



PELASTUSOPISTO

Miehittämättömien ilma-alusten turvallinen ja tehokas käyttö pelastustoimessa

Timo Ikonen ja Kimmo Rytönen



D

MUUT JULKAISUT

Miehittämättömien ilma-alusten turvallinen ja tehokas käyttö pelastustoimessa

Timo Ikonen ja Kimmo Rytönen

Pelastusopiston julkaisu

D-sarja: Muut

2/2023

ISBN 978-952-7217-72-6 (pdf)

ISSN 2342-9305 (pdf)

Pelastusopisto

PL 1122

70821 Kuopio

www.pelastusopisto.fi

Taitto: Grano Oy

Kansikuva: Santtu Tuomisto, Pelastusopisto

Pelastusopisto

Timo Ikonen, Kimmo Rytönen

Miehittämättömien ilma-alusten turvallinen ja tehokas käyttö pelastustoimessa

Selvitystyö, 53 sivua, 3 liitettä (5 s.)

Elokuu 2023

Tiivistelmä

Tämä julkaisu on osa Miehitämätön ilmailu pelastustoimessa ja viranomaisyhteistyössä -hanketta (MiPeVi, 1.4.2022–31.3.2024). Hankkeen pää tavoitteina oli tuottaa UAS-toiminnan (Unmanned Aerial System, miehittämätön ilma-alusjärjestelmä) jatkokoulutuksia sekä pelastustoiminnan johtajille että tuleville UAS-kouluttajille ja edistää viranomaisyhteistyötä valtion miehittämättömän ilmailun osa-alueella.

Hanke toteutettiin Pelastusopiston ja Palosuojelurahaston rahoittamana. Hankkeen aikana toteutettiin tiedonhankintaa pelastustoimen UAS-toiminnasta Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto Prontosta sekä verkkokyselyllä ja haastatteluilla UAS-toimintaan useilla pelastuslaitoksilla, sopimuspalokunnilla sekä kolmannen ja neljännen sektorin toimijoilla. Haastatteluissa painotettiin UAS-toiminnan hallintoa ja käyttäjäkokemuksia. Koulutusmateriaalia ja julkaisua varten tutustuttiin eri turvallisuusviranomaisten UAS-toimintaan ja pelastustoimintaan liittyvään ilmailuun vierailemalla erilaisissa viranomaisten harjoituksissa.

Osana hanketta toteutettiin UAS-laitteiden kenttätestaukset, joihin liittyivät ohjaussignaalin kantavuuden testaaminen erilaisissa ympäristöissä sekä Suomen vaihtelevissa sääolosuhteissa. Koulutusmateriaalin pilotoinnissa ja kehittämisessä oli mukana niin Pelastusopiston kuin pelastuslaitosten ja sopimuspalokuntien henkilöstöä. Koulutusmateriaalin tavoitteena on yhdenmukaistaa UAS-toimintaa pelastuslaitoksilla ja lisätä ilmatoinnin turvallisuutta.

Pelastustoimessa UAS-toiminta on lisääntynyt viimeisten kolmen vuoden aikana selkeästi laitehankintojen, kokemusten ja yleisen tietämyksen lisääntymisen myötä. UAS-laitteiden pääsääntöinen käyttö on kohdentunut muutamaa tehtävätyyppiin, joita ovat esimerkiksi maastopalot, rakennuspalot ja tarkastustehtävät. UAS-toiminta on monella pelastuslaitoksella alkuvaiheessa, ja sen hyödyntäminen erilaisilla tehtävillä on vielä hakemassa omaa paikkaansa pelastustehtävien taktisessa toiminnassa. Osalla pelastuslaitoksista UAS-toiminta on mahdollistanut aiempaa monipuolisemman etäjohtamisen ryhmävideo- ja tilanekuvapalvelujen avulla, jolloin tilannetta voidaan seurata ja johtaa jo ennen pelastustoiminnan johtajan saapumista onnettomuuspaikalle tai etänä pelastuslaitoksen johtokeskuksesta.

Viranomaisyhteistyöllä luotiin hankkeessa miehittämättömien ilma-alusten ilmatoinnin koordinoinnin kokonaisuus, jota eri turvallisuusviranomaiset voivat hyödyntää niin omassa toiminnassa kuin yhteisillä tehtävillään Suomessa. Miehitetyn ja miehittämättömän ilmailun koordinoimisessa selvitettiin ilmatoinnin koordinoimisen edellytyksiä ja raamit. UAS-toiminta on vielä kehitysvaiheessa niin koulutuksen kuin osaamisenkin osalta, joten tällä hetkellä ei voida luoda täysin yhtenäistä toimintamallia miehitetyn ja miehittämättömän ilmailun koordinoimiseen valtakunnallisesti. Lisähaasteita tuo myös selkeän kansallisen strategian puuttuminen ja toisaalta sopivan rahoituksen turvaaminen toiminnan jatkuvuuden ja turvallisuuden takaamiseksi.

Räddningsinstitutet

Timo Ikonen, Kimmo Rytönen

Säker och effektiv användning av obemannade luftfartyg inom räddningsväsendet

Utredningsarbete, 53 sidor, 3 bilagor (5 s.)

Augusti 2023

Sammanfattning

Denna publikation är en del av projektet Obemannad luftfart inom räddningsväsendet och myndighetssamarbete (Miehittämätön ilmailu pelastustoimessa ja viranomaisyhteistyössä MiPeVi, 1.4.2022–31.3.2024). Projektets huvudsakliga mål var att producera vidareutbildningar inom UAS-verksamheten (Unmanned Aerial System, obemannat luftfartygssystem) för både räddningsledare och framtida UAS-utbildare och att främja myndighetssamarbetet inom statens delområde för obemannad luftfart.

Projektet genomfördes med finansiering av Räddningsinstitutet och Brandskyddsfonden. Under projektets gång genomfördes informationsinsamling om räddningsväsendets UAS-verksamhet från resurs- och statistikföringssystemet Pronto samt med en webbenkät och intervjuer om UAS-verksamheten vid flera räddningsverk, avtalsbrandkårer och aktörer inom tredje och fjärde sektorn. I intervjuerna betonades UAS-verksamhetens förvaltning och användarupplevelser. För utbildningsmaterialet och publikationen bekantade man sig med olika säkerhetsmyndigheters UAS-verksamhet och luftfart i anslutning till räddningsverksamheten genom att besöka olika myndigheters övningar.

Som en del av projektet genomfördes fältstudier av UAS-apparater, till vilka hörde testning av styrsignalens bärighet i olika miljöer samt i varierande väderförhållanden i Finland. Personal från såväl Räddningsinstitutet, räddningsverken och avtalsbrandkårerna deltog i pilottestningen och utvecklingen av utbildningsmaterialet. Målet med utbildningsmaterialet är att förenhetliga UAS-verksamheten vid räddningsverken och öka säkerheten i luftverksamheten.

Inom räddningsväsendet har UAS-verksamheten ökat tydligt under de senaste tre åren i och med anskaffningar av utrustning, erfarenhet och ökad allmän kunskap. Den huvudsakliga användningen av UAS-apparater har riktats till vissa typer av uppdrag, till exempel terrängbränder, byggnadsbränder och inspektionsuppdrag. UAS-verksamheten är i ett inledande skede vid många räddningsverk och utnyttjandet av UAS-verksamheten för olika uppdrag håller fortfarande på att söka sin egen plats i räddningsuppdragens taktiska verksamhet. Hos en del av räddningsverken har UAS-verksamheten möjliggjort mångsidigare distansledning än tidigare med hjälp av gruppvideo- och lägesbildstjänster, varvid situationen kan följas upp och ledas redan innan räddningsledaren anländer till olycksplatsen eller på distans från räddningsverkets ledningscentral.

I projektet skapades genom myndighetssamarbete en helhet för koordinering av obemannade luftfartygs luftverksamhet, som olika säkerhetsmyndigheter kan utnyttja både i sin egen verksamhet och i sina gemensamma uppgifter i Finland. Förutsättningar och ramarna för koordineringen av luftverksamheten utreddes vid koordineringen av bemannad och obemannad luftfart. UAS-verksamheten är fortfarande i utvecklingsfasen både vad gäller utbildning och kompetens, så för närvarande kan man inte skapa en helt enhetlig verksamhetsmodell för att koordinera bemannad och obemannad luftfart på riksnivå. Ytterligare utmaningar skapas även av avsaknaden av en tydlig nationell strategi och å andra sidan tryggandet av lämplig finansiering för att garantera verksamhetens kontinuitet och säkerhet.

Summary

This publication is part of the Unmanned aviation in rescue services and interagency cooperation project (MiPeVi, 1 April 2022–31 March 2024). The main objectives of the project were to provide further training courses in UAS (Unmanned Aerial System) activities for both officers in charge and future UAS trainers, and to promote interagency cooperation within unmanned aviation.

The project was funded by the Emergency Services Academy and the Fire Protection Fund. During the project, information on the rescue services' UAS activities was obtained from the Pronto resource and statistics system, as well as through an online survey and interviews related to UAS activities at several rescue departments, contract fire brigades and third and fourth sector actors. The interviews emphasised the administration of UAS activities and user experiences. By visiting different security authorities' exercises, their UAS activities and aviation knowledge and procedures related to rescue services were examined for the purposes of training materials and this publication.

As part of the project, field testing of UAS devices was carried out, which involved testing the range of the control signal in different environments and in Finland's varying weather conditions. The staff of both the Emergency Services Academy and rescue departments and contract fire brigades participated in the piloting and development of the training material. The aim of the training material is to harmonise UAS operations at rescue departments and to increase the safety of aerial operations.

In rescue services, UAS activities have clearly increased over the past three years because of equipment acquisitions, experiences, and general increase in knowledge. The use of UAS devices has mainly focused on a few types of tasks such as wildfires, building fires and inspection tasks. UAS activities are in the early stages in many rescue departments and using them in various tasks is not established within the tactical operations of rescue tasks. In some rescue departments, UAS operations have enabled more versatile remote management through group video and situational awareness services, in which case the situation can be monitored and managed even before the officer in charge arrives at the scene of the accident or remotely from the rescue department's command centre.

In the project, interagency cooperation created an entity for the coordination of the aerial operations of unmanned aerial vehicles, which different rescue and security authorities can utilise both in their own activities and in their shared tasks in Finland. In the coordination of manned and unmanned aviation, the preconditions and framework for coordinating aerial operations were examined. UAS activities are still in the development phase, both in terms of education and competence, so at the moment it is not possible to create a fully uniform operating model for coordinating manned and unmanned aviation nationally. The lack of a clear national strategy poses an additional challenge, as does securing suitable funding to ensure the continuity and safety of operations.

Alkusanat

UAS-toiminta on vielä kohtalaisen uusi toiminnan muoto, ja Pelastustoimen UAS-toiminta onkin kehittynyt vuosien varrella varsin itsenäisesti pelastuslaitoksittain. Yksittäiset pelastuslaitokset ovat hankkineet vuosien aikana UAS-toimintaa varten tietoa ja koulutusta monella eri tavalla.

UAS-toiminta kehittyy tulevaisuudessa varmasti monipuolisemmaksi ja tuo lisää turvallisuutta ja tehokkuutta pelastustoimen tehtäville. Nopeasti kehittyvät laitteet tuovat myös haasteen pitää menetelmät ja koulutukset ajan tasalla. Se, mikä piti paikkansa vielä muutama vuosi sitten dronejen suorituskyvyn suhteen, ei enää välttämättä tänä päivänä ole enää todellisuutta. Toisaalta pelastustoimella ei ole vielä kukaan varsinaista strategiaa siitä, miten ja kuinka miehittämätöntä ilmailua on tarkoitus hyödyntää; ovatko kauko-ohjaajat pelkkiä kauko-ohjaajia vai tuleeko heidän kyetä jalostamaan dronen tuottamaa tietoa pelastustoiminnan johtajalle? Siirrytäänkö jossain vaiheessa toimintamalliin, jossa drone välittää kuvan suorana tilanne- tai johtokeskukseen, jossa se analysoidaan erikseen? Tämä selvitys ei ota näihin asioihin suoraan kantaa, mutta sisältää tarvittavaa taustatietoa päätöksen tekemiseen. Jos ja kun miehittämättömiin ilma-aluksiin saadaan järkevästi integroitua koneälyratkaisuja, voidaan pelastustoimea tukea lähes reaaliaikaisesti jalostettua tietoa tuottaen.

Hankkeen aikana tehtiin yhteistyötä muiden viranomaisten kanssa, ja heiltä saatu tieto ja kokemus miehittämättömästä ilmailusta on ollut arvokas lisä UAS-toiminnan selvittämisessä ja kehittämisessä. Yhteistyössä luotu miehittämättömän ilmailun koordinaation ohjeistus edesauttaa toimintaa yhteisillä tehtävillä ja mahdollistaa toisen viranomaisen UAS-toiminnan tukemisen. Hankkeen aikana nousi selvästi esiin, että kokemusten ja tietojen vaihtoa olisi tarvetta tehdä vielä enemmän, jotta toimintaa voisi viedä eteenpäin.

Kiitokset hankkeen kyselyyn ja haastatteluihin osallistuneille pelastuslaitosten ja sopimuspalokuntien henkilöille. Kyselyn ja haastattelujen avulla saatiin selkeämpi kuva tämänhetkisestä UAS-toiminnan tilanteesta pelastuslaitoksilla. Haastatteluissa käytyjen keskustelujen myötä syntyi selkeä kuva, että UAS-toiminta tulee olemaan monipuolisesti käytetty menetelmä pelastustoiminnassa tulevaisuudessa.

Erityinen kiitos hankkeen rahoittajalle Palosuojelurahastolle ja Pelastusopiston TKI-yksikölle tuesta ja monialaisesta asiantuntijuudesta. Koska UAS-toimintaa voidaan pitää monitoimityökaluna pelastustoimelle, vaatii sen kehittäminen laaja-alaista ymmärrystä myös pelastustoimesta, minkä vuoksi olemme erittäin kiitollisia kaikille hankkeeseen tavalla tai toisella osallistuneille.

Sisälllys

Tiivistelmä	5
Sammanfattning	6
Summary	7
Alkusanat	8
1. Johdanto – Pelastustoimen UAS-toiminnan lyhyt historia	11
2. Materiaalit ja menetelmät	13
3. Pelastustoimen UAS-järjestelmien käyttö tiivistettynä	14
4. Pelastustoimen UAS-koulutus	15
5. Kalusto	16
5.1 Kaluston ikääntyminen ja käyttöikä	18
5.1.1 Akkujen säilytys ja lataus	18
5.2 Ohjelmistopäivitykset ja geo-aita	18
5.3 Tiedon välittäminen	19
5.4 Kauko-ohjaus ja paikannus	21
6. Pelastustoimen UAS-toiminnan tilastoiminen	22
6.1 UAS-tehtävien jakautuminen Suomessa	27
6.2 UAS-käyttöajat ja lennätysmenetelmät	28
7. Testaus- ja kehittämistoiminta	29
7.1 Ohjaussignaalin kantavuus	29
7.1.1 Isoneva	29
7.1.2 Kurki- ja Juurikkasuo	30
7.2 Talviset testit	31
7.3 Kameratestit	32
7.3.1 Hämärässä ja pimeällä lennätys	32
7.3.2 Lämpökamera	33
7.4 Muut hyötykuormat	35
7.5 Kemikaalimittaus	36
8. Viranomaisyhteistyö	37

9. Kolmannen ja neljännen sektorin hyödyntäminen UAS-toiminnassa	38
9.1 Kolmas sektori.....	38
9.2 Neljäs sektori.....	40
10. Johtopäätökset.....	42
10.1 Nykytilanne.....	42
10.2 Tulevaisuuden näkymiä	44
11. Lähteet	46
12. Liitteet.....	48

1. Johdanto – Pelastustoimen UAS-toiminnan lyhyt historia

MiPeVi-hankkeen haastattelujen ja kyselyn perusteella useammalla pelastuslaitoksella UAS-toiminta on aloitettu vuosien 2017 ja 2018 aikana, mutta ensimmäisiä koneita on otettu pelastustoimen käyttöön jo vuonna 2015. Monella pelastustoimen alueella UAS-toiminnassa on mukana vakinaisen pelastustoimen henkilöstön lisäksi myös sopimuspalokuntia. Muutamalla pelastustoimen alueella UAS-toiminta tuotetaan pelkästään sopimuspalokuntien tuottamana. Hankkeen aloituksen aikana kesällä 2022 yhdellä pelastuslaitoksella ei ollut UAS-toimintaa, mutta vuoden 2023 kevään aikana kyseisen pelastuslaitoksen alueella UAS-toiminnan aloitti kaksi sopimuspalokuntaa. Poliisi ja Rajavartiolaitos olivat jo aiemmin aloittaneet omat UAS-toimintansa. Ennen viranomaisten omaa UAS-toiminnan aloitusta Suomessa ehdittiin hyödyntämään neljännen sektorin UAS-laitteita muutamilla viranomaisasteikilla [1,2].

UAS-toiminnan alkaessa pelastustoimella oli käytössä erilaisia laitteita ja suurimmassa osassa niistä ainoastaan mahdollisuus perinteiseen näkyvän valon kameralla kuvaamiseen. Lämpökameralla varustetut UAS-järjestelmät ovat saapuneet käyttöön suuremmissa määrin parin viime vuoden aikana. Myös laitteistojen mallit ovat yhdenmukaistuneet ympäri Suomea, mikä johtuu osaltaan rajatummasta tarjonnasta ja hintatasosta; pelastustoimen kustannuksiin sopivia valmistajia ei ole markkinoilla kovin montaa.

Pääsääntöisesti UAS-toiminnassa on alusta lähtien ollut käytössä nelikoptereita ja ensimmäiset käytetyt laitemallit olivat kiinteärakenteisia ja vaativat enemmän kuljetustilaa. Taivutavallisten nelikoptereiden yleistyessä dronet ovat helpommin mukaan otettavissa tehtäville. Vuoden 2022 aikana muutamalla pelastuslaitoksella oli joko suunnitteilla tai jo hankinnassa suurempia UAS-laittei-

ta. Suuremmilla UAS-laitteilla on tarkoitus lisätä toiminta-aikaa ja mahdollistaa parempi optiikka ja/tai kehittyneemmät sovellukset UAS-laitteissa, kuten raskaammat hyötykuormat.

UAS-toiminnan alkaessa pelastustoimelle ei ollut omaa UAS-koulutusta. UAS-toimijat ja kauko-ohjaajat ovat itseopiskelemalla perehtyneet UAS-järjestelmiin ja lennätykseen. Monella henkilöllä on myös ollut kokemusta siviilielämän puolelta UAS-laitteista ja yksittäiset henkilöt ovat itse rakentaneet droneja vapaa-ajan käyttöön. Muutama pelastuslaitos hankki koulutusta yksityisiltä toimijoilta oman UAS-toiminnan kehittämiseksi ja aloittamiseksi. Yksityisillä toimijoilla oli jo valmiiksi luotuja koulutusohjelmia UAS-toimintaan ja niitä räätälöitiin pelastustoimeen sopiviksi enemmän tai vähemmän onnistuneesti. Lainsäädännön tarkentumisen myötä myös koulutusvaatimukset ovat nousseet ja sitä varten esimerkiksi Pelastusopistolla luotiin UAS-toimintaan omat koulutus- ja testauskäytännöt. Vuoden 2022 alussa voimaan tulleen, Traficomien antaman valtion miehittämätön ilmailu (OPS M1-35) -määräyksen myötä UAS-toimintaa suorittavien pelastuslaitosten tuli toimittaa Traficomille oma toimintakäsikirja ja rekisteröityä näin UAS-laitteiden käyttäjiksi. Määräyksen myötä myös pelastuslaitosten henkilöstölle on muodostunut erilaisia vastuutehtäviä UAS-toimintaa ajatellen. UAS-toimintaa järjestelmällisemmäksi ja turvallisemmaksi ohjaa OPS M1-35 -määräyksen lisäksi määräys UAS-ilmatilavyöhykkeistä (OPS M1-29), joka astui voimaan vuonna 2021. [3,4]

Pelastustoimen näkökulmasta UAS-toiminnan alussa haasteellisinta on ollut UAS-järjestelmien tuottaman tiedon jalostaminen ja välittäminen pelastustoiminnan päättävälle taholle. Kuvatiedostoja on esimerkiksi lähetetty lennätyksen jälkeen tie-

tokoneella tai matkapuhelimella eteenpäin. Parin viime vuoden aikana dronen kuvaaman materiaalin lähes reaaliaikaiset lähetyismahdollisuudet ovat kehittyneet ja muutamalla pelastuslaitoksella on tällä hetkellä mahdollisuus välittää kuvaa kohteesta esimerkiksi tilannekeskukseen, johtoyksiköihin tai muille yhteistyöviranomaisille. Reaaliaikaisen tilannekuvan välittäminen on tärkeää varsinkin

suuremmissa tilanteissa, joissa työskennellään esikuntatyypillisesti, jolloin kuvan tulkintaan voi olla käytettävissä erillinen resurssi, vaikkakin vain väliaikaisesti. Muissa tilanteissa kauko-ohjaajan tulee kyetä välittämään kaivattu ensikäden tieto pelastustoiminnan johtajalle niin nopeasti, että tieto ei ehdi vanhentua.

2. Materiaalit ja menetelmät

MiPeVi-hankkeen julkaisua varten kerättiin laajalti tietoa pelastustoimen kentältä UAS-järjestelmien käytöstä pelastustoimessa. Pelastustoimen valtakunnallista resurssi- ja onnettomuustilasto Prontoa käytettiin UAS-toiminnan määrän arvioimiseen. Pronto-järjestelmästä tarkasteltiin 1.1.2020–30.6.2023 välisen ajanjakson aikana tapahtuneita tehtäviä, joissa Pronto-kirjausten mukaan UAS-laitteita oli käytetty tehtävän aikana. Syksyn 2022 aikana pidetyllä verkkokyselyllä kerättiin UAS-käyttökokemuksia koulutukseen, operatiiviseen toimintaan, johtamiseen ja kehittämiseen liittyen.

Samanaikaisesti syksyn 2022 ja talven 2023 aikana suoritettiin kaksikymmentä haastattelua pelastuslaitoksilla ja sopimuspalokunnissa, sekä yhdellä teollisella toimijalla ja vapaaehtoisjärjestössä. Kokonaisuudessaan kyselyyn vastaajia ja haastateltavia oli yhteensä 75 henkilöä (N=75), osa etä- tai lähihaastatteluihin osallistuneista oli myös mahdollisesti vastannut verkkokyselyyn. Haastateltavat valikoituivat aiemman UAS-toiminnan perusteella, sekä pelastuslaitosten kohdalla UAS-tehtävämäärien mukaan. Haastateltavat olivat joka puolelta Suomea, lukuun ottamatta aivan pohjoisinta Suomea ja Ahvenanmaata.

Haastattelujen avulla kartoitettiin nykytilannetta ja pelastustoimen kentän toiveita UAS-toiminnan tulevaisuuden suhteen liittyen koulutukseen, työhön/arkeen, kehitykseen ja tilastointiin. Haastattelumateriaalia kertyi yhteensä yli 13 tuntia. Verkkokyselyssä oli 25 kysymystä, joissa suuressa osassa oli valmiit vastausvaihtoehdot. Kysymykset koskivat UAS-toimintaan liittyvää koulutusta, kokemusta, johtamista ja kehitysideoita sekä vastaajan taustatietoja. Haastatteluissa kysyttiin UAS-toimintaan liittyvästä roolista, koulutuksesta, kokemuksista, kehitysehdotuksista ja dokumentoinnista. Verkkokyselyn ja haastattelun kysymykset on esitetty liitteissä 2 ja 3.

Pelastusopistolla käytettävissä olevilla laitteilla suoritettiin erilaisia testauksia, joiden päämääränä oli selvittää nykyisen kaluston soveltuvuutta pelastustoimen tehtäviin valtion miehittämättömän ilmailun sääntöjen puitteissa. Näistä testeistä on kerrottu tarkemmin luvussa 7. Lennätyksiä näköyhteyden ulkopuolella simuloitiin käyttämällä kauko-ohjaustähystäjää kauko-ohjaajan tukena.

