytöstä saatava hyöty operatiivisissa tehtävissä eroaa kohteen koon ja muodon asettamien haasteiden mukaisesti. Kohteen koko itsessään asettaa vaatimuksia pelastustoiminnan tekniseen ja taktiseen valintaan. Tekniikan valinta pientaloissa ja rivitaloissa on perusluonteeltaan hyvin samankaltainen. Siirryttäessä kerrostalo- tai teollisuuskohteeseen pelastustekninen ja -taktinen suorittaminen muuttuu oleellisesti verrattaessa sitä pienkohteisiin.

Pienkohteissa ei yleensä ole epäselvää, missä huoneistossa tulipalo on. Kerrostaloissa sen sijaan porrashuone voi olla jo alatasanteelta asti savun peittämä, jolloin palavan huoneiston löytäminen vaikeutuu jo lähtökohtaisesti kerrostalokohteissa. Käytössä on toki porrashuoneen alakerrassa sijaitseva asukastaulu, josta voi päätellä, kuinka monta huoneistoa kerroksissa sijaitsee. Palavan huoneiston haltijan ollessa ilmoittaja saadaan haastatteleamalla huoneiston tarkka sijainti, mutta useasti ilmoittaja on joku muu kuin huoneiston haltija tai omistaja. Tämänkaltaisessa tilanteessa lämpökameran käytöstä saatava hyöty toiminnan aloittamiseen on suuri, kun kohde pystytään paikallistamaan nopeammin. Oven karmin välistä tunkeutuva ympäristöään voimakkaammin lämpösäteilevä savu ja postiluukun hyvänä lämmönjohtimena toimiva metallinen rakenne toimivat hyvänä, indikaattoreina sisäpuolisesta palosta porrashuoneeseen. Palavaan huoneistoon sisälle tehtävä sammutushyökkäys ei teknisenä suorituksena eroa millään tavalla eri rakennusten huoneistotyyppien välillä, joten sukeltaminen kerros-, rivi- tai pientaloon on aina teknisesti vakioidun toimintamallin mukainen suoritus pelastustehtävässä.

### 5.1 Sammutuspari sukeltaa, yksi lämpökamera käytössä

Savuparina sukeltaessa ykkönen toimii parin johtajana ja päättää käytettävästä taktiikasta kakkosen toimiessa avustajana. Lämpökameraa hyödynnettäessä asetelma muuttuu siltä osin, että kakkonen toimii lämpökameran käyttäjänä ja näin ollen sammutusparin silminä. Tässä korostuu kakkosen kyky välittää kameran saatu informaatio ykköselle siten, että tieto on ykkösen käytettävissä. Huonetilaan tunkeuduttaessa päätettyä taktiikkaa voidaan vielä muuttaa kameran saattavan tiedon perusteella (kuva 4), oli sitten kyseessä pelastus- tai sammutustehtävä. Kameran näytöltä voidaan hahmottaa huonetilan pohjan muoto ja päättää, onko taktiikaksi valittu oikean vai vasemman käden taktiikka

sopiva huoneistosta kameran välityksellä saatavaan tietoon. Pelastustehtävän ollessa kyseessä tilojen tiedustelu nopeutuu kakkosen kyetessä havainnoimaan huonetilaa laajalaisemmin hyödyntäen lämpökamerasta saatavaa informaatiota kuin tunnustelemalla huonetilan pintoja etenemisen aikana, jolloin kokonaiskäsitystä huonetilan muodosta ei ole mahdollista muodostaa yhtä tarkasti kuin lämpökameran tuottaman visuaalisen informaation pohjalta. Kakkonen voi myös tiedustella sivutiloja pienkohteiden huoneistoissa, jos kysymyksessä on tavanomainen huoneisto, joka sijaitsee vain yhdessä tasossa ja parista eksymisen vaaraa ei ole.



Kuva 4 Palavan huoneiston paikallistaminen lämpöjälkeä hyödyntäen

## 5.2 Lämpökameran käytön rajoitukset

Kameraa käyttäessä tulee ottaa huomioon myös kameran rajoitukset, eli kameralla ei voi nähdä esineiden tai ikkunoiden läpi, myös vesihöyry tai tiheä sumu voivat absorboida kaiken lämmön ja lämpökamera ei havaitse lämpösäteilyä. Lämpökameran vastaanottama lämpösäteily heijastuu lasin pinnasta, peilipinnasta ja kiiltävästä metallipinnasta (kuva 5). Heijastuminen tarkoittaa, että lämpökamera vastaanottaa käyttäjänsä lähettämän lämpösäteilyn ja näytöllä näkyy peilikuva kameran käyttäjästä. Lämpökamera ei kykene havaitsemaan lasin takana olevaa tulipaloa tai muuta voimakasta lämmön lähdettä (kuva 6), joten edelleen kalusteiden taustat, ovet on avattava ja käytävä läpi, jotta mahdollinen uhri

