

Markus Lohiranto

**TOIMINTATAPA
MIEHITTÄMÄTTÖMIEN
ILMA-ALUSJÄRJESTELMIEN (UAS)
KÄYTTÖÖN PELASTUSTOIMESSA**

Opinnäytetyö

Tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Projekti- ja myyntijohtamisen koulutus (ylempi amk)

2022



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

| | |
|-----------------|---|
| Tutkintonimike | Insinööri (ylempi AMK) |
| Tekijä/Tekijät | Markus Lohiranto |
| Työn nimi | Toimintatapa miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien (UAS) käyttöön pelastustoimessa |
| Toimeksiantaja | |
| Vuosi | Helmikuu 2022 |
| Sivut | 50 sivua |
| Työn ohjaaja(t) | Matti Koivisto |

TIIVISTELMÄ

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli kehittää toimintatapa miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien (engl. Unmanned Aircraft Systems, UAS) käyttöön pelastustoimessa. Onnettomuustilanteessa miehittämättömän ilma-alustoiminnan avulla on mahdollista pelastaa elämää ja omaisuutta sekä suojella ympäristöä. Miehittämätön ilma-alustoiminta on lisääntynyt ja tulee lisääntymään pelastustoimen tehtävissä. Ilmatila on vieraampi toimintaympäristö pelastustoimelle kuin maa- ja vesistöympäristö ja tämä asettaa omat haasteensa lisääntyvään UAS-toimintaan. Vakioidulla toimintamallilla on mahdollista toteuttaa pelastuslaitoksen UAS-toimintaa turvallisesti ja tehokkaasti.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli vastata tutkimusongelmaan, miten miehittämätön ilma-alustoiminta voidaan järjestää pelastuslaitokselle turvallisesti ja tehokkaasti? Työssä noudatettiin konstruktivistista tutkimusotetta ja sen tuloksena syntyi konkreettisia työkaluja käytännön toiminnan tueksi. Tutkimusaineistona työssä käytettiin olemassa olevaa UAS-toimintaa kuvaavaa kirjallisuutta, UAS-tiimin työskentelyn havainnointia, käytännön UAS-testejä sekä kerättyjä kokemuksia todellisilta pelastustehtäviltä.

Tutkimuksen päätuloksena syntyi teoreettiseen tietoon perustuva ja analysoitu tietopaketti ja käytännön työkaluja pelastuslaitoksen UAS-toiminnan tueksi. Näitä työkaluja ovat seuraavat asiat: opas UAS-toiminnan riskienarviointiin ja lennätyksen suorittamiseen, UAS-operaattorin ja pelastustoiminnan johtajien koulutussuunnitelma ja UAS-toiminnan ilmoitus-, raportointi- ja tilastointityökalu. Tutkimuksen johtopäätöksenä on, että pelastustoimen toimintatapa miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien käytössä täytyy määritellä ja vakioida. Tämän tutkimuksen tulokset tukevat miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien käytön toimintatavan määrittelyä.

Asiasanat: pelastustoimi, miehittämätön ilma-ala, UAS, RPAS

| | |
|------------------|---|
| Degree | Master of Engineering |
| Author (authors) | Markus Lohiranto |
| Thesis title | Approach to the use of unmanned aircraft systems (UAS) in rescue services |
| Commissioned by | |
| Time | February 2022 |
| Pages | 50 pages |
| Supervisor | Matti Koivisto |

ABSTRACT

The aim of this study was to develop an approach for the use of Unmanned Aircraft Systems (UAS) in rescue operations. In the event of an accident, unmanned aerial vehicles make it possible to save lives and property and protect the environment. Unmanned aircraft operations have increased and will increase in rescue missions. Airspace is a more unfamiliar operating environment for rescue than the terrestrial and aquatic environment, and this poses its own challenges to increasing UAS operations. With a standard operating model, it is possible to implement the UAS operations of the rescue service safely and efficiently.

The aim of this study was to answer the research problem, how unmanned aircraft operations can be organized for the rescue service safely and efficiently. The work followed a constructive research approach and resulted in concrete tools to support practical activities. The research material used in the work was the literature describing the existing UAS activities, the observation of the work of the UAS team, practical UAS tests and experiences from real rescue missions.

The main result of the research was a data package based on the theoretical data and analysis, as well as practical tools to support the rescue service's UAS operations. These tools include a guide to risk assessment and deployment of UAS operations, a training plan for UAS operators and rescue managers, and a tool for reporting, reporting, and statistics on UAS operations. The study concludes that the operation of rescue operations in the use of unmanned aircraft systems needs to be defined and standardized. The results of this study support the definition of this approach.

Keywords: rescue services, unmanned aerial system, UAS, RPAS

SISÄLLYS

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 5 |
| 2 | MIEHITTÄMÄTTÖMÄT ILMA-ALUKSET | 7 |
| 2.1 | Miehittämättömien ilma-alusten historia..... | 7 |
| 2.2 | Esimerkki miehittämättömän ilma-aluksen teknisestä rakenteesta ja suorituskyvystä..... | 8 |
| 2.3 | Esimerkki miehittämättömän ilma-aluksen lisävarusteista | 9 |
| 2.4 | Miehittämättömien ilma-alusten tulevaisuuden näkymät..... | 16 |
| 3 | MIEHITTÄMÄTTÖMIEN ILMA-ALUSJÄRJESTELMIEN SÄÄTELY..... | 18 |
| 3.1 | Pelastuslaki | 18 |
| 3.2 | Ilmailulaki..... | 19 |
| 3.3 | Työturvallisuuslaki | 20 |
| 3.4 | Valtion miehittämätön ilmailu OPS M1-35 | 22 |
| 3.5 | Pelastustoimen UAS-perusoperaatiomallit | 22 |
| 3.6 | P3-käsikirja | 23 |
| 4 | PELASTUSTOIMEN SEKÄ TYÖN TAVOITTEEN JA MENETELMIEN ESITTELY | 23 |
| 4.1 | Pelastustoimi Suomessa | 23 |
| 4.2 | Työn tavoite ja menetelmät..... | 24 |
| 5 | KYMENLAAKSON PELASTUSLAITOKSEN RPAS-TIIMI | 25 |
| 6 | TULOKSET..... | 27 |
| 6.1 | Työkalu UAS-toiminnan riskienarviointiin ja lennätyksen suorittamiseen..... | 27 |
| 6.2 | UAS-operaattorin ja pelastustoiminnan johtajien koulutussuunnitelma..... | 33 |
| 6.3 | UAS-toiminnan ilmoitus-, raportointi- ja tilastointityökalu | 37 |
| 7 | POHDINTA..... | 44 |
| | LÄHTEET..... | 46 |
| | KUVALUETTELO | 48 |

1 JOHDANTO

Erilaisten teknisten apuvälineiden kehittyminen ihmiskunnan historiassa on mahdollistanut työn tehokkuuden ja tuottavuuden kiihtyvän kasvun. Tästä esimerkkinä on myös miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien (engl. Unmanned Aircraft Systems, UAS) kehityksen mukanaan tuoma valtava potentiaali. Onnettomuustilanteessa miehittämättömän ilma-alustoiminnan avulla on mahdollista pelastaa elämää ja omaisuutta sekä suojella ympäristöä. Ilmatilassa on mahdollista kerätä dataa ja muodostaa tilannekuvaa erilaisilla sensoreilla, joita ei pysty hyödyntämään maanpinnalla. Luultavasti lähitulevaisuudessa UA-järjestelmät kykenevät tiedustelun lisäksi tekemään myös erilaisia teknisiä suoritteita, jotka tulevat entisestään lisäämään UA-järjestelmien tehokkuutta ja tuottavuutta. UA-järjestelmien hankinta- ja ylläpitokustannukset ovat 2010-luvulta lähtien laskeneet merkittävästi ja samalla järjestelmien ominaisuudet sekä lisävarusteet ovat kehittyneet erittäin paljon. Tämä on edesauttanut järjestelmien hankkimista ja käyttöönottoa myös viranomaistoiminnassa.

Poikkeuksena aikaisempien teknisten järjestelmien käyttöön pelastustoimessa, UAS-toiminnan poikkeava elementtinä on uusi toimintaympäristö eli ilmatila. Pelastustoimi on pääsääntöisesti aiemmin omatoimisesti operoinut ainoastaan maa- ja vesialueilla ja nyt uusi vieras toimintaympäristö vaatii oman toimintamallinsa. Operoinnin on oltava tehokasta, turvallista ja voimassa olevien säädösten mukaista. Pelastustoimi on jo monia vuosikymmeniä osallistunut yhteistoimintaan miehitettyjen ilma-alusten kanssa, mutta näissä tilanteissa vastuu varsinaisesta lentotoiminnasta on ollut muulla viranomaisella tai muulla kolmannella osapuolella. Pelastustoimen UAS-toiminnasta kokonaisvastuu ilmailusta jää pelastustoimen itsensä kannettavaksi ja tämä asettaa omat haasteensa.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on vastata tähän haasteeseen ja kehittää toimintamalli UAS-operointiin pelastustoimessa sekä tätä toimintamallia tukeva ohjeistus. Tutkimuksessa syvennytään miehittämättömän ilma-alustoimintaa ja pelastustoimintaa sääteleviin lakeihin, määräyksiin, ohjeisiin sekä hyviin käytäntöihin ja luodaan niiden perusteella teoreettinen viitekehys miehittämättömälle ilma-alustoiminnalle. Tämän tutkimuksen käytännön tavoitteena on

kehittää tehokas ja turvallinen toimintamalli UAS-operoinnille pelastustoimen organisaatiossa.

Opinnäytetyö on lineaarinen kehityshanke, jossa sovelletaan konstruktivistista tutkimusstrategiaa. Tutkimuskysymyksenä on, miten UAS-toiminta kannattaa järjestää pelastuslaitoksella? Opinnäytetyön muodostuu neljästä vaiheesta: (1) teoreettisen viitekehyksen rakentaminen, (2) tavoitteiden määrittely ja rajaukset, (3) datan kerääminen sekä analysointi ja (4) tiedon hyödyntäminen käytännön sovelluksiksi.

Opinnäytetyön rakenne on seuraava. Luvussa 2 tutustutaan miehittämättömiin ilma-aluksiin ja niiden suorituskykyyn. Luvussa 3 tehdään kirjallisuuskatsaus. Luvussa 4 esitellään pelastustoimi sekä työn tavoitteet ja menetelmät. Luvussa 5 on kuvattu Kymenlaakson pelastuslaitoksen RPAS-tiimin toiminta. Luvussa 6 esitetään tutkimuksen tulokset. Luvussa 7 pohditaan opinnäytetyön tuloksia ja esitetään jatkotutkimuskohteet.

2 MIEHITTÄMÄTTÖMÄT ILMA-ALUKSET

Tässä luvussa esittelen miehittämättömien ilma-alusten historiaa ja nykyaikaisen viranomaisten peruskäyttöön suunnitellun UA-järjestelmän ominaisuuksia sekä lisävarusteita. Pohdin myös UA-järjestelmien tulevaisuuden näkymiä. Viranomaisten päivittäiskäyttöön suunniteltujen järjestelmien tekninen kehitys on tällä hetkellä nopeaa ja niiden hankinta- ja ylläpitokustannukset ovat laskeneet merkittävästi. Tämä osaltaan vaikuttaa siihen, että laitteistojen käyttöikä jää myös varsin lyhyeksi.

2.1 Miehittämättömien ilma-alusten historia

Kuten monien muidenkin teknisten apuvälineiden, miehittämättömien ilma-alusten kehityskulku on liittynyt tiiviisti sotilasteknologian kehitykseen. Varhaisimpia dokumentointeja miehittämättömien ilma-aluksien hyödyntämisestä sotilasoperaatioissa löytyy jo 1700-luvulta. Ranskalainen kuumailmapallopioneerit Joseph Montgolfier ehdotti, että Iso-Britannian laivastoa olisi mahdollista pommittaa miehittämättömien kuumailmapallojen avulla. Samanlaisen ehdotuksen antoi amerikkalainen John Wise Meksikon sodan yhteydessä 1847. Kumpikaan näistä ehdotuksista ei kuitenkaan johtanut käytännön operaatioon asti. Vuonna 1849 siirryttiin jo konkreettisiin toimenpiteisiin, kun Itävalta yritti pommittaa Venetsiaa kuumailmapallojen välityksellä maiden välisessä sodassa. Kuumailmapallot kuitenkin lensivät hallitsemattomasti tiputtaen pommeja jopa omien joukkojen päälle. (Murphy 2005, 161.) Vaikka kosketuspinta-ala nykyaikaiseen UAS-teknologiaan on lähes olematon, pystyy toiminnasta tunnistamaan yhteisiä piirteitä: ilmasta maahan -suorituskyvyn hyödyntäminen ja henkilöressurssien säästäminen.

Yhdysvaltojen armeija kehitti 1900-luvun alkupuolella erilaisia miehittämättömiä ilma-aluksia (engl. Unmanned Aerial Vehicle, UAV). UAV-laitteiden suunniteltu käyttötarkoitus oli pommien tiputus vihollismaaleja vastaan ja ilmatorjunta-aseiden harjoitusmaaleina toimiminen. Yhdysvaltojen armeija otti suuren kehitysloikan vuonna 1938, kun se onnistui käyttämään radiotaajuudella toimivaa kauko-ohjattua ilma-alusta sotilaiden ampumistaidon todentamiseen.

(Blom 2009, 45 – 47.) Tällainen ilma-alus muistuttaa jo läheisesti 2020-luvun miehittämättömien ilma-alusten toimintaperiaatetta.

Pelastustoimeen UA-järjestelmät ovat kiinteästi liittyneet vasta 2000-luvulla. Vuonna 2005 hurrikaani Katriinan etsintä- ja pelastustöissä hyödynnettiin Yhdysvaltojen armeijan miehittämätöntä Predator-lentokonetta, mikä kykenee tarkkailu- ja tiedustelutehtäviin (National Science Foundation 2005). Miehittämättömät ilma-alukset koettiin näiden kokemusten perusteella hyödyllisiksi järjestelmiksi suurten onnettomuustilanteiden tiedustelussa ja tämän perusteella Yhdysvaltojen liittovaltion ilmailuhallinto Federal Aviation Administration (FAA) antoi luvan lentää miehittämättömillä ilma-aluksilla siviili liikenteen ilmatilassa (Yhdysvaltojen kongressin kuuleminen 29.3.2006). Nämä tapahtumat olivat todennäköisesti erittäin vahva lähtölaukaus nyt käynnissä olevalle miehittämättömien ilma-alusten uudelle aikakaudelle. Esimerkkinä toimii yritys nimeltä DJI, mikä on UAS-tuotteiden kuluttajakäytön markkinajohtaja tällä hetkellä (Singh 2021) ja se on perustettu juuri vuonna 2006 (DJI 2021).

Miehittämättömiä ilma-aluksista ja niiden kokonaisjärjestelmistä on viranomaiskäytössä käytetty vuosien varrella useita termejä. Aiemmin vakiintunut termi RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) eli kauko-ohjattu ilma-alusjärjestelmä (Liikenteen turvallisuusvirasto 2020) on nyt korvattu termillä UAS (Unmanned Aircraft System) eli miehittämätön ilma-alusjärjestelmä (Liikenteen turvallisuusvirasto 2022). Tätä viimeiseksi viralliseksi valittua termiä käytetään myös tässä tutkimuksessa.

2.2 Esimerkki miehittämättömän ilma-aluksen teknisestä rakenteesta ja suorituskyvystä

Viranomaiset ovat hankkineet UA-järjestelmiä kiihtyvällä nopeudella 2010-luvun jälkipuoliskolta lähtien. Varsinaisia tilastoja asiasta ei ole saatavilla, vaan tämä huomio perustuu tutkijan omiin havaintoihin. Varsinkin DJI:n valmistamat laitteistot ovat olleet suosittuja. Suosiota selittää tuotteiden erinomainen hinta-laatu -suhde (Singh 2021). DJI on suunnitellut oman mallistonsa erityisesti viranomaiskäyttöä varten. DJI Mavic 2 Enterprise Advanced edustaa tämän malliston uusinta tuotetta ja se on tästä syystä valittu esimerkkijärjestelmäksi tähän tutkimukseen. Kuvassa 1 näemme DJI Mavic 2 Enterprise

Advanced:n.