Selvitykseen on kerätty ja hyödynnetty seuraavia aineistoja:

- Pronto-järjestelmän onnettomuusselosteet, hakusanana käytettiin *lentotiedustelu miehittämättömän*. Tarkasteltuna ajankohtana 1.1.2020–30.6.2023 UAS-tehtäviä oli yhteensä 1097. Kerätystä aineistosta poistettiin kaksoiskappaleet ja yksittäinen naapurivaltion alueelle kirjattu onnettomuusseloste.
- Webropol-kysely, jonka vastaajamäärä oli 49 (n=49). Kyselyyn vastattiin anonymisti. Vastaukset analysoitiin määrällisesti tai laadullisesti.
- Etä- ja lähihaastattelut, joita toteutettiin 20 kappaletta ja joihin osallistui 26 henkilöä (n=26). Haastattelut tehtiin puolistrukturoituina haastatteluina. Haastattelut analysoitiin fenomenologista menetelmää hyödyntäen.

Kerättyjen ja analysoitujen tietojen pohjalta kirjoitettiin selvitys pelastustoimen miehittämättömästä ilmailusta, kattaen varsin laajasti pelastustoimen UAS-toiminnan tilan nykyhetkellä Suomessa.

3. Pelastustoimen UAS-järjestelmien käyttö tiivistettynä

Pelastustoimen UAS-järjestelmien pääasiallisena tehtävänä on tuottaa tietoa käsillä olevasta tehtävästä ja tukea näin päätöksentekoa. Tämän takia oleellisen tiedon välittäminen UAS-järjestelmästä päätöksiä tekeville on ensiarvoisen tärkeää. UAS-toiminnan käynnistyessä pelastustoiminnan johtajat saattoivat itse käyttää droneja, mutta muun työkuorman takia tämä ei useinkaan ollut mahdollista, saati järkevää. Drone saatettiin nostaa ilmaan vasta, kun tilanne oli jo ratkennut ja lennättäminen keskittyi tilanteen lopputuloksen kuvaamiseen.

UAS-järjestelmän tuottaman tiedon välittämisessä yksinkertaisin malli on välittää kauko-ohjaajan tai tähystäjän avulla tieto pelastustoiminnan johtajalle. Koska tähystäjien käyttäminen jo muutenkin resurssivajeessa painivalle pelastustoimelle on käytännössä harvinaista, joutuu kauko-ohjaaja lennätyksen ohessa välittämään tietoa, joko sanallisesti kuvaten tai tiedonsiirron avulla. Pelkkä kauko-ohjaamisen hallitseminen ei siis ole riittävää, vaan kauko-ohjaajan on kyettävä samalla analysoimaan näkemäänsä ja poimimaan siitä pelastustoiminnan johtajaa kiinnostavat oleelliset osat. Kauko-ohjaajan saamasta tehtävänannosta riippuen toiminta voi olla tarkkaan saneltua (kohdetiedustelu) tai oma-aloitteisuutta vaativaa (seuranta).

Markkinoilla on tarjolla myös niin sanottuja ryhmävideo- ja tilannekuvapalveluja, joiden avulla esim. dronen kuvaa ja paikkaa voidaan seurata lähes reaaliajassa lähes miltä tahansa päätelaitteelta. Ryhmävideo- ja tilannekuvapalveluiden avulla on mahdollista luoda pelastustoimen tilannekuva ja tarvittaessa johtaa tilannetta myös etänä. Kuvan välittäminen ei rajoitu ainoastaan droneihin, vaan mikä tahansa kamera on mahdollista yhdistää palveluun. Ryhmävideo- ja tilannekuvapalveluja on käytössä jo useammalla pelastuslaitoksella Suomessa. Palveluntarjoajia ovat muun muassa Eril-

lisverkot (Ryhmävideopalvelu) ja Insta (Insta Blue Aware). Järjestelmissä on mahdollista lisätä tilanteeseen sopivia interaktiivisia kuvakkeita, merkkejä ja muistiinpanoja johtamisen tueksi.

UAS-järjestelmät käyttävät ulkona jotakin saatavilla olevaa satelliittipaikannusjärjestelmää oman sijaintinsa määrittelemiseksi. Tämän vuoksi laitteet pysyvät tarkasti paikallaan tuulisellakin säällä ja kykenevät tarvittaessa palaamaan lähtöpaikkaansa. Laitteiden paikannuksen avulla voidaan nopeuttaa kadonneiden tai vedenvaraan joutuneiden henkilöiden etsintää/pelastamista tai määrittää paloalueen rajat.

Kauko-ohjaaminen suoritetaan tyypillisesti suorassa näköyhteydessä droneen. Haasteelliseksi menetelmän tekee dronen kuvan tulkitseminen yhtäaikaaisesti suoritettavan lennätyksen kanssa; kauko-ohjaajan on tiedostettava tarve katsoa sekä dronea, ympäröivää ilmatilaa että dronen tuottamaa kuvaa. Kun kauko-ohjaaja keskittyy yhteen, kaksi muuta osa-aluetta jäävät helposti pidemmäksikin aikaa taka-alalle. Pelastustoimen eteen tuleissa erilaisissa tilanteissa näiden kolmen asian painoarvo voi olla hyvinkin erilainen, mikä voi vaikuttaa merkittävästi turvallisuuteen sekä maan päällä että ilmassa.

4. Pelastustoimen UAS-koulutus

Ennen dronelennätyksen tarkempia Euroopan ja kansallisen tason määrittelyjä ja säädösten syntymistä ei selkeitä koulutusvaatimuksia UAS-toiminnan osalta ollut olemassa. EASA:n [5] ja Traficomien määräysten ja säädösten myötä miehittämättömässä ilmailussa alettiin vaatia koulutuksen käymistä laitteilla, jotka painavat yli 250 g ja/tai sisältävät kuvantamiseen sopivaa laitteistoa. Avoin kategorian luokkien A1 ja A3 lennätyksen vaatimuksena on verkkoteoriakokeen suorittaminen ja rekisteröityminen. Avoin kategoria tarkoittaa lennätykseen liittyviä sääntöjä, joiden sisällä voi toimia ilman erillistä toimintalupaa. A2-luokka vaatii omaehtoista harjoittelua ja lisäteoriakokeen suorittamista. Luokat eroavat toisistaan dronen painon, nopeuden, lennätysominaisuuksien ja sallitun toimintaympäristön mukaan. Vuoden 2024 alussa A-luokat tarkentuvat C-luokiksi ja säännöt täsmentyvät entisestään avoimen kategorian toiminnassa. 1.1.2024 alkaen kaikkien avoimen kategorian dronejen tulee olla CE-merkittyjä, jonka tunnistaa C0-C6-luokan merkinnästä. [6,7]

Ennen määräystä OPS M1-32 (kauko-ohjatun ilma-aluksen ja lennokin käyttäminen ilmailuun, voimassa 31.12.2020–31.12.2021) ja nykyistä määräystä OPS M1-35 voitiin pelastustoimessa toimia ainoastaan Traficomien verkkoteoriakokeen suorittamalla ja rekisteröitymällä. Nykyään pelastustoimen dronekauko-ohjaajaksi voi pätevoidy suorittamalla UAS-peruskoulutuksen Koulumaali-verkko-oppimisympäristössä. UAS-peruskoulutus on yhden opintopisteen laajuinen kurssi. UAS-peruskoulutus sisältää teoriaa ja näyttökokeen, joiden hyväksytyn suorittamisen jälkeen henkilö voidaan hyväksyä kauko-ohjaajaksi. Pelastuslaitosten UAS-vastaavat nimeävät kauko-ohjaajat ja nimeämisen jälkeen he voivat toimia kauko-ohjaajana pelastustoimen tehtävillä ja harjoittelussa. Kauko-ohjaajan tulee pätevoidymisen jälkeen lennättää dronea vuosittain vähintään 1 h 30

min. Pelastuslaitoksilla voi olla ajallisesti suuremmat vaatimukset omien ohjeistustensa mukaisesti. Pelastustoimen UAS-peruskoulutus ei anna oikeutta lennättää dronea vapaa-ajalla avoimen luokan mukaisesti.

Pelastustoiminnan ja tilannepaikan johtajille on luotu Koulumaaliin verkkokoulutus, joka antaa johtajille tietoa UAS-toiminnasta pelastustoimessa. Verkkokoulutus sisältää tietoa muun muassa siitä, miten UAS-toiminta tulee järjestää ja mitä vaatimuksia määräys OPS M1-35 sisältää, jotta UAS-toimintaa voidaan pelastuslaitoksilla toteuttaa. Koulutus ei pätevoidtä, mutta ohjaa ja antaa ymmärrystä UAS-toimintaan sekä sen hallintoon. Verkkokoulutus on 8 h mittainen ja se on tarkoitettu tukimateriaaliksi pelastustoiminnan ja tilannepaikan johtajille sekä pelastuslaitosten UAS-toiminnasta vastaaville henkilöille.

UAS-kauko-ohjaajille luodaan vuoden 2023 aikana oma jatkokoulutus, jonka avulla kokenut kauko-ohjaaja kykenee toimimaan monipuolisemmin UAS-laitteiden kanssa sekä valvomaan tulevien kauko-ohjaajien UAS-näyttökokeita. Jatkokoulutuksessa käydään läpi myös ilmatoiminnan koordinointi miehittämättömässä ilmailussa, sekä ohjeistetaan, kuinka voidaan toimia yhdessä miehitetyn ilmailun kanssa. Jatkokoulutuksen on tarkoitus syventää osaamista ja harjaannuttaa kauko-ohjaajia erityislentomenetelmiin sekä ilmatilan varaumiseen. Koulutus ei anna pätevoidyyttä toimia ilmatoiminnan koordinaattorina miehittämättömän ja miehitetyn ilmailun koordinoimisessa.

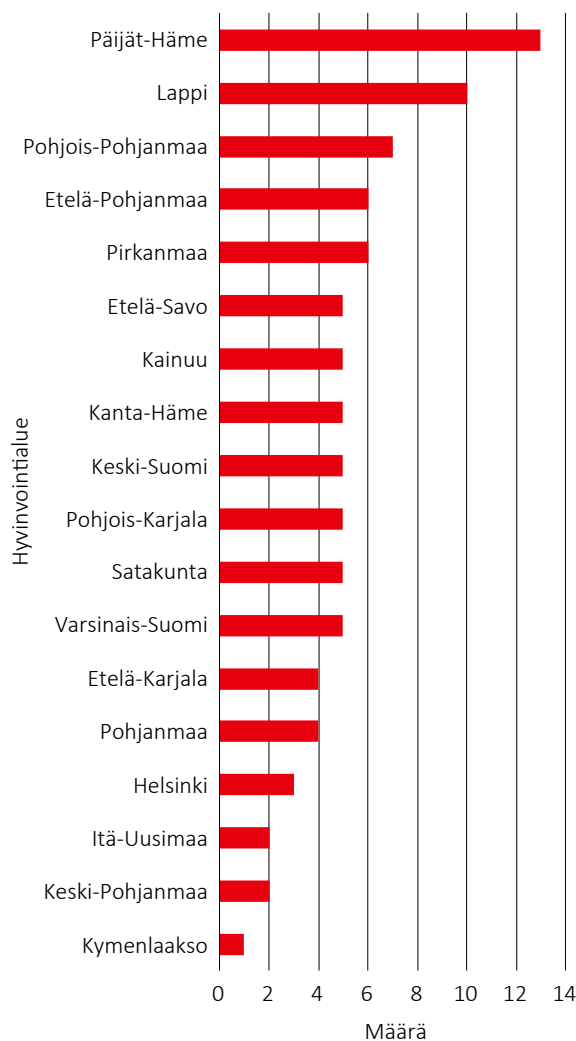
Olemassa olevien koulutusten on tarkoitus yhdenmukaistaa pelastustoimen UAS-toimintaa, jotta yhteistoiminta niin muiden pelastuslaitosten kuin yhteistyöviranomaisten kanssa onnistuisi miehittämättömässä ilmailussa turvallisesti ja tehokkaasti. Julkaistut koulutukset tukevat pelastuslaitosten UAS-toiminnan aloittamista ja toiminnan kehittämistä.

5. Kalusto

Pelastuslaitokset kirjaavat käyttämänsä kalustoresurssin Pronto-resurssi- ja onnettomuustilastointijärjestelmään. UAS-laitteita on kirjattu Prontoon vuodesta 2019 lähtien. UAS-laitteet kirjataan kalustona, jotta tilastoitava tieto säilyisi ehyenä. Vuoden 2023 kesäkuun loppuun mennessä UAS-kalustoa oli kirjattu Pronto-järjestelmään yhteensä 93 kpl (kuvaio 1). Haastattelujen pohjalta saadun tiedon mukaan kaikkia pelastuslaitoksilla käytössä olevia UAS-laitteita ei ole kirjattu Pronto-järjestelmään, joten täysin tarkkaa UAS-kaluston virallista määrää ei voida arvioida suoraan. Myöskään osa UAS-toimintaa harjoittavista pelastuslaitoksista ei ollut vielä toimittanut toimintakäsikirjaansa Traficomille. Todellista UAS-laitteiden määrää on tällä hetkellä vaikea arvioida puutteellisen tilastoinnin vuoksi, mutta Palokuntalainen-lehden mukaan pelastuslaitoksilla on sopimuspalokunnat mukaan lukien UAS-laitteita käytössä noin 130 kpl [8].

Ensilähdön UAS-kalustoksi oli kirjattu yhteensä 28 järjestelmää sijoituspaikan vaihdellesa pelastuslaitoksittain. Osalla pelastuslaitoksista UAS-laite on sijoitettu johtoyksikköön tai pelastusyksikköön. Haastatteluiden perusteella monessa paikassa UAS-laite on pelastusasemalta otettavissa mukaan hälytystehtäville tarvittaessa. Kahdella sopimuspalokunnalla on omat ajoneuvoyksiköt UAS-kalustolle, mutta ne eivät välttämättä kuuluu ensilähdön yksiköihin pelastuslaitosten vastesuunnittelujen pohjalta. Sopimuspalokunnan tuottama UAS-toiminta on muutamalla pelastuslaitoksella otettu mukaan ensivasteeseen tiettyihin ennalta määrättyihin tehtäviin, esimerkiksi maastopaloihin.

Pronto-tilaston ja haastattelujen perusteella pelastustoimen UAS-järjestelmät ovat pääsääntöisesti samankaltaisia koko Suomen alueella. Yleisin UAS-laitteiden valmistaja on DJI, mutta mallit vaihtelevat. Toinen Pronto-tilaston mukaan käytetty valmistaja on Autel. Samantyyppisiä UAS-laitteita on myös muilla viranomaisilla käytössä. Pää-



Kuvio 1. Pelastuslaitosten Pronto-resurssi- ja onnettomuustilastointijärjestelmään kirjattu pelastustoimen UAS-kalusto kesäkuussa 2023 (Pronto).

sääntöisesti pelastustoimen UAS-laitteet kuuluvat kategorioihin A1, A3 ja viranomaisluokkiin I1 ja I2 (0,9–3,8 kg) [9]. Yleisin kokoluokka pelastustoimen UAS-järjestelmissä on alle yhden kilogramman painavat dronet. Kyselyn perusteella useammalla pelastuslaitoksella on käynnissä olevia hankintoja uusien UAS-laitteiden osalta, ja ne koskevat pääsääntöisesti alle yhden kilogramman painoisia laitteita.

Tämän kokoluokan järjestelmät ovat nopeammin saatavissa pelastustoimen tehtävillä lennätyskuntoon ja niiden säilytys kalustossa vie vähemmän tilaa kuin kookkaammilla UAS-laitteilla. Haittapuolena osassa pienemmissä UAS-laitteissa on niiden heikompi IP-suojaus, joka rajoittaa toimintaa esimerkiksi sateella ja sumussa.

Uudemmissa alle yhden kilogramman UAS-laitteissa on jo hyvät ominaisuudet pelastustoimintaa ajatellen, esimerkiksi kameran kuvanlaatu on kehittynyt ja myös objektiivien ominaisuudet ovat parantuneet. Kameran kykenevät pääsääntöisesti 4K-tarkkuiseen kuvantamiseen, mutta markkinoilla on jo 8K-tarkkuuden kameroilla varustettuja droneja. Pienemmissä UAS-laitteissa niiden fyysinen koko rajoittaa ominaisuuksia, koska tilaa ei ole esimerkiksi suurempia objekteja varten, joilla saadaan kehittyneemmät ominaisuudet kuvaamista varten. Pelastustoimintaa ajatellen myös lämpökameroiden ominaisuudet ovat kehittyneet paremmiksi, ja UAS-laitteisiin on tullut tarkempia IR-kameroita, joilla pystytään tarvittaessa suurentamaan lämpökameran kuvaa. Yleisesti kustannuksiltaan alle yhden kilogramman UAS-laitteet vaihtelevat noin 5 000–10 000 euron välillä lisävarusteineen, ja mahdolliset huoltosopimukset voivat tuoda lisää kustannuksia. Vertailun vuoksi mainittakoon, että Kalajoen Raution maastopalossa vuonna 2021 yksityisen toimijan helikopterin lentotunnin hinta oli 5 600 euroa. [10]

Muutamalla pelastuslaitoksella on kyselyjen ja haastattelujen mukaan suunnitteilla tai hankinnassa suurempia UAS-laitteita. Pääsääntöisesti suuremmat UAS-laitteet, joita pelastuslaitokset ovat hankkimassa painavat noin 3,6–4 kg ja ne kuuluvat A2- tai A3-kategoriaan ja C2- tai C3-luokkaan. Laitteiden koon kasvaessa niiden tuomat riskit kasvavat sekä ilma- että maatoiminnan osalta. Ilmariskiä arvioidessa huomioidaan ilmassa olevia riskejä, esimerkiksi muuta ilmatoimintaa, ja maariskiä arvioidessa niitä riskejä, mitä laitteet voivat tuoda maatasolla oleville ihmisille tai rakennuksille.

Suuremmissa UAS-laitteissa on mahdollisuus vaihtaa kamerajärjestelmiä tarpeen mukaan, ja

niiden ominaisuudet ja kyvyt ovat monipuolisemmat. Lisäksi osassa järjestelmiä on mahdollisuus mitata etäisyyksiä monipuolisemmalla kamerajärjestelmällä. Suuremmat UAS-laitteet vievät vähän enemmän tilaa laitemallin mukaan, ja niiden käyttökuntoon saattaminen kestää pidempään kuin pienempien UAS-laitteiden. Suuremmat UAS-laitteet ovat pääsääntöisesti paremmin IP-suojattuja, jolloin niiden lennättämistä ei sääolosuhteet rajoita niin paljoa kuin yleisesti käytettyjen pienempien laitteiden. Suuremmat UAS-laitteet kykenevät myös kantamaan painavampaa hyötykuormaa kuin alle yhden kilogramman UAS-laitteet. Hyötykuorman käyttömahdollisuus kiinnostaa selvästi monia pelastuslaitoksia, esimerkiksi kaasunmittauksen ja vesipelastuksessa pelastusliivin kuljetuksen osalta.

Suuremmat UAS-laitteet kykenevät toimimaan pidempään tehtävillä, koska useammassa mallissa on kahden akun mahdollisuus. Drone-valmistajien mukaan edellä mainitulla mahdollisuudella käyttöaikaa luvataan olevan noin 45 min, mutta sääolosuhteet vaikuttavat tähän oleellisesti. Myös alle yhden kilogramman UAS-laitteiden toiminta-aika on kehittynyt eteenpäin. Vuoden 2022 lopulla julkaistuissa UAS-laitteissa luvataan jo niiden toiminta-ajaksi 45 min. Pelastustoiminnassa toiminta-aika on tärkeä, ja tulevaisuudessa tekniikan kehittyessä toiminta-ajat tulevat kasvamaan nykyistä selvästi.

Haastattelujen pohjalta kävi ilmi, että UAS-laitteita on käytössä enemmän kuin tilastoista voitiin päätellä. Hankkeen aikana pelastuslaitoksia muistutettiin ylläpitämään tietoa omasta kalustostaan Pronto-järjestelmässä. Moni pelastuslaitos on järjestämässä omaa UAS-toimintaa nykymääräysten mukaisiksi, ja pelastuslaitoksia muistutettiin velvoitteista UAS-toiminnan osalta kumppanuusverkoston avulla. Liikenne- ja viestintävirasto (Trafi-com) vaatii UAS-laitteiden ja niiden käytön tilastointia sekä toimintakäsikirjan toimittamista, jos UAS-toiminta ei ole ainoastaan avoimen kategorian mukaista. Pelastustoimen näkökulmasta avoimessa kategoriassa toimiminen ei ole järkevää, sillä kustannuksiltaan se on kalliimpaa kuin viran-

omaisten miehittämättömän ilmailun määräyksien noudattaminen (jokainen drone ja kauko-ohjaaja täytyy erikseen rekisteröidä), ja toisaalta avoin kategoria ei mahdollista kaikkea viranomais toimintaa mitä muutoin voitaisiin toteuttaa. Avoimen kategorian toiminnassa suurin sallittu lennätyskorkeus on 120 m maan tai veden pinnasta, ja toiminnan on perustuttava aina suoraan näköyhteyteen.

5.1 Kaluston ikääntyminen ja käyttöikä

UAS-laitteiden ikääntymiseen vaikuttaa niiden käyttömäärät, lennätysolosuhteet ja valmistajien tarjoamat ohjelmistopäivitykset, joista enemmän seuraavassa kappaleessa. Elektronisilla laitteilla on tietty käyttöikä, jonka loputtua laitteen mahdollinen tekninen tuki valmistajalta loppuu tai on jo loppunut. Tällä hetkellä dronejen kehitys on nopeaa ja uusia ominaisuuksia saadaan pakattua pienempiin laitteisiin. Pelastuslaitosten kannalta ei taloudellisesti ole järkevää uusia UAS-laitteita kovan tiheään tahtiin, vaan niiden käyttöikä voisi noudattaa valmistajan tarjoamaa tukea. Pisimmillään vähemmän käytetyissä laitteissa mahdollinen uusiminen voisi olla viiden vuoden välein, jos vain valmistajalta saadaan siihen tuki ja huoltaminen on mahdollista.

Dronen huolto kannattaa hankkia asianosavasta huollosta, koska tekniikka on monipuolista ja valtuutettujen huoltojen kautta saadaan huolto toimista takuu. Esimerkiksi DJI tarjoaa kahta takuuvaihtoehtoa ylläpidon osalta: joko yksi tai kaksi vuotta takuuta, jonka aikana määrätyin edellytyksin rikkoutunut drone voidaan vaihtaa uuteen tai huollon kustannukset ovat pienemmät. Yksikään dronen valmistaja ei tällä hetkellä ilmoita suoraan dronejen tarkkaa suunniteltua käyttöikää. Pelastuslaitosten kannattaa dronejen uusinnan kohdalla tehdä samalla tavoin kuin muunkin kaluston hankintasuunnitelmassa. Kaluston käyttösuunnittelulla voidaan saada tarvittavaa kiertoa kalustolle ja arvioida mahdolliset uusien UAS-laitteiden hankinta-ajankohdat selkeämmin.

5.1.1 Akkujen säilytys ja lataus

Litiumioniakkuja ei tule pääsääntöisesti säilyttää kylmässä eikä niitä tule ladata kylmissä olosuhteissa. Litiumioniakkuja ei myöskään suositella säilytettävän latauksessa, vaan latauksen jälkeen ne tulisi irrottaa latauslaitteesta ja säilyttää vähintään huoneenlämmössä.

Akut pääsääntöisesti lämpenevät latauksen aikana, mutta normaalista poikkeava lämpeneminen tarkoittaa akun vikaantumista, jolloin se tulisi poistaa käytöstä. Myös akun muodon muutokset kertovat litiumioniakun vikaumisesta, jonka vuoksi ne tulee silloin poistaa käytöstä ja hävittää oikeaoppisesti. Haastatteluissa ilmeni, että muutamia kertoja on eri pelastuslaitoksilla tapahtunut dronejen akkujen pullistumisia, esimerkiksi lennätysten aikana pullistunut akku on irronnut dronesta ja sen seurauksena drone on pudonnut maahan.

