

LIITE 9a (Sisäministeriön julkaisuja 2022:17)

Maastopalojen maasammutustoiminnan konseptin muodostaminen pelastustoimessa

Laaja raportti

Joni Mänttari, Etelä-Karjalan pelastuslaitos

Sisäministeriö Helsinki 2022

Julkaisujen jakelu

Distribution av publikationer

**Valtioneuvoston
julkaisuarkisto Valto**

Publikations-
arkivet Valto

julkaisut.valtioneuvosto.fi

Julkaisumyynti

Beställningar av publikationer

**Valtioneuvoston
verkkokirjakauppa**

Statsrådets
nätbokhandel

vnjulkaisumyynti.fi

Sisäministeriö

CC BY-SA 4.0

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2022

Maastopalojen maasammutustoiminnan konseptin muodostaminen pelastustoimessa

Laaja raportti

Julkaisija	Sisäministeriö
-------------------	----------------

Tekijä/t	Joni Mänttari		
Kieli	suomi	Sivumäärä	43

Tiivistelmä	<p>Hankkeen tavoitteena oli selvittää, mitä yhteisiä ja konkreettisia suorituskykyä ja kyvykkyyksiä tulisi kehittää pelastuslaitosten yhteistyönä. Maastopalojen osalta ensisijaisena tavoitteena on ollut kehittää maasammutustoiminnan uusi suorituskykykonsepti kansalliseen käyttöön.</p> <p>Hankkeessa syvennyttiin laajasti maastopaloihin liittyviin ilmiöihin sekä palojen toimintamalleihin, yhteistyötahoihin ja tarvittavaan erikoiskalustoon. Taustamateriaalina käytettiin muun muassa metsäpalontorjuntasuunnitelmia, aiempia maastopalomateriaaleja, toimintaohjeita sekä päättäneiden ja käynnissä olevien hankkeiden tuloksia.</p> <p>Tämä hankkeen laaja raportti sisältää hankkeen tiiviissä raportissa esiin tulleiden tuotosten lisäksi muut hankkeen tuotokset.</p> <p>Tuotosten pohjalta pelastuslaitokset saavat ajatuksia maastopaloihin liittyvään erikoiskalustoon ja selkeän sammuttajan varustussuosituksen. Lukijalle havainnollistetaan metsäpaloihin liittyvät keskeiset toimijat ja heidän roolinsa.</p>
--------------------	---

Bildande av koncept för markburen släckning av terrängbränder inom räddningsväsendet

Omfattande rapport

Utgivare Inrikesministeriet

Författare Joni Mänttari

Språk finska

Sidantal 43

Referat Syftet med projektet var att utreda vilka gemensamma och konkreta kapaciteter och förmågor som bör utvecklas genom samarbete mellan räddningsverken. I fråga om terrängbränder är målet i första hand att för nationellt bruk utveckla ett nytt kapacitetskoncept för markburen släckning.

Projektet var en djuplodande och omfattande studie av fenomen i anknytning till terrängbränder samt av verksamhetsmodeller, samarbetsparter och nödvändig specialmateriel vid bränder. Som bakgrundsmaterial användes bland annat planer för bekämpning av skogsbränder, tidigare material om terrängbränder, riktlinjer samt resultat av avslutade och pågående projekt.

Denna omfattande projektrapport innehåller de resultat som framgår av den kortfattade rapporten samt de övriga resultaten av projektet.

Resultaten ger räddningsverken idéer om specialmateriel vid terrängbränder och en tydlig utrustningsrekommendation för släckare. Läsaren får en tydlig bild av de centrala aktörerna vid skogsbränder och deras roll.

**Developing a concept for rescue services for ground firefighting
of wildfires**
Comprehensive report

Publisher Ministry of the Interior

Author(s) Joni Mänttari

Language Finnish

Pages 43

Abstract The aim of the project was to examine what concrete capabilities should be jointly developed by rescue departments. In wildfires, the main aim has been to develop a new performance concept for ground firefighting for national use.

The project focused extensively on the phenomena, operating models and partners in dealing with wildfires and the special equipment required in the work. Forest fire prevention plans, existing material on wildfires, operating instructions and the results of completed and ongoing projects were used as background material.

In addition to the results presented in the concise project report, this comprehensive report also presents the other project results.

The results provide rescue departments with ideas for special equipment for dealing with wildfires and a detailed recommendation for firefighter equipment. The key actors in the combating of forest fires and their roles are illustrated.

Sisältö

1	Johdanto	8
2	Lukijalle	10
3	Tuotokset	11
3.1	Toimintaympäristön kehittymisestä muodostuvien keskeisten maastopalariskien määrittely ja luokittelu.....	11
3.2	Pohdinta siitä, onko Pohjois-Karjalassa valmistettu metsäpalojen riskianalyysi laajennettavissa valtakunnalliseen hyötykäyttöön.....	14
3.3	Toimijaverkostokuvaus maastopalojen hallintamalliin liittyvistä keskeisistä toimijoista	17
3.4	Pelastustoimen keskeisen osaamisen määrittely kansainvälisen avun antamiseksi	19
3.5	Toimintamallit	20
3.5.1	0–2 hehtaarin maastopalot.....	21
3.5.2	10 hehtaarin maastopalot.....	22
3.5.3	50 hehtaarin maastopalot.....	24
3.5.4	100 hehtaarin ja sitä suuremmat maastopalot.....	25
3.6	Sammuttajan varustus.....	26
3.7	Alueellisten yhteistyötahojen kartoitus ja listaus	27
3.8	HNS-toimintamalli maastopaloilanteita varten.....	29
3.9	Erikoiskalusto	31
3.9.1	Suurtehopumput.....	31
3.9.2	Metsäkonesammutusvesijärjestelmä.....	32
3.9.3	Peräkärri-moduuliratkaisu.....	34
3.9.4	Palonestoaineet.....	34
3.9.5	Lietelantasäiliöiden hyötykäyttö maastopalojen sammutukseen	35
3.9.6	Maansiirtokalusto.....	35
3.9.7	Polttoaineperäkärri	36
3.9.8	UAS	36
3.9.9	Mönkijäperäkärri-ratkaisut	37
3.9.10	Vuotavat letkut.....	38
3.9.11	Kesla	39
3.9.12	Konttikalusto.....	40