löydetään. Sammutustehtävän aikana kameran näytöltä voi hakea kuumimman kohteen ja suunnistaa suoraan alkupalolle. Kameran ollessa varustettu automaattisella kuumimman paikan osoittimella kuvan tulkinta ja kuumimman kohteen tunnistaminen helpottuu vielä entisestään.



Kuva 5 Säteilyn heijastuminen



Kuva 6 Lämpökamera havaitsee lämmönlähteen

### 5.3 Sammutuspari ja esimies sukeltavat, kamera kakkosella ja esimiehellä

Sammutusparin sukeltaessa ja esimiehen sukeltaessa mukana perinteinen manuaalinen etsintätekniikka ei muutu. Paras hyöty saadaan savusukelluksen aikana, jos tekniset tehtävät on jaettu järkevästi. Hyöty esimiehestä lämpökameran kanssa parin sukellukseen saadaan, mikäli esimies sukeltaa parin takana tukien sammutusparin toimintaa. Esimies kykenee luomaan sukeltavasta tilasta paremman kokonaiskuvan, koska hänellä on mahdollisuus tarkkailla sukeltavan kohteen tilojen muotoja. Esimiehen osallistuessa savusukellukseen paras hyöty saavutetaan, kun käytössä on kaksi lämpökameraa. Kahta lämpökameraa käytettäessä savupari keskittyy sammutustehtävään ja esimies keskittyy tilojen tiedusteluun sekä uhrin etsintään. Esimiehen toimiessa sammutusparin yhteydessä jää esimiehelle mahdollisuus tarkkailla sukeltavan parin työturvallisuutta vaarantavia tekijöitä, jolloin sammutuspari kykenee keskittymään päätehtävään.

Sammutusparin johtajana toimii edelleen parin ykkönen, joka tekee päätökset teknii-  
kan valinnasta lämpökamerasta saamansa informaation perusteella. Parissa sukeltavan  
kakkosen tehtävänä on tuottaa tietoa ykköselle ja tukea ykkösen toimintaa savusukelluk-  
sen aikana. Kakkosen suorittama tukeminen käsittää kaikki savusukellustekniikkaan liit-  
tyvät toimet, jotta parin ykkönen kykenee suunnistamaan kohteen sisällä. Esimiehen su-  
keltaessa parin mukana sammutuspari kykenee suorittamaan suoraviivaisemman sammu-  
tushyökkäyksen kohti alkupalonlähdettä, jolloin olosuhteet toimia tulipalotilanteissa saa-  
daan muodostettua ihanteellisemmaksi sammuttajille. Tällä teknisellä ratkaisulla saadaan  
nopeutettua kohteen sammuttamista sekä mahdollisten uhrien löytymistä ja pelastamista.

Suurena ongelmana sukelluksen aikana on edelleen viestintä parin ja esimiehen välillä.  
Käytettäessä paineilmalaitetta ja siihen yhdistettyä kasvo-osaa perinteisestä puheviestin-  
nästä tulee haasteellista. Viestinnän tehostamiseksi on kehitetty erilaisia teknisiä väli-  
neitä, jotka voidaan helposti liittää esimerkiksi Virve-puhelimeen. Tekemäni haastattelun  
mukaan suurin osa pelastajista pitää parhaana ratkaisuna ongelmaan kypärään integroitua  
kallomikrofonia, joka ottaa puheesta aiheutuvan kallon resonaation suoraan savusukelta-  
jan kallon aiheuttamasta kaikupinnasta. Integroitu kallomikrofoni ei aiheuta ongelmia pe-  
lastajan pukeutuessa savusukelluksessa käytettävään suojavaarustukseen, koska laitteiston  
johdot kulkevat suojavaarustuksen sisällä tai vastaavasti vaarustuksen ulkopuolella. Sam-  
mutusparin ja esimiehen toimiessa samalla radiokanavalla ei tapahdu viestin kulkeutumisi-  
ssä muutoksia, vaan viestintä saadaan kohdennettua suoraan halutulle henkilölle, jol-  
loin viestin sisällön oikeellisuus ei kärsi.