Jos UAS-laitteen akku ei sovi laitteen akkukoteloon ilman suurempaa voimaa, kertoo se akun muodon muutoksesta. Akut tulee säännöllisesti tarkastaa ja poikkeavat akut tulee poistaa käytöstä. Yksinkertainen testi akun muodon muutoksesta on asettaa se tasaiselle pöydälle. Jos akku heiluu sitä tönäistäessä, on se tällöin pullistunut. [11]

5.2 Ohjelmistopäivitykset ja geo-aita

UAS-laitteiden kyvykkyyteen ja toiminallisuuteen vaikuttavat UAS-laitteen ohjelmistot, jotka käsittelevät erilaisten antureiden ja ohjaimen kautta tulevaa tietoa. Dronen toimintaa ohjaavat laitteen sisältämät prosessorit erilaisten sensoreiden avulla. Dronen elinkaaren aikana valmistaja julkaisee ohjelmistopäivityksiä, joilla pyritään korjaamaan mahdollisia ohjelmistovirheitä tai tuomaan dronkeen kehittyneempiä ominaisuuksia sillä teknologialla, mitä kyseisessä laitteessa on. Pääsääntöisesti dronejen valmistajat eivät ilmoita tietoja siitä, miten pitkä päivitystuki on ohjelmistopäivitysten

osalta droneissa. Esimerkiksi yksi kuluttajamarkkinoilla oleva drone-valmistaja on ilmoittanut ohjelmistotuen päättyväksi vuonna 2024 drone-mallista, joka tuli markkinoille vuoden 2020 aikana.

Pelastustoimen kaikki dronet on varustettu paikkatietojärjestelmällä, ja tällä hetkellä käytössä olevat laitteet ovat tarjolla yleisillä markkinoilla myös siviilihenkilöille. Yleisille markkinoille valmistetuissa droneissa on maantieteelliset rajoitukset, jotka estävät dronen lennättämisen tietyillä maantieteellisesti aidatuilla alueilla (drone-toiminnassa maantieteellisillä rajoituksilla tarkoitetaan geo-aitaa ja geo-häkkiä, jotka tarkoittavat valmiiksi luotua paikkatietoa, jonka perusteella dronea ei voida tietyillä alueilla lennättää ilman rajoituksen poistoa). Rajoituksilla pyritään estämään tilanteet, joissa tahattomasti tai tahallisesti pyritään lennättämään alueilla, joissa lennätys on kielletty. UAS-laitteissa olevat valmiit rajoitukset voivat estää pelastustoimen tehtävillä dronen lennättämisen tietyillä alueilla. Pääsääntöisesti maantieteelliset rajat voidaan poistaa pelastustoimen käytössä olevista laitteista joko laitteiston asetuksista tai pyytämällä valmistajalta tai maahantuojaalta rajoitusten poistoa. Huomioitava on, että valtion miehittämätön ilmailu poikkeaa tietyin osin dronejen avoimen kategorian säännöistä. Pelastustoimi noudattaa omassa UAS-toiminnassaan määräystä OPS M1-35 toimitettuaan Traficomille toimintakäsikirjansa.

Drone-valmistajat tuottavat päivitettyä geo-aitatietoa, joka tulee päivittää aika-ajoin droneihin. Valmistajien geo-aitatiedot eivät ole yksi yhteen UAS-ilmatilavyöhykkeiden kanssa. Esimerkiksi DJI:n geo-aitatiedot korostavat turvallisuutta kiitoteiden suunnassa, missä mittarilentosäännöillä operoivat koneet tekevät lento-onlähtöjä tai lähestymisiä. Tässä suunnassa dronen lennättäminen voi estyä, vaikka UAS-ilmatilavyöhykkeen mukaan lennättäminen olisikin sallittua.

5.3 Tiedon välittäminen

Pelastustoimen käytössä olevat dronet hyödyntävät ohjaussignaalin ja muun tiedon välittämisessä 2,4 GHz ja 5 GHz taajuuksia. Markkinoilla on olemassa myös vaihtoehtoisesti mobiiliverkkoa hyödyntäviä malleja tai mobiiliverkkoyhteyden mahdollistavia lisäosia yleisesti käytettyihin droneihin, mutta haasteena niissä on mobiiliverkon riittävä kattavuus Suomessa. Tulevien avoimen kategorian säädösten mukaan ohjaussignaalin mukana on välitettävä seuraavia tietoja C1-, C2- ja C3-luokissa (EASA 2019/945) [12]:

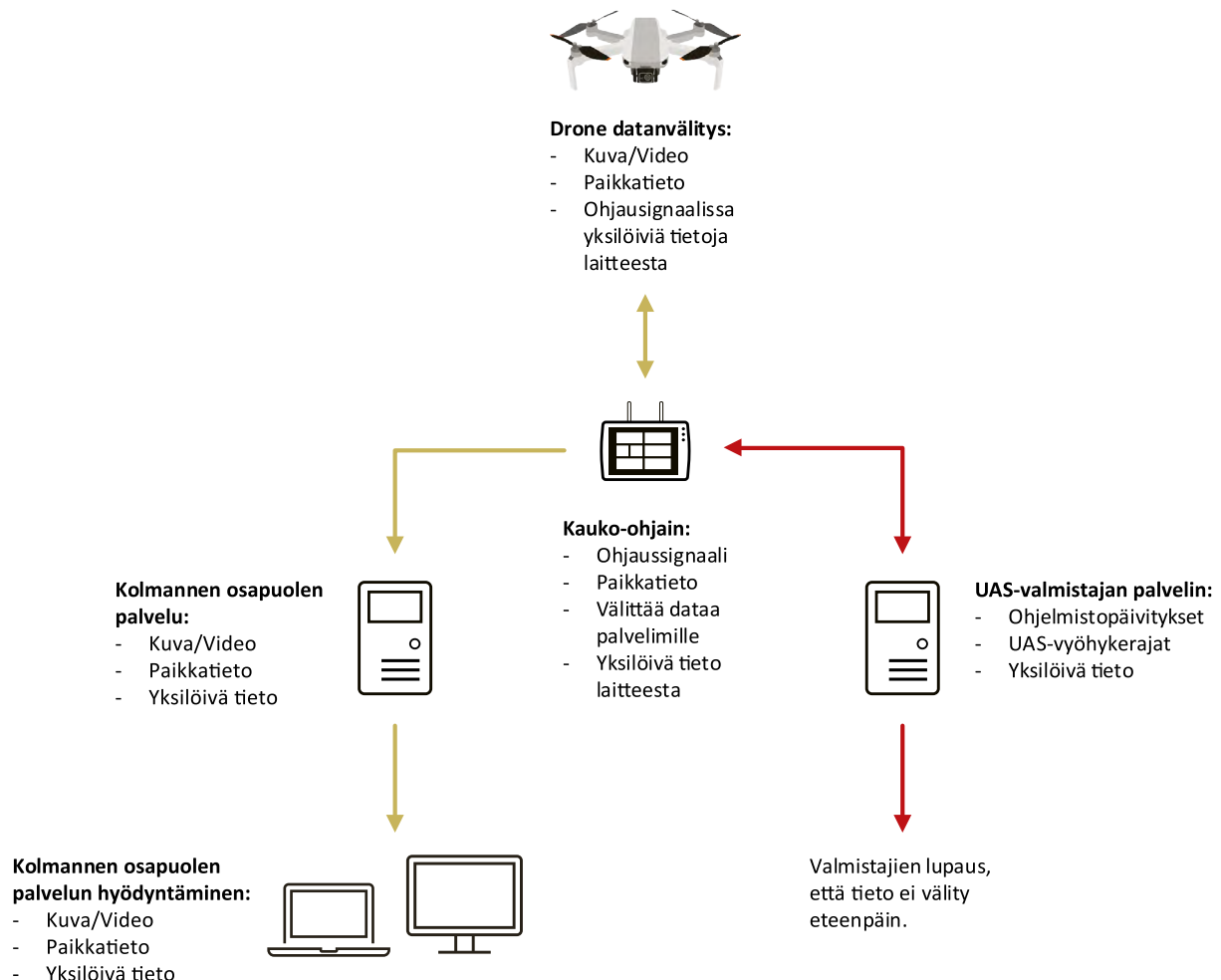
1. Miehittämättömän ilma-alusjärjestelmän käyttäjän rekisteröintinumero;
2. Standardin ANSI/CTA-2063 mukainen miehittämättömän ilma-aluksen yksilöllinen fyysinen sarjanumero;
3. Miehittämättömän ilma-aluksen sijainti ja sen korkeus pinnasta tai lento-onlähtöpaikasta;
4. Kulkusuunta mitattuna myötäpäivään tosipohjoisesta ja miehittämättömän ilma-aluksen maanopeus; ja
5. Kauko-ohjaajan sijainti, tai, jos sitä ei ole saatavilla, lento-onlähtöpaikka.

Kohdat 2–5 tulee olla toteutettu niin, että käyttäjällä ei ole mahdollisuutta muuttaa niiden tietoja. Lähetettävä tieto on oltava luettavissa soveltuvalla mobiililaitteella lähetysalueella. Esimerkiksi osalla valmistajista kauko-ohjain tai siihen liitetty mobiililaitte soveltuvien sovelluksien ilmoittaa jo lähistöllä olevat muut dronet, mutta ei kerro tarkempaa tietoa niistä.

Pelastustoimen käyttämät UAS-laitteet ovat pääsääntöisesti avoimen kategorian laitteita, joita markkinoilla on saatavilla. Edellä mainittu asetus (EASA 2019/945) koskee kaikkia drone-valmistajia. Pelastustoimen toiminnassa ei ole suoraa tarvetta estää ja rajoittaa edellä mainittujen tietojen saatavuutta muille toimijoille, toisin kuin muilla turvallisuusviranomaisilla.

Ohjaussignaalin mukana välitetään kuvati-
toa ja soveltuvin osin myös muuta tietoa riippu-
en UAS-laitteen ominaisuuksista. Kuvatietoa voi-
daan välittää langattomasti joko wifi- tai mobiili-
dataverkon avulla eteenpäin. Joissakin malleis-
sa on mahdollisuus tiedon välitykseen myös dro-
neista mobiiliverkon avulla. Kuvatieto voidaan
välittää palvelimelle, josta se on katsottavissa so-
veltuvilla laitteilla, sovelluksilla ja käyttöoikeuk-
silla (kuvio 2).

Tietoa dronen lennätyksestä välittyy myös val-
mistajan palvelimelle, mutta tarkkaa tietoa siitä,
mitä tietoa välittyy eteenpäin, ei ole saatavilla täl-
lä hetkellä valmistajilta. Pääsääntöinen tarkoitus
valmistajan suuntaan olevalla tiedon välityksellä
on ylläpitää laitteiston ohjelmistoa ajantasaisena
ja päivittää aluerajoituksia. Useampi UAS-järjes-
telmien valmistaja on vakuuttanut, että lähetetty
tieto ei mene eteenpäin muille osapuolille heidän
palvelimeltaan.



Kuvio 2. Tiedonkulku UAS-järjestelmissä.

5.4 Kauko-ohjaus ja paikannus

Yhteys ja tiedonvälitys kauko-ohjaimen ja dronen välillä toimii radiolähettimillä. Taajuusalueet, joita käytetään, kuuluvat luvasta vapaisiin radiotaajuusalueisiin. Ohjaussignaalin taajuus voi olla 2,4 GHz tai 5 GHz. Jos UAS-laitteissa käytetään hyötykuormia, jotka lähettävät tietoa, ovat samat taajuusalueet käytössä myös niille. Samoja taajuusalueita käyttävät myös monet muut langattomat laitteet, joten signaali tulee olla luotu niin, että ohjattava laite kykenee tulkitsemaan oikeaa ohjaussignaalia. Kaupunkiolosuhteissa muita signaaleja voi olla paljon ja ne voivat häiritä dronen toimintaa. Radiotaajuus vaiuttaa myös tiedon välitykseen ja sen etäisyyteen. 2,4 GHz yhteydellä voidaan saavuttaa pidempi kantama, mutta 5 GHz mahdollistaa suuremman datamäärän lähettämisen, mikä on erityisesti videota välitettäessä tärkeää. Radiosignaalin kantama voi olla teoreettisesti yli 10 km hyvissä olosuhteissa, mutta siihen vaikuttavat merkittävästi maaston muodot, esteet ja laitteiden kyvyt vastaanottaa radiosignaalia.

Haasteena radiotaajuuksissa on se, että niitä voidaan häiritä ja niiden välittämää tietoa voidaan kaapata. Yhtenä esimerkkinä on Euroopassa tehty tutkimus tietyillä DJI:n valmistamilla laitteilla, jossa pystyttiin hakeroitumaan dronen välittämään signaaliin ja saamaan tietoa laitteesta. Tutkijat kykenivät myös muokkaamaan laitteen sisäisiä tietoja radiosignaalin kautta [13].

Paikannussignaali saadaan droneihin useammasta satelliittijärjestelmästä. Paikkatietojärjestelmä tulee olla kaikissa C1-, C2- ja C3-hyväksytyissä droneissa [12]. Dronet hyödyntävät saamaansa paikkatietoa esimerkiksi paikallaan pysymiseen ja laitteen sijaintitiedon välittämiseen. Paikkatietoa hyödynnetään myös vikatilanteissa kotiinpaluutoiminnossa, jolla drone palaa itsenäisesti joko ohjaussignaalin katketessa tai kauko-ohjaajan painaessa kotiinpaluutoimintoa. Satelliittipaikannusjärjestelmät eivät kerää paikannustietoa, vaan UAS-laitteet itse välittävät tietoa sijainnistaan joko ohjaussignaalin tai datayhteyden välityksellä. UAS-laitteet hyödyntävät mallista ja valmistajasta riippuen GPS-, Galileo-, GLONASS- tai Beidou-paikannusjärjestelmiä (GNSS) joko yksittäin tai useampaa hyödyntäen.

Jotta paikannus olisi luotettavaa, tulee UAS-järjestelmällä olla riittävästi satelliitteja saatavilla. Dronejen käytön kannalta vähintään neljästä satelliitista tulisi saada paikkatietoa, jotta paikannustietoa voidaan hyödyntää. Kaikki paikannusjärjestelmän omaavat UAS-laitteet kykenevät ilmoittamaan paikannusyhteyden heikkoudesta. Satelliittijärjestelmiä voidaan hyödyntää ainoastaan tiloissa ja ympäristöissä, joissa on esteetön yhteys taivaalle. Yhteys satelliittipaikannukseen voi kadota ulkona lennätettäessä siltojen ja erilaisten katosten alla. Satelliittipaikannusjärjestelmän mukaan paikannustarkkuus voi vaihdella 1–10 metrin välillä.

Paikannusjärjestelmät ovat myös haavoittuvia, samalla tavoin kuin ohjaussignaalit. Paikannusjärjestelmien signaalin voimakkuus on heikko, jonka vuoksi se voi sekoittua taustakohinaan. Signaalia voidaan kuitenkin seurata kohinatason alapuoleltakin. Signaalin häirintää voi tapahtua radiohäirinnällä tai harhautussignaalilla. Häirintää on silloin, kun voimakasta signaalia lähetetään GNSS-signaalin taajuudella voimakkaasti, jolloin laitteet eivät saa oikeaa tietoa signaalista [14]. Jos paikannussignaalia häiritään, niin UAS-laitteen sijainti voi muuttua oleellisesti todellisesta sijainnista. Suomessa ei ole paikannussignaalin osalta suurta ongelmaa häirinnästä UAS-toiminnassa, mutta havaintoja on esimerkiksi signaalin häirinnästä lentoliikenteessä [15].

UAS-järjestelmillä voidaan toimia myös ilman paikannussignaalia. Paikannusjärjestelmä on droneissa ehdoton vaatimus, jotta ne täyttävät EASA:n määrittelemät kriteerit CE-hyväksynnälle [12]. Jotta sisätiloissa tai tiloissa, joissa ei ole saatavilla paikannussignaalia voidaan lennättää turvallisemmin, tulee paikannus kytkeä droneista pois päältä. Jos paikannus ei ole kytketty pois päältä, voi drone mahdollisesti saada signaalin, jonka se tulkitsee paikannussignaaliksi, jolloin drone voi itsenäisesti ohjautua väärin kohtalokkain seurauksin. Yhdessä haastattelussa selvisi, että kauko-ohjaaja oli kokeillut dronen lennätystä sisätiloissa. Hän havaitsi, että lennätys onnistuu, kun paikannusjärjestelmä ei ole aktivoituna. Paikannustoiminnon ollessa päällä drone oli lentänyt itsestään seinään, mahdollisen virheellisen paikkatiedon vuoksi.

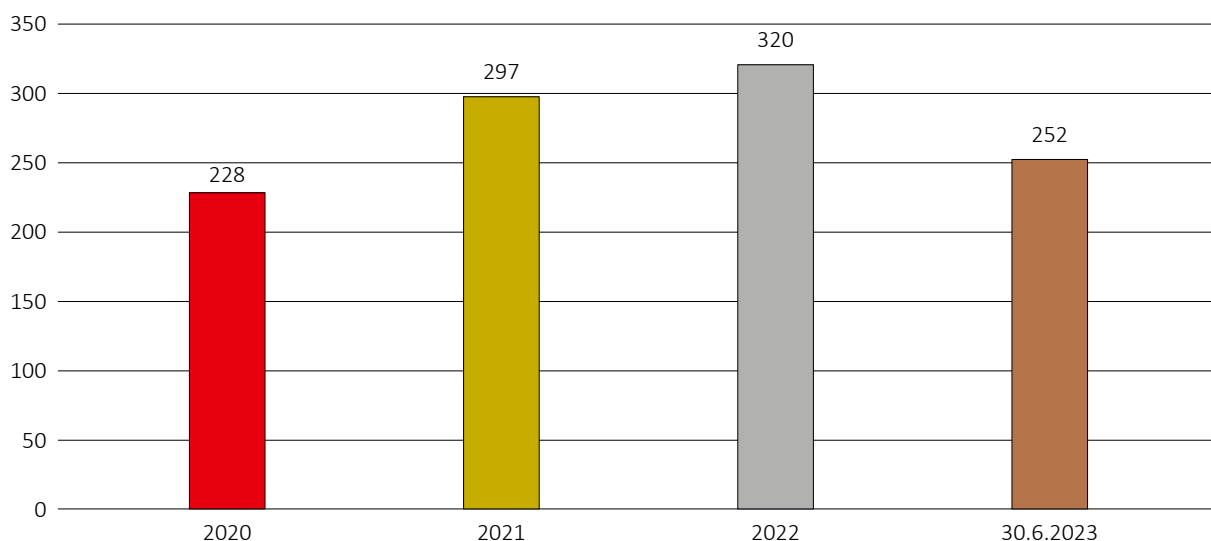
6. Pelastustoimen UAS-toiminnan tilastoiminen

Pelastustoimen tilastoinnissa käytetään Pronto-järjestelmää, josta saadaan pelastustoimen tehtävien tilastoidut tiedot jäsennetysti. Pronto-tilasto on automatisoitu hätäkeskustietojen osalta. Muun tiedon osalta pelastustoiminnan johtaja täyttää onnettomuusselosteen ja tarvittaessa pelastusyksikön yksikönjohtavat täydentävät onnettomuusselostetta omalta osaltaan. Toiminnan kehittämisen ja seurannan vuoksi on tärkeää tilastoida tiedot oikein ja järjestelmällisesti. UAS-toiminnan tilastointia on ohjeistettu ja siitä on luotu tukimateriaalia pelastustoimelle, jotta tilastot kirjattaisiin oikein. UAS-toiminnan kohdalla tilastoinnissa on suurta vaihtelua, jonka vuoksi kaikki tilastoidut tiedot eivät ole täysin paikkaansa pitäviä. Vuoden 2022 aikana tilastoiminen on parantunut, mutta täsmällisen tiedon saaminen UAS-toiminnasta on edelleen haasteellista.

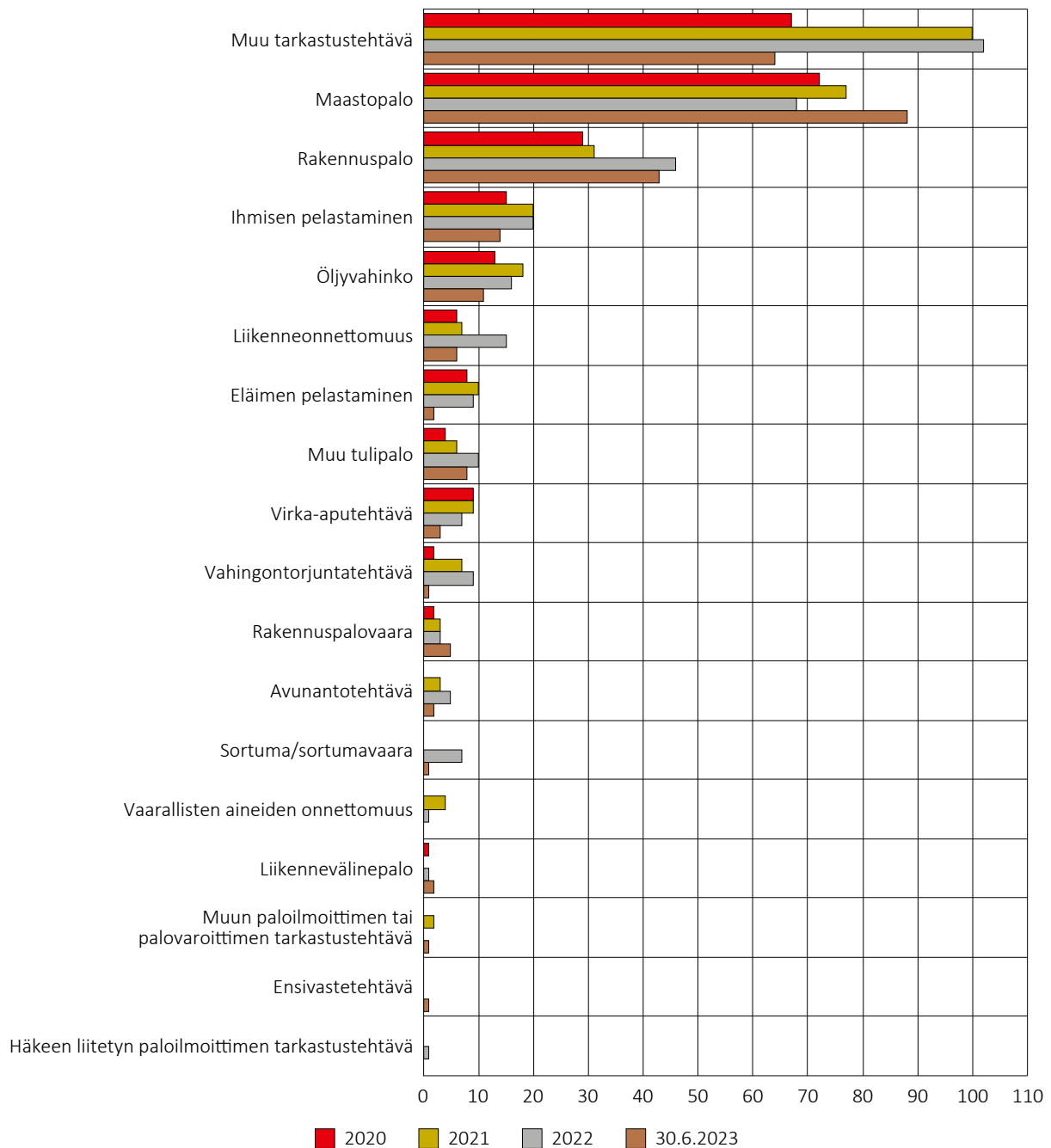
UAS-tehtävien järjestelmällisempi tilastointi Prontossa aloitettiin vuonna 2019. UAS-tehtävämäärät ovat olleet pienessä nousussa viimeisen tilastoidun vajaan viiden vuoden aikana. Vuonna

2019 Pronto-tilaston mukaan UAS-laitetta käytettiin 166 kertaa, kun vuonna 2022 käyttökertoja oli 320 (kuvio 3). Tilaston luvuissa näkyy sekä UAS-laitteiden lisääntyminen pelastustoimessa että pelastustoiminnan johtajien ymmärryksen kasvu UAS-laitteiden tuomasta hyödystä tehtävillä. Toisaalta UAS-käyttömäärät tehtävillä heijastuvat pelastustoimen tehtävätyyppien määriin, jotka vaihtelevat vuosittain. Esimerkiksi maastopalo-kaudet 2021 ja 2022 poikkesivat toisistaan, mikä heijastuu myös tehtävämäärissä (kuvio 4). Koska tehtävillä tarvittavien menetelmien käyttö vaihtelee, ei UAS-toimintaa tarvitse eikä kannata suorittaa kaikilla tehtävillä, jos sillä ei saada pelastustoiminnan kannalta hyötyä.