Kuva 1. DJI Mavic 2 Enterprise Advanced (DJI 2022)

DJI Mavic 2 Enterprise Advanced tärkeimmät ominaisuudet ovat (DJI 2022):

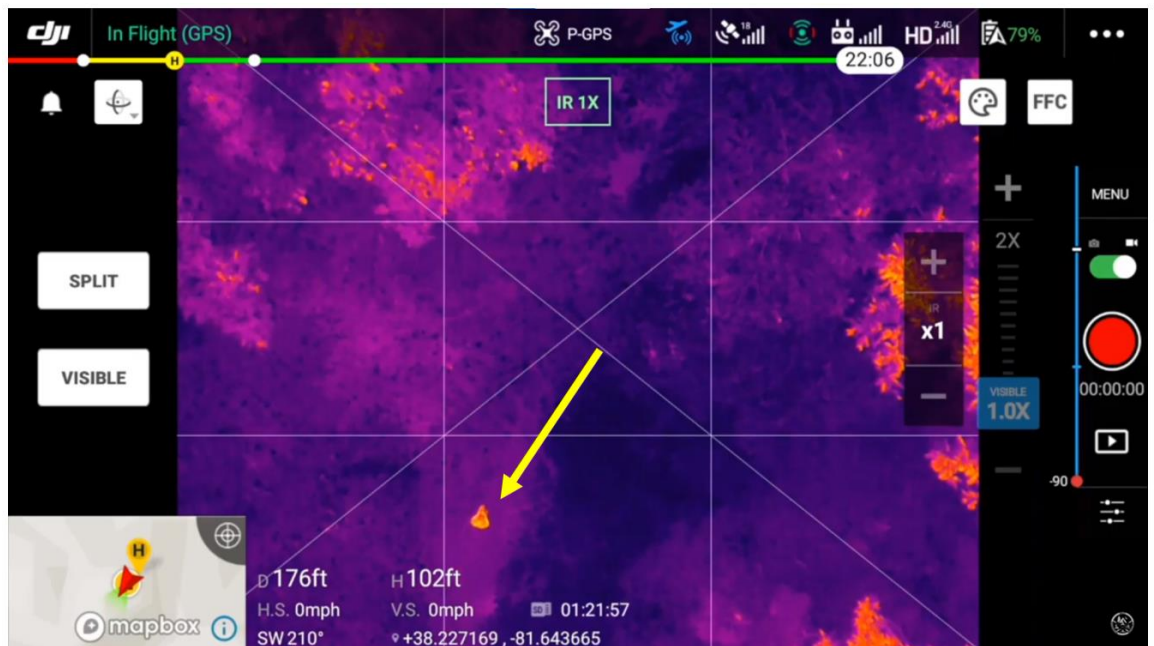
- Maksimi laskeutumisnopeus: 5 m/s
- Maksimi lentonopeus: 72 km / h (ilman tuulta)
- Maksimi lentokorkeus merenpinnan yläpuolella: 6000 metriä
- Maksimi lentoaika: 31 minuuttia
- Paikannus: GPS + GLONASS
- 10 km lähetyskyky
- Kopterin paino: 909 g
- Kopterin mitat (L x K x P): taitettuna 214x91x84 mm lentokunnossa:
- Käyttölämpötilat: -10°C - 40°C
- Kamerassa 4-kertainen optinen ja 32-kertainen digitaalinen zoom
- Kameran maksimiresoluutio 8000x6000 pikseliä
- Videokuvauksen maksimiresoluutio: 3840x2160@30fps
- Lämpökameran resoluutio: 640x512 @30Hz.

2.3 Esimerkki miehittämättömän ilma-aluksen lisävarusteista

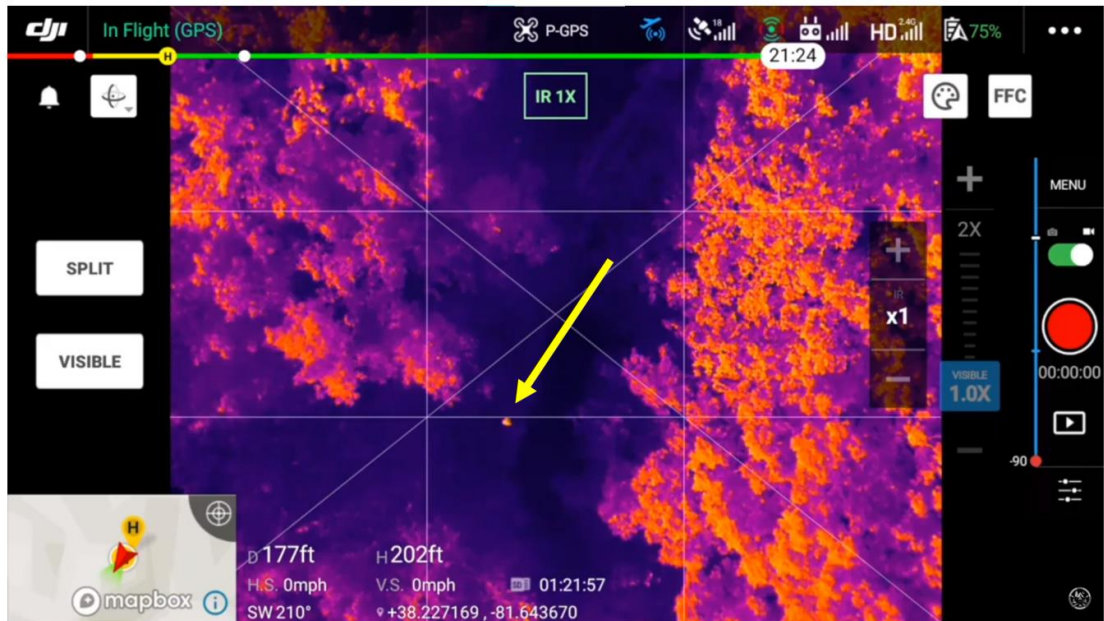
Lämpökamera on olennainen lisävaruste pelastustoimissa käytössä olevissa UA-järjestelmissä. Esimerkiksi ihmisten tai eläinten pelastustehtävissä etsittävä tai monitoroitava kohde on mahdollista erottaa ympäristöstä lämpötilaerojen avulla. Erilaisia värisuodattimia hyväksi käyttäen pystytään parantamaan mahdollisuutta havaita etsittävä tai monitoroitava kohde. Lämpökamerassa on useita värisuodattimia ja parhaiten tilanteeseen, ympäristöön ja olosuhteisiin

soveltuvan suodattimen voi valita ennen varsinaisen tehtävän aloittamista. Toimiva toimintatapa on monitoroida testihenkilöä lennon alussa ja valita parhaan erotuskyvyn antama värisuodatin (Wild Wonderful weekends 2021).

Toistaiseksi tämän hintaluokan järjestelmissä ei ole ominaisuuksia kohteiden automaattiseen etsintään ja tunnistamiseen, mutta tällaisen ominaisuuden liittäminen laitteistoihin on vain ajan kysymys (Schedl ym. 2020, 1). Tutkimuksen esimerkkijärjestelmässä UAS-operaattori joutuu toteuttamaan kohteiden etsinnän ja tunnistamisen manuaalisesti omaa osaamistaan hyödyntäen. Automaatiikan puuttuessa oikea lennätystaktiikka ja -tekniikka korostuu. DJI Mavic 2 Enterprise Advanced kohteen tunnistus lämpökameralla on sitä haastavampaa, mitä korkeammalla laite lentää. Havaitsemme haasteen erottaa moinitoroitava tai etsittävä kohde vertailemalla kuvia 2 ja 3.



Kuva 2. Lämpökameran kuva noin 31 metrin korkeudesta (Wild Wonderful weekends 2021)



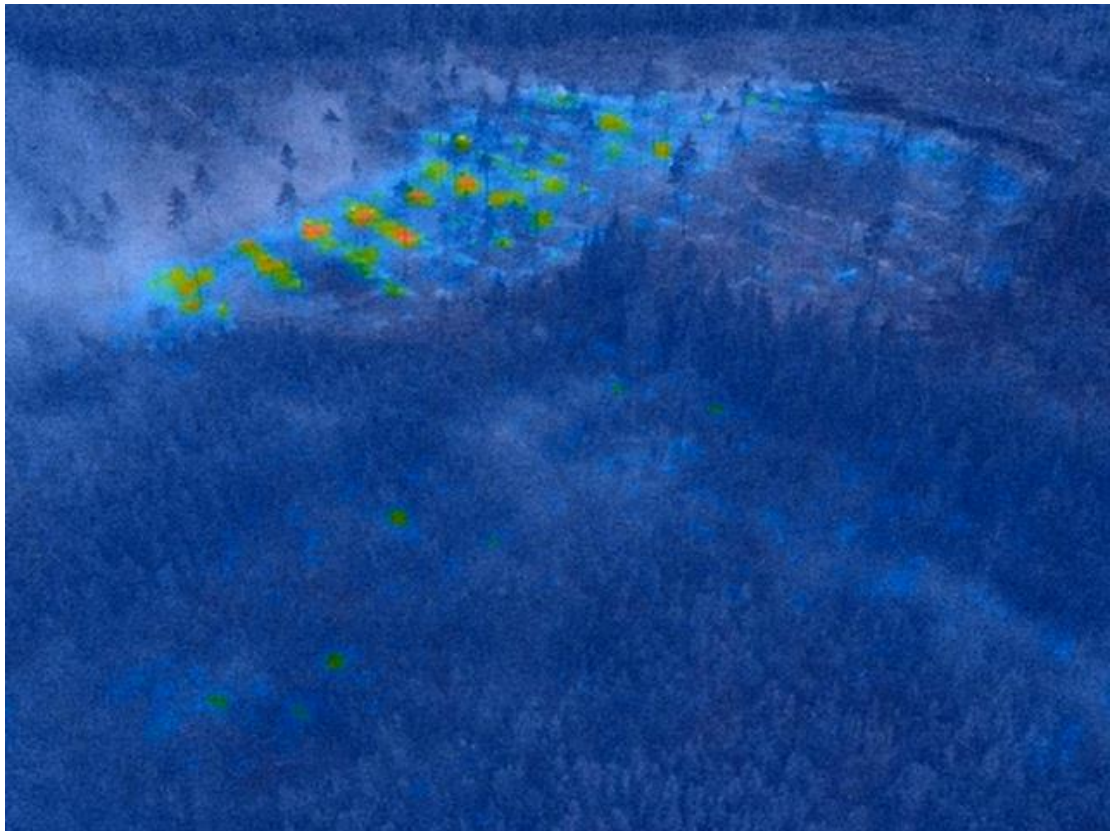
Kuva 3. Lämpökameran kuva reilun 60 metrin korkeudesta (Wild Wonderful weekends 2021)

Kuvassa 2 on esitetty kuvankaappaus videosta, jossa esimerkkikohde paikannetaan DJI Mavic 2 Enterprise Advanced- lämpökameralla 102 jalan eli noin 31 metrin korkeudesta (Wild Wonderful weekends 2021). Vastaavasti kuvassa 3 on esitetty kuvankaappaus 202:n jalan eli noin 62 metrin korkeudesta

Järjestelmän lämpökamera auttaa huomattavasti myös maaston lämpötilaerojen paikantamisessa. Kuvia 4 ja 5 hyödynnettiin tilannekuvan muodostukseen maastopalotehtävässä Kotkassa vuonna 2020. Kymin lentokentän lähetyvillä syttyi uhkaava maastopalo aamupäivällä 27.5.2020 ja palo saatiin kokonaan sammumaan vasta useamman vuorokauden kuluttua. Varsinkin yöllinen operointi laajoissa maastopaloissa on haasteellista pelastustoimelle, mutta UA-järjestelmän antama lämpökamerakuva tuki erinomaisesti pelastustoiminnan johtajan päätöksentekoprosessia. Kuvassa 4 tilanne näkyy UA-laitteen normaalin kameran kautta päivällä 27.5.2020 ja kuvassa 5 UA-laitteen lämpökameran kautta 27 – 28.5.2020 välisenä yönä. Ilman lämpökameraa tilanteen hahmottaminen pimeällä lintuperspektiivistä olisi käytännössä ollut mahdotonta.



Kuva 4. Noin 12 hehtaarin maastopalon tilannekuva päivällä UA-järjestelmään normaalin kameran taltioimana (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020)



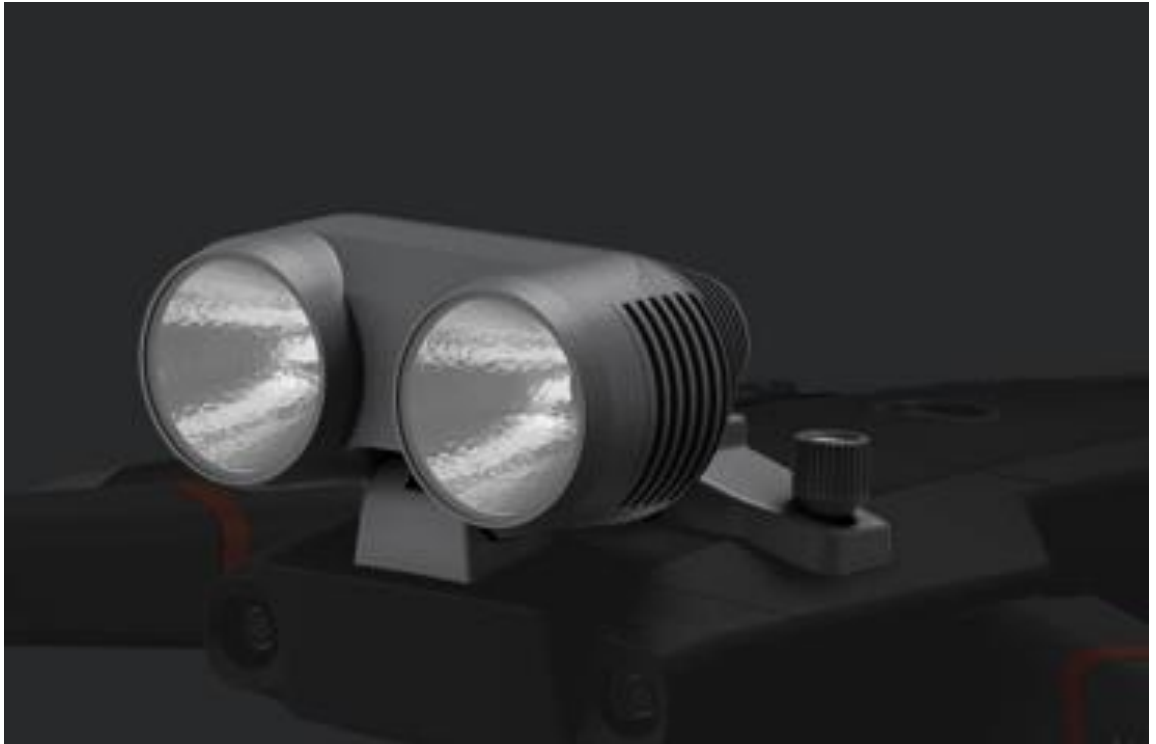
Kuva 5. Noin 12 hehtaarin maastopalon tilannekuva yöllä UA-järjestelmään liitetyn lämpökameran taltioimana (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020)

Lämpökameraa voidaan hyödyntää myös rakennuspalloissa tai rakennuspa-
loepäilyissä. Kuva 6 on otettu savusukellusharjoituksen yhteydessä 11.5.2017
Haminassa. Tilanteessa simuloitiin ullakolta alkanutta tulipaloa ja sen havain-
nointia UA-järjestelmän lämpökameran avulla. Lämpökamera tuki merkittä-
västi tarkan palopaikan paikantamista.