#### 5.4 Lämpökameran tallenteen hyödyntäminen tehtävän jälkeisessä palautteessa ja tut- kinnassa

Tehtävän jälkeisessä palautteessa lämpökameran tallentamaa materiaalia kannattaa käyt-  
tää hyväksi. Tallenteesta voidaan tarkastella käytetyn taktiikan tuloksellisuutta, sammu-  
tusparin havainnointikykyä tehtävän aikana sekä etsinnän ja etenemisen tehokkuutta. Toi-  
minnan kriittisellä tarkastelulla pelastushenkilöstön on mahdollista kehittää omaa toimi-  
ntaansa kohdennutusti, koska videoitu materiaali paljastaa aukottomasti tehdyt virheet sekä  
onnistuneet osasuoritteet.

Uusissa lämpökameroiden malleissa on mahdollisuus hyödyntää still-kuvaominaisuutta, jolla voidaan tallentaa kuvia myöhempää käyttöä varten. Still-kuvan resoluutio on havaittujen testien perusteella huomattavasti tarkempi kuvaa muokattaessa kuin jatkuva videokuva. Jatkuva nauhoitus mahdollistaa palovainajien löytöpaikkojen tarkan sijoittamisen kohteen pohjakuvaan jälkikäteen. Palovainajien asennot on mahdollista tarkastaa jälkikäteen, koska ensimmäinen näkymä on nauhoitettu sukelluksen aikana. Vainajaa voidaan tarvittaessa siirtää ilman pelkoa tutkinnan hankaloittamisesta. Lämpökameran käytön ollessa rutiinitasolla kohteesta saadaan ensiarvoisen tärkeää tallennettua materiaalia palontutkinnan tai palonsyöntutkintaa varten. Lämpökameralle tallennetulla materiaalilla tilat ja olosuhteet ovat siinä tilassa, kuin ne ovat olleet ennen sammutustyön ja jälkirai-vauksen aloittamista. Tämä tosin vaatii sen, että kamera on tallentavaa mallia ja kameran käyttäjällä on riittävä koulutus ja kokemus, jotta hän pystyy pääasiallisen tehtävän ohella tuottamaan tilasta käyttökelpoisen kuvatallenteen.

### 5.5 Savusukellusosaamisen kehittäminen

Tavalliseen työvuoroharjoitteluun saadaan uutta mielenkiintoa yhdistämällä harjoituksiin myös lämpökameran käyttöä. Harjoituksen vetäjän on helppo seurata sammutusparin työskentelyä lämpökameran avulla, kun käytetään perinteistä tunnustelemalla etenevää etsintää. Vertaileva harjoitus saadaan, kun savupari etsii lämpökameraa hyväksikäyttäen. Savusukellusharjoittelu on järkevää aloittaa teoriapohjaisella luennolla, jossa ei käsitellä lämpökameraa. Tarkoituksena on kerrata henkilöstölle perustekniikka ja etsintä savusukelluksessa. Perinteisten teknisten ja taktisten asioiden ollessa hyvällä mallilla voidaan opetukseen lisätä myös lämpökameran käyttöä. Perinteiset tekniset ja taktiset suoritteet ovat suurelle osalle henkilöstöä tuttua toimintaa, mutta henkilöstön kehittyessä myös halu soveltaa jo opittua kasvaa.

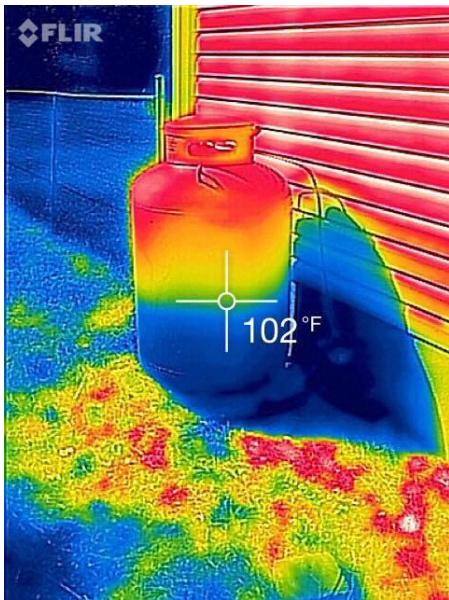
Suuri haaste on lämpökameran kouluttaminen henkilöstölle, joka ei ole aiemmin työskennellyt lämpökameran kanssa. Lämpökameran kouluttaminen on syytä aloittaa kameran teknisten ominaisuuksien ja näppäimistön käyttöharjoituksella. Nykyaikaiset lämpökamerat toimivat pääsääntöisesti viiden tai kolmen näppäimen toimintaperiaatteilla. Koulu-