Kolmen ja puolen vuoden aikana (1.1.2020–30.6.2023) UAS-laitteiden käyttö painottui selkeästi muihin tarkastustehtäviin, maastopaloihin ja rakennuspaloihin (Kuvio 4). Yhteisenä tekijänä useassa tehtävässä on tehtäväpaikalta tilannekuvan luominen, joka painottuu pelastustoiminnan johtajan tarvitsemaan tilannekuvaan, jotta



Kuvio 3. UAS-tehtävämäärä 1.1.2020-30.6.2023 (Pronto).



Kuvio 4. UAS-tehtävät tehtävätyypeittäin 1.1.2020–30.6.2023 (Pronto).

voidaan tehdä päätöksiä toimenpiteistä ja taktiikasta. Kuvion 4 mukaan pelastustoimi voi hyödyntää UAS-laitetta monessa eri pelastustoimelle kuuluvassa tehtävässä. UAS-laitteistot tuovat yhden menetelmän lisää pelastustoimen tehtävien suorittamiseksi. Eniten käytetty tehtävätyyppi

UAS-laitteilla on ollut muu tarkastustehtävä, joka sisältää savuhavainnot, tarkastustehtävät ja mahdolliset öljyhavainnot luonnossa. Muu tarkastustehtävä -tyyppi valitaan silloin, kun ei ole tarvetta tehdä tehtävällä varsinaisia pelastustoimen toimenpiteitä.

Oletettavasti vuonna 2023 UAS-laitteiden hyödyntäminen tehtävillä kasvaa entisestään yleisen tietämyksen ja kokemusten lisääntyessä. Muutos on jo tilastoissa nähtävillä (kuvio 3 ja 4). Pelastusopiston pelastustoiminnan johtajille suunnatun verkkokoulutuksen myötä toivotaan UAS-laitteiden käytön yleistyvän niille soveltuvilla tehtävillä. Esimerkiksi kuvioista 4 on nähtävissä UAS-laitteiden käytön lisääntyminen vuonna 2023 rakennuspaloissa ja maastopaloissa jo kuuden kuukauden katsannon osalta. Myös pelastustoiminnan etäjohtaminen voi osaltaan tuoda lisää käyttöä UAS-laitteille, koska videovälityksen mahdollistuminen UAS-laitteilta auttaa tilannekuvan luomisessa etänä. Hankkeen kyselyn ja pelastuslaitoksilla työskentelevien kanssa käytyjen keskustelujen perusteella pelastuslaitokset ovat hankkimassa lisää tai päivittämässä UAS-laitteita, mikä osaltaan voi näkyä jo vuoden 2023 hälytystehtävätilastoissa.

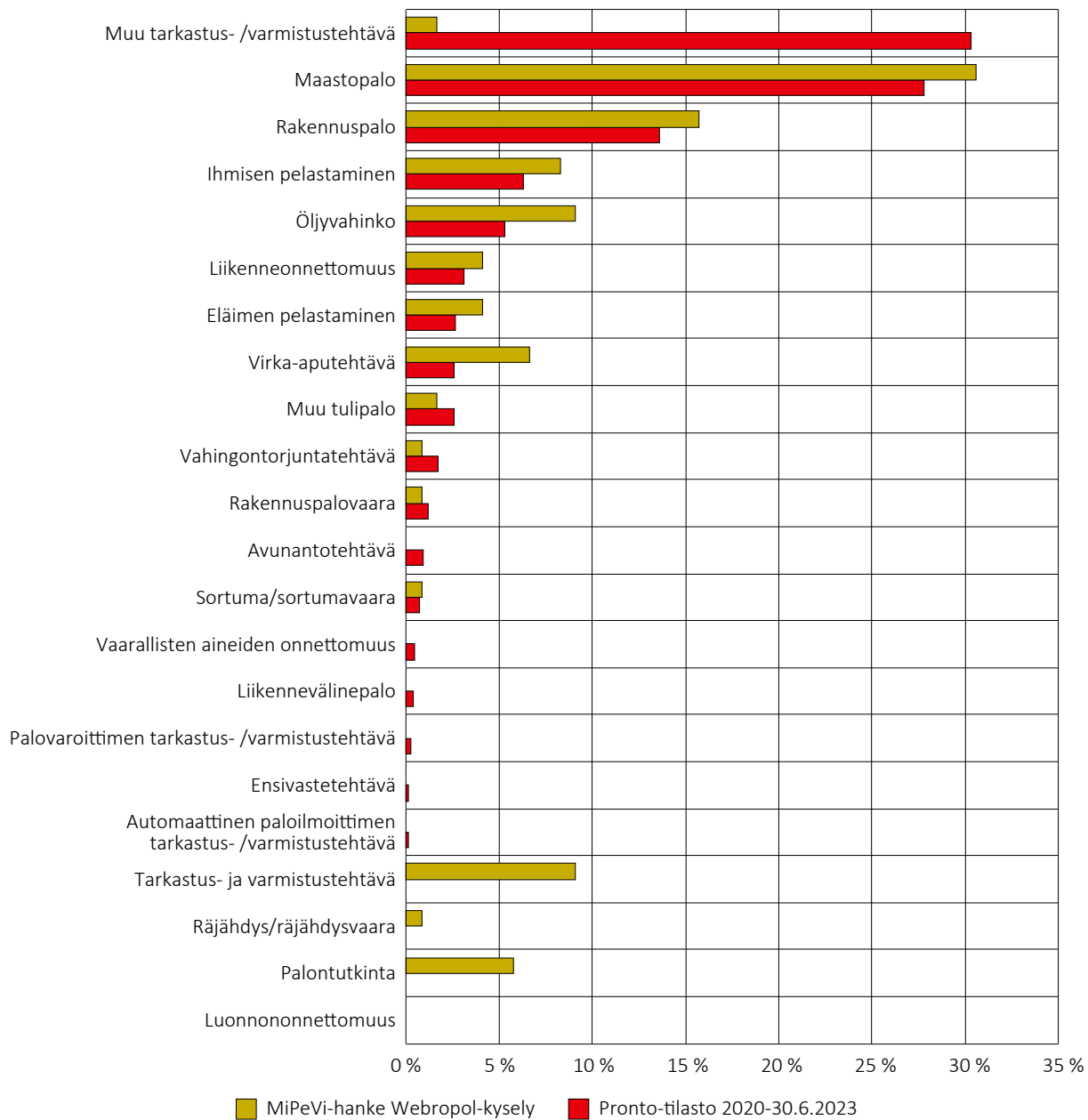
Webropol-kyselyn (N=49) mukaan UAS-toimijoiden UAS-käyttökohteet ovat tehtäväjakaumaltaan hyvin samankaltaiset kuin Pronto-tilaston (kuvio 5). Muu tarkastus-/varmistustehtävä ja Tarkastus- ja varmistustehtävä eroavat kahden eri tilaston välillä. Mahdollinen syy voi olla hankkeen Webropol-kysymysten kysymysasettelusta johtuva käsitteen väärin ymmärtäminen. Toisaalta vastaajien on voinut olla vaikea yhdistää kategorian Muu tarkastus-/varmistustehtävät alle kaikki ne tehtävät, jotka siihen kuuluvat, sillä määritelmä on nimensä mukaisesti väljä. Pronto-tilastosta poiketen Webropol-kyselyssä haluttiin selvittää myös sitä, käytetäänkö UAS-laitteita palontutkinnan osana. Kolme vastaajaa valitsi sen yhdeksi käyttökohteeksi. Esimerkiksi poliisi käyttää nykyään omassa tutkintatyössä usein UAS-laitteita vähintään yleiskuvan saamiseksi.

Vuodenajan mukaan katsoen UAS-laitteita käytettiin eniten kolmen ja puolen vuoden tilaston mukaan kesäkuukausina. Suurin osa tehtävistä painottui toukokuusta elokuuhun (kuvio 6). Määriin vaikuttaa vahvasti tehtävätyypit, joissa UAS-laitetta on enimmäkseen käytetty. Esimer-

kiksi maastopalojen ja savuhavaintojen määrät ovat muina vuodenaikoina vähäisempiä. Myös vuositasolla pelastustoimen tehtävätyyppien määrät vaihtelevat suuresti, jotka osaltaan vaikuttavat käyttömääriin (liite 2). UAS-laitteen käyttöä pelastustoimen tehtävillä rajoittavat sääolosuhteet, mutta vuoden 2022 aikana on pelastuslaitoksille hankittu laitteita, jotka kykenevät turvallisemmin toimimaan haasteellisimmissä olosuhteissa. Tilaston mukaan sääolosuhteet huomioiden UAS-laitteita voidaan hyödyntää pelastustoimen tehtävillä hyvin eri vuodenaikoina (kuvio 6). Kuluvan vuoden 2023 ensimmäisen kuuden kuukauden aikana UAS-laitteita on käytetty huomattavasti enemmän edellisiin vuosiin verrattuna, mihin on voinut vaikuttaa laitteiden lisääntyminen ja tietämys laitteiden hyödyistä tehtävillä sekä mahdollisesti etäjohtamisen yleistyminen (kuvio 6).

UAS-laitteiden valmistajat ilmoittavat laitteille soveltuvat käyttöolosuhteet selkeästi. Selvityksen luvussa 7 on hankkeen aikana erilaisissa olosuhteissa tehtyjen UAS-laitetestausten tuloksia. Tulevina vuosina tehtävien lisääntyminen muina kuin kesäkuukausina on todennäköistä laitekehityksen, osaamisen sekä kokemusten kehittymisen myötä. Droneja voidaan käyttää laajasti eri vuorokauden ja vuodenaikojen aikana, pimeällä havaitsemista edesauttaa äärivalot ja merkkivalo (Beacon). Rajoitteita käytölle ovat vesisade, ukkonen, tiheä sumu ja kova tuuli, jotka ylittävät nykyisten käytössä olevien UAS-laitteiden toimintakyvyt.

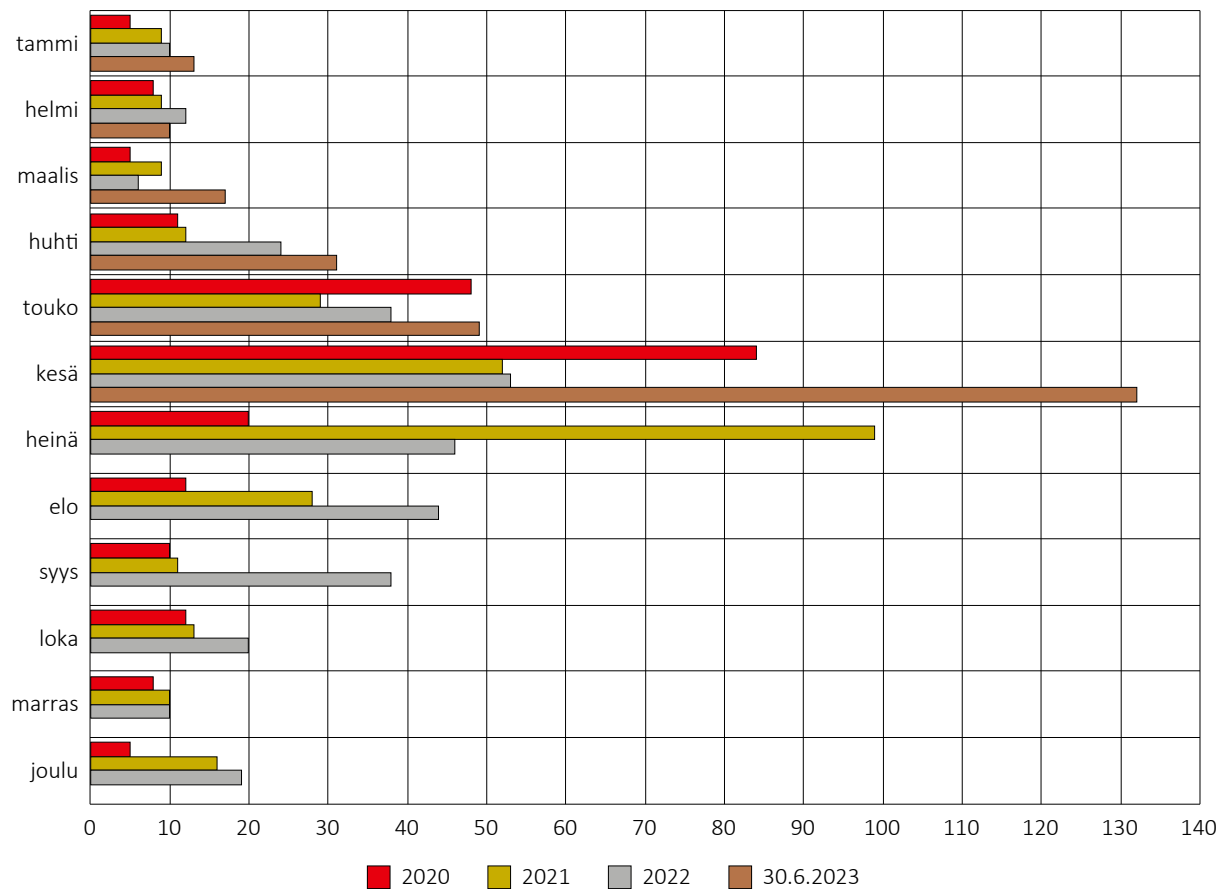
Suurin osa pelastustoiminnan aikana suoriteista UAS-laitteen lennätyksistä tapahtuu tilaston mukaan päiväsaikaan. Tilastoja katsoen lennätys voidaan toteuttaa minä vuorokauden aikana tahansa, mutta UAS-laitteen käyttöä ohjaa luonnollisesti pelastustoimen tehtävien esiintyminen eri vuorokauden aikoina. Suurin osa pelastustoimen tehtävistä sijoittuukin pelastustoimen taskutilaston mukaan kello 08 ja 22 välille [16]. Ajanjaksoa 1.1.2020–30.6.2023 tarkastellessa UAS-lennätysten määrät noudattavat yleisesti pelastustoimen tehtävien esiintymistä vuorokauden aikana (kuvio 7).



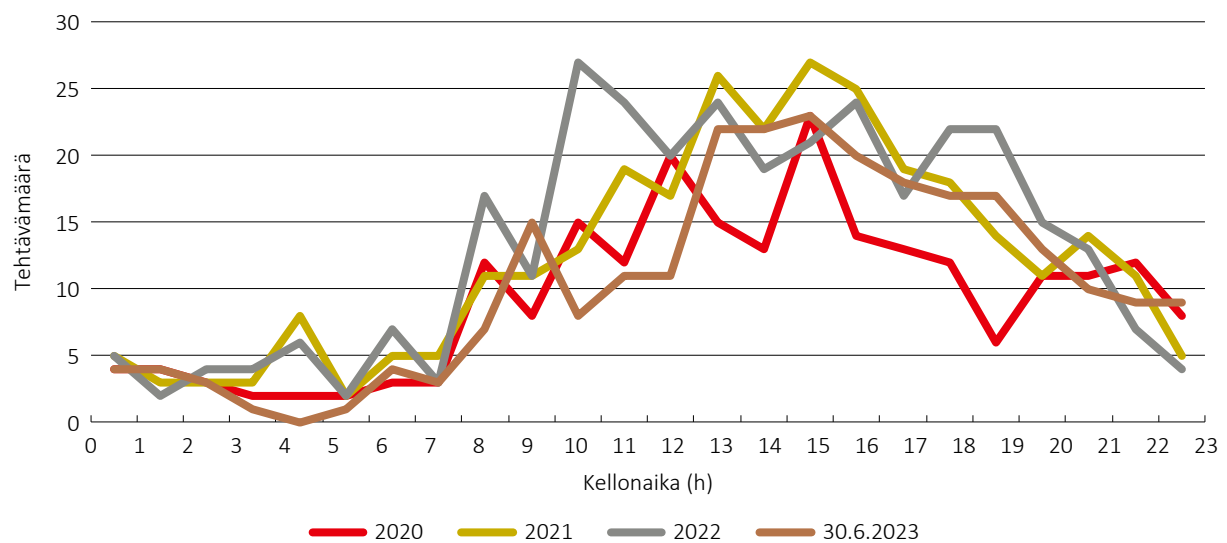
Kuvio 5. UAS-järjestelmien käyttö operatiivisilla tehtävillä Pronto-tilaston ja Webropol-kyselyn vastauksiin verrattuna.

Osaava kauko-ohjaaja ja toimiva UAS-kalusto mahdollistavat lennätyksen myös pimeällä. Pimeällä lennätettäessä voidaan hyödyntää UAS-laitteen lämpökameraa, koska kuvan muodostumiseen ei vaikuta näkyvä valo. Myös UAS-laitteen ha-

vaittavuutta voidaan parantaa tietyillä hyötykuorilla, ja tietyissä olosuhteissa drone voi olla yöllä havaittavissa kauempaa kuin päivällä. Enemmän hankkeen aikana pimeällä ja hämärällä tehdyistä testauksista luvussa 7.3.



Kuvio 6. UAS-tehtävät kuukausittain 1.1.2020–30.6.2023 (Pronto).

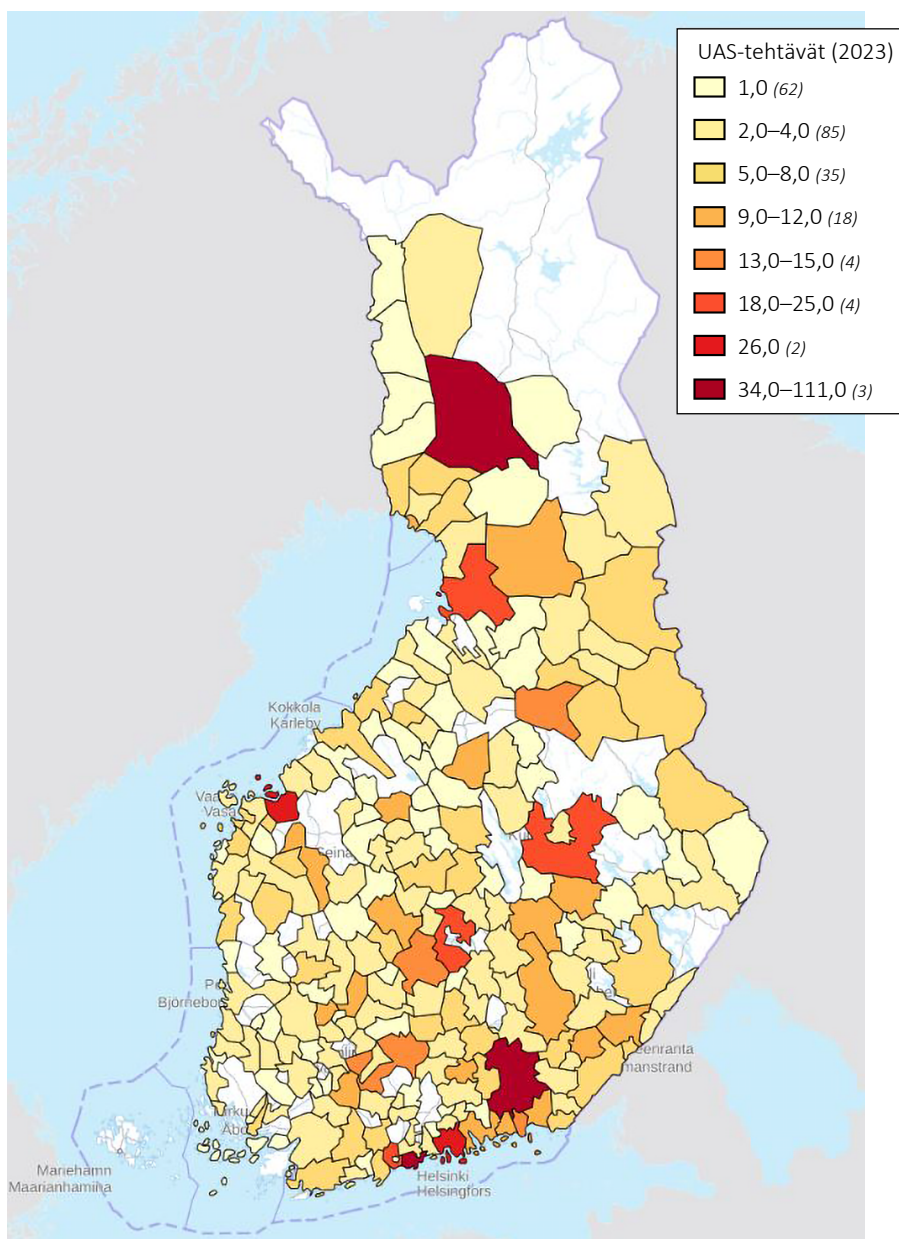


Kuvio 7. UAS-tehtävät tunneittain 1.1.2020–30.6.2023 (Pronto).

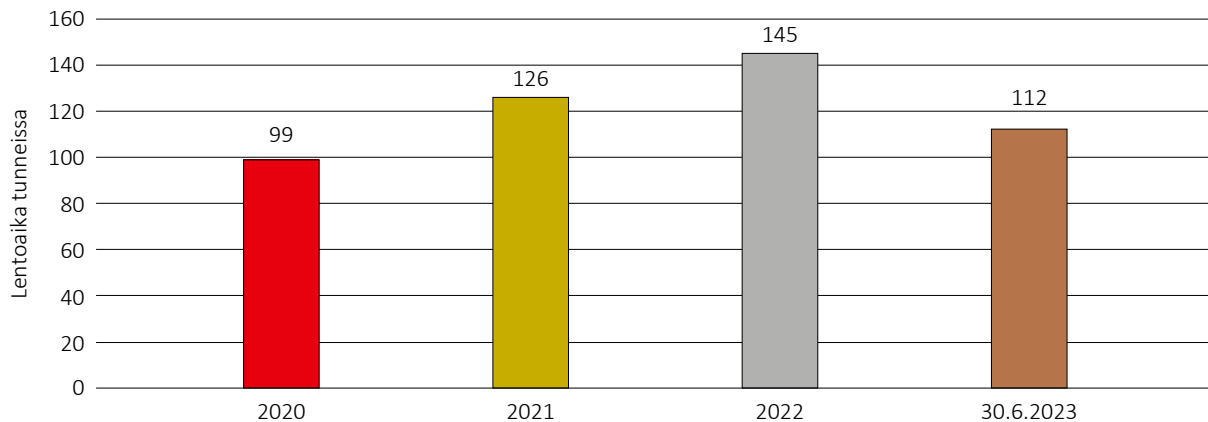
6.1 UAS-tehtävien jakautuminen Suomessa

UAS-tehtävät sijoittuvat laajasti koko Suomeen. Muutamat alueet erottuvat toisistaan tehtävämäärässä. Helsingissä (111 kpl) on tarkastelujakson aikana käytetty eniten UAS-laitetta pelastustoimen tehtävillä (kuva 1). Kouvola, Rovaniemi, Porvoo ja Vöyri käyttökertoja oli noin 20–36 kpl.

Alueittaiseen esiintymään vaikuttaa se, minne pelastuslaitosten UAS-laitteet on sijoitettu. Käyttömäärään vaikuttaa myös pelastustoiminnan johtajan tietämys UAS-laitteesta, sen käytöstä ja saatavuudesta. Kuvan 1 valkoisilla alueilla ei ole pelastustoimen tehtävillä Pronto-tilastojen mukaan käytetty UAS-laitteita. Tehtävien esiintymistä tarkasteltiin alueittain ja tulosten selvittämiseksi käytettiin Pronto-tilastosta saatuja tehtäväosoitteita kunnan mukaan.