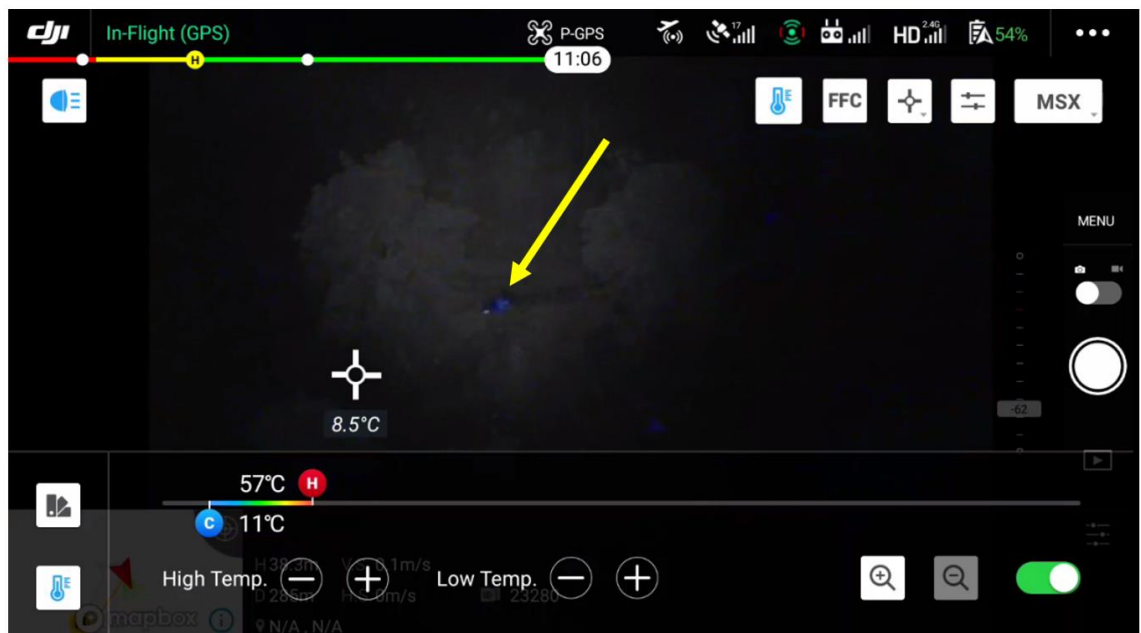
Kuva 6. UA-järjestelmään liitetyn lämpökameran hyödyntäminen simuloitussa rakennuspalotilanteessa (Kymenlaakson pelastuslaitos 2017)

UA-järjestelmään liitettyllä valonheittimellä on mahdollista valaista ympäristöä pimeissä tai vähävaloisissa olosuhteissa. Kuvassa 7 on esitetty DJI Mavic 2 Enterprise Advanced järjestelmään liitettävä valonheitin.



Kuva 7. DJI Mavic 2 Enterprise Advanced järjestelmään liitetty valonheitin (DJI 2021)

Ympäristön yleisvalaisun lisäksi valonheitintä voidaan käyttää myös lämpökameran tukena. Voimme todeta kuvasta 8, että etsittävän kohteen lämpöjälki voi olla vaikeaa varmistaa ihmisen kehon tuottamaksi.



Kuva 8. Ihmistä etsittäessä maastosta UA-järjestelmän lämpökamera antoi indikaation maastoa lämpimämmästä objektista (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020)

Valonheittimen käyttäminen helpottaa lämpöjäljen alkuperän varmentamista. Tämän voimme todeta kuvasta 9.



Kuva 9. Löydetty lämmin objekti varmennettiin etsityksi ihmiseksi UA-järjestelmään liitetyn valonheittimen avulla (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020)

UA-järjestelmään liitetyn kaiuttimen avulla voidaan pelastusorganisaation jäseniä ohjata ja koordinoida puheella tai ennalta nauhoitetulla äänitiedostolla. Kaiuttimella on myös mahdollista antaa ohjeita esimerkiksi vaikeasti tavoitettavassa paikassa olevalle pelastettavalle. Kuvassa 10 on esitetty DJI Mavic 2 Enterprise Advanced järjestelmään liitettävä kaiutin.



Kuva 10. DJI Mavic 2 Enterprise Advanced järjestelmään liitettävä kaiutin (DJI 2021)

UA-järjestelmään liitetyn majakan avulla on parantaa järjestelmän operaattorin kykyä havaita UA-laite pimeällä lennettäessä. Majakka helpottaa myös muiden toimijoiden mahdollisuutta havaita kyseinen laite. Majakka on esitetty alla kuvassa 11.



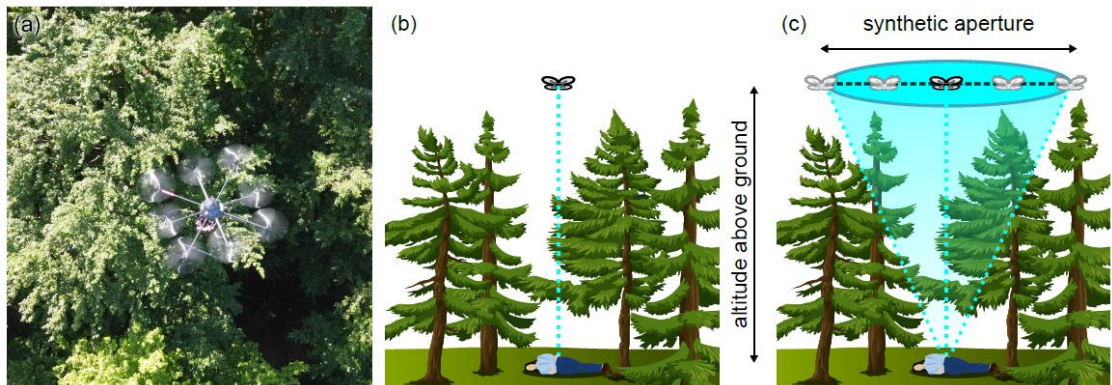
Kuva 11. DJI Mavic 2 Enterprise Advanced järjestelmään liitettävä majakka (DJI 2021)

2.4 Miehittämättömien ilma-alusten tulevaisuuden näkymät

Kuten tutkimuksen luvussa 2.3 todettiin, tällä hetkellä suuri suorituskykyhaaste viranomaisten päivittäiskäytössä olevissa UA-laitteissa on autonomian ja tekoälyn vähyys tai puute. UAS-operaattori joutuu hyvin pitkälti omatoimisesti poimimaan tilannekuvan muodostamisen ja päätöksenteon kannalta olennaiset asiat UA-järjestelmän näyttöpäätteeltä. Tämä mahdollistaa inhimilliset erehdykset: olennaista dataa jätetään hyödyntämättä tai kapasiteettia tuhlataan operaation kannalta merkityksettömmään informaation.

Miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien suorituskyvyn tehostamisen seuraava askel on autonomian ja tekoälyn liittäminen osaksi UA-järjestelmiä. Autonomian ja tekoälyn avulla voidaan tilannekuvan muodostamisen ja päätöksenteon kannalta epäolennainen syöte rajata pois ja samalla korostaa olennaisia syötteitä. Autonomian ja tekoälyn ansiosta järjestelmien tuottama tuote on tehokkaammin ja helpommin tulkittavissa, toisin kuin analysoimaton informaatio.

Vuonna 2020 Johannes Kepler yliopiston tutkijat esittelivät Airborne optical section (AOS) -menetelmän, joka perustuu syväoppimiseen. Menetelmässä UAS ottaa yksittäisiä lämpökamerakuvia ilmasta, jonka jälkeen ohjelmisto yhdistelee niitä ja pyrkii löytämään etsittävän kohteen. (Schedl ym. 2020, 1.) AOS-menetelmää havainnollistaa alla oleva kuvasarja (kuva 12).



Kuva 12. Airborne Optical Section (AOS) -menetelmän havainnekuva (Schedl ym, 2020)

Myös UA-järjestelmiin liitetyn lisävarusteet tulevat kehittymään lähivuosina. Etsintään tarvittavien lämpökameroiden erotuskyky ja tarkkuus paranee jatkuvasti. Tällä hetkellä päivittäiskäytössä olevia UA-järjestelmää ei voi vielä tehokkaasti hyödyntää varsinaisessa pelastustyössä. UA-järjestelmiä ja niihin liitettyjä lisälaitteita voisi hyödyntää esimerkiksi korkealla olevien ikkunoiden rikkomiseen savunpoistotarkoituksessa, hätäpoistumisvälineiden vientiin korkealla akuutissa vaarassa olevalle henkilölle tai työkalujen siirtämiseen hankalassa paikassa olevalle pelastustyöntekijälle. Tietyissä UAS-malleissa on jo mahdollisuus viedä kelluke veden varassa olevalle henkilölle. Kellukkeen vientiä pelastettavalle havainnollistaa alla olevan kuvasarja (kuva 13).



Kuva 13. UAS-järjestelmään liitettävä tiputettava kelluntaväline (DroneDJ 2019)

Myös ensihoitovälineiden viemisessä sairastuneen tai vammautuneen potilaiden luokse on hyvä kokemuksia esimerkiksi Ruotsista, jossa UA-järjestelmän avulla toimitettiin defibrilaattori sydänpysähdyspotilaan hoitoon joulukuussa 2021 (GAMINGSYM 2021).

3 MIEHITTÄMÄTTÖMIEN ILMA-ALUSJÄRJESTELMIEN SÄÄTELY

Pelastustoiminnassa liittyvää miehittämätöntä ilma-alustoimintaa säätelevät ja ohjaavat useat lait, asetukset, määräykset ja ohjeet. Merkittävimmät pelastustoimen miehittämättömään ilma-alustoimintaan liittyvät säädökset ovat Pelastuslaki (29.4.2011/379), Ilmailulaki (7.11.2014/864) ja Työturvallisuuslaki (23.8.2002/738). Pelastuslaki määrittelee vaatimukset ja antaa mandaatin pelastustoiminnalle. Ilmailulaki säätelee kaiken ilmailuun liittyvän toiminnan ja tätä lakia on tarkennettu Liikenteen turvallisuusviraston määräyksellä Valtion miehittämätön ilmailu OPS M1-35 (Liikenne- ja viestintävirasto 2021). Ilmailuun liittyy vaaratekijöitä ja tähän liittyen Työturvallisuuslaki määrittää puitteet, joiden perusteella tällaista tapaturman vaaraa aiheuttavaa työtä voidaan tehdä. Seuraavissa alaluvuissa tarkastellaan edellä mainittuja säädöksiä tarkemmin.

3.1 Pelastuslaki

Pelastuslaki velvoittaa pelastustoimea pelastamaan ihmisiä ja omaisuutta sekä suojaamaan ympäristöä. Se myös antaa pelastusviranomaisille tarvittavat toimintavaltuudet näihin toimenpiteisiin. (Pelastuslaki 27. §, 36. §.) Pelastustoiminnassa tapahtuvassa miehittämättömässä ilmailussa voidaan UA-järjestelmää esimerkiksi operoida yksityisomisteiselta alueelta onnettomuustilanteen niin vaatiessa. Pelastuslaki antaa myös valtuudet omaisuuden tuhoamiseen pelastustarkoituksessa, esimerkiksi ikkunan rikkomiseen tulipalotilanteessa UA-järjestelmään liitetyn lisälaitteen avulla.

Pelastuslaissa määritellään pelastustoimintaan osallistuvan toimintakyky. Pelastustoimintaan osallistuvan tulee ylläpitää tehtäviensä edellyttämiä perustaitoja ja kuntoa. (Pelastuslaki 39. §.) Vaatimus voidaan johtaa niin, että UAS-operaattorin tulee olla harjoitellut tehtävää varten ja hänen fyysinen sekä henkinen kuntonsa tulee olla riittävä lennätystehtävää varten.

Pelastustoimintaan osallistuvalla on tietyt kelpoisuusvaatimukset. Pelastustoimintaan osallistuvan pelastuslaitoksen päätoimisen miehistön, alipäällystön ja päällystön viran tai tehtävän kelpoisuusvaatimuksena on virkaa tai tehtävää vastaava pelastusalan tutkinto. Pelastustoimintaan osallistuvalla sivutoimiselta sekä sopimuspalokuntaan ja muuhun sopimuksen tehneeseen yhteisöön kuuluvalta henkilöltä vaaditaan Pelastusopiston opetussuunnitelman mukainen koulutus. (Pelastuslaki 57. §.) Nämä kelpoisuusvaatimukset rajaavat omalta osaltaan sitä, kuka voi toimia miehittämättömän ilma-aluksen päällikkönä onnettomuustilanteessa.

3.2 Ilmailulaki

Valtion ilmailun määritelmään sisältyy etsintä- ja pelastuspalvelut sekä palontorjuntaan liittyvä ilmailu, jota suorittaa julkisen viranomaisen toimivaltuudet saanut toimija tai jota suoritetaan sen puolesta yleisen edun nimissä viranomaisen valvonnassa ja vastuulla. (Ilmailulaki 2. §.) Pelastustoimeen liittyvä ilmailu on tämän säädöksen pohjalta valtion ilmailua, vaikka pelastustoimen järjestämisvastuu on kunnilla sekä kuntayhtymillä ja vuoden 2023 alusta alkaen hyvinvointialueilla ja Helsingin kaupungilla. Valtion ilmailussa on mahdollista tietyin edellytyksin poiketa lentosäännöistä ja muista ilmailumääräyksistä (Ilmailulaki 8. §.)

Miehittämättömällä ilma-aluksella tarkoitetaan ilma-alusta, joka toimii tai jonka on tarkoitus toimia itsenäisesti tai jota voidaan kauko-ohjata ilman ilma-aluksessa olevaa ohjaajaa. Miehittämättömällä ilma-alusjärjestelmällä tarkoitetaan miehittämättömää ilma-alusta ja sen kauko-ohjaukseen tarvittavaa laitteisto (Ilmailulaki 2. §). Tässä tutkimuksesta miehittämättömästä ilma-aluksesta käytetään myös termiä UA (Unmanned Aircraft) ja miehittämättömästä ilma-alusjärjestelmästä käytetään myös termiä UAS (Unmanned Aircraft System).

Pelastusviranomainen voi tehdä esityksen Ilmatilan hallintayksiolle (engl. Airspace Management Cell, AMC) ilmatilan käytön kieltämisestä ja rajoittamisesta (Ilmailulaki 11. §). Tällainen tarve voi mahdollisesti tulla esimerkiksi onnettomuustilanteessa, jossa täytyy varmistaa pelastustoimen operatioturvallisuus käytettäessä viranomaisten UA-järjestelmää. Rajoitus ja kieltäminen voidaan

kohdentaa myös koskemaan ainoastaan miehittämättömiä ilma-aluksia. (Ilmailulaki 11 a. §.)

Ilma-aluksen tai laitteen päällikön on ennen lennon aloittamista varmistauduttava siitä, että ilma-alus tai laite on lentokelpoinen ja että lento on muutoinkin valmisteltu säännösten ja määräysten mukaisesti (Ilmailulaki 57. §.) Tämän tutkimuksen tulosten perusteella valmistunut käytännön sovelluksen tarkoituksena on helpottaa tämän vaatimuksen toteuttamisessa.

3.3 Työturvallisuuslaki

Työturvallisuuslaki säätelee osaltaan pelastustoimen miehittämättömiä ilma-alustoimintaa, koska lentäviin objekteihin hallinnanmenetystilanteissa liittyy tapaturman. Työturvallisuuslain tarkoitus on turvata työntekijää. (Työturvallisuuslaki 1. §.)

Työnantajalla on yleinen huolehtimisvelvoite. Työnantajan tulee tarpeellisilla toimenpiteillä huolehtia työntekijän turvallisuudesta ja terveydestä. (Työturvallisuuslaki 8. §.) Pelastustoimen miehittämättömässä ilma-alustoiminnassa 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 10. §). Vaarojen selvittäminen ja arviointi voidaan toteuttaa tutkimuksen tuloksena luodun mallin mukaisesti. On erittäin tärkeää, että pelastustoiminnan johtaja arvioi miehittämättömään ilmailuun liittyvät vaarat onnettomuustilanteessa tilannekohtaisesti. On kuitenkin huomioitavaa, että onnettomuustilanteen aikapaine ja riittävän informaation puuttuminen saattavat jättää vaarojen arvioinnin vaillinaiseksi johtamisprosessin yhteydessä. Tällöin kauko-ohjaajan tekemä oma riskienarviointi lennätustoiminnasta on erittäin merkittävässä roolissa.

Vaaraa aiheuttavaa työtä saa tehdä vain siihen soveltuva henkilö (Työturvallisuuslaki 11. §). Pelastuslain 57 § on määritelly pelastustoimintaan soveltuva henkilö. Työnantaja eli pelastuslaitos määrittelee miehittämättömän ilma-aluksen kauko-ohjaajaksi ja avustajiksi soveltuvat henkilöt.