tuksessa on ensiarvoisen tärkeää tuoda ilmi lämpökameran olevan vain tekninen apuväline, jonka käyttö ei missään tapauksessa saa olla sukellustekniikan peruste. Teknisessä laitteessa on aina mahdollisuus tekniseen vikaan ja laitteisto itsessään luo rajoitteita sen käytölle savusukelluksen aikana. Perustekniikan hallinta savusukelluksessa on edelleenkin se merkittävin taito ja tärkein osa-alue turvalliseen sukeltamiseen ja työskentelemiseen palavassa tai savuisessa kohteessa.



## 6 LÄMPÖKAMERAN MUITA KÄYTTÖKOhteITA PELASTUSTOIMESSA

Käsi­käyttöistä lämpökameraa voidaan savusukellustehtävän lisäksi käyttää vaarallisten aineiden onnettomuuksissa. Asetyleeni voi alkaa hajota hiileksi ja vedyksi lämmön, iskun tai muun tapahtuman seurauksena. Hajoamisen seurauksena tapahtuva lämpeneminen on helppo havaita lämpökameran avulla. Vaikka lämpökameralla ei pysty näkemään esineiden läpi, voidaan kuitenkin kaasusäiliöistä erottaa kaasun ja nesteen rajapinta, jolloin saadaan tieto säiliön täyttöasteesta. Täyttöasteen erottaminen on tosin mahdollista vain eristämättömillä säiliöillä. (Kuva 7.)



Kuva 7 Kaasusäiliön nestepinnantas­o (Flir)

Lämpökameralla on mahdollista selvittää liikenneonnettomuudessa ajoneuvon istuimien lämpö­jälkien perusteella, kuinka monta henkilöä ajoneuvossa mahdollisesti on ollut si­säällä. Tässä on kuitenkin rajoituksena aika ja ulkolämpötila, jotka vaikuttavat, kuinka kauan istuimeen varautunut lämpö­jälki on näkyvissä ennen lämmön tasaantumista ympäristön lämpötilaan. Jos liikenneväline onnettomuudessa on ollut osallisena hybridi tai sähkö­käyttöinen ajoneuvo, voidaan lämpökameran avulla saada tietoa, onko akkupaketti vaurioitunut ja alkanut läm­metä. Akkupakettien lämmöntuotanto voi kuitenkin alkaa myös viiveellä, joten myöhempää syttymistä ei voida täysin sulkea pois.

Käsi­käyt­to­inen lämpökamera on hyödyllinen myös henkilön etsintään. Etsintää vaikeuttaa tosin se, että kamera pystyy tuottamaan resoluutioltaan erottelu kykyistä kuvaa vain maksimissaan 40 - 50 metrin etäisyydellä olevista kohteista. (Kuva 8.)



Kuva 8 Henkilö vedessä (Flir)

Lämpökameralla voidaan turvallisesti selvittää sähköpaloissa, mitkä johdot tai muut sähkökomponentit ovat kuumentuneet. Esimerkiksi sähkökeskuspaloissa voidaan nähdä, mitkä kontaktorit tai taajuusmuuttajat ovat kuumentuneet. Lisäksi keskukselta lähtevistä kaapelisarjoista voidaan erottaa kuumentuneet kaapelit. (Kuva 9.) Loisteputkikattovalaisimista voidaan ilman suojakuvun poisottamista lattiatasolta havaita ylikuumentunut lampun kuristin.



Kuva 9 Sähköpääkeskuksen lämpöero (Flir)

Meritoiminnassa alusten lämpökameroilla on mahdollista paikallistaa veden varaan joutunut veneilijä. Pimeässä pimeänä liikkuva tai moottorivian saanut alus on havaittavissa lämpökameralla paremmin kuin tutkan avulla. (Kuva 10.) Harjaantunut tutkankäyttäjät

havaitsee tutkan pidemmän kantaman avulla kulussa olevan aluksen aikaisemmin tutkalla kuin lämpökameran avulla.