Kuva 1. UAS-tehtävät kunnittain Suomessa 1.1.2020-30.6.2023 (Pronto, Paikkatietoikkuna).



Kuvio 8. UAS-laitteiden lennätysaika pelastustoimen tehtävillä vuosittain Pronto-tilaston mukaan.

6.2 UAS-käyttöajat ja lennätysmenetelmät

UAS-laitteiden käytön ja laitemäärän lisääntyessä niiden käyttöajat ovat kasvaneet. Vuoden 2020 aikana pelastustoimen tehtävillä käytettiin UAS-järjestelmiä yhteensä 99 tuntia 25 minuuttia ja vuonna 2022 käyttöaika oli 145 tuntia ja 29 minuuttia Pronto-tilaston mukaan (kuvio 8). Ensimmäisen kuuden kuukauden aikana pelastustoi-
messä vuonna 2023 UAS-laitetta oli lennätetty jo 112 tuntia ja 13 minuuttia (kuvio 8). Pelastustoimen lennätysaikojen mediaani on 10 minuuttia ja keskiarvo 28 minuuttia. Tilastoidut lennätysajat ovat suuntaa antavia Pronto-kirjauksien puutteiden vuoksi. Pääsääntöisesti lennätysajat ovat olleet lyhyitä, mutta maastopalojen ja rakennuspa-
lojen osalta lennätysajat ovat olleet pidempiä. Yksittäisissä maastopalotehtävissä UAS-toimintaa on ollut useampi tunti, johon on kuulunut myös jälkivartiointissa ja paloalueen tarkastuksissa käytetyt lennätysajat. Esimerkiksi Kalajoen maas-
topalossa vuonna 2021 UAS-laitteita lennätettiin yhteensä 10 tuntia useamman päivän aikana. Pelastustoimen UAS-laitteiden lennätysajat ovat kokonaisuudessaan huomattavasti suuremmat, jos laskentaan otetaan mukaan UAS-toiminnan osaa-
misen ja lennätyspätevyuden ylläpitoon vaadittavat harjoittelut.

Pronto-tilastointiin lisättiin 1.1.2022 lennätysmenetelmä-kohta, jonka avulla voidaan seurata pelastustoimen tehtävillä käytettyjä lennätysmenetelmiä. Pääsääntöisesti lennätysmenetelmät tapahtuvat näköyhteydellä (VLOS) ja kirjauksen mukaan näin on tehty 377 kertaa. Kauko-ohjaustähystäjää on käytetty 34 kertaa (EVLOS) ja näköyhteyden ulkopuolella (BVLOS) on lennätetty 43 kertaa. Lennätysmenetelmien kohdalla on tilastollisia puutteita puutteellisten kirjausten takia, minkä vuoksi todellista määrää eri lennätysmenetelmistä on vaikeaa arvioida. Lennätysmenetelmien käyttöön vaikuttaa suuresti, millainen pelastustoimen tehtävä on ja miten laajalle alueelle kyseinen tehtävä ulottuu. Pelastuslaitosten lennätysmenetelmiin vaikuttavat myös UAS-laitteille hankitut pakolliset vakuutukset. Vakuutusyhtiöt määrittelevät UAS-laitteiden vakuutusehdot, jotka osaltaan voivat rajoittaa lennätysmenetelmien käyttöä, erityisesti näköyhteyden ulkopuolella lennättämistä.

Lennätyskorkeudet ovat olleet pääsääntöisesti Pronto-tilaston mukaan alle 50 m, mutta myös 50–150 m välillä toimintaa on ollut. Valtion miehittämätön ilmailu -määräys OPS M1-35 mahdollistaa lennätyskorkeuden 150 m korkeuteen asti ilman erillistä luvan hakemista. Yli 150 m korkeudella ei Pronto-tilaston mukaan ole lennätetty. Pronto-tilastossa ei ole yhtään merkintää, miten usein pelastuslaitokset ovat rajoittaneet tai kieltäneet ilmatilan käyttöä pelastustoimen tehtävillä.

7. Testaus- ja kehittämistoiminta

Hankkeen aikana testattiin UAS-laitteiden signaalin kantamaa ja kameroiden ominaisuuksia. Signaalin kantavuudessa on vaihtelua, ja Suomen olosuhteissa laitteilla ei päästä valmistajien ilmoittamiin etäisyyksiin. Testauksissa huomattiin myös yhteyden katketessa, että DJI Mavic 2 Enterprise Dual -laitteen korkeustiedoissa tapahtui muutoksia, jotka olivat useita metrejä väärin lähtötilanteet huomioiden. Yleisesti signaalin kantavuuteen vaikuttavat lähettimen tehot, kauko-ohjaimen antennien asento, maaston muodot, metsän muoto ja sääolosuhteet. Tärkeintä pelastustoimessa on huomioida signaalin kantavuus maastopaloissa, jolloin lennätystä voidaan joutua suorittamaan laajemmilla alueilla. Kauko-ohjaajan sijainnilla ja liikkumisella on suuri merkitys signaalin kantavuuteen ja UAS-laitteen käytettävyyteen.

Myös dronejen akkujen kestoa testattiin erilaisissa olosuhteissa. UAS-laitteet kykenevät toimimaan lähelle valmistajan lupaamaa toiminta-aikaa, kun lämpötila on plussan puolella. Kylmissäkään olosuhteissa laitteiden toiminnassa tai toiminta-ajassa ei havaittu merkittäviä poikkeamia.

Omien testauksien lisäksi muihin hyötykuorimiin ja kemikaalimittaukseen liittyen on esitelty muiden tahojen tekemiä kokeita ja kokemuksia, jotka liittyvät jollakin oleellisella tavalla pelastustoimeen.

7.1 Ohjaussignaalin kantavuus

Pelastustoimen UAS-toiminnassa on tärkeää, että ohjaussignaalin kantavuus on riittävä esimerkiksi maastopaloissa, suuronnettomuuksissa tai vesistöissä tapahtuneissa onnettomuuksissa. Hankkeen aikana toteutettiin kaksi varsinaista ohjaussignaalin testauspäivää. Molemmat testaukset suoritettiin turvesuoalueilla, joiden tuotantotoiminta oli lopetettu. Ensimmäinen testaus suoritettiin Isonovan suolla, jossa oli vuonna 2021 suurehko maas-

to- ja turvesuoalo. Toinen testaus suoritettiin Kurki- ja Juurikkasuolla. Turvesuoalueet valikoituivat testausalueiksi niiden laajuuden ja vähäisen asutuksen sekä pienempien maa- ja ilmariskien takia. Turvesuoalueet mahdollistavat myös pitkät lennätys-etäisyydet ja mahdollisuuden suorittaa ilmatilan tarkkailua. Lennätykset toteutettiin pääsääntöisesti joko näköyhteydellä (VLOS) tai kauko-ohjaustahystäjää (EVLOS) hyödyntäen. Yleisenä huomiona testauksissa oli se, että kauko-ohjaaja menetti näköyhteyden droneen noin 500–1000 m etäisyydellä.

Signaalin kantavuuteen vaikuttaa, millaisessa ympäristössä lennätystä suoritetaan ja millaisia esteitä on olemassa lennätysreitillä. Pelastustoimi hyötyy riittävästä signaalin kantavuudesta pelastustoiminnassa, jolloin voidaan nopeasti kuvantaa laajoja alueita. Esimerkiksi isoissa maastopaloissa signaalin kantavuudella on merkitystä. Testauksissa havaittiin selkeästi lennätyskorkeuden vaikutus ohjaussignaalin kantavuuteen, jolloin voitiin vähentää esteiden aiheuttamia häiriöitä kauko-ohjaimen ja dronen välillä.

Signaalin kantavuutta testattiin DJI MAVIC 2 Enterprise Dual -mallisella dronella. Pelastuslaitoksilla on kyseisen kaltaisia laitteita käytössä. Mahdollisesti uudemman mallisella dronella signaalin kantavuuden tulokset olisivat voineet olla toisenlaiset.

7.1.1 Isoneva

Ensimmäinen signaalin testaus toteutui syksyllä 2022 Isonovan turvesuolla (Kuva 2). Turvesuon ympäristön maaston muodot olivat vaihtelevat. Maaston korkeuserot lennätysalueella olivat alle 10 m ja erilaista puustoa oli alueen reunioilla. Sääolosuhde oli selkeä, tyyni ja lämpötila vaihteli päivän aikana +3–+15 °C välillä. Lennätyskorkeuden ylärajaksi rajattiin 100 m, mutta lennätys suoritettiin pääsääntöisesti matalammalla. Molemmilla testauskerroilla signaalin heikentyminen oli sel-



Kuva 2. Ensimmäinen signaalin kantavuuden testialue. Isonvan suo, Suonenjoki, entinen turvetuotantoalue.

keästi havaittavissa videoyhteyden huonontumisena ennen ohjaussignaalin katkeamista.

Signaalin kantavuus vaihteli paljon riippuen lennätysreitistä. Suoralla selkeällä linjalla lennätettäessä dronella päästiin 2500 metriin asti toimivalla signaaliyhteydellä. Edellä mainittua lennätystä olisi voitu vielä jatkaa eteenpäin, mutta kauko-ohjaustähystäjää ei voitu hyödyntää maasto-olosuhteiden vuoksi edempänä alueella. Signaalin kantavuuteen vaikutti selkeästi kauko-ohjaimen antennien asento. Muilla saman päivän lennätyskerroilla kokeiltiin metsän ja pienen kumpareen taakse lennätystä, joissa signaalin kantavuus vaihteli 450 m ja 1200 m välillä. Selkeästi signaaliin vaikutti maaston muodot ja metsätyyppi, sekä metsän tiheys. Dronen asetusten mukaisesti kotiinpaluutoiminto toimi hyvin ohjaussignaalin katketessa. Hetkittäin

testausten aikana toimittiin BVLOS-menetelmällä esteen läheisyydessä (puusto).

Testauksissa huomattiin DJI Mavic 2 Enterprise Dual -laitteessa virheellinen toiminta, joka ilmoittaa UAS-laitteen korkeuden vääräksi, kun ohjaussignaalin yhteys katkesi ja palautui takaisin. Suurimmillaan virhe dronen korkeudessa oli 7 metriä todelliseen maanpinnan korkeuteen verrattuna.

7.1.2 Kurki- ja Juurikkasuo

Toinen ohjaussignaalin testaus suoritettiin kooltaan suuremmalla turvesuoalueella keväällä 2023 (Kuva 3). Alueella maaston korkeuserot olivat alle 10 m lennätysreitillä. Lennätysreitillä oli pääsääntöisesti harvaa havumetsää, turvesuota, hak-



Kuva 3. Toinen signaalin kantavuuden testialue. Kurki- ja Juurikkasuo Suonenjoki, entisiä turvetuotantoalueita.

kuualueita ja taimikkoa. Sääolosuhde oli selkeä, lämpötila 22 °C ja tuuli oli puuskittaista. Puuskitaisen tuulen vuoksi dronen virrankulutus oli suurempaa hetkittäin. Lennätyskorkeuden ylärajaksi rajattiin 110 m.

Testauksen aikana suoritettiin kolme pidemmän matkan signaalin testausta kauko-ohjaustahystäjää hyödyntäen. Riippuen tuuliolosuhteesta ja dronen akun virtamäärän riittävyys huomioiden päästiin 3200–4800 metrin ohjaussignaalin kantavuuteen. Kuvasignaalisissa ja ohjaussignaalisissa ei ilmennyt selkeää heikentymistä. Yli kolmen kilometrin etäisyydellä tulee huomioida riittävä akun varaustaso takaisin lennätystä varten tai tulee olla valmiiksi suunniteltu varalaskeutumispaikka akun varauksen laskiessa matalalle tasolla.

7.2 Talviset testit

Testaus talvisissa olosuhteissa suoritettiin joulukuussa 2022 DJI:n kahdella Mavic 2 Enterprise Dualilla ja yhdellä DJI Matrice 200 4 kg -dronella Pelastusopiston harjoitusalueella. Sääolosuhteet

testauksen aikana vaihtelivat -18 °C ja -13 °C välillä ja tuuliolosuhteet olivat 10 m korkeudessa 2 m/s, 40 m korkeudessa 4 m/s. Kaksi saman mallista dronea laitettiin kahteen eri lähtöolosuhteeseen. Toinen UAS-laite sijoitettiin testauksen ajaksi lämpimään tilaan ja toinen ulos -18 °C pakkaseen puoleltoista tunnin ajaksi. Lennätyskorkeudet ja lennätysreitit pyrittiin pitämään lähes samanlaisina jokaisella lennätyskerralla.

Lämpimässä tilassa säilytetyn dronen toiminta-aika pysyi lähes samana kolmen testilennätyksen aikana. Kylmässä olosuhteessa säilytetyn dronen toiminta-aika pysyi myös samana verrattuna lämpimässä tilassa säilytetyn dronen toiminta-aikaan. Kylmässä säilytetyn dronen testilennätyksen aikana oli lämpötila noussut -15 °C. Kyseisten testattujen dronejen akkujen ominaisuutena on sisäinen akkujen lämmitysjärjestelmä, joka osaltaan vaikuttaa toiminta-ajan pysymiseen vakaana. Testissä käytettyjen dronejen valmistajan lupaamat toimintalämpötilat olivat laitteissa -10 – +40 °C.

Kylmätestauksen aikana suurimmaksi haasteeksi kylmemmissä olosuhteissa nousi kauko-ohjaimen liitetyn mobiililaitteen tai kauko-ohjai-

men näytön hidastuminen sekä kosketusherkkyyden huonontuminen. Näytöt toimivat, mutta toiminnallisuuksien käyttäminen hidastui. Kylmällä ei ollut vaikutusta dronen kuvan välittämisessä mobiililaitteen tai kauko-ohjaimen näytölle eikä UAS-laitteen ohjaukseen.

7.3 Kameratestit

UAS-laitteiden kameroiden ominaisuudet ovat melko laajat ja ne riippuvat UAS-laitteesta. Hankkeen aikana testattiin DJI Mavic 2 Enterprise Dual -kameran ominaisuuksia ja tutustuttiin Advanced-mallin ominaisuuksiin viranomaisyhteistyöharjoituksessa. Dual-mallissa peruskameran tarkkuus on 4k-tasoinen ja se on tällä hetkellä riittävä pelastustoimen tarpeisiin. Kameralla voidaan ottaa still-kuvia ja videokuvaa rajallisella tarkennusominaisuudella.

Uudemmissa drone-malleissa alkaa nykyään olemaan kehittyneemmät tarkennusominaisuudet, josta yhtenä esimerkkinä voidaan pitää DJI Mavic 3T -mallin kameroiden kyvykkyyttä tarkentaa kuvaa 56-kertaisesti optista ja digitaalista tarkennusta hyödyntäen. DJI Mavic 3T -kameran testauksen huomiona on, että esimerkiksi rakennuksen rakenteita ja ihmisen hahmoja pystytään havaitsemaan kahdeksan kilometrin päästä. Tarkennustoimintoa testattiin Pelastusopiston kampuksen kalustokentältä. Kohteena oli Puijon torni, johon etäisyyttä linnuntietä pitkin Pelastusopistolta on noin kahdeksan kilometriä. UAS-laitteissa on pääsääntöisesti automaattiset toiminnot kuvan säätämiseksi, mutta niitä voidaan tarvittaessa muokata manuaalisesti, jolloin voidaan esimerkiksi vaikuttaa hämärissä olosuhteissa kuvan selkeyteen ja kirkkauteen.

Kameroiden ominaisuudet vaihtelevat droneissa laajasti. Pienemmissä droneissa kamerat ovat suoraan integroituja laitteeseen, ja ne eivät ole käyttäjän vaihdettavissa. Suuremmissa droneissa on pikakiinnitysominaisuuden vuoksi mahdollista vaihtaa erilaisia soveltuvia kameroita tai hyötykuormia käyttötarpeen mukaan. Pienempien dro-

nejen kiinteissä kameroissa on rajatummalla mahdollisuudella säätää kameran asetuksia, esimerkiksi ISO-herkkyys (kuvakennon herkkyys valolle) on pienempi kuin suuremmissa kamerajärjestelmissä. ISO-herkkyys on pelastustoimessa yksi huomioon otettava ominaisuus dronella kuvatessa. Pääsääntöisesti kamerat säätävät automaattisesti näkyvän valon mukaan ISO-herkkyyttä, mutta sitä voidaan myös käsin säätää ohjaimesta tai ohjaimen liitetystä mobiililaitteen sovelluksesta. Korkea ISO-herkkyys mahdollistaa lennätyksen aikana pimeällä ja hämärissä olosuhteissa kuvaamisen. Haittapuolena korkeammassa ISO-herkkyudessa on kuvaan muodostuva kohina.

7.3.1 Hämärässä ja pimeällä lennätys

Hankkeen pimeälennätyksen testauksen yhtenä tärkeänä huomiona on, että pimeällä voidaan lennättää ja kuvata riskit huomioiden lähes samalla tavalla kuin päivänvalossa. Kuva ei ole yhtä selkeä kuin päivänvalossa, mutta hahmot ja rakenteet ovat selkeästi erotettavissa. Lämpökameraa käytettäessä pimeydellä ei ole vaikutusta, koska sen kuvan muodostumiseen vaikuttaa ympäristön lämpösäteily. Osa droneista on mahdollista saada hyötykuormana valonheitin, joka edesauttaa pimeällä kuvaamista tuoden kameralle näkyvän valon lähteen. Pimeällä lennätettäessä tulee huomioida, että dronen äärivalot toimivat, jotta drone olisi kauko-ohjaajan ja mahdollisen sivullisen havaittavissa. Havaittavuutta voidaan lisätä mahdollisesti hyötykuormana olevalla merkkivalolla (Beacon). Merkkivaloa käytettäessä dronen havaittavuus paranee huomattavasti pimeässä ja se on hyvin nähtävissä 500 m – 1 km asti. Merkkivalo edesauttaa dronen havaittavuutta myös päivänvalossa.

Suurimpia haasteita dronen pimeällä lennätyksessä on se, että sähköjohtojen tai muiden vajerin tapaisten esteiden havainnointi on vaikeampaa. Päivänvalossa samat haasteet ovat myös olemassa, mutta johdot ja vajerit ovat helpommin havaittavissa (Kuva 4). Edellä mainittuja riskejä voidaan pimeällä tapahtuvan lennätyksen aikana estää riittävällä riskinarvioinnilla, lennätyskorkeudella ja



Kuva 4. 110 kV voimajohtolinja metsässä kuvattuna 50 metrin korkeudelta.

ympäristön havainnoinnilla. Myös ajantasaisesta karttapohjasta voidaan selvittää pääsääntöisesti sähkölinjojen paikkoja. Esimerkiksi kaupunkiympäristössä ja varsinkin Helsingissä ja Tampereella voi olla hankalaa erottaa pimeällä tai hämärässä raitiovaunulinjojen johtimia tai muita rakennusten välille vedettyjä ilmajohtoja.

7.3.2 Lämpökamera

Lämpökamera on tärkeä osa UAS-laitteita, jotta niiden käyttö olisi riittävän tehokasta ja hyödyllistä pelastustoiminnassa (Kuva 5). Esimerkiksi yleisesti käytössä olevassa ja hankkeen testeissä käytetyssä DJI Mavic 2 Enterprise Dual -mallissa resoluutio on 160 x 120, joka auttaa toimintaa, mutta ei ole riittävän tarkka pelastustoimintaa ajatellen. Edellä mainitulla tarkkuudella voidaan havaita lämpimiä kohteita, mutta erotustarkkuus ei ole riittävä esimerkiksi ihmisen etsinnässä maastossa, kun lämpötilaerot kohteiden välillä ovat pienet. Pieni tarkkuus tuottaa haasteita myös ku-

van tulkitsemisessa rakennus- ja maastopaloissa. UAS-laitteiden lämpökamerat kykenevät pääsääntöisesti tunnistamaan lämpösäteilyä $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ välillä. UAS-laitteiden lämpökameroiden antama lämpöarvo on suuntaa antava, koska laitteissa ei voida muuttaa lämpösäteilyarvoa. Jokaisella materiaalilla on oma emissiivisyysarvo, joka kertoo materiaalin kyvystä säteillä lämpöä.

Uudemmissa malleissa resoluutio on jo 320 x 256 tai 640 x 512, jolloin erottelukyky on parempi ja lämpötilaeroja kohteiden välillä voidaan helpommin saada näkyville kauempaakin. Markkinoilla on myös tarjolla 1280 x 720 resoluutiolla olevia lämpökameroita, joko erillisenä hyötykuormana tai kiinteästi asennettuna droneihin. Esimerkiksi ihmisen tai muun kohteen erottaminen maastosta on helpompaa korkeampiresoluutioisella lämpökameralla. Uudemmissa droneissa IR-kamerat kykenevät tarkennustoimintaan, jolloin niiden käyttö on monipuolisempaa. Esimerkiksi DJI Mavic 3T -dronen lämpökamera kykenee 28-kertaiseen tarkennukseen.



Kuva 5. Pelastajapari lähestyy palavaa kohdetta, lämpökameran kuva, DJI Mavic 3T. Epäselvät hahmot pelastajien yläpuolella ovat dronen alitse lentäviä pesäänsä puolustavia lintuja.

Kaikissa IR-ominaisuudella varustetuissa kameroissa voidaan käyttää erilaisia väriteemoja kuvan tulkitsemisen helpottamiseksi, ja ne kykenevät näyttämään lämpimimmän kohteen arvoa ja tarvittaessa seuraamaan sitä. Uudemmat mallit kykenevät seuraamaan alinta ja ylintä lämpötilaa sekä vaihtamaan lämpötilarajojen välillä mittausaluetta. Esimerkiksi DJI Mavic 3T:n lämpökamerassa on kaksi lämpötila-aluetta, joita laite itsenäisesti vaihtaa kuvatun kohteen lämpötilan mukaan tai sitä voidaan myös muuttaa käsin. High gain -lämpötilan mittausalue soveltuu etsintään ja se on selkeästi tarkempi kuin low gain -mittaus-

alue, jota voidaan käyttää tulipalotilanteissa. DJI on esimerkiksi omalla ohjelmistollaan helpottanut IR-kameran käyttöä ja kuvantulkintaa yhdistämällä reaaliaikaisen kuvan ja lämpökamerakuvan samaan näkymään, jolloin kauko-ohjaajan tai kuvaa katsovan on helpompi tulkita kuvaa. Myös osassa UAS-järjestelmistä voidaan lämpökameran kuvaa ja näkyvän valon kameras kuvaa pitää rinnakkain ohjaimen näytöllä, jolloin kuvan tulkinta helpottuu ja mahdollistaa niiden kohteiden näkemisen, joita lämpökamera ei kykene erottelamaan ympäristöstä. Samankaltaisia ominaisuuksia on myös monessa ammattitason lämpökamerassa, joita

käytetään pelastustoiminnassa esimerkiksi savusukelluksen aikana.

Lämpökamerat kuvaavat lämpösäteilyä, jonka vuoksi lämpökameraa käytettäessä voidaan nähdä lämpöheijasteita. Lämpökameratesteissä huomattiin esimerkiksi, että tietyt metallipinnat ja peilit voivat heijastaa voimakkaasti niihin kohdistuvan lämpösäteilyn varsinaisesta lämmönlähteestä, jolloin syntyy peilikuva lämmönlähteestä. Edellä mainitun tilanteen vuoksi voidaan esimerkiksi näkyvän valon kameraa hyödyntää todellisen lämmönlähteen havaitsemisen tukena.