Työn suunnittelussa tulee ottaa huomioon työntekijöiden fyysiset ja henkiset edellytykset (Työturvallisuuslaki 13. §). Kauko-ohjaajana toimiminen ei vaadi juurikaan fyysisiä ominaisuuksia henkilöltä, mutta henkiset edellytykset korostuvat esimerkiksi akuuteissa ihmisenpelastustehtävissä.

Työnantaja on velvollinen antamaan työntekijälle opetusta ja ohjausta (Työturvallisuuslaki 14. §). Miehitämättömässä ilma-alustoiminnassa opetus ja ohjaus voidaan jakaa peruskoulutukseen sekä taitojen ylläpitokoulutukseen. Tämän työn tavoite on myös tukea ja helpottaa perus- ja ylläpitokoulutuksen järjestämistä pelastuslaitoksella.

Työnantajan tulee varata henkilösuojaimia, apuvälineitä ja muita laitteita työntekijöiden käyttöön (Työturvallisuuslaki 15. §). Työnantajan tulee varata kauko-ohjaajalle ja UA-järjestelmän toiminta-alueella työskenteleville suojakypärä lennätystoiminnan ajaksi (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020).

Työntekijällä on lisäksi yleisiä velvollisuuksia. Hänen on noudatettava annettuja määräyksiä tietyin rajoituksin sekä olla huolellinen ja varovainen (Työturvallisuuslaki 18. §.) Selkeä toimintamalli miehitämättömän ilma-alustoiminnan järjestämisessä edesauttaa annettujen määräysten sisältämistä sekä toimii tukena huolellisuus- ja varovaisuusvelvoitteeseen.

Työntekijän tulee käyttää työnantajan antamia henkilösuojaimia ja varusteita (Työturvallisuuslaki 20. §). Kaikkien henkilösuojaimien ei välttämättä tarvitse olla henkilökohtaisia, vaan ne voivat olla myös yhteiskäytössä. UAS- kauko-ohjaajan ja UA-laitteen toiminta-alueella työskentelevien tulee käyttää suojakypärää lennätyksen aikana (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020).

Työntekijällä on oikeus pidättäytyä työstä, jos työ aiheuttaa vakavaa vaaraa terveydellä (Työturvallisuuslaki 23. §). Tällainen tilanne voi tulla vastaan pelastustoimen tehtävällä, jos työn johto tekee tilanearvion ja päätöksen lennätystoiminnasta huomioimatta riittävästi työturvallisuusaspektia. Esimerkiksi haastavat sääolosuhteet voivat aiheuttaa vakavaa vaaraa työntekijöille lennätystoiminnassa, varsinkin käytettäessä raskaita UA-järjestelmiä.

Työvälineille tulee tehdä käyttöönnotto- ja määräaikaistarkastukset (Työturvallisuuslaki 43. §). UA-järjestelmät tulee käyttöönnotossa tarkastaa ja ne niiden kunto tulee tarkastaa säännöllisesti sekä ennen jokaista lennätystapahtumaa (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020).

Työturvallisuuslaissa määritellään myös vapaaehtoistyö. Sopimuspalokuntalaisen tai toimenpidepalkkaisen henkilön osallistuessa miehittämättömään ilma-alustoimintaan pelastustoimen harjoituksissa tai onnettomuustilanteissa sovelletaan myös Työturvallisuuslakia. (Työturvallisuuslaki 55. §.)

3.4 Valtion miehittämätön ilmailu OPS M1-35

Liikenne- ja viestintävirasto (2021) on julkaissut määräyksen OPS M1-35, jossa määrätään tarkennuksia Ilmailulakiin valtion miehittämättömästä ilmailusta. Määräystä on päivitetty useamman kerran ja tämänhetkinen versio on tullut voimaan 1.1.2022 ja sen on voimassa toistaiseksi. Sen mukaan näköyhteys miehittämättömään ilma-alukseen jakautuu näköyhteyteen perustuvaan toimintaan (VLOS, Visual Line-Of-Sight Operation), avustettuun ilmatilan tarkkailuun (E-VLOS, Extended Visual Line-Of-Sight Operation) ja näköyhteyden ulkopuolella tapahtuvaan toimintaan (BVLOS, Beyond Visual Line-Of-Sight Operation) (Liikenne- ja viestintävirasto 2021, 2 – 3). Näköyhteys ilma-alukseen on yksi merkittävimmistä riskienhallin osa-alueista UAS-toiminnassa.

Kauko-ohjatuista lennoista on tallennettava vähintään seuraavat tiedot: lennon päivämäärä, lennon lähtö- ja laskupaikat, ilma-aluksen päällikkö, ilma-aluksen valmistaja ja malli, lennon tai lentosarjan alkamis- ja päättymisaika, näköyhteys ilma-alukseen, onko lennon maksimikorkeus ollut yli 150 metriä, onko lennetty lähempänä kuin 50 metrin etäisyydellä ihmisjoukosta, lentotehtävän luonne ja muut lennolla sattuneet erityiset tapahtumat. Tiedot lennoista on säilytettävä kahden vuoden ajan. (Liikenne- ja viestintävirasto 2021, 5.)

3.5 Pelastustoimen UAS-perusoperaatiomallit

Pelastustoimen UAS-perusoperaatiomallit on kuvattu selkeästi ja tiivistetysti Pelastusopiston julkaisussa Pelastustoimen RPAS-operaatiomallit 4/2019. Vaikka termi *RPAS* on korvattu termillä *UAS*, ei se ole vaikuttanut

pelastustoimen perusoperaatiomalleihin. Operaatiomallit sisältävät riskinarvion, lentotoiminnassa huomioitavat asiat, laitteen tarkastuksen, ilmatilan sulkemisen, ensitiedustelun, kohdetiedustelun, seurannan ja muuntotaulukot (Pelastusopisto 2019). Luetellut asiakokonaisuudet pohjautuvat Ilmailulakiin ja jo vanhentuneeseen OPS M1-32 määräykseen. Tämä julkaisu antaa lisäksi ohjeita erityisesti pelastustoimeen liittyvään miehittämättömään ilmailuun.

3.6 P3-käsikirja

P3-käsikirja on Suomen pelastusalan keskusjärjestö ry:n julkaisu, jossa kuvataan pelastustoimen taktiset yleisperiaatteet. Se sisältää toimintaohjekortit pelastamisen, suurimman uhkan torjumisen, painopisteen luomisen, olosuhteiden hyväksikäytön, jatkuvuuden hallinnan, aktiivisen tiedustelu, ennakoinnin ja aktiivisen johtamisen toteuttamiseksi (Suomen pelastusalan keskusjärjestö 2007, 2). Miehittämätön ilma-alustoiminta antaa tehokkaan työkalun onnettomuuden kehittymisen arvioimiseen, maaston ja topografian hahmottamiseen, rakenteiden ja muun ympäristön tiedusteluun, ennakointiin ja tilannekuvan luomiseen sekä visuaaliseen muotoon saattamiseen.

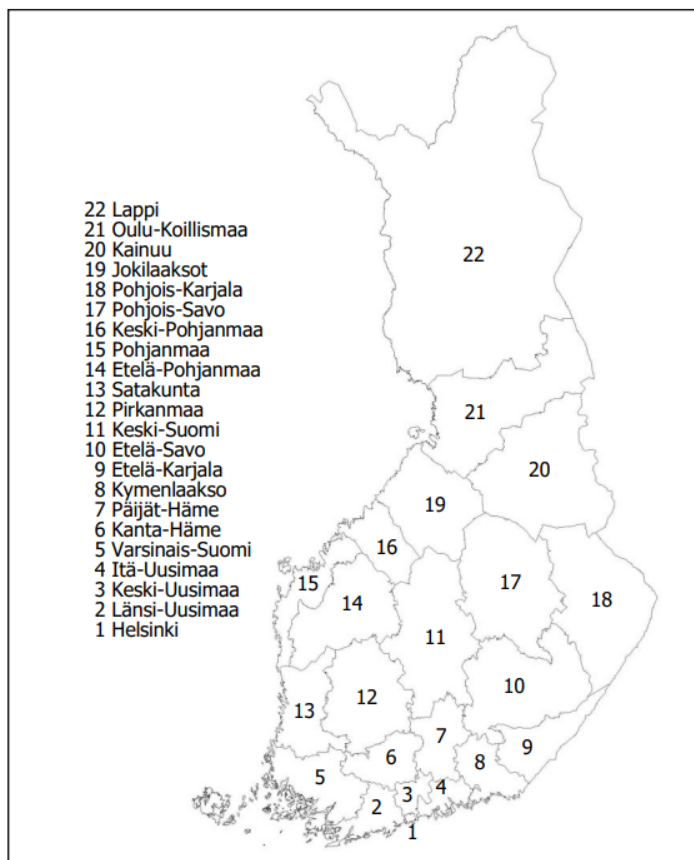
4 PELASTUSTOIMEN SEKÄ TYÖN TAVOITTEEN JA MENETELMIEN ESITTELY

Tässä luvussa esittelen Suomen pelastustoimea. Tämän jälkeen kuvaan työn tavoitteet sekä siinä käytettävät menetelmät.

4.1 Pelastustoimi Suomessa

Suomessa on 22 kuntien yhteisesti ylläpitämää pelastuslaitosta (Valtioneuvoston päätös pelastustoimen alueista 174/2002). Lain mukaan pelastustoimen alueeseen kuuluvat kunnat sopivat keskenään pelastustoimen järjestämisestä. Pelastuslaitokset hoitavat pelastustoimen tehtävät alueellaan. Alueen pelastustoimi vastaa muun muassa pelastustoimen palvelutasosta sekä pelastuslaitoksen toiminnan asianmukaisesta järjestämisestä (Sisäministeriö 21.12.2021). Pelastustoimella oli vuonna 2021 103 336 pelastustoimen tehtävää (PRONTO 2022). Kuvasta 14 havaitsemme pelastustoimen nykyisen aluejaon.

PELASTUSTOIMEN ALUEJAKO



Kuva 14. Pelastustoimen aluejako (Pelastusopisto 2019)

Pelastustoimen järjestäminen uudistuu osana hyvinvointialueuudistusta. Pelastustoimen järjestämisvastuu siirretään vuoden 2023 alussa kunnilta ja kuntayhtymiltä hyvinvointialueille ja Helsingin kaupungille, jotka vastaavat myös sosiaali- ja terveydenhuollon järjestämisestä alueellaan. Hyvinvointialueiden aluejako perustuu pääosin nykyiseen maakuntajakoon. Uudenmaan maakunnan alueella tehtävien järjestämisestä vastaavat neljä hyvinvointialuetta sekä Helsingin kaupunki. (Sisäministeriö 2021.)

4.2 Työn tavoite ja menetelmät

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää pelastustoimen UAS-toiminnan tehokkuutta ja turvallisuutta luomalla sille toimintatapamalli. Koska työn tavoitteena oli luoda uusi toimintatapa ja sitä tukeva ohjeistus, työssä sovellettiin konstruktivistista tutkimusotetta. Konstruktioilla tarkoitetaan tutkimusongelman ratkaisua jonkin abstraktin tuotoksen kuten mallin, suunnitelman tai vastaavan avulla ja

ratkaisu kytkeytyy aikaisempaan teoriaan ja olemassa olevaan kirjallisuuteen (Virtanen 2006, 47).

Tässä työssä tutkimusaineistona käytetään sekä olemassa olevaa kirjallisuutta (kuten aihealueeseen liittyviä lakeja, asetuksia ja määräyksiä) sekä käytännön kokemuksista tehtyjä havaintoja. Havainnointi perustuu Kymenlaakson pelastuslaitoksen miehittämättömän ilmailun tiimin eli RPAS-tiimin aikaisempaan työskentelyyn ja kokemuksiin todellisista pelastustoimen tehtävistä. Asiantuntijatukena teknisiin UA-järjestelmiin liittyen tutkimuksessa hyödynnettiin Kymenlaakson pelastuslaitoksen palomies Tero Piispan osaamista ja yleisesti pelastustoimen miehittämättömään ilmailuun osalta Sisäministeriön erityisasiantuntijan Teemu Veneskarin tietämystä. Kummatkin asiantuntijat työskentelivät tutkimuksen kirjoittajan kanssa Kymenlaakson pelastuslaitoksen RPAS-tiimissä vuosina 2019 – 2020. Tutkimuksen tuloksen pohjautuvat erittäin laajasti tämän RPAS-tiimin työn tuloksiin.

5 KYMENLAAKSON PELASTUSLAITOKSEN RPAS-TIIMI

Kymenlaakson pelastuslaitoksen RPAS-tiimi perustettiin 2010-luvun loppupuolella aktiivisesti pelastustoimen UAS-asioita kehittäneen Kymenlaakson pelastuslaitoksen kehityspäällikön Teemu Veneskarin toimesta. Veneskari tutki jo vuona 2011 pelastustoimen UAS-toimintaa opinnäytetyössään Miehittämättömät ilma-alueen pelastusviranomaisten tilannekuvan muodostamisessa (Veneskari 2011) ja oli valtakunnallisesti merkittävässä asemassa pelastustoimen UAS-toiminnan kehittämisessä. Toinen merkittävä tiimin jäsen oli Kymenlaakson pelastuslaitoksen palomies Tero Piispa. Hän oli hankkinut vanhan osaamisen järjestelmien tekniseen käyttöön ja toimi erinomaisena rajapintana UAS-operaattoreiden ja loppukäyttäjien eli pelastustoiminnan johtajien välillä. Tutkimuksen tekijä ei kuulunut RPAS-tiimiin alusta asti, vaan liittyi siihen mukaan kolmantena henkilönä vuonna 2019. Tutkimuksen tekijällä ei ollut juurikaan aikaisempaa osaamista UAS-toiminnasta ennen RPAS-tiimiin liittymistä, mutta kiinnostus asian kehittämiseen oli voimakas ja tietotaito asiasta vahvistui nopeasti tiimin työskennellessä.

Ennen vuotta 2019 Kymenlaakson pelastuslaitoksen UAS-toiminta oli ollut koekieluontoista ja yksittäisten asiasta erityisen kiinnostuneiden UAS-

operaattoreiden toimintaa, vaikka esimerkiksi nykyvaatimustenkin mukainen UAS-toimintakäsikirja oli jo käytössä. Järjestelmällistä toimintamallia lennätystoiminnan koulutuksiin, riskienarviointeihin, suunnitteluihin ja raportointeihin ei ollut käytössä.

RPAS-tiimi asetti tavoitteen luoda tehokas ja turvallinen toimintatapa Kymenlaakson pelastuslaitoksen UAS-toiminnalle. Toiminta jaettiin kolmeen selkeään osa-alueeseen. Teemu Veneskari toimi tiimin vetäjänä ja kasasi eri osa-alueiden tulokset kokonaisuudeksi. Hänen tietämyksensä ilmailumääräyksistä ja valtion ilmailusta auttoi tiimin työskentelyä huomattavasta. Tero Piispa vastasi UAS-toiminnan teknisestä puolesta: koulutussuunnitelma laatimisesta, järjestelmien käyttökoulutuksista ja niiden ylläpidosta. Hänen tietämyksensä UAS-järjestelmien ominaisuuksista helpotti myös toimintaan sopivien järjestelmien hankinnassa. Tulokset koulutuksen kehittämisestä on esitetty luvussa 6.2

Vaikka tutkimuksen tekijällä ei ollut juurikaan aikaisempaa osaamista UAS-toiminnasta, oli hänellä kuitenkin vahva näkemys siitä, että kuinka asioita voitaisiin tehdä turvallisemmin ja tehokkaammin. Ennen tutkimuksen tekijän liittymistä tiimiin lennätystoiminnan suunnittelua ja raportointia ei ollut ohjattu yksityiskohtaisesti ja sitä ei ollut digitalisoitu. Tutkimuksen tekijä halusi kehittää vakioitun toimintatavan, johon UAS-operaattori voi tukeutua lennätystoimintaa suunnitellessa ja toteuttaessa. Tutkimuksen tekijä havaitsi myös, että lennätysten riskienarvioinnin tueksi ei ollut olemassa työkaluja. Tämän huomion perusteella ja sen perusteella asetettujen tavoitteiden tuloksena syntyi työkalu, mikä mahdollistaa lennätystoiminnan turvallisen ja tehokkaan toteutuksen. Nämä tulokset on esitetty luvussa 6.1. Näiden luotujen työkalujen pohjalta saatiin koko toimintamalli samalla digitalisoitua. Nämä tulokset on esitetty luvussa 6.3

RPAS-tiimin työn tuloksena syntynyt toimintamalli otettiin käyttöön vuoden 2020 aikana. Toimintamallin käyttöönotto saavutti sille asetetut tavoitteet ja on edelleen käytössä Kymenlaakson pelastuslaitoksella.