Kuva 10 Pienalus merellä (Flir)

Uusimpana sovelluksena on tullut droneen integroitu lämpökamera, jota voidaan käyttää laaja-alaiseen henkilön etsintään maastossa. Drone-sovelluksilla voidaan myös määrittellä maastopaloissa palavan alueen laajuus ja alueen sammutusraivauksessa paikallistaa kuumia pisteitä. Drone antaa myös mahdollisuuden suorittaa etätiedustelua vaarallisten aineiden onnettomuuksissa, kun olosuhteet ovat liian vaarallisia toimia henkilövoimin, kuten esimerkiksi räjähdönnettomuuksissa. Drone-sovellus antaa myös mahdollisuuden tiedustella kohdetta etukäteen, kun kohde sijaitsee pelastuslaitoksen välittömästi saavuttamattomissa tiestön tai vesistön takana. (Kuva 11.) Dronen mahdollisuuksia tiedustelussa on kokeiltu Varsinais-Suomen pelastuslaitoksessa etukäteistiedustelun aikana saarikohdeissa pelastuslaitoksen samaan aikaan etsittäessä veneelle laskupaikkaa.



Kuva 11 Etukäteistiedustelu dronen avulla (Varsinais-Suomen aluepelastuslaitos)

## 7 TULEVAISUUS

Lämpökamera on osoittautunut hyödylliseksi työvälineeksi pelastusalalle. En usko pelastusalan enää palaavan aikaan, jossa lämpökameraa ei hyödynnettäisi operatiivisessa toiminnassa. Uskon tekniikan jatkavan sen osoittamaa riemukulkua ja ottavan suuria harppauksia laitteiston koon ja käytettävyyden suhteen. Seuraavana suurena edistysaskeleena uskon lämpökameran näytön kuvan integroituvan savusukellusmaskin linssille heijasteena. Tekniikka on jo olemassa ja sen käytöstä on kokemuksia sotilassovellutuksista, joista parhaana esimerkkinä toimii hävittäjäalentäjän älykypärä. (Kuva 12.)



Kuva 12 Älytekniikalla varustettu kypärä (Engineer)

Tekniikka mahdollistaa savusukellettavan tilan 3D-skannauksen ja älykkään hahmontunnistustekniikan, joka nopeuttaa entisestään palavan tilan sammuttamista ja potilaiden etsintää. Tekniikan kalliin hinnan takia pelastusala ei ole saanut vielä käyttökokemuksia edellä mainitusta sovelluksista. Ihmishenkeä ei voi kuitenkaan mitata missään olosuhteissa rahalla, ja onkin ennenkuulumatonta, ettei Suomi tekniikan kärkimaana ole viitoittamassa tietä pelastusalan kehitykselle.

Seuraava jättimäinen kehitysharppaus tapahtuu edellä mainitsemani tekniikan hinnan laskiessa, jolloin tekniikan suomat mahdollisuudet tuodaan yksittäisen pelastajan ulottuville. Tulevaisuus parantaa savusukeltajan työturvallisuutta huomattavasti, mutta ei koskaan korvaa perinteisen savusukellustekniikan merkitystä pelastajan työturvallisuudelle.

## 8 POHDINTA

Lämpökameran tekniikka on ollut jo parikymmentä vuotta pelastuslaitosten käytettävissä. Käytettävyydeltään sekä hinnaltaan ei lämpökameran käytölle ole taloudellisia esteitä. Työpaikkakoulutus ei kuitenkaan ole sillä tasolla, jolla soisin sen olevan. Tästä kertoo jo se, että edellinen opinnäyte tai kehittämishanke on tehty Pelastusopistolla vuonna 2005.

Viidentoista vuoden aikana kameroiden tekniikassa on edetty valtavasti harppauksin. Kameroiden näytön resoluutio on tullut niin hyväksi, että on mahdollista nähdä kameran kuvasta yksityiskohtia. Kameroiden kuvan digitaalinen zoomaus-, tallennus- ja still-kuvatoiminnot antavat mahdollisuuden jälkikäteen tarkastella palotilan olosuhteita ja sukeltajien toimintaa työmenetelmien kehittämisen ja palontutkinnan kannalta. Kameroista löytyy automaattinen kuumimman tai kylmimmän kohteen aktiivinen osoitin, joka nopeuttaa alkupalon etsintää tulipaloissa tai kaasuvuodoissa vuodon havaitsemista.