7.4 Muut hyötykuormat

Osa pelastuslaitoksista ja myös Pelastusopisto on itsenäisesti testannut erilaisia hyötykuormia droneissaan. Pelastusopistolla on kokeiltu aiemmassa dronehankkeessa paukkuliivien toimittamista DJI Phantom 4 -dronella vesipelastustehtäviä ajatellen. Yhtenä testauksen kohteena on ollut ja tulee olemaan kaasunmittaus monikaasumittareilla, josta enemmän luvussa 7.5. Pääsääntöisesti kaasunmittauslaitteistoa voidaan hyötykuormana käyttää pienemmissäkin alle yhden kilogramman laitteissa, koska pelastustoimessa käytössä olevien monikaasumittareiden painot vaihtelevat 200–500 gramman välillä.

Hyötykuormana voi dronessa olla myös esimerkiksi valaisin tai kaiutin. Valaisimella saadaan tuotettua peruskameralle riittävää valoa kuvaamista varten tai työskentelyaluetta voidaan valaista. Valaisin lisää myös UAS-laitteen havaittavuutta niin kauko-ohjaajalle kuin sivullisille. Hyötykuormaksi saatavaa kaiutinta voidaan hyödyntää tiedottamisessa ja kommunikoinnissa. Pienemmissä UAS-laitteissa ei ole mikrofoneja, jolloin äänellinen viestintä on ainoastaan yksisuuntaista. Kaiutinta on hyödynnetty pelastustoimen tehtävillä esimerkiksi savuhavaintotehtävillä, joissa on ilmoitettu kulottajille pelastuslaitoksen paikallaolosta ja ohjeistettu kulotuksen säännöistä sekä ilmoitusvelvollisuudesta.

Painavampaa hyötykuormaa voidaan kuljettaa isommilla droneilla, joita pelastuslaitoksilla on muutamia käytössä. Pelastustoiminnan osalta yhtenä hyötykuormana voi olla esimerkiksi pelastusliivit, joiden toimittaminen nopeasti vedenvaraan joutuneelle voi olla henkeä pelastava toimenpide, ennen kuin pintapelastajat tai venekalusto saavuttavat pelastettavan. Koska pääsääntöisesti käytetty kalusto on alle yhden kilogramman painoisia UAS-laitteita, niin niiden kyvykkyys toimittaa tai kuljettaa hyötykuormia rajoittuu alle 500 g painoisiin kuormiin. Käytännössä pienemmillä laitteilla voidaan kuljettaa pieniä mittalaitteita tai radiopuhelimia.

Ensihoidon toiminnan osalta dronen toimittamaa hyötykuormaa on lähestytty ja tutkittu automaattisten sydäniskureiden toimittamisessa. European Heart Journalissa julkaistun tutkimuksen mukaan dronella voidaan nopeuttaa sydäntapahdumien hoidon aloitusta toimittamalla dronella automaattinen sydäniskuri hälytettyyn osoitteeseen haja-asutusalueella, jossa ensihoidon tavoittamiseksi viiveet ovat pidemmät. Toimitusalue tulee olla sopivan laajuinen, jotta toiminta-aika dronessa on riittävä. Tutkimuksen mukaan toimitus onnistui 92 % haja-asutusalueella. Lennätystesteissä drone ehti paikalle ennen ambulanssia 64 % tapauksista, lennätysmatkan ollessa keskiarvoisesti 3,1 kilometriä. Suomessa toiminta ei ole vielä mahdollista ilman erillistä lupaa ja ilmatilanhallintaa. Tulevaisuudessa toiminnan voi mahdollisesti varmistaa U-Space-ilmatila. Testauksessa käytetty UAS-järjestelmä oli suurempaa kokoa ja toimintaa ohjattiin etäyhteydellä sekä osittaisella automaatiolla. [17]

Yksityiset toimijat, esimerkiksi kaupat, ovat tutkineet myös hyötykuorman kuljettamista droneilla kaupunkiympäristöissä, mutta heidän dronensa ovat pääsääntöisesti olleet suurempia, jotta pystytään kuljettamaan painavampaa hyötykuormaa. Lennätystä on ohjattu etäyhteydellä ja osittaisella automaatiolla. Drone-kuljetuspalvelun palveluntuottajilla on olemassa suunnitelmia drone-ohjauskeskuksen osalta, mikä edesauttaisi toiminnan ohjaamista ja valvontaa.

7.5 Kemikaalimittaus

Kemikaalimittaus on yksi hankkeen aikana esille nousseista asioista, jota tulisi selvittää tarkemmin UAS-laitteiden käytön kohdalta. Yleisesti katsottuna haasteena UAS-laitteella tehtävällä kemikaalimittauksella on sen aiheuttama ilmapyörre ja laitteen mahdollinen saastuminen. Ruotsalaisen sosiaaliturva- ja valmiusviranomaisen (MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) mukaan aiheesta ei ole tehty kovinkaan paljon luotettavaa tutkimusta. Esimerkiksi Ruotsissa ei tällä hetkellä suositella UAS-laitteiden käyttöä aineenpitoisuuksien mittaamisessa, koska toiminnasta ei ole täyttä varmuutta, eikä tutkimustietoa ole riittävästi saatavilla. MSB toteaa, että vaarallisten aineiden osalta UAS-laitteen puhdistaminen on haasteellista ja mahdollistaa esimerkiksi kauko-ohjaajan ja muiden altistumisen aineelle koneen palatessa lähtöpisteeseen. Tällä hetkellä suositeltavaa on tehdä ainoastaan tunnistusta etäältä ja aineen pitoisuuksien mittaamista niin, että se ei aiheuta osallistuneille altistumista. Mahdollisesti myös vaarallisille aineille altistuneen koneen käyttöä ei voida jatkaa enää, jolloin kustannukset lisääntyvät uuden koneen hankinnan myötä. [18]

Kemikaalimittauksessa tulee huomioida dronen propellien aiheuttama ilman sekoittuminen. Mittauksissa voi tulla virheellisiä tuloksia monikaasumittarin asennuspaikan sijaitessa dronen alapuolella. Vuonna 2022 oli tarjolla muutamia vaihtoehtoisia malleja markkinoilla kaasujenmittauksen suorittamiseen dronella. Esimerkiksi yksi monikaasumittarin valmistaja on Englannissa pelastustoimen kanssa tehnyt koemittauksia, mutta siitä ei ollut vielä vuoden 2023 kesäkuuhun mennessä saatavilla julkista tutkimustietoa. Yhtenä vaihtoehtoisena esimerkkinä monikaasumittarin sijoittamisesta on sijoittaa mittari dronen yläpuolelle ja käyttää kaasun mittauksessa erillistä putkea ilmapumpun jatkona, jolloin voidaan vähentää ilman sekoittumista ilmapyörteen vuoksi.

Monilla Suomessa vaarallisia aineita käsittelevillä teollisuuslaitoksilla on käytössä pieniä monikaasumittareita, joita voidaan etälukea valvomois-

ta käsin. Yksityiset toimijat ovat testanneet niiden käytettävyyttä dronen kanssa ja suunnitelleet testauksia dronella tehtävään kaasumittaukseen. Tarkoitus on mitata jo tunnettujen aineiden pitoisuuksia. Maailmalla on tällä hetkellä julkisesti kaksi valmistajaa, jotka ovat suunnitelleet erityisesti droneihin soveltuvia monikaasumittareita, joista saadaan suoraan tietoa dronen kauko-ohjaimeen tai kauko-ohjaimessa olevaan mobiililaitteeseen. Edellä mainitut valmistajat ovat suunnitelleet monikaasumittarit käytettäväksi ilmanlaadun mittamiseen, mutta niillä voidaan mitata samojen aineiden pitoisuuksia, mitä pelastustoimella on tarve mitata. Hankkeen aikana ei ollut mahdollista tutustua edellä mainitun kaltaisiin sovelluksiin, koska Suomessa ei vielä ole ollut käytössä kyseisiä laitteita. Karkeana suuntaviivana voidaan sanoa, että kemikaalimittauksia dronella tehdessä voidaan lähinnä havaita, onko kyseistä kemikaalia ilmassa ja että pitoisuudet ovat enemmän suuntaa antavia.

Suomessa kemikaalimittauksista UAS-laitteella ei ole tutkimuksellisesti vielä testattu siinä määrin, että siihen voitaisiin luoda selkeää ohjeistusta tai käytänteitä. Yhtenä haasteena kaasunmittaukselle on myös dronejen ATEX-suojauksen puute, joka vähentää dronejen käyttömahdollisuutta syttyvien kaasujen mittauksessa. Tällä hetkellä vaarallisten aineiden onnettomuudessa voidaan dronea käyttää yleiskuvan luomisessa, vuodon paikantamisessa ja kuvaamisessa sekä säiliöiden kyljessä olevien tunnusten lukemisessa. Tulevaisuudessa mahdollisuudet voivat laajentua laitteiden kehittymisen ja mahdollisten kenttätestausten myötä.

8. Viranomaisyhteistyö

Viranomaisyhteistyötä UAS-toiminnassa pelastustoimella on ollut poliisin ja Rajavartiolaitoksen kanssa. Sisäministeriön viranomaisten miehittämättömien ilma-alusten työryhmä on käsitellyt viranomaisyhteistyötä omalta osaltaan vuoden 2021 aikana ja julkaissut yhteistyöhön liittyen seitsemän suositusta [9]. Poliisilla ja Rajavartiolaitoksella on aikaisempaa kokemusta UAS-laitteista, ja esimerkiksi poliisi on käyttänyt droneja pelastustoimen kanssa yhteisillä tehtävillä jo ennen pelastuslaitosten omia dronehankintoja. Pronto-tilaston mukaan vuosittain on muutamia tehtäviä, joissa on hyödynnetty joko poliisin tai Rajavartiolaitoksen droneja pelastustoimen tehtävillä. Poliisilla UAS-toiminta usein osaltaan liittyy poliisin omaan toimintaan pelastustoimen tehtävillä, esimerkkeinä mainittakoon palonsyöntutkinta tai kolaripaikan taltiointi. Yhteisiä toimintaohjeita ei ole ollut aiemmin olemassa, mutta hankkeessa luodaan yhteiset toimintamallit, jolloin voidaan yhdessä toimia useammalla dronella samalla tehtävällä turvallisesti. Tietyillä alueilla Suomessa on pelastustoimen resurssit huomioiden järkevää hyödyntää toisen viranomaisen droneosaimista tehtävien hoitamisessa.

Haastatteluista saadun tiedon mukaan aikaisemmin poliisi ei välttämättä ole tiedottanut pelastustoiminnan johtajaa dronen käyttämisestä yhteisellä tehtävällä, mutta nykyään molemmat viranomaiset ovat tietoisia toistensa UAS-toiminnasta yhteisillä tehtävillä. Pelastustoimi voi hyödyntää poliisin UAS-toimintaa yhteisillä tehtävillä, ja pelastustoimella on oikeus saada dronella hankittua tietoa pelastustoiminnan johtamisen tueksi. Pelastustoimen palontutkinta ja poliisin palonsyöntutkinta hyötyvät ilmakehuamisesta, jota voi toteuttaa joko pelastuslaitos tai poliisi.

Pronto-tilastossa ei ole suoraan haettavissa Rajavartiolaitoksen suorittamia dronelennätyksiä pelastustoimen tehtävillä, mutta haastatteluista saadun tiedon mukaan yhteistoimintaa on ollut harjoituksissa ja yksittäisillä tehtävillä. Rajavartio-

laitos on tyypillisesti tukenut omilla UAS-järjestelmillä pelastustoimea, mikä on järkevää erityisesti rajaseudulla pelastustoiminnan osalta, koska monella Rajavartiolaitoksen partiolla on mukana saman kyvykkyyden omaavia UAS-laitteita kuin pelastustoimella. Myös aluetuntemus ja kyky toimia dronella rajaseudulla (rajavyöhykkeellä ja ilmapuolustuksen tunnistusvyöhykkeellä) on Rajavartiolaitoksen partiolla vahvempaa ja päivittäisempää kuin pelastustoimessa.

Viranomaisyhteistyöllä saadaan enemmän kokemuksia ja tietämystä UAS-laitteista. Poliisilla, Rajavartiolaitoksella ja pelastustoimella on samantyyppisiä UAS-laitteita käytössä, jolloin on mahdollista hyödyntää toisen viranomaisen kokemuksia oman toiminnan kehittämisessä. Viranomaisyhteistyöllä UAS-toiminnassa voidaan ylläpitää yhteistä tilanekuvaa ja lisätä resilienssiä, esimerkiksi vähentää laitteiden häiriöiden vaikutuksia toimintaan.

Tällä hetkellä miehittämättömän ja miehitetyn ilmailun yhteensovittamiseen ei ole olemassa yhteisiä viranomaisia koskevia kansallisia ohjeita. Koska miehitettyjen ilma-alusten lentäjät ovat miehittämättömän ja miehitetyn ilmailun yhteistoiminnassa pääsääntöisesti suurimman riskin kantavia tahoja, joudutaan pelastustoimea koskevaa yhteistoimintaa suunnittelemaan tapauskohtaisesti. Tällöin ennakoiti on hankalaa. Pelastustoimen kannalta tilanne on haastava, sillä tehtävien luonne on yleensä nopea ja reagointia vaativa, kun muiden viranomaisten osalta toiminta pystytään suunnittelemaan usein hyvissä ajoin etukäteen. Lisäksi pelastustoimen erityispiirteenä erityisesti ilmasammutuksessa on tarve tuoda miehitetty ilma-alukset hyvinkin matalalle, samoihin korkeuksiin, joissa pelastustoimen omat UAS-järjestelmätkin lentävät.

9. Kolmannen ja neljännen sektorin hyödyntäminen UAS-toiminnassa

Suomessa on paljon yhdistys- ja vapaaehtoistointaa. Viranomaisten kanssa kolmas ja neljäs sektori toimivat eri tavoin viranomaisesta riippuen. Vapaaehtoisten hyödyntämisestä tulisi pelastusviranomaisilla olla valmiit suunnitelmat [19]. Esimerkiksi vapaaehtoinen pelastuspalvelu (Vapepa) toimii poliisin kanssa kadonneiden etsinnässä ja pelastustoimi Lentopelastusseuran kanssa metsäpalojen tähystyslennoissa. Kolmannella ja neljännellä sektorilla voi olla paljon osaamista, jota ei vielä voida hyödyntää pelastustoimessa siinä määrin, mitä mahdollista olisi.

9.1 Kolmas sektori

Tärkeitä kolmannen sektorin toimijoita pelastustoiminnassa ovat sopimuspalokunnat, joita on Suomessa noin 700. Sopimuspalokunnalla tarkoitetaan pelastustoimen järjestelmään kuuluvaa vapaaehtoista palokuntaa, laitospalokuntaa, teollisuuspalokuntaa tai sotilaspalokuntaa, joka on tehnyt pelastuslaitoksen kanssa sopimuksen pelastustoimintaan kuuluvien tehtävien hoitamisesta (Pelastuslaki 379/2011, 2a§) [20]. Pelastuslaitosten tehtävänä on huolehtia, että sivutoimisella ja sopimuspalokunnan henkilöstöllä on riittävä lain määräämä koulutus pelastustoimen tehtäviin (Pelastuslaki 379/2011, 56§) [20].

Pelastuslaitosten ja sopimuspalokuntien välillä olevalla palokuntasopimuksella määritellään, mikälaista vahvuutta on yhteisesti sovittu sopimuspalokunnan tuottavan ja mitä kyvykkyysillä tulee olla. Palokuntasopimuksessa määritellään muun muassa toiminnan korvaukset ja koulutukset. Voimassa olevat palokuntasopimukset siirtyivät nykyisin ehdoin hyvinvointialueelle soteuudis-

tuksen myötä vuoden 2023 alussa. Uusien palokuntasopimusten osalta sopijaosapuolet ovat hyvinvointialue ja sopimuspalokunta pelastusjohtaja voi sopia palokuntasopimuksen, jos hyvinvointialueella näin on päätetty.

UAS-toiminnassa sopimuspalokunnat ovat kolmannen sektorin toimijoita. Haastattelujen ja Webropol-kyselyn mukaan sopimuspalokuntia on vahvasti mukana UAS-toiminnassa tietyillä pelastustoimen alueilla. Esimerkiksi Etelä-Savossa, Etelä-Karjalassa, Itä- ja Keski-Uudellamaalla sekä Päijät-Hämeessä on sopimuspalokunnissa UAS-toimintaa. Useat sopimuspalokunnat omistavat omat UAS-laitteensa ja toimivat tällöin operaattorina. Toimintaa voidaan myös toteuttaa niin, että pelastuslaitos omistaa ja hallinnoi UAS-laitteita ja sopimuspalokunnat toimivat niiden käyttäjinä. Sopimuspalokunnilla on UAS-toimintaan omat toimintakäsikirjat tai sopimuspalokunnat toimivat pelastuslaitoksen toimintakäsikirjan mukaan. Molempia tapoja toimia käytetään pelastuslaitoksesta riippuen. Sopimusten myötä sopimuspalokunnat voivat toimia valtion miehittämättömän ilmailu-määräyksen mukaisesti pelastustoimen tehtävillä ja harjoitteluissa.

Pelastuslaitokset sopivat oman alueensa sopimuspalokuntien kanssa UAS-toiminnasta palokuntasopimuksilla. Sopimusten myötä sopimuspalokunnat kuuluvat pelastustoimen tehtäviä UAS-laitteella suorittaessaan valtion miehittämättömän ilmailu-määräyksen (OPS M1-35) alaisuuteen. Osa pelastustoimen sopimuspalokunnista on määritelty oman UAS-toimintaan erikoistumisensa myötä ensimmäiseen hälytysvasteeseen ennalta sovittuihin tehtävyytyyppeihin. Esimerkteinä mainittakoon maastopalot ja savuhavainnot, joissa aikaisella ilmatiedustelulla voidaan

säästää merkittävästi resursseja, aikaa ja taloudellisia vahinkoja.

Sopimuspalokunnat ovat haastatteluiden perusteella kouluttaneet omia jäseniään UAS-toimintaan monin eri tavoin. Ennen Pelastusopiston julkaisemaa verkossa suoritettavaa UAS-peruskoulutusta on koulutukset järjestetty monesti os-topalveluna yrityksiltä, joilla on kokemusta drone-toiminnasta pidemmältä ajalta. Moni kolmannen sektorin toimija on suorittanut myös Traficomin teoriakokeen. Sama toimintamalli UAS-toiminnan koulutukseen ja kehittämiseen on ollut tehdaspalokunnilla käytössä. Sopimuspalokuntien osalta kauko-ohjaajien määrä tulisi olla sopivasti rajattu, jotta osaaminen ja sen ylläpito olisi mahdollista. Haastatelluilla sopimuspalokunnilla kauko-ohjaajia koulutetaan arvioitun tarpeen mukaan. Sopimuspalokunnat aikovat käyttää UAS-koulutukseen vuoden 2022 alussa julkaistua UAS-peruskoulusta, mutta eivät poissulje mahdollisuutta hankkia lisäkoulutuksia muilta tahoilta.

Sopimuspalokunnilla UAS-kalusto on samanlaista kuin pelastuslaitoksilla. Parin viime vuoden aikana lämpökameralla varustetut dronet ovat yleistyneet myös sopimuspalokunnilla. Joillakin pelastustoimen alueilla pelastuslaitos on luovuttanut sopimuspalokuntien käyttöön laitoksen UAS-laitteita. Sopimuspalokunnat ovat myös hankkineet omakustanteisesti tai erillisen tahon rahoittamana omia UAS-laitteita, joten osalla sopimuspalokunnista on hyvin ajantasaiset ja monipuolisilla ominaisuuksilla varustetut UAS-laitteet. Käytössä on kuitenkin jonkin verran vanhanmallisia, vain peruskameralla varustettuja UAS-laitteita, joskin monella sopimuspalokunnalla on tarkoitus vaihtaa kyseiset laitteet uudemmiksi lähivuosina.

Muutama pelastuslaitos on tehnyt sopimuksia vapaaehtoisen pelastuspalvelun (Vapepa) alajärjestöjen kanssa, mutta tarkkaa tietoa määristä ei ole suoraan saatavilla. Eskelisen ja Nikkasen mukaan Vapepa:an kuuluvat järjestöt itse sopivat viranomaisten kanssa kahdenvälisestä yhteistyöstä. Esimerkiksi Lentopelastusseuran suorittamat tehtävät perustuvat poliisi- ja pelastusviranomaisten kanssa tehtyihin taustasopimuksiin [21]. Pe-

lastuslaitosten siirtyessä hyvinvointialueiden alle myös sopimuskäytänteet siirtyivät hyvinvointialueille. Vapepa yhteensovittaa “vapaaehtoisen pelastuspalvelutoimintaan osallistuvien järjestöjen ja yhteisöjen sekä eri viranomaisten työtä” [22]. Vapepa:lta voidaan saada vapaaehtoisia alajärjestöistä pelastustoimintaan pidemmällä aikajänteellä, mutta resurssin kokoa ei voida suoraan tietää, koska toiminta on täysin vapaaehtoista. Vapepa:n toiminnan sisällä on hälytysryhmiä, joiden henkilöt ovat sitoutuneet tulemaan erilaisille tehtäville mahdollisuuksien mukaan. Vapepa:n alajärjestöinä on muutama droneyhdistys, mutta alajärjestöjen hyödyntäminen pelastustoiminnan UAS-toiminnassa vaatisi erillisten sopimusten tekemistä osapuolien kesken.

Kun pelastustoimi tarvitsee vapaaehtoisia, tulee tällöin olla yhteydessä Vapepa:n päivystysnumeroon. Vapepa organisoii itse toimintansa ja selvittää saatavilla olevat vapaaehtoiset. Pelastustoimintaa ajatellen vapaaehtoisten käyttämiseen tulee olla valmiit suunnitelmat siitä, mihin toimintaan vapaaehtoisia voidaan käyttää. Esimerkiksi UAS-toimintaa katsoen tulisi olla valmiiksi mietitty, miten heitä voidaan hyödyntää pelastustoiminnassa. Vapaaehtoistoimijoita ei voida laittaa samanlaisen vaaran tai riskin kohteeksi kuin pelastustoimen henkilöstöä, vaan heidän toimintansa ajatus on tukea pelastustoimintaa, esimerkiksi järjestämällä huoltoa tai huolehtimalla viranomaisien apuna onnettomuudessa loukkaantuneista tai muista sivullisista. [22]

Pelastustoimen kohdalla vapaaehtoisten toimijoiden hälyttäminen vaatii suurempaa onnettomuutta, jonka kesto voi olla useita tunteja tai päiviä. Suurin osa pelastustoimen tehtävistä on äkillisiä tapahtumia, joiden hoitaminen kestää lyhyen aikaa, minkä vuoksi pelastustoimella ei ole kertynyt kokemusta muiden kuin sopimuspalokuntien vapaaehtoisten hyödyntämisestä pelastustoimen tehtävillä.

Vapepa:n alajärjestöjen vapaaehtoistoimijoilla on monipuolista UAS-kalustoa ja yksittäisillä vapaaehtoistoimijoilla on samankaltaista UAS-kalustoa kuin pelastustoimella. Muutamalle hälytys-

ryhmälle on ulkopuolisen rahoituksen avulla voitu hankkia isompaa ja kyvykkäämpää UAS-kalustoa, joka soveltuu hyvin myös monille pelastustoimen tehtäville. Yhtenä vaihtoehtona voisi tulevaisuudessa olla maastopalojen jälkivartiointi, jossa UAS-laitteen lämpökameralla voidaan kartoittaa laajoja alueita palanutta maastoa nopeasti.

Hankkeen aikana haastateltiin Vapepa:n ja sen jäsenyhdistyksen edustajaa UAS-toiminnasta. Muutamilla Vapepa:n jäsenyhdistyksillä on kokemusta UAS-toiminnasta poliisin kanssa ihmisen etsinnässä. Poliisi tukeutuu kadoksissa olevien henkilöiden etsinnässä Vapepa:an ja Vapepa:lla on koulutettuja vapaaehtoistoimijoita haastaviinkin etsintätehtäviin. Etsintätehtäville osallistuvilla kauko-ohjaajilla on osaamista UAS-laitteella tehtävälle etsinnälle. Vapaaehtoistoimijat itse tulkitsevat kuvamateriaalia ja välittävät tietoa poliisille omista havainnoistaan.