6 TULOKSET

Tässä tutkimuksessa esitellään Kymenlaakson pelastuslaitoksen RPAS-tiimin työn tuloksena syntyneet työkalut UAS-toiminnan riskienarviointiin ja lennätysten suorittamiseen, UAS taitojen oppimissuunnitelma ja UAS-lennätystoiminnan ilmoitus- ja raportointityökalu. Seuraavissa alaluvuissa esitellään nämä työkalut.

6.1 Työkalu UAS-toiminnan riskienarviointiin ja lennätysten suorittamiseen

Tutkimuksen tuloksena syntyi työkalu UAS-toiminnan riskienarviointiin sekä lennätysten turvalliseen ja vakioituun suorittamismalliin. Työkalu jakaantuu kolmeen A4-kokoiseen taulukkoon, jotka säilytetään jokaisen UAS:n kuljetuskotelon mukana. Laminoidut kaavakkeet ovat helpommin ja nopeammin käytettävissä, kuin digitaalisessa muodossa olevat dokumentit. Tämä on olennaista varsinkin kiireellisillä pelastustoimen tehtävillä.

Ensimmäinen taulukko käsittelee lennätysten muistilistaa. Lennätystoiminnan ohjeistus jakautuu suoritettavan lennon tyyppin mukaan. Lentojen tyyppiä ovat:

- harjoituslento
- muu lennätystoiminta
- hälytystehtävä (omaisuuteen tai ympäristöön liittyvä)
- hälytystehtävä (ihmisen henkeen ja turvallisuuteen liittyvä).

Lennätystehtävän tyyppistä riippuen valitaan prosessikaavion mukaisesti oikea lennätysilmoitus- ja raportointitapa sekä riskienarviointi. Ilmoitus- ja raportointimenettely on kuvattu luvussa 6.3. Taulukossa on kuvattu myös prosessimalli lennätystoiminnassa mahdollisesti tapahtuvaan poikkeamaan, vaaratilanteeseen, onnettomuuteen tai kaluston rikkoutumiseen. Alla olevasta kuvasta 15 voimme nähdä lennätysten muistilistan.

| RPAS MUISTILISTA LENNÄTYKSEEN | | | |
|---|--|---|---|
| Lennätystehtävät tyyppi | Lennätysilmoitus pelastuslaitokselle | Riskien arviointi | Raportointi pelastuslaitokselle |
| Harjoituslento (Peruskoulutus, taitojen ylläpitoharjoitukset 1 - 5 tai soveltava järjestelmän käyttöharjoitus) | Webropol-ilmoitus ennen lennätysten aloittamista (järjestelmän nettiselaimen suosikeissa linkki) | 1. Tee riskienarviointitaulukkoon tukeutuen 2. Vahvista lennätysilmoituksen yhteydessä (Webropol) | Ei tarvetta, sisältyy lennätysilmoitukseen. Mahdollisissa lennätysten liittyvässä poikkeamatilanteissa katso kohta "poikkeamatilanne" |
| Muu lennätystoiminta (esimerkiksi oman toiminnan kuvaaminen viikkoharjoituksen yhteydessä tai esittelyvideon teko tms.) | Webropol-ilmoitus ennen lennätysten aloittamista (järjestelmän nettiselaimen suosikeissa linkki) | 1. Tee riskienarviointitaulukkoon tukeutuen 2. Vahvista lennätysilmoituksen yhteydessä (Webropol) | Lennätystoiminnan (harjoituksen johtaja tms.) tilaajalle erikseen sovitavalla tavalla. Mahdollisissa lennätysten liittyvässä poikkeamatilanteissa katso kohta "poikkeamatilanne" |
| Muu lennätystoiminta (esimerkiksi lennätystoiminta osana suurempaa harjoitusta) | 1. Erillinen lennätysuunnitelma varsinaisen harjoitusuunnitelman liitteeksi 2. Webropol-ilmoitus ennen lennätysten aloittamista harjoitusuunnitelma järjestelmän nettiselaimen suosikeissa linkki | 1. Harjoitusuunnitelman liitteeksi, Tee riskienarviointitaulukkoon tukeutuen 2. Tee uudestaan ennen lennätysten aloittamista. Vahvista lennätysilmoituksen yhteydessä (Webropol) | Lennätystoiminnan (harjoituksen johtaja tms.) tilaajalle erikseen sovitavalla tavalla. Mahdollisissa lennätysten liittyvässä poikkeamatilanteissa katso kohta "poikkeamatilanne" |
| Hälytystehtävä (omaisuuteen tai ympäristöön liittyvä tehtävä) | Ei tarvetta | Tee riskienarviointitaulukkoon tukeutuen | Tee Webropol hälytystehtäväraportti tehtävän jälkeen Mahdollisissa lennätysten liittyvässä poikkeamatilanteissa katso kohta "poikkeamatilanne" |
| Hälytystehtävä (ihmisen henkeen tai turvallisuuteen liittyvä tehtävä) | Ei tarvetta | Tee riskienarviointitaulukkoon tukeutuen | Tee Webropol hälytystehtäväraportti tehtävän jälkeen. Mahdollisissa lennätysten liittyvässä poikkeamatilanteissa katso kohta "poikkeamatilanne" |
| Poikkeamatilanne (Poikkeama, vaaratilanne, onnettomuus ja/tai kaluston rikkoutuminen) | 1. Tee välittömästi ilmoitus alueen päivystävälle palomestarille: 2. Täytä Webropol-raportti: Poikkeama, vaaratilanne, onnettomuus ja/tai kaluston rikkoutuminen | | |

Kuva 15. Lennätysten muistilista (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020)

Toinen taulukko käsittelee riskienarviointia sekä niiden hallintaa ja hyväksytyä näköyhteyttä ilma-alukseen. Harjoituslentoissa riskejä hallitaan harjoittelemalla vahvistetun harjoitusuunnitelman mukaisesti. Harjoitusuunnitelmiin laatimisen yhteydessä harjoituksen sisältyvät riskit on arvioitua ja harjoituksen toimeenpano-ohjeilla poistettu tai minimoitu. Vakioidut perusharjoitusmallit lisäävät toiminnan yhdenmukaisuutta, tehokkuutta ja turvallisuutta. Harjoituslentoilla ei hyväksytä kohonneita UA-järjestelmien vaurioitumiseen tai ihmisten turvallisuuteen liittyviä riskejä. Näköyhteys ilma-alukseen tulee olla OPS M1-35 määräyksen mukainen VLOS (suora näköyhteys) tai EVLOS (suora näköyhteys käyttäen kauko-ohjaustähystäjää). BVLOS (näköyhteyden ulkopuolella) saa harjoitella vain erikseen toiminnalle määritetyille paikalla pelastuslaitoksen UAS-vastuuhenkilön luvalla.

Kun ilma-aluksen päällikkö on suorittanut harjoitukset 1 – 5, on hänen mahdollista toteuttaa muuta lennätystoimintaa, esimerkiksi pelastustoimen esittelyvideon tai viikkoharjoituksen kuvaamisesta. Vaatimus harjoituslentojen suorittamisesta ennen muun lennätystoiminnan aloittamista lisää toiminnan turvallisuutta. Näköyhteysvaatimukset muussa lennätystoiminnassa ovat vastaavat, kuin harjoituslentoissa. Muuhun lennätystoimintaan saattaa sisältyä myös riskialttiimpia osa-alueita, esimerkiksi lennätystoiminta osana suurta harjoitusta.

Tämä on huomioitu muun lennätystoiminnan riskienarviointitaulukossa. Tällöin lennätystoiminta tulee erikseen suunnitella niin, että mahdolliset kohonneet riskit UAS:lle, kolmannen osapuolen ominaisuudelle ja ihmisten turvallisuudelle saadaan poistettua.

UAS-operaattorin tulee saavuttaa harjoituslentojen 1 – 5 osaamistavoitteet, ennen kun hän voi toimia UAS-operaattorina pelastustehtävällä. Omaisuuden pelastamiseen ja ympäristön suojeluun liittyvillä pelastustehtävillä riskienhallinnassa voidaan tehdä tiettyjä myönnytyksiä UAS-kalustoon liittyen. Pelastuslaitoksen UA-järjestelmän tai kolmannen osapuolen omaisuuden vahingoittumiseen liittyvä riski on hyväksyttävissä, jos lennätystoiminnan avulla saadaan turvattu omaa toimintaa tai pystytään pelastamaan huomattavaa omaisuutta.

Ihmisen henkeen ja turvallisuuteen liittyvällä tehtävällä hyväksytään UAS:n tai kolmannen osapuolen omaisuuden vahingoittumisen riski. Mandaatti asialla voidaan johtaa Pelastuslain 36 §:stä, jossa annetaan pelastustoiminnan johtajalle valtuus ryhtyä tilanteen vaatiessa sellaisiin toimenpiteisiin, joista voi aiheutua vahinkoa kiinteälle tai irtaimelle omaisuudelle. Alla olevasta kuvassa 16 voimme nähdä lennätystoiminnan riskienarviointitaulukon.

| LENNÄTYSTOIMINNAN RISKIENARVIOINTI | | |
|---|--|---|
| Tehtävätyyppi: Harjoituslento (Peruskoulutus, taitojen ylläpitoharjoitus 1 - 5 tai soveltava järjestelmän käyttöharjoitus) | Riskienhallinta: RPAS-taitojen vuosittainen ylläpitoharjoittelu -dokumentin mukaisesti. Ei hyväksytä kohonneita laitteiston vaurioitumiseen tai ihmisten turvallisuuteen liittyviä riskejä | Näköyhteys ilma-alueen: VLOS (suora näköyhteys) tai EVLOS (suora näköyhteys käyttäen kauko-ohjaustähystäjää). BVLOS (näköyhteyden ulkopuolella) ainoastaan erillisen luvan kanssa. |
| Tehtävätyyppi: Muu lennätystoiminta (esimerkiksi oman toiminnan kuvaaminen viikkoharjoituksen yhteydessä tai esittelyvideon teko tms.) | Riskienhallinta: Ilma-alueen päällikkö hallitsee taitojen ylläpitoharjoitusten 1 - 5 osaamistavoitteet Ei hyväksytä kohonneita laitteiston vaurioitumiseen tai ihmisten turvallisuuteen liittyviä riskejä | Näköyhteys ilma-alueen: VLOS (suora näköyhteys) tai EVLOS (suora näköyhteys käyttäen kauko-ohjaustähystäjää). BVLOS (näköyhteyden ulkopuolella) ainoastaan erillisen luvan kanssa. |
| Tehtävätyyppi: Muu lennätystoiminta (esimerkiksi lennätystoiminta osana suurempaa harjoitusta) | Riskienhallinta: Ilma-alueen päällikkö hallitsee taitojen ylläpitoharjoitusten 1 - 5 osaamistavoitteet Lennätystoiminta on suunniteltava niin, että mahdolliset kohonneet riskit pelastuslaitoksen RPAS-laitteiston tai kolmannen osapuolen omaisuuden vahingoittumiseen ja ihmisten turvallisuuteen saadaan poistettua. | Näköyhteys ilma-alueen: VLOS (suora näköyhteys) tai EVLOS (suora näköyhteys käyttäen kauko-ohjaustähystäjää). BVLOS (näköyhteyden ulkopuolella) ainoastaan erillisen luvan kanssa. |
| Tehtävätyyppi: Hälytystehtävä (omaisuuteen tai ympäristöön liittyvä tehtävä) | Riskienhallinta: Ilma-alueen päällikkö hallitsee taitojen ylläpitoharjoitusten 1 - 5 osaamistavoitteet Pelastuslaitoksen RPAS-laitteiston tai kolmannen osapuolen omaisuuden vahingoittumiseen liittyvä riski on hyväksyttävissä, jos lennätystoiminnan avulla saadaan turvattu omaa toimintaa tai pystytään pelastamaan huomattavaa omaisuutta. Ei hyväksytä ihmisten turvallisuuteen liittyviä riskejä | Näköyhteys ilma-alueen: VLOS (suora näköyhteys) tai EVLOS (suora näköyhteys käyttäen kauko-ohjaustähystäjää). BVLOS (näköyhteyden ulkopuolella) ainoastaan erittäin painavasta syystä, lisätietoa OPS M1-32 kohta 3.2.2. |
| Tehtävätyyppi: Hälytystehtävä (ihmisen henkeen tai turvallisuuteen liittyvä tehtävä) | Riskienhallinta: Ilma-alueen päällikkö hallitsee taitojen ylläpitoharjoitusten 1 - 5 osaamistavoitteet Hyväksytään pelastuslaitoksen RPAS-laitteiston tai kolmannen osapuolen omaisuuden vahingoittumiseen liittyvä riski. Ei hyväksytä ihmisten turvallisuuteen liittyviä riskejä | Näköyhteys ilma-alueen: VLOS (suora näköyhteys) tai EVLOS (suora näköyhteys käyttäen kauko-ohjaustähystäjää). BVLOS (näköyhteyden ulkopuolella) tarvittaessa, lisätietoa OPS M1-32 kohta 3.2.2. |

Kuva 16. Lennätystoiminnan riskienarviointitaulukko (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020)

Kolmas taulukko käsittelee lennätystoiminnan riskienhallintaa tarkemmalla tasolla ja määrittelee ohjeelliset raja-arvot lennätystoiminnalle. Taulukkoa käytetään toisen taulukon johtopäätelmien perusteella. Taulukossa on huomioitu kaikki tunnistetut riskitekijäkokonaisuudet. Tunnistetut riskitekijät ovat:

- lupa lennätykseen
- lentäjän soveltuvuus tehtävään
- laitteiston soveltuvuus tehtävään,
- ilmatila
- näkyvyys/valoisuus
- lämpötila
- tuuli
- sade / jäätäminen / kosteus
- signaalihäiriöt
- lähtö- ja laskeutumisaikapaikka
- toiminta-alue
- rakennukset
- ihmismäärä

Koska pelastuslaitos vastaa työnantajan roolissa lennätystoiminnan lupaprosesseista, tulee lupa jokaiseen lennätystapahtumaan olla myös ohjeistettu. Lupa lennätykseen harjoitusten osalta määritellään harjoitussuunnitelmissa, eikä niihin tarvita erillistä yksilöityä lupaa. Muussa lennätystoiminnassa luvan antaa lennätystoiminnan tilaaja, esimerkiksi harjoituksen johtaja. Pelastustehtävillä luvan myöntää aina pelastustoiminnan johtaja tai hänen määrittelemänsä UAS-vastuhenkilö.

UAS-operaattorin tulee itsenäisesti kyetä arvioimaan, onko hän soveltuva suunniteltuun lennätystehtävään. Tätä arviointi tukee riskienarviointitaulukko. Riskienarviointiprosessi estää esimerkiksi henkilön toimimisen UAS-operaattorina pelastustehtävällä, jos hän ei hallitse harjoitusten 1 – 5 osaamistavoitteita. Vaikka UAS-operaattori hallitsisi kyseiset taidot, tulee hänen aina kuitenkin tapauskohtaisesti arvioida oma soveltuvuutensa suunniteltua tehtävää varten.

UAS-operaattorin tulee arvioida ennen lennätystoimintaa käytettävissä olevan UA-järjestelmän soveltuvuus tehtävään. UAS-operaattorin tulee arvioida, että riittävätkö lennätystehtävään suunnitellun järjestelmän tekniset ominaisuudet ja lisävarusteet lennätystehtävän tehokkaaseen ja turvalliseen toteuttamiseen. Esimerkiksi pimeätoiminta ilman lämpökameraa ja/tai valonheitintä on tehotonta sekä riskialtista.