Lämpökamerasta on muodostunut perustyökalu, jota jokaisen pelastajan tulisi osata käyttää edistyneen käyttäjän tasolla. Lämpökameran sijoittaminen yksiköihin on Varsinais-Suomen pelastuslaitoksella edelleen varsin puutteellista kameran sujuvan käytön näkökulmasta. Lämpökameran on sijoitettu ajoneuvoon siten, että sen mukaan ottaminen hälytystehtäville on täysin esimiehen muistin varassa. Lämpökameran uudelleensijoittaminen yksikön miehistötilaan auttaisi kameran käytettävyyttä tilanteissa, joissa vaaditaan nopeaa reagointia. Lämpökameroiden ominaisuudet ovat Varsinais-Suomen pelastuslaitoksella huippulaatua. Lämpökameroiden käyttöä tulisikin kouluttaa laaja-alaisesti henkilöstölle. Lämpökamerat ovat kokeneet uuden kehitysasteen, jossa se on integroitu dronen yhteyteen. Dronen lennättäminen ja lämpökameran hyödyntäminen lintuperspektiivistä ei kuitenkaan ole niin yksiselitteistä, koska dronen lentäminen vaatii käyttäjältään huomattavasti enemmän harjaantumista ja RPAS-lupakirjan. Dronen jalkauttaminen miehistön käyttöön ei ole mennyt alkuperäisen suunnitelman mukaisesti, ja on ajauduttu tilanteeseen, jossa dronen käyttö on jäänyt hyvin suppean henkilöstön varaan. Jotta laitteistosta saataisiin irti kaikki mahdollinen hyöty, pitäisi se sitoa entistä enemmän miehistön käyttöön. Drone on parhaimmillaan johtamista helpottava työkalu, jolla on havaittavissa kokonaiskuva pelastustehtävästä.

Mielestäni koulutuksessa on järkevää palata takaisin perusasioiden ääreen. Lämpökameran hyödyntäminen pelastustehtävillä perustuu edelleen vahvasti käsikameran hallintaan, jossa korostuu mieskohtaiset käyttötaidot. Lämpökameran käytön harjoitukset on järkevää aloittaa nappulatekniikan harjoituksilla, minkä jälkeen kameran käyttöä voidaan harjoitella sovelletun harjoituksen yhteydessä. Lämpökamera tulisi sitoa jokaisen harjoituksen yhteyteen, koska tällöin käyttäjän varmuus ja laitetuntemus kehittyvät jokaisen harjoituksen yhteydessä johdonmukaisesti. Lämpökameran kouluttamista ei ole vastuutettu riittävän selkeästi ja kukaan ei varsinaisesti koordinoi laitteen koulutusta ja sen käyttöharjoituksia. Omakohtaisen kokemukseni mukaan en ole saanut 20 vuoden työurani aikana koulutusta lämpökameran käyttöön. Samankaltainen tilanne on myös työtovereillani, joilla lämpökameran käytön opettelu ja harjoittelu on jäänyt omatoimisen harjoittelun ja tutustumisen varaan.

Lämpökameran käyttö mahdollistaa suuntavaiston pysymisen pelastustehtävän aikana, mikä osaltaan lisää työturvallisuutta. Suuntavaiston pysyminen mahdollistaa lyhytkestoisemman ja tehokkaamman ajankäytön pelastus- ja sammutustehtävillä. Suureksi kysymykseksi jää, onko tärkeämpää savusukeltaa nopeasti ja tehokkaasti vai pitkittää sukelluksen ajallista kestoa. Savusukeltajat altistuvat suuremmalle lämpökuormalle ja terveydelle haitallisten aineiden kuormitukselle.

## LÄHTEET

Docplayer.<https://docplayer.fi/9825826-Lamposateily>. 30.10.2019.

Fluke.[www.fluke.com](http://www.fluke.com). 30.10.2019.

Hakolahti, E. 2011. *Lämpökameran kehitys ja käyttö*. Opinnäytetyö. Turun ammattikorkeakoulu.

Infrabiotech.[www.infrabiotech.de/en/technology](http://www.infrabiotech.de/en/technology). 30.10.2019.

Infraredimaging services.[www.infraredimaging services.com](http://www.infraredimaging services.com). 30.10.2019.

Sail-world.[www.sail-world.com](http://www.sail-world.com). 30.10.2019.

Superyachtnews.[www.superyachtnews.com](http://www.superyachtnews.com). 30.10.2019.

Taponen, T. 2014. *Lämpökuvaus miehittämättömällä ilma-aluksella*. Opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu.

Teknosafe.[www.teknosafe.fi](http://www.teknosafe.fi). 30.10.2019.

Theengineer.[www.theengineer.co.uk/transforming-aerial-combat/](http://www.theengineer.co.uk/transforming-aerial-combat/). 30.10.2019.

Twitter.[twitter.com](http://twitter.com). 30.10.2019

Wikipedia.[www.wikipedia.fi](http://www.wikipedia.fi). 30.10.2019.