Vapepa:n jäsenjärjestöjen UAS-toimijoiden koulutus UAS-toimintaan vaihtelee. Kaikilla on kuitenkin oltava Traficomien teoriakoe suoritettuna. Vapepa:n jäsenjärjestö Suomen Lentopelastusseura järjestää mm. UAS-koulutusta jäsenilleen. Pätevyys toimia UAS-laitteella Vapepa:n tehtävillä vaatii kauko-ohjaajalta kolmea lennätystä 90 päivän sisällä. Tarkempaa vaatimusta lennättämisen osalta ei tällä hetkellä ole.

Poliisilla on valtakunnallinen sopimus Vapepa:n kanssa ja Vapepa:n jäsenjärjestöt kykenevät UAS-toiminnallaan tukemaan poliisia maastoetsinnöissä. Poliisilta tulevat tehtävät vapaaehtoisille ovat ajallisesti pidempikestoisia ja jo valmiiksi suunniteltuja sekä organisoituja.

Muiden yhdistysten ja järjestöjen toiminnasta ei UAS-toiminnan osalta ole tarkempaa tietoa tällä hetkellä. Pelastustoimi tukeutuu pääsääntöisesti toiminnassaan kolmannen sektorin sopimuspalokuntiin palokuntasopimusten kautta.

9.2 Neljäs sektori

Neljäs sektori käsittää yksittäiset henkilöt, ryhmät, perheet ja kotitaloudet. Neljännen sektorin

käsite on myös laajentunut nykyään käsittämään erilaisia yksilön tai ryhmän tuottamaa tai muodostamaa apua, esimerkiksi itseorganisoituneen aktiivismin kautta [23]. Neljännen sektorin hyödyntäminen pelastustoimessa on vähäistä. Usein neljännen sektorin toiminta on spontaania, eikä erityisen suunniteltua tai harjoiteltua [24]. Esimerkiksi naapuriapu on neljännen sektorin toimintaa. Jäljellä ym. kirjoittavat, että neljäs sektori olisi viranomaisten ja järjestöjen näkemyksen mukaan hyödynnettävissä organisoidun kolmannen sektorin kautta esimerkiksi Vapepa:n avulla. Yksittäisten henkilöiden on mahdollista olla viranomais toiminnan tukena, mutta haasteita voi olla monenlaisia. Pelastustoiminnassa voidaan apuna käyttää vapaaehtoisia henkilöitä (Pelastuslaki 379/2011, 51§) [20].

Pelastustoiminnassa neljäs sektori on ollut mukana, kun on tarvittu jotain sellaista apua ja kalustoa, mitä pelastustoimella itsellä ei ole saatavissa. Esimerkkinä mainittakoon maaseudulla tapahtuvat onnettomuudet, joissa voidaan yksittäisten maanomistajien tai asukkaiden avusta saada suurta hyötyä. Neljännen sektorin hyödyntämisessä tulee huomioida, ettei heitä voi asettaa vaaraan tai uhkien alaisuuteen. Mahdollisten vahinkojen satuttaessa pelastustoimintaan osallistuvalla vapaaehtoisella on oikeus saada korvausta turmeltuneista tai hävinneistä vaatteista, varusteista ja työvälineistä, sekä tapaturmasta ja ammattitaudista (Pelastuslaki 379/2011, 102§ ja 103§) [20].

Pelastustoimen UAS-toiminnan kohdalla neljännen sektorin hyödyntäminen on haasteellista monesta syystä. Yksityiset henkilöt voivat olla osaavia ja erittäin kokeneita dronetoimijoita, joilla olisi kykyä toimia pelastustoimen tukena UAS-toiminnassa pelastustoimen tehtävillä. Pelastustoiminnan osalta on kuitenkin haastavaa todentaa yksittäisten neljännen sektorin henkilöiden riittävä osaaminen UAS-toimintaan. Yksittäinen henkilö voi esittää oikeutensa toimia UAS-laitteiden kanssa Traficomilta saadun todistuksen avulla, mutta lennätysosaamista ja kokemusta ei voida suoraan todentaa, ellei kyseisen henkilön tai henkilöiden osaaminen ja kyvyt ole tiedossa valmiik-

si. Haasteena voidaan nähdä myös UAS-toiminnan vastuukysymykset ja mahdolliset korvaukset laitteiston rikkoutuessa, vaikkakin lainsäädännössä on kirjattu vastuut pelastustoiminnan aikana tapahtuvista vahingoista. Yhtenä esimerkkinä neljännen sektorin käytöstä pelastustoimen tehtävällä on Nordic Dronesin perustajan suorittama dronetiedustelu Vihtavuorella räjähdetehtaalla sattuneessa onnettomuudessa [1,2].

Yksittäisen neljännen sektorin henkilöä voidaan mahdollisesti hyödyntää esimerkiksi metsäpalojen paikantamiseen. Esimerkiksi kauko-ohjaaja on voinut havaita maastopalon lennätyksen aikana, jolloin olisi luonnollista hyödyntää henkilöä palon sijainnin paikantamisessa ja sen saavutettavuuden määrittelemisessä ilmailumääräyksien antamien mahdollisuuksien rajoissa, avoimen kategorian mukaisesti.

Neljännen sektorin hyödyntämistä voi rajoittaa myös pelastustoimessa ja viranomaisyhteistyössä käytettyjen menetelmien tietämättömyys. On kui-

tenkin mahdollista, että neljännen sektorin toimija osaa ja tietää menetelmät. Myös viranomaistojen sopimuspäloksitteluissa on aktiivisia neljännen sektorin edustajia, jolloin tietämys osamisen tasosta on jo mahdollisesti valmiina tehtävää hoitamassa olevalla viranomaisella. Traficom OPS M1-35 -määräyksen puitteissa on kuitenkin mahdollista, että johtavan viranomaisen toimeksiantona voi yksityinen henkilö toimia pelastustoimen tehtävillä UAS-toiminnassa tutustuttuaan viranomaisen UAS-toimintakäsikirjaan. Vastuussa oleva viranomainen on kuitenkin aina tilanteessa viime kädessä vastuussa.

Pelastuslaitoksilla olisi hyvä olla valmiiksi kolmannen ja neljännen sektorin hyödyntämisen osalta selkeät suunnitelmat ja ohjeet. Pelastuslaitosten valmiussuunnittelussa tulisi huomioida kansalaisten mahdollinen aktivoituminen [22]. Valmista johtamisrakennetta neljännen sektorin osalta ei ole olemassa, minkä vuoksi tulisi pohtia, miten johtaminen ja viestintä toteutetaan [25].

10. Johtopäätökset

10.1 Nykytilanne

Kaikilla pelastuslaitoksilla oli vuoden 2023 keväällä UAS-toimintaa joko omana toimintana tai sitten sopimuspalokunnan tuottamana. Noin kymmenen pelastuslaitosta oli toimittanut toimintakäsikirjan Traficomille, jotta pelastuslaitokset pystyvät toimimaan Valtion miehittämätön ilmailu (OPS M1-35) -määräyksen mukaisesti. Nykykäytänteen mukaan jokaisen pelastuslaitoksen tulee toimittaa oma toimintakäsikirjansa, ellei UAS-toimintaa pystytä suorittamaan avoimen kategorian mukaisesti. Edellisessä Pelastusopiston ja Palosuojelurahaston rahoittamassa Miehittämättömien ilma-alusten (UAS) koulutuksen ja tilastoinnin valtakunnallinen kehittäminen pelastustoimeen -hankkeessa (1.3.2021–31.12.2021) luotiin pelastuslaitoksia varten toimintakäsikirjamalli, jota pelastuslaitokset voivat hyödyntää. Käynnissä olevan hankkeen aikana toimintakäsikirjamallia päivitetään saatujen palautteiden ja määräysten muutosten pohjalta sopivammaksi pelastuslaitoksia varten.

Tällä hetkellä UAS-toiminnan yhdenmukaisuuden haasteena on pelastustoimen rakenne, joka noudattaa valtakunnallisia hyvinvointialueita. Suomessa on 21 pelastuslaitosta ja jokaisella UAS-toimintaa toteuttavalla pelastuslaitoksella on omat ohjeet UAS-toiminnasta. Valtion miehittämätön ilmailu (OPS M1-35) -määräys ohjeistaa UAS-toimintaa valtakunnallisesti, mutta jokainen pelastuslaitos voi määritellä määräystä noudattaen, miten toteuttaa oman UAS-toimintansa [3]. Muilla turvallisuusviranomaisilla ei samantyyppistä haastetta ole olemassa yksinkertaisempien hallintorakenteiden vuoksi. Hankkeen päivittämä toimintakäsikirjamalli on pelastuslaitosten ja sopimuspalokuntien vapaasti käytettävissä ja suosittelemme yhdenmukaistamisen nimissä vahvasti sen käyttöä toimintakäsikirjan pohjana [26].

Moni pelastuslaitos on ottanut edellisen UAS-hankkeen peruskoulutuksen osaksi omaa

UAS-toiminnan koulutusta. Osalla pelastuslaitoksista on myös peruskoulutukseen lisätty omaa sisältöä. UAS-peruskoulutuksen teoria on jaettu kaikille pelastuslaitoksille Koulumaalissa pelastuslaitosten omiin kurssisisältöihin ja heillä on omat henkilöt, jotka vastaavat ja ylläpitävät verkkokurssia. Peruskoulutuksen myötä pelastuslaitokset ovat saaneet lisää kauko-ohjaajia UAS-toimintaansa. Hankkeessa luodaan jatkumoa peruskoulutukselle jatkokoulutuksena, jossa voidaan perehtyä enemmän UAS-toimintamalleihin, miehittämättömän ilmatoinnin koordinointiin ja lennätysmenetelmiin.

Pelastustoiminnan ja tilannepaikan johtajille on luotu oma avoin verkkokoulutus, joka lisää tietoa UAS-toiminnasta ja sen kehittämisestä. Pelastustoiminnan ja tilannepaikan johtajille tehdyn avoimen kurssin on ottanut käyttöön useampi pelastuslaitos ja kurssilla on kirjoitushetkellä jo yli 100 opiskelijaa, joista yli puolet on suorittanut kurssin. Pelastustoiminnan ja tilannepaikanjohtajille on luotu myös UAS-toimintaa varten UAS-toimintaohje, jonka tarkoitus on tukea UAS-laitteiden hyödyntämistä tehtävillä ja toimia muistilistana huomioon otettavissa asioissa. Hyödyllistä tietoa yleisesti ilmailusta ja dronetoiminnasta on myös nopeasti saatavilla pelastustoiminnan johtajille suunnatusta PTJ-käsikirjasta, jota voidaan käyttää joko tietokoneella tai mobiililaitteella. PTJ-käsikirjan on tarkoitus tukea pelastustoiminnan johtajaa sekä tilanne- ja johtokeskuksia [27].

Tällä hetkellä UAS-toimintaan pelastustoomessa riittää UAS-peruskoulutuksen hyväksyntä suorittaminen, jota valvovat pelastuslaitosten omat UAS-vastaavat. UAS-peruskoulutus antaa oikeudet toimia UAS-kauko-ohjaajana ainoastaan pelastustoimen tehtävillä ja harjoituksissa. Osalla pelastuslaitoksista on mahdollistettu Traficomin teoriakokeen suorittaminen, jolla voidaan toimia avoimessa kategoriassa ja vapaa-ajalla. UAS-peruskoulutuksen näyttökoe on sisällöltään samankaltainen kuin Traficomin lisäteoriakokeen omatoim-

minen harjoittelu. Pelastuslaitoksittain on pientä vaihtelua lennätyspätevyysien ylläpidossa. UAS-peruskoulutuksessa ohjeellinen harjoittelu ja lennätysmäärä on 1 h 30 min vuosittain, mutta muutamalla pelastuslaitoksella vaadittu lennätysmäärä on suurempi. Osaamisen ylläpito vaatii erilaisia lennätystehtäviä monipuolisissa ympäristöissä. Niillä pelastuslaitoksilla, joilla on myös suurempia UAS-laitteita (alle 4 kg), kauko-ohjaajan tulee olla erikseen perehdytetty ja pätevä lennättämään niitä. UAS-toiminnan koulutuksissa painotetaan myös tyypikohtaista pätevyyttä, jolloin voidaan varmistaa kauko-ohjaajan osaaminen kyseiseen UAS-laitteeseen liittyen. On hyvä pitää mielessä, että dronen saaminen ilmaan on eri asia kuin sen käyttäminen tehokkaasti pelastustoimen tehtävillä.

Lennätysmenetelmänä käytetään pääsääntöisesti VLOS-menetelmää (näköyhteydessä lennättäminen) pelastustoimen tehtävillä. Muutamalla pelastuslaitoksella on kokeiltu EVLOS-menetelmää (avustettu ilmatilan tarkkailu), mutta haasteena on ollut resurssien riittävyys, koska EVLOS sitoo vähintään yhden henkilön lisää lennätystoimintaan. BVLOS-menetelmää (suoran näköyhteyden ulkopuolella lennättäminen) on käytetty huomattavasti harvemmin. Erillisiä ilmatilan varauksia ei pääsääntöisesti tehdä toiminnan luonteen vuoksi, mutta pelastustoimella on mahdollisuus rajoittaa tai kieltää ilmatilan käyttöä tarpeen vaatiessa, jotta BVLOS-toiminta olisi mahdollista. Myöskään yhtään erityisen kategorian toimiluvan hakemusta ei pelastustoiminnan osalta ole vielä tehty. Toimiluvan myötä BVLOS-menetelmää voitaisiin hyödyntää paremmin, mutta toimilupa tulee hakea pelastuslaitoksittain riskiarvioperusteisesti. Mahdollisia riskiarviointimenetelmiä olisivat SORA (Specific Operations Risk Assessment) ja PDRA (Predefined Risk Assessment) [29]. Eriyislentomenetelmät vaativat osaamisen lisäämistä kauko-ohjaajille. EVLOS- ja BVLOS-menetelmät mahdollistavat lennättämisen laajemmalla alueella, esimerkiksi maastopaloissa tai vesistöissä tapahuneissa onnettomuuksissa.

UAS-laitteiston määrä on lisääntynyt ja UAS-laitekantaa on päivitetty monella pelastuslaitoksella. Osa pelastuslaitoksista on saanut myös isompia UAS-laitteita käytettäväksi erilaisten hankkeiden myötä. UAS-laitteita hyödynnetään nykyään monella erilaisella pelastustoimen tehtävällä monipuolisesti. Pelastuslaitokset eivät ole vielä lisänneet kaikkia UAS-laitteitaan Pronto-järjestelmään, jossa seurataan pelastustoimen käytössä olevaa kalustoa. Keväällä 2023 Prontoon oli kirjattuna 86 kappaletta UAS-laitteita.

UAS-laitteisto on sijoitettu eri tavoin pelastuslaitoksista riippuen. Suurimmalla osalla UAS-laitteet on sijoitettu johtoyksiköihin tai asemalle mukaan otettavaksi. Yksi yleinen sijoituspaikka on myös sammutus- ja pelastusyksiköissä. Haasteena pelastustoimen tehtävillä on UAS-laitteiden osalta resurssien saaminen lennätykseen, jonka vuoksi on perusteltu UAS-laitteen sijoittaminen johtoyksiköihin. Johtoyksikön kuljettaja tai tehtäväpaikalla oleva kauko-ohjaaja voi näin ollen toimia kauko-ohjaajana resurssien mukaan. Johtoyksikön mukana UAS-laite kulkeutuu laajemmalle alueelle, mutta ei ehdi sammutus- tai pelastustyön aloitukseen, jolloin menetetään siitä saatava hyöty pelastustoimien alkuvaiheessa. Yhdellä pelastuslaitoksella on tarkoitus laajentaa UAS-toiminta vuonna 2023 jokaiseen pelastuslaitoksen sammutusyksikköön, jolloin UAS-laitteita voidaan hyödyntää useammilla tehtävillä.

Useampi pelastuslaitos hyödyntää UAS-laitteita tilannekuvan saamiseksi. Videon ja kuvien välittäminen on osa pelastustoimintaa nykypäivänä. Pääsääntöisesti pelastuslaitokset käyttävät tällä hetkellä yhden palveluntarjoajan sovellusta, jolla voidaan välittää reaaliaikaista kuvaa niille käyttäjille, joilla on sovellukseen pääsyoikeus. Käytetty sovellus on tällä hetkellä tietoturvallinen ja se poistaa tallenteet tehdyn sopimuksen mukaisesti sovitun ajan sisällä palvelimelta. Kyseinen toimintamalli tukee pelastustoiminnan etäjohtamista ja myös tilannekuvan välittämistä. Kuvaamisella saadaan taltioitua onnettomuuskohteen pelastustoimintaa, onnettomuuden kehittymistä, pelastustoiminnan vaikuttavuutta ja tehokkuutta. Tallen-

teita voidaan tarvittaessa hyödyntää niin pelastuslaitoksen sisällä kuin mahdollisissa muiden viranomaisten tarpeissa tietosuoja huomioiden.

UAS-toiminta on lisännyt pelastustoimen mahdollisuutta tuottaa palvelua paremmin ja turvallisemmin. Dronella voidaan mm. nopeammin ja turvallisemmin tarkastaa kohteita palovaroittimiin, savuhavaintoihin tai ihmisen pelastamiseen liittyvillä tehtävillä. Myös vesistöalueella olevilla tehtävillä on voitu aloittaa tiedustelu nopeammin. Esimerkiksi jäihin pudonneen löytäminen ja paikan merkitseminen voi tapahtua nopeammin dronea hyödyntäen. Tulvien torjuntaan ja laajuuden tiedusteluun on hyödynnetty UAS-laitteita jo useasti, kuten myös öljyvahinkojen tiedusteluun. Monissa erilaisissa pelastustoimen tehtävissä on voitu UAS-laitteen avulla kohdentaa resursseja oikein ja nopeuttaa pelastustoiminnan aloitusta. Tämän päivän dronejen ominaisuudet tekevät laitteista oikein käytettyinä hyödyllisiä ja turvallisuutta lisääviä monitorimityökaluja pelastustoimelle.

10.2 Tulevaisuuden näkymiä

EU on rahoittanut useita hankkeita, joissa on tutkittu koneällyn käyttöä UAS-järjestelmien kanssa. ARTION-hankkeessa kehitettiin koneoppimiseen perustuvia malleja, joilla voitaisiin tukea pelastustoimea maastopalo- ja tulvatilanteissa. Sovelluksiin kuuluivat UAS-järjestelmiin liittyen mm. ilmanlaadun seuranta, henkilön havaitseminen ja seuranta sekä tulvivien alueiden ennustaminen [29]. FASTER-hankkeessa (First responder Advanced technologies for Safe and efficient Emergency Response) UAS-järjestelmiin liittyviä sovelluksia olivat käsien eleillä ohjattava drone sekä useamman dronen tapauksessa alueen mahdollisimman nopean kuvaamisen optimointi [30]. Vuoden 2023 alussa käynnistyneessä COLLARIS-verkostossa (COLLaborative network on unmanned Aerial Systems (UAS) and their applications in the field of disaster response) on tavoitteena mm. tunnistaa ja jakaa parhaita toimintamalleja UAS-toiminnasta. Hankkeen ensimmäisessä työpajassa

käsiteltiin toukokuussa ilmaliikenteen hallintaa hätätilanteiden aikana. Seuraavien työpajojen sisältönä on UAS-järjestelmillä kerätyn datan analysointi ja jakaminen, avustavien järjestelmien tarkastelu ja yhteisten koulutusmateriaalien käsittely. Osana COLLARIS:ta järjestetään myös kenttäkokeita Puolassa ja Itävallassa, ensiksi mainitussa testataan ilmaliikenteen hallintajärjestelmää hätätilanteessa elokuun 2023 lopulla [31].

Ruotsin maanpuolustuksen tutkimuslaitos FOI selvitti vuonna 2021 miehittämättömän ilmailun tekoälytarpeita pelastustoimessa. Selvityksen mukaan tekoälyn hyödyllisyys vaihtelee riippuen tarvitusta menetelmästä. Pelastustoimen osalta selvityksen haastatelluiden mukaan kiinnostavimpia kohteita olivat ihmisten tunnistaminen, elämän merkit, esineet, vahinkojen havaitseminen, rakenteet ja tulipalot. Selvityksen haastattelun mukaan myös UAS-toiminnassa tekoälyllä voitaisiin tehokkaammin jakaa resursseja ja saada tietoa ennen varsinaisen operatiivisen toiminnan alkamista onnettomuuspaikalla. Näkemyksenä oli se, että onnettomuuspaikalle saapuisi ennen pelastustoimen yksiköitä miehittämätön ilma-alus suorittamaan alkutiedustelua tekoälyn tukemana. Myös päätöksenteon tuki ja päätöksenteon vaihtoehdot nähtiin tekoälyn osalta olevan tärkeitä. Suurimmaksi tekoälyn tarpeeksi selvityksessä nousi kuvankäsittely. [32]

Tekoälyä hyödyntävän miehittämättömän ilma-aluksen lähtöpaikkana voisi toimia joko erillinen keskus tai pelastusyksikkö. Haasteeksi muodostuvat kuitenkin luotettavat yhteydet missä tahansa paikassa ja tilanteessa. Myös dronen toimintamatka ja erityisesti toiminta-aika kohteessa voivat muodostaa merkittävän esteen keskusten käytölle. Yhteyden pettäessä drone ei tuota hyödyllistä tietoa/kuvaa eteenpäin eikä sitä myöskään pystytä välttämättä ohjaamaan. Autonomisesti lentävä drone voisi periaatteessa tulla kysymykseen, mutta dronen kaltaisen yleistyökalun ohjelmoiminen pelastustoimen tarpeisiin neljän vuodenajan maassa voi osoittautua luultua monimutkaisemmaksi. Lisäksi on huomioitava turvallisuuskysymykset, jotka kumpuavat ilma-aluksesta, jonka lentoon kau-

ko-ohjaaja ei vaikuta. Tällä hetkellä useat muilla miehittämättömän ilmailun aloilla autonomisina markkinoidut ratkaisut kätkevät taakseen kauko-ohjaajan, joka monitoroi lentoa ja puuttuu siihen tarvittaessa. Käytännössä usein puhutaankin automatisoiduista ratkaisuista, ei niinkään autonomisista ratkaisuista.

Autonomisten droneparvien käyttöä metsäpaloissa tutkitaan Suomen Akatemian rahoittamassa FireMan-hankkeessa, johon osallistuvat Maanmittauslaitos, Jyväskylän yliopisto, Oulun yliopisto ja VTT [33]. Hankkeessa on tuotettu simulaatioita ja kuvattu kulutuksia. Projektissa on tarkoitus kehittää mm. DigitalTwin-pohjainen päätöksenteon tukijärjestelmä metsäpalojen hallintaan. Hanke tuottaa tieteellisiä läpimurtoja ja sosiaalisia vaikutuksia kehittämällä digitaalisia ja vähäpäästöisiä teknologioita, jotka auttavat suuresti ilmastomuutoksen minimoimisessa. Tulokset ovat nähtävillä vuoden 2024 loppuun mennessä. Toinen meneillään oleva koneälyä hyödyntävä hanke on EU:n rahoittama FEROX-hanke (Fostering and Enabling AI, Data and Robotics Technologies for Supporting Human Workers in Harvesting Wild Food), joka tutkii dronejen hyödyntämistä marjapaikkojen määrittämisessä [34]. Vaikka marjojen etsiminen ei suoraan liitykään pelastustoimeen, olisi marjojen löytymisellä dronejen ja koneällyn avulla varmasti vaikutuksia pelastustoimen UAS-sovelluksiin tulevaisuudessa.