Ilmatilan on erittäin tarkoin säädely toimintaympäristö. Ilmatilan käyttöä hallitsee Ilmatilan hallintayksikkö (AMC). Osa ilmatilasta on pysyvää kielto- tai rajoitusaluetta. Sellaisia ovat esimerkiksi lentokenttien ympäristö ja sotilaskohdeet. Ilmatilan hallintayksikkö voi määrätä myös tilapäisiä kielto- tai rajoitusalueita, esimerkiksi yleisötapahtumiin tai viranomaistoimintaan liittyen. Eri viranomaisilla on myös mahdollisuus anoa ilmatilan tilapäisen kielto- tai rajoitusalueen asettamista, jos se on välttämätöntä viranomaistehtävän hoitamista varten. UAS-toimintaa varten suunnitellun ilmatilan käyttömahdollisuus tarkastetaan internetistä Aviamaps-palvelusta. Jos toiminta-alueen ilmatilassa toimii useampia UAS-järjestelmiä, tulee lennätystoiminta olla yhteensovitettua ja koordinoitua. Jos toiminta-alueen ilmatilassa on miehitetty ilma-alus, ei UAS-lennätystä voida toteuttaa tai sitten se tulee jaksottaa niin, että miehitetyt ja miehittämättömät ilma-alukset eivät operoi samaan aikaan.

Lennätystoiminta tulee lähtökohtaisesti toteuttaa niin, että ilma-alukseen on VLOS- tai EVLOS-näköyhteys. Tähän vaikuttaa olennaisesti säätilanne ja ympäristön valoisuus. Esimerkiksi kirkkaana kesäpäivänä näköyhteyden maksimietäisyys ja tarkkuus on huomattavasti parempi kuin pilvisenä talvipäivänä. BVLOS-lennätystoimintaa voi toteuttaa ainoastaan tietyillä pelastustehtävillä riskienarvioinnin mukaisesti.

UAS-järjestelmissä teknisissä ohjeissa on ilmoitettu kylmin lämpötila, jossa järjestelmää voidaan käyttää. Ulkolämpötilan soveltuvuutta järjestelmän käyttöön voidaan arvioida käyttämällä tätä arvoa tai käyttäen yleistä -10 °C raja-arvoa, jonka kaikki käytössä olevat järjestelmät varmasti kestävät. Käyttökokeusten mukaan laitteistot kestävät todellisuudessa yli -20 °C kylmyyttä, koska ilma-aluksen akusto lämpenee voimakkaasti ja lämmittää samalla ilma-aluksen muita osia. Suomessa ei lämpötila nouse koskaan niin korkeaksi, että se

rajoittaisi UAS-järjestelmien käyttöä. Riskienarviointi mahdollistaa lennätystoiminnan raja-arvoa kylmemmissä olosuhteissa tietyillä lennätystehtävillä.

Lennätystehtävää ei lähtökohtaisesti tule toteuttaa, jos Ilmatieteenlaitos on antanut toiminta-alueelle kovan tuulen varoituksen. Mahdolliset tuulivaroitukset tarkastetaan Ilmatieteenlaitoksen internet-sivuilta. Riskienarviointi mahdollistaa lennätystoiminnan raja-arvoa tuulisemmissä olosuhteissa tietyillä lennätystehtävillä.

Lennätystoimintaa ei tule lähtökohtaisesti toteuttaa vesi- tai räntäsateessa. Pieni tiikusade ei estä lennätystoimintaa. Riskienarviointi mahdollistaa lennätystoiminnan vesi- tai räntäsateessa tietyillä lennätystehtävillä.

Mahdolliset signaalihäiriöt tulee huomioida lennätystehtävää suunniteltaessa ja myös lennätysten aikana. Esimerkiksi voimalinjat, rautateiden ajolangan ja voimakkaat radiolähtimet voivat aiheuttaa UAS:lle signaalihäiriöitä. Lähtökohtaisesti tällaisten häiriötekijöiden lähettyvillä ei tule suorittaa lennätystoimintaa. Riskienarviointi mahdollistaa lennätystoiminnan tällaisten kohteiden lähettyvillä tietyillä lennätystehtävillä.

Lähtö- laskupaikka tulee suunnitella niin, että sen välittömässä ympäristössä ei ole henkilö- tai ajoneuvoliikennettä. Tarvittaessa lähtö- laskupaikat tulee eristää. Tämän lisäksi tulee suunnitella myös 1 – 2 varalaskupaikkaa mahdollisia ongelmatilanteita varten.

Lennätystoiminnan riskienarvioinnissa tulee huomioida myös toiminta-alue, rakennukset ja ihmismäärä. Näille tekijöille ei ole mahdollista määrittää yksiselitteisiä raja-arvoja ja nämä riskit pitää tapauskohtaisesti arvioida sekä hallita. Kuvasta 17 voimme nähdä tarkennetun riskienarviointitaulukon ja raja-arvot.

| LENNÄTYSTOIMINNAN RISKIENHALLINTA JA OHJEELLISET RAJA-ARVOT | |
|---|--|
| Lupa lennättykseen | Harjoituslento: taitojen vuosittainen ylläpitoharjoittelu -dokumentin mukaisesti (ei erillistä lupaa). Muu lennätystoiminta: lennätystoiminnan tilaaja (esimerkiksi harjoituksen johtaja) Hälytystehtävä: Pelastustoiminnan johtaja |
| Lentäjän soveltuvuus tehtävään | Ilma-aluksen päällikön oma arvio, että pystyy turvallisesti ja tehokkaasti suorittamaan suunnitellun lennätystehtävän. |
| Laitteiston soveltuvuus tehtävään | Ilma-aluksen päällikön arvio, että pystyykö käytössä olevalla järjestelmällä suorittamaan turvallisesti ja tehokkaasti suunnitellun lennätystehtävän. |
| Ilmatila | Tarkista, että suunnitellulla lentoalueella ei ole voimassaolevia lentorajoituksia: https://aviamaps.com/map?drone (linkki löytyy RPAS-järjestelmän nettiselaimen suosikeissa). Lakisäteilistä tehtävää suorittaessa lentorajoituksista voi olla mahdollista poiketa, mutta silloin lennätystoiminnasta vastuussa olevan henkilön ja ilma-aluksen päällikön on toimittava Trafan määräyksen OPS MI-32 (tai uudemman korvaavan määräyksen) mukaisesti. Jos useampi miehittämätön ilma-alus on toiminta-alueella: RPAS toiminta-alueet on oltava selkeästi jaettu niin, että yhteentörmäyksen vaaraa ei ole. Jos miehitetty ilma-alus on toiminta-alueella tai tulossa toiminta-alueelle: ei RPAS-lentotoimintaa. |
| Näkyvyys / valoisuus | Ilma-alukseen on poikkeustapauksia lukuun ottamatta oltava näköyhteys joko kauko-ohjaajan (VLOS) tai kauko-ohjausavustajan (EVLOS) toimesta. Näköyhteyden ulkopuolella (BVLOS) tapahtuva lentotoiminta ainoastaan tehtävityypikohtaisen riskinarvioinnin mukaan. |
| Lämpötila | Jos riskinarvion mukaan ei hyväksytä laitteiston rikkoutumisen riskiä: alhaisin lämpötila -10°C, kuumalle ei raja-arvoa Jos riskinarvion mukaan hyväksytään mahdollisuus laitteiston rikkoutumiselle: ei raja-arvoa |
| Tuuli | Tarkasta tuulivaroitukset: https://www.ilmatieteelaitos.fi/varoitukset (linkki löytyy RPAS-järjestelmän nettiselaimen suosikeissa) Jos riskinarvion mukaan ei hyväksytä laitteiston rikkoutumisen riskiä: ei tuulivaroitusta lennätysalueella Jos riskinarvion mukaan hyväksytään mahdollisuus laitteiston rikkoutumiselle: pelastustoiminnan johtaja sekä ilma-aluksen päällikkö arvioivat lennätystarpeen sekä tuulitilanteen ja tekevät tämän perusteella yksimielisen päätöksen lennättämisestä |
| Sade / jäätäminen / kosteus | Jos riskinarvion mukaan ei ole hyväksyttyä laitteiston rikkoutumisen riskiä: Ei vesi -tai räntäsadetta. Kevyessä tiheudessa tai kuivassa humisiteudessa on mahdollista lentää. Jos riskinarvion mukaan hyväksytään mahdollisuus laitteiston rikkoutumiselle: pelastustoiminnan johtaja sekä ilma-aluksen päällikkö arvioivat lennätystarpeen sekä sadetilanteen ja tekevät tämän perusteella yksimielisen päätöksen lennättämisestä |
| Signaalihäiriöt | Jos riskinarvion mukaan ei hyväksytä laitteiston rikkoutumisen riskiä: ei lennätystoimintaa voimalinjoiden, rautatien ajolankojen, voimakkaiden radiolähtimien yms. lähettävillä. Jos riskinarvion mukaan hyväksytään mahdollisuus laitteiston rikkoutumiselle: pelastustoiminnan johtaja sekä ilma-aluksen päällikkö arvioivat lennätystarpeen sekä mahdolliset signaalihäiriöt ja tekevät tämän perusteella yksimielisen päätöksen lennättämisestä |
| Lähtö - ja laskupaikka | Valitse avara tila, jossa ei ole ajoneuvo- ja henkilöliikennettä. Tarvittaessa eristä alue. Määritä valmiiksi 1-2 varalaskupaikkaa yllättävien tilanteiden varalle. |
| Toiminta-alue | Ei raja-arvoja, arvioi tilannekohtaisesti |
| Rakennukset | Ei raja-arvoja, arvioi tilannekohtaisesti |
| Ihmismäärä | Ei raja-arvoja, arvioi tilannekohtaisesti |

Kuva 17. Tarkennettu riskienhallintataulukko ja raja-arvot (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020)

6.2 UAS-operaattorin ja pelastustoiminnan johtajien koulutussuunnitelma

Tutkimuksen tuloksena syntyi UAS-taitojen koulutus- ja harjoitussuunnitelma. Koulutus- ja harjoitussuunnitelmalla varmistetaan UAS-operaattoreiden riittävä osaamisen taso. Koulutussuunnitelmaan liittyy myös loppukäyttäjien eli pelastustoiminnan johtajien koulutus. Pelastustoiminnanjohtajien koulutuksen painopiste on taktisessa osaamisessa.

Ensimmäinen askel pelastustoimen UAS-operaattoriksi on se, että työnantaja nimeää henkilön koulutusputkeen. Tämän jälkeen UAS-operaattoriksi kouluttava henkilö suorittaa UAS-toiminnan verkkokurssin, jonka kesto on noin yksi työpäivä. Verkkokurssi sisältää teoreettisen perustan yleisesti ilmailusta ja yksityiskohtaisesti miehittämättömästä ilmailusta. Verkkokurssien tarjoajia on useita, esimerkiksi Suomen lentopelastusseura ja Insta Group Oy. Pelastuslaitos voi vertailla kurssien sisältöä ja valita näistä kursseista tarkoituksenmukaisimman vaihtoehdon.

Verkkokurssin järkeen UAS-operaattoriksi koulutettavalle järjestetään UA-järjestelmän tekninen koulutus, jossa annetaan käyttökoulutus tarvittaviin tekniisiin järjestelmiin ja varsinaiseen lennätystoimintaan. Tämän koulutuksen toteuttaa työnantajan määrittämä, riittävät tiedot ja taidot omaava, kokenut UAS-operaattori. Tämän koulutuksen jälkeen UAS-operaattoriksi koulututtavalla on edellytyksen alkaa harjoittelemaan lennätystoimintaa koulutussuunnitelman mukaisesti joko omatoimisesti tai tarvittaessa tuettuna.

Koulutussuunnitelmassa harjoitteet on jaettu viiteen eri osaan. Harjoitusten vaikeustaso nousee harjoituksesta seuraavaan siirryttäessä. Harjoituksen osaamistavoitteet tulee saavuttaa ennen seuraavaan harjoitukseen siirtymistä. Tarvittaessa sama harjoitus toistetaan useita kertoja, jotta oppimistavoitteet saavutetaan.

Ensimmäinen harjoituksen teema on miehittämättömän ilma-aluksen käsittely. Harjoituksen osaamistavoitteina on, että harjoituksen suoritettuaan henkilö osaa:

- tehdä riskinarvion vallitsevista olosuhteista, lentoalueesta ja lentotoiminnasta
- ilma-aluksen tarkistukseen ja käyttöönottoon liittyvät asiat
- tehdä lennätysilmoituksen (Webropol)
- ilma-aluksen perushallinnan, käynnistys, ilmaan nousu, laskeutuminen, ilma-aluksen ohjauksen ja ohjaimen toiminnot
- Ilma-aluksen hallinnan näytön avustuksella
- valita kuvaus tai videokuvaus-tilan sekä liikuttaa kameraa.

Toisen harjoituksen teema on miehittämättömän ilma-aluksen käsittelyn taidon vahventaminen. Toinen harjoitus on teknisesti haastavampi kuin ensimmäinen harjoitus. Harjoituksen osaamistavoitteina on, että harjoituksen suoritettuaan henkilö osaa:

- tehdä riskinarvion vallitsevista olosuhteista, lentoalueesta ja lentotoiminnasta
- ilma-aluksen tarkistukseen ja käyttöönottoon liittyvät asiat
- tehdä lennätysilmoituksen (Webropol)

- ilma-aluksen perushallinnan, käynnistys, ilmaan nousu, laskeutuminen, ilma-aluksen ohjauksen ja ohjaimen toiminnot
- ilma-aluksen hallinnan pelkän näköyhteyden varassa sekä näytön avustuksella
- automaattiseen kotiinpaluutoimintoon ja akkuvaroitukseen liittyvät asiat.

Kolmannen harjoituksen teema on jatkaa miehittämättömän ilma-aluksen käsittelyn taidon vahvistamista. Kolmas harjoitus on teknisesti haastavampi kuin toinen harjoitus. Harjoituksen osaamistavoitteina on, että harjoituksen suoritettuaan henkilö osaa:

- ilma-aluksen kameran käytön ja yksinkertaiset kamera-asetukset
- tehdä riskinarvion vallitsevista olosuhteista, lentoalueesta ja lentotoiminnasta.
- ilma-aluksen tarkistukseen ja käyttöönottoon liittyvät asiat
- tehdä lennätysilmoituksen (Webropol)
- ilma-aluksen perushallinnan, käynnistys, ilmaan nousu, laskeutuminen, ilma-aluksen ohjauksen ja ohjaimen toiminnot
- ilma-aluksen hallinnan pelkän näköyhteyden varassa sekä näytön avustuksella
- ilma-aluksen eri lentotilojen käytön
- ilma-aluksen hallinnan GPS-yhteyden hävittyä
- ilma-aluksen tutkien ja optisten silmien toiminnan
- ilma-aluksen kameran käytön ja yksinkertaiset kamera-asetukset.

Neljännän harjoituksen teema on valo- ja videokuvauksen sekä datan siirto. Harjoituksen osaamistavoitteina on, että harjoituksen suoritettuaan henkilö osaa:

- tehdä riskinarvion vallitsevista olosuhteista, lentoalueesta ja lentotoiminnasta.
- ilma-aluksen tarkistukseen ja käyttöönottoon liittyvät asiat
- tehdä lennätysilmoituksen (Webropol)
- ilma-aluksen perushallinnan, käynnistys, ilmaan nousu, laskeutuminen, ilma-aluksen ohjauksen ja ohjaimen toiminnot

- ilma-aluksen hallinnan pelkän näköyhteyden varassa sekä näytön avustuksella
- ilma-aluksen kameran asetusten tarkistamisen ja muuttamisen (valoisuus, videon tallennustarkkuus)
- kohteen valo- ja videokuvaamisen
- siirtää videokuvaa esimerkiksi erilliseen näyttöön ja lähettää ruudun-kaappauskuvia sähköpostilla.
- datan siirtämisen muistikortilta tietokoneelle.