U-space-ilmatilat ovat olleet mahdollisia helmikuusta 2023 alkaen. Suomeen ei kuitenkaan ole valittu yhteisen tietopalvelun tarjoajaa, joten näköpiirissä ei ole suuria vaikutuksia pelastustoimelle lähitulevaisuudessa eikä yhtään U-space-ilmatilahakemusta ole jätetty kesäkuun 2023 loppuun mennessä. U-space mahdollistaisi tiheästi ilmaliikennöidyillä alueilla yhtäaikaisen turvallisen operoinnin miehittämättömien ja miehitettyjen ilma-alusten välillä. Tämä mahdollistaisi mm. logistisen liikenteen dronejen avulla ja vaikuttaisi myös pelastustoimintaan kyseisillä alueilla. [35,36]

Hankkeen aikana on keskusteltu Puolustusvoimien (Maavoimat ja Ilmavoimat), Poliisin, Rajavartiolaitoksen ja Lennonvarmistuksen kanssa

miehitetyn ja miehittämättömän ilmailun yhteistoiminnan raameista. Yhdeksi ratkaisuksi näissä palaverissa ehdotettiin viranomaisten yhteistä kenttäjärjestelmää (KEJO). Pelkkään tekniseen järjestelmään tukeutuminen ei kuitenkaan välttämättä ole järkevää, vaan toiminnan tulisi olla mahdollista riippumatta KEJOn valmistumisaikataulusta tai sen tilasta. Miehittämättömän ja miehitetyn ilmailun yhteensovittamiseen liittyvät oleellisesti tehtävän olosuhteet, kuten vallitseva sää ja sijainti. Selkeitä maamerkkejä käyttäen ja hyvissä sääolosuhteissa voi olla mahdollista toimia yhdessä ilman teknisiä apuvälineitä. Toisaalta maamerkkien puuttuessa ja sääolosuhteiden ollessa haastavat voi turvallinen toiminta olla mahdotonta ilman teknistä tukea. Pelastustoimea ajatellen maastopaloja edeltävä sää on yleensä kuivaa, mikä mahdollistaisi usein toiminnan teknisistä järjestelmistä riippumatta.

On toki muistettava, että miehitetyn ja miehittämättömän ilmailun yhteensovittamisen tarve on ainakin toistaiseksi harvinaista, ja nämä kaksi ilmailun muotoa voivat tukea toisiaan myös eri aikoina pelastustoimen tehtävillä. Toisaalta suuren maastopalon osuessa kohdalle voi olla todellinen tarve yhteensovittaa toimintaa sekä miehitettyjä ilmasammutukseen kykeneviä koneita että pelastustoimen omia UAS-laitteita ajatellen [10]. Hanke jatkaa työskentelyä asian parissa ja hankkeen loppuraportissa ehdotettaneen jatkoaskeleita asian selkeyttämiseksi.

11. Lähteet

- [1] Nordic Drones 2023. [Yritys - Nordic Drones](#). Luettu 15.3.2023.
- [2] Lentoposti, 2013, [Jyväskylän lentoaseman liikennettä rajoitettiin Forcitin tehtaan räjähdysvaaran takia | lentoposti.fi](#). Luettu 20.7.2023.
- [3] Traficom, 2021, Valtion miehittämätön ilmailu (OPS M1-35). [14.12.2021 OPS M1-35 \(TRAFICOM/138098/03.04.00.00/2020\) - Ilmailu - Viranomaisten määräyskokoelmat - FINLEX®](#) Luettu 20.7.2023
- [4] Traficom, 2023, UAS-ilmatilavyöhykkeet (OPS M1-29) [OPS M1-29 UAS-ilmatilavyöhykkeet | Traficom](#) Luettu 20.7.2023.
- [5] European Union Aviation Safety Agency, 2022, Komission delegoitu asetus (EU) 2019/947. [EUR-Lex - 32019R0947 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#) Luettu 28.7.2023.
- [6] Traficom, 2022, Droneinfo. Luvasta vapaa toiminta Avoin-kategoriassa. [Luvasta vapaa toiminta Avoin-kategoriassa](#). Luettu 16.8.2023.
- [7] Traficom, 2021, Droneinfo. Omatoiminen käytännön koulutus. <https://www.droneinfo.fi/fi/koulutusmateriaali/omatoiminen-kaytannon-koulutus>. Luettu 20.7.2023.
- [8] Koivunen, P. & Papunen, A., 2022, Palokunnissa 130 etäohjattua ilma-alusta, Palokuntalainen, 44/2022. ISSN1789-2685.
- [9] Sisäministeriö, Viranomaisten miehittämättömien ilma-alusten työryhmä, UAS loppuraportti, 2022. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163878/SM_2022_23.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [10] Puustinen, A. (toim.), 2022, Kalajoen Raution metsäpalo 2021. Kokemuksia ja oppeja metsäpalo-osaamisen kehittämiseen. Koontiraportti. Pelastusopisto. http://info.smedu.fi/kirjasto/Sarja_D/D3_2022.pdf
- [11] Tukes, 2023, Litiumioniakkujen turvallinen käyttäminen. [Litiumioniakkujen turvallinen käyttäminen | Turvallisuus- ja kemikaalivirasto \(Tukes\)](#). Luettu 20.1.2023.
- [12] European Union Aviation Safety Agency, 2020, Komission delegoitu asetus (EU) 2019/945. [Commission Delegated Regulation \(EU\) 2019/945 | EASA \(europa.eu\)](#) Luettu 20.7.2023.
- [13] Schille, N., Chlosta, M., Schloegel, M., Bar, N., Eisenhofer, T., Scharnowski, T., Domke, F., Schonherr, L., Thorsten, H., 2023, Drone Security and the Mysterious Case of DJI's DroneID, RUHR Yliopisto Bochum. [ndss2023 f217 paper.pdf \(ndss-symposium.org\)](#). Luettu 12.4.2023
- [14] Kaasalainen, S., 2019, Lisäpanostusta satelliittipaikannushäirinnän vastaiseen yhteistyöhön Pohjoismaissa, Ilmatieteenlaitos. [Lisäpanostusta satelliittipaikannushäirinnän vastaiseen yhteistyöhön Pohjoismaissa | Maanmittauslaitos](#). Luettu 24.5.2023
- [15] Traficom, 2022, GPS-häiriöistä tehty havaintoja itärajan läheisyydessä poikkeuksellisen paljon. <https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/gps-hairioista-tehty-havaintoja-itarajan-laheisyydessa-poikkeuksellisen-paljon>. Luettu 19.6.2023
- [16] Liukkonen, H. & Lopenen, T., 2022, Pelastustoimen taskutilasto 2016–2020, Pelastusopisto. [Pelastustoimen taskutilasto 2016–2020 \(smedu.fi\)](#). Luettu 23.1.2023.
- [17] Schierbeck, S., Hollenberg, J., Nord, A., Svensson, L., Nordberg, P., Ringh, M., Forsberg, S., Lundgren, P., Axelsson, C. & Claesson, A., 2022, Automated external defibrillators delivered by drones to patients with suspected out-of-hospital cardiac arrest, European Heart Journal. [Automated external defibrillators delivered by drones to patients with suspected out-of-hospital cardiac arrest | European Heart Journal | Oxford Academic \(oup.com\)](#). Luettu 15.5.2023
- [18] MSB. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2020. [Obemannade luftfartyg i kommunal räddningstjänst: vägledning 2.0 \(msb.se\)](#). Luettu 20.11.2022
- [19] Sisäministeriön asetus pelastustoimen suunnitelmista 1363/2018, 2018. [Sisäministeriön asetus pelastustoimen... 1363/2018 - Säädökset alkuperäisinä - FINLEX®](#). Luettu 28.7.2023

- [20] Pelastuslaki 379/2011, 2023, [Pelastuslaki 379/2011 - Ajantasainen lainsäädäntö - FINLEX®](#)
- [21] Eskelinen, K., Nikkanen, M., 2020, Vapaaehtoisten ja viranomaisten yhteistyö - tutkimuksen loppuraportti, Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö.
- [22] Haake, N., 2022, Valtakunnallinen ohje pelastuslaitoksille vapaaehtoisten voimavarojen hyödyntämiseksi pelastustoiminnassa, Sisäministeriö. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-324-581-5>
- [23] Raisio, H., Puustinen, A., Wiikoski, T., Valtonen, V., Lindell, J., 2023, Hämmäinen ja historian? Neljäs sektori ilmiönä ja käsitteenä turvallisuustoiminnan kontekstissa. [Hämmäinen ja historian? | Hallinnon Tutkimus \(journal.fi\)](#)
- [24] Jalava, J., Raisio, H., Norii-Sederholm, T., Lahtinen, H., Puustinen, A., 2017, Kolmas sektori viranomaisten turvallisuustoiminnan tukena, Valtioneuvoston kanslia. [76 Loppuraportti kolmas sektori viranomaisten turvallisuustoiminnan tukena editoitu 5122017.pdf \(valtioneuvosto.fi\)](#)
- [25] Pelastusopisto, Yhteistyö spontaanien vapaaehtoisten kanssa valmiustoiminnassa, Yhteispohjoismainen katsaus, 2020, [D1 2020.pdf \(smedu.fi\)](#)
- [26] [Droonitoiminta piristää sopimuspalokuntia – uusi tekniikka houkuttelee nuoria ja antaa haasteita konkareille \(yle.fi\)](#)
- [27] PTJ-käsikirja, 2023, Pelastusopisto. <https://ptjkasikirja.fi/>
- [28] Traficom, 2023, Droneinfo. Luvanvarainen toiminta Erityinen-kategoriassa. [Luvanvarainen toiminta Erityinen-kategoriassa | Droneinfo](#). Luettu 27.7.2023.
- [29] [ARTION – Disaster Management AI Knowledge Network \(ucy.ac.cy\)](#), Luettu 26.7.2023.
- [30] [H2020 FASTER 833507 | H2020 FASTER Project Website \(faster-project.eu\)](#), Luettu 26.7.2023.
- [31] [COLLARIS Network | UCP Knowledge Network: Applied knowledge for action \(europa.eu\)](#), Luettu 28.7.2023.
- [32] Johansson, R., Kamrani, F., McWilliams, A., Söderberg, J., 2021, Unmanned Aircraft Systems and Artificial Intelligence – Impact on Swedish rescue service capabilities, Totalförsvarets forskningsinstitut, FOI-R--5121—SE. [Räddningstjänstens förmågebehov för UAS-teknologier och stödjande AI-teknik \(foi.se\)](#). Luettu 11.1.2023
- [33] [FireMan | Maanmittauslaitos](#), Luettu 20.7.2023.
- [34] [FEROX | Maanmittauslaitos](#). Luettu 12.7.2023
- [35] [Suomessa ei toistaiseksi valita yhteistä U-space -tietopalvelumallia - ei vielä U-space -hakemuksia | lentoposti.fi](#). Luettu 6.7.2023.
- [36] [Dronejen U-space-ilmatiloille ei toistaiseksi valita yhteistä tietopalvelumallia \(valtioneuvosto.fi\)](#) Luettu 6.7.2023.

12. Liitteet

Liite 1. Pelastustoimen tehtävät verrattuna UAS-tehtäviin 1.1.2020–30.6.2023.

Onnettomuus- tyyppi	2020	UAS 2020	2021	UAS 2021	2022	UAS 2022	Kesäkuu 2023	UAS 2023	Yhteen- sä	UAS yh- teensä
Avunantotehtävä	6 178		6 656	3	7 485	5	1 006	2	21 325	10
Eläimen pelastaminen	1 901	8	2 194	10	2 183	9	1 088	2	7 366	29
Ensivastetehtävä	13 899		16 483		17 136		7 458	1	54 976	1
Häkeen liitetyn paloilmoittimen tarkastustehtävä	15 704		16 714		16 696	1	7 915		57 029	1
Ihmisen pelasta- minen	2 095	15	2 346	20	2 285	20	1 078	14	7 804	69
Liikenneonnetto- muus	15 653	6	16 989	7	16 317	15	6 524	6	55 483	34
Liikennevälinepalo	2 118	1	2 179		2 131	1	1 049	2	7 477	4
Maastopalo	2 641	72	2 357	77	2 265	68	2 116	88	9 379	305
Muu tarkastusteh- tävä	10 965	67	10 687	100	10 194	102	4 804	65	36 650	334
Muu tulipalo	2 422	4	2 459	6	2 430	10	1 286	8	8 597	28
Muun paloilmoitti- men tai palovaroit- timen tarkastus- tehtävä	3 454		4 978	2	4 224		2 322	1	14 978	3
Rakennuspalo	1 848	29	1 959	31	1 888	46	1 001	43	6 696	149
Rakennuspalovaara	3 012	2	3 254	3	3 195	3	1 570	5	11 031	13
Räjähdyk- s- räjähdysvaara	25		20		24		9		78	
Sortuma/ sortumavaara	25		53		100	7	28	1	206	8
Vaarallisten ainei- den onnettomuus	311		311	4	298	1	167		1 087	5
Vahingontorjunta- tehtävä	15 129	2	9 602	7	8 226	9	2 469	1	35 426	19
Virka-aputehtävä	1 626	9	1 262	9	1 675	7	3 936	3	8 499	28
Öljyvahinko	2 960	13	2 865	18	2 686	16	1 375	14	9 886	61
Yhteensä	101 966	228	103 368	297	101 438	320	47 201	256	353 973	1101

Liite 2. Webropol-kysymykset

Koulutus

1. Miten olette hyödyntäneet koulutusmateriaaleja ja ohjeita koulutuksen jälkeen?
 - Tiedon hakuun
 - Muistilistana
 - Muu, miten?
2. Jos toimit UAS-kouluttajana, mitä koulutusta olet saanut kouluttajana toimimiseen?
 - a. Pelastusopiston toteuttama kouluttajakoulutus
 - b. Pelastuslaitoksen toteuttama kouluttajakoulutus
 - c. Ulkopuolisen tahon toteuttama kouluttajakoulutus
 - d. Itsenäinen opiskelu
 - e. Muu, mitä?
3. Millaisissa ympäristöissä suoritatte UAS-laitteen lennätysharjoituksia?
 - a. Pelastuslaitoksen piha-alueet
 - b. Rakennettu kaupunkiympäristö
 - c. Teollisuusalue
 - d. Metsä
 - e. Esteetön maasto, pelto, niitty
 - f. Rannikkoalue, Merialue, Järvialue
4. Miten usein harjoittelet UAS toimintaa?
 - Vieritettävä valikko 0–100 krt.
5. Mitä seuraavia menetelmiä olet käyttänyt harjoittelun aikana? Voit kirjata tarkemmin harjoitellut asiat ja asiakokonaisuudet.
 - a. VLOS (Näköyhteydessä tapahtuva lennätys) (Tekstikenttä)
 - b. EVLOS (Avustettuun ilmatilan tarkkailuun perustuva lennätys) (Tekstikenttä)
 - c. BVLOS (Näköyhteyden ulkopuolella tapahtuva lennätys) (Tekstikenttä)
6. Millainen UAS-toimintakäsikirja edustamallasi pelastuslaitoksella on käytössä?
 - a. Pelastusopiston julkaisema UAS-toimintakäsikirjaan pohjautuva
 - b. Pelastuslaitoksen oma
 - c. Muu, mikä?
7. Millä tavoin pelastuslaitoksellasi kirjataan koulutukset ja pätevyydet UAS-toiminnasta?
 - a. Verkko-pohjainen lomake
 - b. Paperilomake
 - c. Muu, mikä?
8. Miten kehittäisit nykyistä UAS-koulutusta, jotta se palvelisi paremmin oppimista ja osaamisen hallintaa?

Avoim vastaus

Operatiivinen toiminta

9. Miten monella operatiivisella tehtävällä olet itse käyttänyt UAS-järjestelmää vuonna 2022?
 - Vieritettävä valikko 0–100 krt.
10. Mitä seuraavia menetelmiä olet käyttänyt tehtävien aikana? Voit kirjata tarkemmin asiakokonaisuudet.
 - a. VLOS (Näköyhteydessä tapahtuva lennätys) (Tekstikenttä)
 - b. EVLOS (Avustettuun ilmatilan tarkkailuun perustuva lennätys) (Tekstikenttä)
 - c. BVLOS (Näköyhteyden ulkopuolella tapahtuva lennätys) (Tekstikenttä)

11. Millaisilla tehtävillä olet käyttänyt UAS-järjestelmää? Voit halutessasi kirjoittaa tarkemmin tekstikenttään, miten käytit UAS-järjestelmää kyseisillä tehtävillä.

- a. Rakennuspallo (Tekstikenttä)
- b. Rakennuspalovaara (Tekstikenttä)
- c. Maastopalo (Tekstikenttä)
- d. Liikennevälinepalo (Tekstikenttä)
- e. Muu tulipalo (Tekstikenttä)
- f. Liikenneonnettomuus (Tekstikenttä)
- g. Öljyvahinko (Tekstikenttä)
- h. Vaarallisten aineiden onnettomuus (Tekstikenttä)
- i. Luonnononnettomuus (Tekstikenttä)
- j. Räjähdykset/räjähdyksvaara (Tekstikenttä)
- k. Sortuma/sortumavaara (Tekstikenttä)
- l. Tarkastus- ja varmistustehtävät (Tekstikenttä)
- m. Autom. paloilmioittimen tarkastus- / varmistustehtävä (Tekstikenttä)
- n. Palovarointimen tarkastus- / varmistustehtävä (Tekstikenttä)
- o. Muu tarkastus- /varmistustehtävä (Tekstikenttä)
- p. Ensivastetehtävä (Tekstikenttä)
- q. Ihmisen pelastaminen (Tekstikenttä)
- r. Eläimen pelastaminen (Tekstikenttä)
- s. Vahingontorjuntatehtävä (Tekstikenttä)
- t. Avunantotehtävä Virka-apu ja yhteistoimintatehtävät (Tekstikenttä)
- u. Virka-aputehtävä (Tekstikenttä)
- v. Palontutkinta (Tekstikenttä)

12. Millä tavoin toteutat turvallisuusarvioinnin ja riskien kartoituksen UAS-järjestelmän käyttöönotossa pelastustehtävillä sekä päivittäisen tarkastuksen aikana?

- Avoin kysymys

13. Miten paljon mielestäsi käytätte UAS-laitteita pelastustoimen tehtävillä?

- Tulisi käyttää enemmän
- Riittävästi
- Tulisi käyttää vähemmän
- Emme käytä ollenkaan

Johtaminen

14. Millä tavoin Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilastoon (Pronto) kirjaaminen on toteutettu UAS-toiminnan osalta pelastuslaitoksellanne?

- Pelastustoiminnan johtaja
- Pelastustoiminnan johtaja UAS-kauko-ohjaajan antamien tietojen pohjalta
- Tilannepaikanjohtaja
- Tilannepaikanjohtaja UAS-kauko-ohjaajan antamien tietojen pohjalta
- UAS-kauko-ohjaaja
- Muu, miten?

15. Millaista tietoa UAS-toiminnan tulisi tuottaa pelastustoiminnan johtajalle operatiivisella tehtävällä?

- Avoin kysymys

16. Väittämä: UAS-toiminta on tukenut operatiivisen toiminnan päätöksentekoa hyvin.

- Täysin samaa mieltä
- Jokseenkin samaa mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Jokseenkin eri mieltä
- Täysin eri mieltä

17. Voit kirjoittaa tarkemmin edellisen vastauksen pohjalta, miten UAS-järjestelmä on tukenut operatiivisen toiminnan päätöksentekoa?

- Avoin kysymys

18. Väittämä: UAS-järjestelmä tukee hyvin työturvallisuuden ylläpitoa operatiivisen toiminnan aikana.

- Täysin samaa mieltä
- Jokseenkin samaa mieltä
- Ei samaa eikä eri mieltä
- Jokseenkin eri mieltä
- Täysin eri mieltä

19. Kirjoita tarkemmin edellisen vastauksen pohjalta, millä tavoin UAS-järjestelmä tukee työturvallisuuden ylläpitoa operatiivisen toiminnan aikana.
- Avoin kysymys
20. Väittäjä: UAS-järjestelmä on tärkeä osa pelastustoimen kalustoa nykyisin ja tulevaisuudessa.
- Täysin samaa mieltä
 - Jokseenkin samaa mieltä
 - Ei samaa eikä eri mieltä
 - Jokseenkin eri mieltä
 - Täysin eri mieltä

Kehittäminen

21. Mitä erilaisia keinoja ja menetelmiä tulisi mielestänne kokeilla UAS-järjestelmällä? Esimerkiksi hyötykuorma (hyötykuormalla tarkoitetaan, että UAS-laitteen oman painon lisäksi kannettavaa lisäpainoa, esim. Kamera, kaasunilmasin jne.), menetelmä, jokin muu?
- Avoin kysymys
22. Millä uusilla tavoilla UAS-järjestelmää voitaisiin mielestäsi hyödyntää nykyisin pelastustoiminnassa?
- Avoin kysymys
23. Pohdi miten mielestäsi UAS-järjestelmää voitaisiin hyödyntää tulevaisuudessa?
- Avoin kysymys

Tausta

24. Virka-asema
- Päälystö
 - Alipäälystö
 - Pelastaja
 - Sopimushenkilöstö päälystö
 - Sopimushenkilöstö miehistö
 - Muu, mikä?
25. Roolisi UAS-toiminnassa?
- UAS-vastaava
 - UAS-vastuuhenkilö
 - UAS-kouluttaja
 - Kauko-ohjaaja
 - Muu mikä?

Liite 3. Haastattelukysymykset:

Rooliin ja koulutukseen liittyvät:

1. Mikä on roolisi UAS toiminnassa?
(kauko-ohjaaja, UAS-kouluttaja, UAS-vastaava, UAS-vastuuhenkilö vai mikä rooli?)
2. Missä tehtävissä toimit UAS toiminnassa?
3. Kysymykset kauko-ohjaajille/UAS-kouluttajille/UAS-vastaaville/UAS-vastuuhenkilöille:
 - a. Oletko saanut riittävästi ohjausta tehtävääsi varten?
 - b. Mitä kaipaisit tehtäväsi tueksi?
4. Lennätyskokemus työajalla (tunteja tai minuutteja)?
 - a. Lennätyspäiväkirja apuna (jos olemassa)
5. Lennätätkö Droneja myös vapaa-ajalla?
 - a. Jos lennätät niin kuinka paljon?
6. Miten paljon on mahdollisuuksia harjoitella UAS toimintaa työajalla?

Työhön/arkeen liittyvät:

7. Milloin olet viimeksi lennättänyt (harjoitus)?
8. Milloin olet viimeksi lennättänyt (hälytystehtävä)?
9. Kerro esimerkki UAS-harjoituksesta, johon olet osallistunut.
 - a. Positiivinen UAS-harjoituskokemus
 - b. Negatiivinen UAS-harjoituskokemus
10. (Miten harjoitukset ovat tukeneet hälytystehtävissä toimimisessa?)
11. Kerro esimerkki hälytystehtävästä, jossa oli UAS-toimintaa.
 - a. Positiivinen UAS-kokemus
 - b. Negatiivinen UAS-kokemus

12. VLOS/EVLOS/BVLOS-säännöt?

Kehitykseen liittyvät:

13. Miten kauko-ohjaajien koulutus on laitoksellanne järjestetty?
14. Miten voisitte vielä hyödyntää pelastuslaitoksessanne UAS-järjestelmää?
15. Jos voisit vaikuttaa vapaasti käytössä olevassa Dronessa yhteen asiaan (parantaa, lisätä ominaisuuden, poistaa), mikä se olisi?
16. Oletko käyttänyt Dronea yhteistyössä muiden viranomaisten kanssa?
 - a. Jos olet, miten yhteistyö sujui?
17. Jos sinun pitäisi valita yksi kehityskohde pelastustoimen UAS-toiminnassa, mitä kehittäisit?

Tilastointiin/dokumentointiin/kuvattuun materiaaliin liittyvät:

18. Miten kirjaaminen hoidetaan pelastuslaitoksellanne/sopimuspalokunnassanne?
 - a. Kirjallinen, digitaalinen, molemmat?
19. Käytätkö lentopäiväkirjaa (henkilökohtaista)?
20. Tallennatko kuvamateriaalia hälytystehtävän aikana?
21. Minkälainen on teidän toimintamallinne kuvatun materiaalin käsittelyyn tehtävän jälkeen?
22. Oletko kirjannut onnettomuusselosteita, joiden osana on UAS-toimintaa?
23. Jos voisit muokata kirjaamiskäytänteitä, miten muuttaisit?



PELASTUSOPISTO

ISBN: 978-952-7217-72-6 (pdf)
ISSN: 2342-9305 (pdf)