Viidennen harjoituksen teema on pelastustoimen UAS-operaatiot ja näköyhteys ilma-alukseen käyttäen kauko-ohjaustähystäjä (EVLOS). Harjoituksen osaamistavoitteina on, että harjoituksen suoritettuaan henkilö osaa:

- tehdä riskinarvion vallitsevista olosuhteista, lentoalueesta ja lentotoiminnasta.
- ilma-aluksen tarkistukseen ja käyttöönottoon liittyvät asiat
- tehdä lennätysilmoituksen (Webropol)
- ilma-aluksen perushallinnan, käynnistys, ilmaan nousu, laskeutuminen, ilma-aluksen ohjauksen ja ohjaimen toiminnot
- ilma-aluksen hallinnan pelkän näköyhteyden varassa sekä näytön avustuksella
- pelastustoimen UAS-perusoperaatiomallit
- kauko-ohjaustähystäjän käytön lentotehtävällä (EVLOS).

Kun UAS-operaattori hallitsee näiden viiden harjoituksen osaamistavoitteet, voi hän toimia UAS-operaattorina muissa lennätystehtävissä ja pelastustehtävillä riskienarvioinnin mukaisesti. Harjoitusten osaamistavoitteet tulee saavuttaa niin kauan, kun henkilö toimii UAS-operaattorina. Taitojen todentamisen avuksi UAS-operaattori tekee vuosittain itsearviointin.

Loppukäyttäjien eli pelastustoiminnan johtajien koulutus on kaksiosainen. Ensimmäisessä osassa pelastustoiminnan johtajat käyvät saman teoriakoulutuksen kuin UAS-operaattorit. Tällä varmistetaan, että pelastustoiminnan johtajilla, jotka vastaavat lennätystoiminnasta pelastustehtävillä, on riittävä

teoreettinen tietämys ilmailusta. Toinen osa-alue on taktinen koulutus, joissa käsitellään UAS-toiminnan hyödyntämistä eri onnettomuustyypeissä.

6.3 UAS-toiminnan ilmoitus-, raportointi- ja tilastointityökalu

UAS-toimintaan liittyy olennaisesti lentojen suunnittelu, niistä raportointi ja toiminnan tilastointi. Ilmoitus-, riskienarviointi- ja raportointiprosessi vaihtelee lennätystoiminnan tyypin mukaan. Lennätystoiminnassa, mikä pystytään suunnittelemaan ennakolta (harjoituslennot ja muu lennätystoiminta), ilmoitetaan ja raportoidaan ennen lentoa. Tällä varmistetaan mahdollisimman hyvin ja turvallisesti suunniteltu lennätystoiminta. Jos lennätysten aikana tapahtuu jokin merkityksellinen poikkeama suunnitelmasta, raportoidaan siitä lennon jälkeen erikseen poikkeama- ja vaaratilanneraportilla.

Pelastustoimen luonteeseen kuuluu, että kiireellisillä pelastustoimen tehtävillä ei ole mahdollista toteuttaa aiemmassa kappaleessa kuvattu ilmoitusprosessia. Näillä tehtävillä lennätystoiminnan suunnitelma ja riskienarviointi tehdään ajatustasolla hyödyntäen laminoituja lennätysten muistilistoja. Raportointi tehtävistä toteutetaan tehtävän jälkeen raportointityökalulla. Jos lennätysten aikana tapahtuu jokin merkityksellinen poikkeama suunnitelmasta, raportoidaan siitä lennon jälkeen erikseen poikkeama- ja vaaratilanneraportilla. Kuvasta 18 voidaan nähdä kuvankaappauksen UAS-toiminnan ilmoitus-, raportointi- ja tilastointityökalu ulkoasusta ja sisällöstä.

PELASTUSLAITOS

Ilmoitus RPAS-lennätystoiminnasta

1. Tapahtuman tyyppi *

Valitse

- Suunnitelma: harjoituslento (lennätysilmoitus ja riskienarviointi)
- Suunnitelma: muu lennätystoiminta (lennätysilmoitus ja riskienarviointi)
- Raportti: hälytystehtävä
- Raportti: poikkeama, vaaratilanne, onnettomuus ja/tai kaluston rikkoutuminen

Kuva 18. Webropol-ohjelmaan luodun työkalun hyödyntäminen lennätystoiminnan suunnittelussa, raportoinnissa ja tilastoinnissa (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020)

Harjoituslentoja ovat UA-järjestelmien peruskoulutuksiin liittyviä lentoja. Ne ovat UAS-taitojen ylläpitoharjoitukset 1 – 5 ja sovelletut UA-järjestelmien käyttöharjoitukset. OPS M1-35:n mukainen vaatimus lennon tietojen tallennuksesta toteutetaan Webropol-alustalle luodulle ilmoitustyökalulla. Suunnitelmaan kirjataan työkalun ohjaamana:

- ilma-aluksen päällikkö tai päälliköt
- lennätysten päivämäärä
- lennätysten aloitusaika ja lopetusaika
- lennätysten käytössä olevan UAS-järjestelmän sijoituspaikka (ei säädönperusteinen, mutta helpottaa tilastointia)
- UAS valmistaja ja malli
- ilma-alukseen liitetyt lisävarusteet (ei säädönperusteinen vaatimus, mutta helpottaa tilastointia)
- näköyhteys ilma-alukseen
- tuulen nopeus (ei säädönperusteinen, osa riskienhallintaprosessia, ks. raja-arvotaulukko)
- lämpötila (ei säädönperusteinen, osa riskienhallintaprosessia, ks. raja-arvotaulukko)
- lennon lähtö- ja laskupaikka
- suunnitellun harjoituksen 1-5 tai sovelletun harjoituksen valinta
- riskienarviointi.

Muu lennätystoiminta sisältää sellaiset lennot, jotka eivät ole järjestelmän käyttöharjoituksia tai pelastustehtäviä. Näitä ovat esimerkiksi muuhun harjoitustoimintaan liittyvä lennätystehtävä tai viikkoharjoituksen kuvaus. Lennon suunnitelma, raportointi ja mahdollinen poikkeamailmoitus tehdään vastavalla tavalla kuin harjoituslennolla. Kuvista 19, 20 ja 21 voimme nähdä kuvankaappauksia ilmoitustyökalun ulkoasusta ja sisällöstä.

8. Näköyhteys ilma-alukseen *

VLOS (suora näköyhteys)

EVLOS (suora näköyhteys käyttäen kauko-ohjaustähystäjää)

BVLOS (suoran näköyhteyden ulkopuolella, vain hätätapauksissa tai soveltuvassa paikassa)

Kuva 19: Webropol-ohjelmaan luodun työkalun hyödyntäminen lennätystoiminnan suunnittelussa (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020)

7. Ilma-alukseen liitetyt lisävarusteet *

Lämpökamera

Valonheitin

Kaiutin

Muu, mikä?

Ei lisävarusteita

Vilkku

Laser etäisyydenmittaus (M300)

Kuva 20: Webropol-ohjelmaan luodun työkalun hyödyntäminen lennätystoiminnan suunnittelussa (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020)

19. Riskienarviointi *

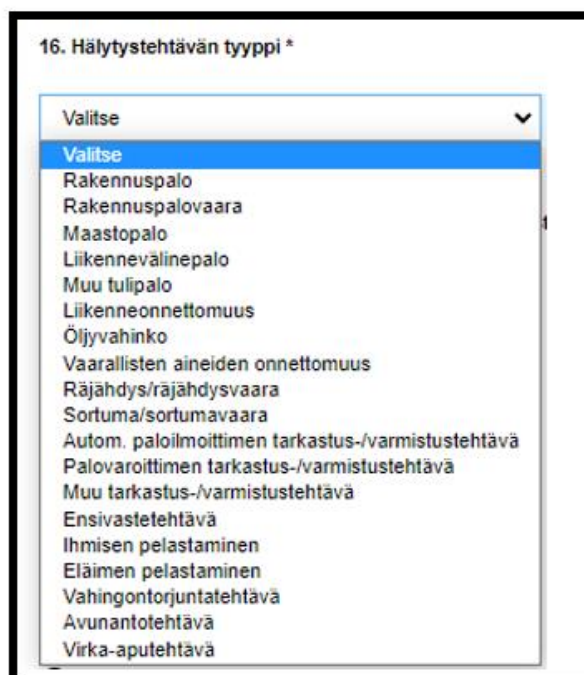
| | Turvallinen | Ei turvallinen |
|---|-----------------------|-----------------------|
| Lupa lennätukseen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Lentäjän soveltuvuus tehtävään | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Laitteiston soveltuvuus tehtävään | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Ilmatila | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Näkyvyys / valoisuus | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Lämpötila | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Tuuli | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Sade / jäätäminen / kosteus | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Signaalihäiriöt | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Lähtö- ja laskupaikka sekä varalaskupaikka/paikat | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Toiminta-alue | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Rakennukset | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Ihmismäärä | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Kuva 21: Webropol-ohjelmaan luodun työkalun hyödyntäminen lennätystoiminnan suunnittelussa (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020)

Pelastustehtävillä lennätystoiminnan suunnittelu tehdään ainoastaan ajatustasolla hyödyntäen luvussa 6.1 esiteltyjä työkaluja. Vaikka suunnitelmaa lennätystoiminnasta ei tehdä digitaalisesti, ei se vapauta UAS-operaattoria vakioidusta toimintamallista ja riskienarvioinnista. Poikkeuksena harjoituslentoihin ja muuhun lennätystoimintaan, raportointi lennosta tehdään vasta lennätystoiminnan päätyttyä. Lenntystoiminnan raporttiin kirjataan työkalun ohjaamana:

- ilma-aluksen päällikkö tai päälliköt
- lennätysten päivämäärä
- lennätysten aloitusaika ja lopetusaika
- lennätysten käytössä olevan UAS-järjestelmän sijoituspaikka (ei säädönperusteinen, mutta helpottaa tilastointia)
- UAS valmistaja ja malli
- ilma-alukseen liitetyt lisävarusteet (ei säädönperusteinen vaatimus, mutta helpottaa tilastointia)
- näköyhteys ilma-alukseen
- tuulen nopeus (ei säädönperusteinen, osa riskienhallintaprosessia, ks. raja-arvotaulukko)
- lämpötila (ei säädönperusteinen, osa riskienhallintaprosessia, ks. raja-arvotaulukko)
- lennon lähtö- ja laskupaikka
- hälytystehtävän tyyppi
- pelastustoiminnan johtaja (lupa lennätukseen pelastustehtävällä)
- kuvaus hälytystehtävään liittyvästä lennätystehtävästä ja keskeisimmät havainnot.
- raporttiin mahdollisesti liitettävät UA-järjestelmällä otetut valokuvat.

Kuvista 22, 23 ja 24 voimme nähdä kuvankaappauksia lennätystoiminnan raportointityökalun ulkoasusta ja sisällöstä.



16. Hälytystehtävän tyyppi *

Valitse

Valitse

- Rakennuspalo
- Rakennuspalovaara
- Maastopalo
- Liikennevälinepalo
- Muu tulipalo
- Liikenneonnettomuus
- Öljyvahinko
- Vaarallisten aineiden onnettomuus
- Räjähdykset/räjähdyksvaara
- Sortuma/sortumavaara
- Autom. paloilmittimen tarkastus-/varmistustehtävä
- Palovaroittimen tarkastus-/varmistustehtävä
- Muu tarkastus-/varmistustehtävä
- Ensisivustehtävä
- Ihmisen pelastaminen
- Eläimen pelastaminen
- Vahingontorjuntatehtävä
- Avunantotehtävä
- Virka-aputehtävä

Kuva 22. Webrobol-ohjelmaan luodun työkalun hyödyntäminen lennätystoiminnan raportoinnissa (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020)

18. Kuvaus hälytystehtävään liittyvästä lennätystehtävästä ja keskeisimmät havainnot. Kirjoita annetut tehtävät esim. katon pintojen lämpötilan tarkastus, kohteen/pelastettavan etsintä. Selitä annettu tehtävä tarkasti. *

Kuva 23. Webrobol-ohjelmaan luodun työkalun hyödyntäminen lennätystoiminnan raportoinnissa (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020)

44. Liitä raporttiin ilmasta otettuja valokuvia (max. 10 kuvaa, yhden kuvan maksimikoko 20 Mt, kaikkien kuvien yhteenlaskettu koko maksimissaan 40 Mt). Kuvien liittäminen ei ole pakollista, mutta toivottavaa.

Valitse tiedosto Ei valittua tiedostoa


Kuva 24. Webrobol-ohjelmaan luodun työkalun hyödyntäminen lennätystoiminnan raportoinnissa (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020)

Mahdollisessa lennätystoimintaan liittyvästä poikkeamasta, vaaratilanteesta, onnettomuudesta ja/tai kaluston rikkoutumisesta tehdään ilmoitus omalla raportointityökalulla. Merkittävistä tapauksista tulee ilmoitus tehdä lisäksi myös Liikenne- ja viestintävirastolle. Poikkeamaraportissa huomioidaan ja kirjataan: (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020.)

- ilmoitusmenettely päivystävälle pelastusviranomaiselle ja tarvittaessa Liikenne- ja viestintävirastolle
- ilmoittajan tiedot
- poikkeaman, vaaratilanteen, onnettomuuden ja/tai kaluston rikkoutumisen päivämäärä
- poikkeaman, vaaratilanteen, onnettomuuden tai kaluston rikkoutumisen kellonaika
- poikkeamassa, vaaratilanteessa, onnettomuudessa ja/tai kaluston rikkoutumisessa osallisena olleen UAS-järjestelmän sijoituspaikka
- poikkeamassa, vaaratilanteessa, onnettomuudessa ja/tai kaluston rikkoutumisessa osallisena olleen ilma-aluksen valmistaja ja malli

- ilma-alukseen liitetyt lisävarusteet poikkeamassa, vaaratilanteessa, onnettomuudessa ja/tai kaluston rikkoutumisessa
- näköyhteys ilma-alukseen poikkeaman, vaaratilanteen, onnettomuuden ja/tai kaluston rikkoutumisen aikana
- poikkeaman, vaaratilanteen, onnettomuuden tai kaluston rikkoutumisen maantieteellinen sijainti
- liittyikö poikkeamaan, vaaratilanteeseen, onnettomuuteen tai kaluston rikkoontumiseen henkilövahinkoja
- poikkeaman, vaaratilanteen, onnettomuuden ja/tai kaluston rikkoutumisen kuvaus
- poikkeamaan, vaaratilanteeseen, onnettomuuteen ja/tai kaluston rikkoutumiseen liittyvät kuvat.

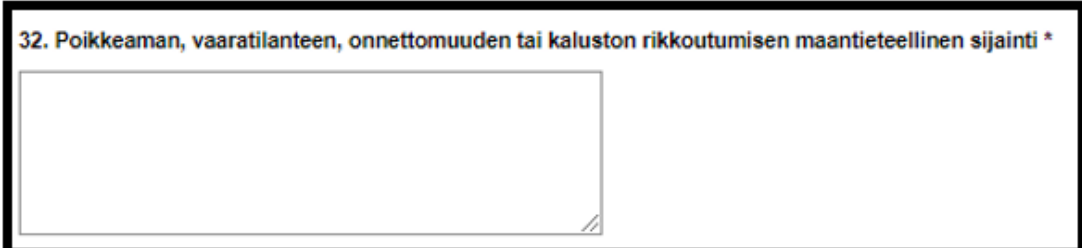
Kuvista 25, 26 ja 27 voimme nähdä kuvankaappauksia poikkeaman, vaaratilanteen, onnettomuuden ja/tai kaluston rikkoutumiseen raportoinnin työkalusta:



24. Poikkeamassa, vaaratilanteessa, onnettomuudessa ja/tai kaluston rikkoutumisessa osallisena olleen UAS-järjestelmän sijoituspaikka *

Valitse ▼

Kuva 25: Webrobol-ohjelmaan luodun työkalun hyödyntäminen lennätystoiminnan poikkeamassa, vaaratilanteessa, onnettomuudessa ja/tai kaluston rikkoutumisessa (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020)



32. Poikkeaman, vaaratilanteen, onnettomuuden tai kaluston rikkoutumisen maantieteellinen sijainti *

Kuva 26: Webrobol-ohjelmaan luodun työkalun hyödyntäminen lennätystoiminnan poikkeamassa, vaaratilanteessa, onnettomuudessa ja/tai kaluston rikkoutumisessa (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020)

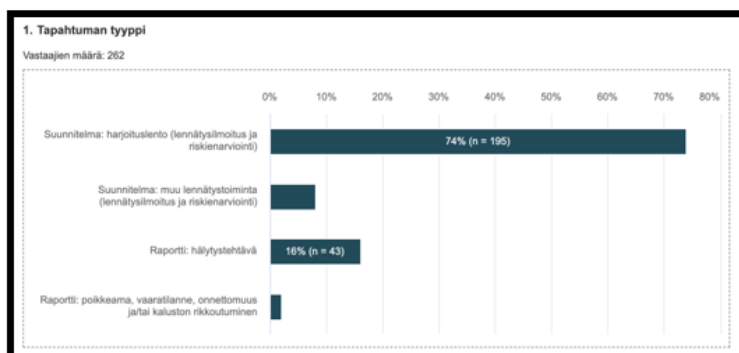
36. Liittyikö poikkeamaan, vaaratilanteeseen, onnettomuuteen tai kaluston rikkoontumiseen henkilövahinkoja? *

Kyllä

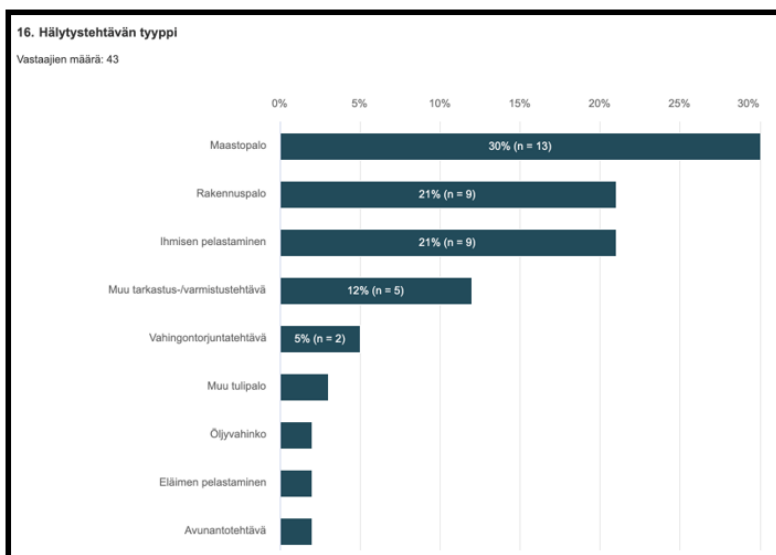
Ei

Kuva 27: Webropol-ohjelmaan luodun työkalun hyödyntäminen lennätystoiminnan poikkeamassa, vaaratilanteessa, onnettomuudessa ja/tai kaluston rikkoutumisessa (Kymenlaakson pelastuslaitos 2020)

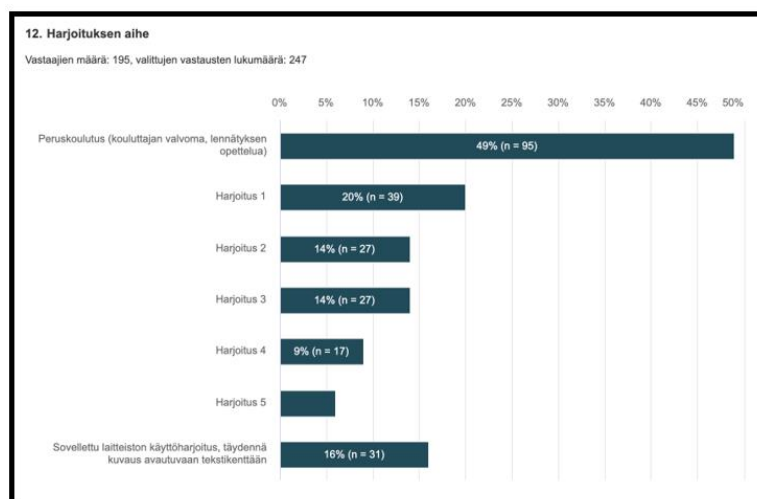
Suunnitelmat ja raportit tallentuvat Webropol-palvelimelle ja niistä on mahdollista luoda monipuolisia tilastoja. Tilastoinnilla pystytään seuraamaan esimerkiksi harjoittelutoimintaa sekä yksilötasolla että myös koko pelastuslaitosalueella. Tilastointityökalut ovat myös ensiarvoisen tärkeitä välineitä pelastuslaitoksen UAS-toimintaa suunniteltaessa ja kehittäessä. Kuvista 28, 29 ja 30 voimme nähdä kuvankaappauksia tilastointityökalusta.



Kuva 28. Webropol-ohjelmaan luodun työkalun hyödyntäminen lennätystoiminnan raportoinnissa (Kymenlaakson pelastuslaitos 2022)



Kuva 29. Webropol-ohjelmaan luodun työkalun hyödyntäminen lennätystoiminnan raportoinnissa (Kymenlaakson pelastuslaitos 2022)



Kuva 30. Webropol-ohjelmaan luodun työkalun hyödyntäminen lennätystoiminnan raportoinnissa (Kymenlaakson pelastuslaitos 2022)

7 POHDINTA

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli kehittää toimintatapa miehittämättömään ilma-alustoimintaan (UAS) pelastustoimessa. Tutkimus saavutti asetetun tavoitteen. Lopputuotteena syntyneet työkalut mahdollistavat hallitun ja turvallisen UAS-toiminnan toteuttamisen pelastustoimessa. Myös tutkijan oma osaminen tutkittavaan aiheeseen syventyi tutkimukset kuluessa.

Tutkimuksella ei ollut tilaajaa, vaan tutkija tunnisti sen tarpeen omatoimisesti. Alusta alkaen tutkijan tavoitteena oli tehdä tutkimus ja sen perusteella valmis-tuneet työkalut, jotka palvelevat koko valtakunnan pelastustoimea. Mielestäni tämä lähestymiskanta tutkittavaan aihealueeseen oli onnistunut.

Digitaaliset työkalut helpottavat ilmoitus- ja raportointiprosesseja, mutta kiireel-lisillä pelastustehtävillä myös paperitulosteilla on paikkansa. Näiden kombi-naatiolla on mahdollista toteuttaa UAS-toimintaa tehokkaasti ja turvallisesti.

Tutkimus ja sen tulokset eivät olisi olleet mahdollista ilman työskentelyäni Ky-menlaakson pelastuslaitoksen RPAS-työryhmässä 2019 – 2020. Kaikki tutkit-tavaan aiheeseen liittyvä tietotaitoni ja kehitysajatukseni on peräisin tuolta ajanjaksolta. Ilman työryhmän jäseniä erityisasiantuntija Teemu Veneskaria ja

palomies Tero Piispaa tämä tutkimus olisi jäänyt tekemättä ja heille haluan antaa erityiskiitoksen.

Työssä olisi ollut mahdollista käsitellä myös OPS M1-35:n antamaa vaatimusta toiminannharjoittajalle UAS-toimintakäsikirjan laatimisesta. Työn tulokset käsittelevät kuitenkin laajasti toimintakäsikirjan sisältövaatimuksia ja niiden pohjalta voi pelastuslaitos tehdä vaaditun asiakirjan. Tämä on kuitenkin yksi mahdollinen toimintaan liittyvät jatkotutkimusaihe. Toinen jatkotutkimusaihe on työkalujen jalostaminen täysin omaksi työkaluiksi ja irrottaminen Webropol-alustasta. Tämä onkin lähes pakollinen edistysaskel tulevaisuudessa, koska lähtökohtaisesti pelastustehtäviin liittyvä materiaali on TL IV KÄYTTÖ RAJOITETTU ja julkinen verkko ei sovellu sen käsittelyyn.

LÄHTEET

Blom, J. 2009. Unmanned Aerial systems: a historical perspective. Combat Studies Institute Press. PDF-dokumentti. Saatavissa:

<https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/combats-studies-institute/csi-books/OP37.pdf> [viitattu 23.2.2022].

DJI 2021. DJI DJI Mavic 2 Enterprise advanced. Saatavissa:

<https://www.dji.com/fi/mavic-2-enterprise-advanced> [viitattu 31.12.2021].

DroneDJ. 2019. Lifeguards drop lifevest from Mavic Pro with bait release system. Verkkolehti. Päivitetty 14.1.2019. Saatavissa:

<https://dronedj.com/2019/01/14/lifeguards-lifevest-dji-mavic-pro/> [viitattu 14.2.2022].

GAMINGSYM. 2021. Drones delivered defibrillators – saved lives. Päivitetty

30.12.2021. Saatavissa: <https://gamingsym.in/drones-delivered-defibrillators-saved-lives/> [viitattu 30.12.2021].

Ilmailulaki 7.11.2014/864

Ketola, J. & Kokki, E. Pelastusopisto 2019. Pelastustoimen taskutilasto 2014 -

2018. PDF-dokumentti. Saatavissa: http://info.smedu.fi/kirjasto/Sarja_D/D1_2019.pdf. D-sarja: Muut. Pelastusopisto 2019. [viitattu 23.2.2022].

Kymenlaakson pelastuslaitos 2020. RPAS-toimintatapa.

Murphy, J. 2005. Military aircraft, origins to 1918. An illustrated history of their impact. ABC-CLIO. Saatavissa:

<https://books.google.fi/books?id=7pS1QpH8FRgC&lpg=PA161&hl=fi&pg=PP1#v=onepage&q&f=false> [viitattu 23.2.2022].

Liikenteen turvallisuusvirasto. 2020. Kauko-ohjatun ilma-aluksen ja lennokin lennättäminen. Määräys OPS M1-32.

Liikenteen turvallisuusvirasto. 2022. Kauko-ohjatun ilma-aluksen ja lennokin lennättäminen. Määräys OPS M1-35.

National Science Foundation. 2005. Small, Unmanned Aircraft Search for Survivors in Katrina Wreckage. Päivitetty 14.9.2005. Saatavissa:

https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=104453 [viitattu 23.2.2022].

Pelastuslaki 29.4.2011/379

Pelastusopisto. 2019. Perusoperaatiomallit pelastustoiminnan RPAS operaatioihin. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://info.smedu.fi/kirjasto/Julkaisut/Pelastustoimen%20RPAS%20perusoperaatiomallit.pdf> [viitattu 23.2.2022].

Pronto. 2021. Pelastustoimen onnettomuus- ja resurssitilasto.

Schedl, D., Kurmi, I., & Bimber, O. (2020). Search and Rescue with Airborne Optical Sectioning. Johannes Kepler University. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://arxiv.org/pdf/2009.08835.pdf> [viitattu 23.2.2022].

Singhm, I. 2021. DroneAnalyst report reveals dramatic drop in DJI's commercial drone market share. Päivitetty 14.9.2021. Saatavissa: <https://dronedj.com/2021/09/14/droneanalyst-dji-market-share-2021/> [viitattu 23.2.2022].

Sisäministeriö s.a. Pelastustoimen toimijat ja vastuut. <https://intermin.fi/pelastustoimi/pelastustoimen-toimijat-ja-vastuut> [viitattu 23.2.2022].

Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö. 2007. P3-käsikirja. Toimintaohjeet.

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738

Valtioneuvoston päätös pelastustoimen alueista 174/2002

Wild Wonderful Weekends. 2021. Search and Rescue with the DJI Mavic 2 Enterprise Advanced. YouTube. Videoleike. Julkaistu 31.8.2021. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=7SKJio7Sdwg> [viitattu 23.2.2022].

Yhdysvaltojen kongressin kuuleminen. 2006. Kuulemispäivä 29.3.2006. Saatavissa: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CHRG-109hrg28275/html/CHRG-109hrg28275.htm> [viitattu 23.2.2022].

KUVALUETTELO

Kuva 1. Kuvankaappaus yrityksen internetsivuilta. DJI. 2021 [viitattu 31.12.2021].

Kuva 2. Kuvankaappaus Youtube-sivustolta. Wild Wonderful Weekends. 2021. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=7SKJio7Sdwg> [viitattu 23.2.2022].

Kuva 3. Kuvankaappaus Youtube-sivustolta. Wild Wonderful Weekends. 2021. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=7SKJio7Sdwg> [viitattu 23.2.2022].

Kuva 4. Tilannekuva metsäpalosta. Kymenlaakson pelastuslaitos. 27.5.2020.

Kuva 5. Tilannekuva metsäpalosta. Kymenlaakson pelastuslaitos. 28.5.2020.

Kuva 6. Tilannekuva rakennuspalosta. Kymenlaakson pelastuslaitos. 11.5.2017.

Kuva 7. Kuvankaappaus yrityksen internetsivuilta. DJI. 2021 [viitattu 31.12.2021].

Kuva 8. Tilannekuva ihmisenpelastustehtävältä. Kymenlaakson pelastuslaitos. 13.7.2020.

Kuva 9. Tilannekuva ihmisenpelastustehtävältä. Kymenlaakson pelastuslaitos. 13.7.2020.

Kuva 10. Kuvankaappaus yrityksen internetsivuilta. DJI. 2021 [viitattu 31.12.2021].

Kuva 11. Kuvankaappaus yrityksen internetsivuilta. DJI. 2021 [viitattu 31.12.2021].

Kuva 12. Airborne Optical Section -menetelmä. Schedl, D., Kurmi, I., & Bimber, O. 2020. Saatavissa: <https://dronedj.com/2021/09/14/droneanalyst-dji-market-share-2021/> [viitattu 23.2.2022].

Kuva 13. Kuvankaappaus DroneDJ-internetsivuilta. DroneDJ. 2019. Saatavissa: <https://dronedj.com/2019/01/14/lifeguards-lifevest-dji-mavic-pro/> [viitattu 14.2.2022].

Kuva 14. Pelastustoimen aluejako. Pelastusopisto.2019. Saatavissa: <http://info.smedu.fi/kirjasto/Julkaisut/Pelastustoimen%20RPAS%20perusoperaatiomallit.pdf> [viitattu 23.2.2022].

Kuva 15. Lennätyksen muistilista. Kymenlaakson pelastuslaitos. 28.5.2020.

Kuva 16. Lennätystoiminnan riskienarviointitaulukko. Kymenlaakson pelastuslaitos. 28.5.2020.

Kuva 17. Tarkennettu riskienhallintataulukko ja raja-arvot. Kymenlaakson pelastuslaitos. 28.5.2020.

Kuva 18. Kuvankaappaus ilmoitus- ja raportointityökalusta. Kymenlaakson pelastuslaitos. 2020 [viitattu 15.2.2022].

Kuva 19. Kuvankaappaus ilmoitus- ja raportointityökalusta. Kymenlaakson pelastuslaitos. 2020 [viitattu 15.2.2022].

Kuva 20. Kuvankaappaus ilmoitus- ja raportointityökalusta. Kymenlaakson pelastuslaitos. 2020 [viitattu 15.2.2022].

Kuva 21. Kuvankaappaus ilmoitus- ja raportointityökalusta. Kymenlaakson pelastuslaitos. 2020 [viitattu 15.2.2022].

Kuva 22. Kuvankaappaus ilmoitus- ja raportointityökalusta. Kymenlaakson pelastuslaitos. 2020 [viitattu 15.2.2022].

Kuva 23. Kuvankaappaus ilmoitus- ja raportointityökalusta. Kymenlaakson pelastuslaitos. 2020 [viitattu 15.2.2022].

Kuva 24. Kuvankaappaus ilmoitus- ja raportointityökalusta. Kymenlaakson pelastuslaitos. 2020 [viitattu 15.2.2022].

Kuva 25. Kuvankaappaus ilmoitus- ja raportointityökalusta. Kymenlaakson pelastuslaitos. 2020 [viitattu 15.2.2022].

Kuva 26. Kuvankaappaus ilmoitus- ja raportointityökalusta. Kymenlaakson pelastuslaitos. 2020 [viitattu 15.2.2022].

Kuva 27. Kuvankaappaus ilmoitus- ja raportointityökalusta. Kymenlaakson pelastuslaitos. 2020 [viitattu 15.2.2022].

Kuva 28. Kuvankaappaus ilmoitus- ja raportointityökalusta. Kymenlaakson pelastuslaitos. 2020 [viitattu 15.2.2022].

Kuva 29. Kuvankaappaus ilmoitus- ja raportointityökalusta. Kymenlaakson pelastuslaitos. 2020 [viitattu 15.2.2022].

Kuva 30. Kuvankaappaus ilmoitus- ja raportointityökalusta. Kymenlaakson pelastuslaitos. 2020 [viitattu 15.2.2022].