4	Johtopäätökset.....	41
	Lähteet.....	43

1 Johdanto

Maastopalot liittyvät oleellisesti maamme sisäiseen turvallisuuteen. Maastopalo voi syttyä missä tahansa, kun maastossa on jotain palavaa ja olosuhteet palamiselle ovat olemassa. Turvallisen koti-, asuin- ja työympäristön takaamiseksi maastopalojen sammutustoimintaa ja niiden ennustettavuutta on kehitettävä. (Hyvä elämä - turvallinen arki 2017) Maastopalot eivät pelkästään uhkaa turvallisuuttamme tuhoamalla omaisuutta tai ympäristöä, vaan ne tekevät sitä myös välillisesti. Etenkin suuret maastopalot tuottavat paljon hengitykselle ja elimistölle haitallisia savukaasuja, jotka voivat kulkeutua kilometrien päähän. Osaltaan maastopaloilla on vaikutusta myös yhteiskuntamme ekologiseen kehitykseen. Kriittisten luonnonresurssien riittävyys on jatkuva huolen aihe, ja tarve siirtyä uusiutuvien luonnonvarojen käyttöön on ehdoton. Ilmastonmuutos vaikuttaa kuitenkin toimintaympäristön kehittymiseen ja tuottaa uusia riskejä. Suomessakin kesät ovat entistä kuivempia ja kuumempia sekä sään ääri-ilmiöt yleistyvät. Laajat maastopalot vaikuttavat luonnonympäristöön, elinoloihimme ja talouteemme. (Hyvä elämä - turvallinen arki 2017)

Suurten maastopalojen hallinta vaatii paljon niin kalusto- kuin henkilöresurssejakin. Pitkäkestoisissa onnettomuuksissa korostuu sopimuspalokuntien rooli. Suomessa on noin 700 sopimuspalokuntaa, joissa on noin 15 000 hälytystoimintaan kelpoiseksi koulutettua henkilöä. Sopimuspalokuntien toiminnan turvaaminen onkin tärkeä osa hälytystehtävien hoitamista, koska ne ovat olennainen osa kehitettävää ja koko maan kattavaa pelastustoimen järjestelmää. (Pelastustoimen strategia 2025 2012) Toimintaympäristön kehittyminen vaikuttaa jossain määrin suuronnettomuusriskien kasvuun, minkä voi odottaa lisäävän onnettomuuksien aiheuttamia vahinkoja. Viranomaisten on kyettävä toimimaan nopeasti ja tehokkaasti, ja sopimuspalokunnat tukevat tätä oleellisesti. Yhteistyön myös muiden viranomaisten kanssa on oltava sujuvaa ja sitä on kehitettävä. (Pelastustoimen strategia 2025 2012)

Osana Pelastustoimen strategiaa on Osaaminen ja tietopohja -asiakokonaisuus. Henkilöstön hyvä ammattitaito sisältää myös maastopalojen hallintaan liittyviä tietoja ja taitoja, mikä edellyttää osaamisen kehittämistä koulutuksella. Koulutuksen lisäksi pe-

lastusala kaipaa uusia teknologian hyödyntämiskäytäntöjä tuottamalla esimerkiksi erilaisia maastopaloihin liittyviä ennustemalleja ja riskikarttoja. Yhteistyötä on kehitettävä muiden viranomaisten kanssa, mutta myös esimerkiksi suhteessa metsänhoidollisiin toimijoihin, joilla on vankka metsiin liittyvä asiantuntijuus.

Maastopalojen maasammutustoiminnan konseptin muodostaminen pelastustoimessa -hanke käynnistyi marraskuussa 2020 projektisuunnitelman laatimisella. Hanketyökentely alkoi tammikuussa 2021, jolloin määriteltiin kansallisen tason konseptin vaatimustasot. Suorituskykyä ja menettelytapoja on luotu maaliskuusta marraskuuhun 2021. Väliraportti laadittiin kesäkuussa, jolloin hankkeessa toteutettiin myös kaksipäiväinen pilotti. Pilottipäivillä suoritettiin testauksia Etelä-Savon pelastuslaitoksen metsäkonesammutusvesijärjestelmille, Möröille. Lisäksi tutustuttiin kevyempien selvitysmallien hyötyihin ja käytettävyyteen, vuotaviin letkuihin sekä reppuruiskuihin. Pilotoinnin jälkeen hankkeen tuloksia on täydennetty pilotista laaditun raportin pohjalta sekä taustamateriaaleihin perehtymällä.

Hankkeen konsortio koostui Etelä-Karjalan, Etelä-Savon, Jokilaaksojen, Kainuun, Kymenlaakson, Lapin, Oulu-Koillismaan ja Pohjois-Karjalan pelastuslaitoksista. Konsortioista muodostettiin ohjausryhmä, joka kokoontui etänä neljästi hankkeen aikana, ja työryhmästä, jolla etäkokouksia oli useammin. Hankevastaavana toimi Etelä-Karjalan pelastuslaitos.

Hankkeelle asetettiin useita tavoitteita. Hankkeessa määriteltiin toimintaympäristön kehitymisestä muodostuvia maastopaloihin liittyviä riskejä sekä pohdittiin, onko Pohjois-Karjalassa tuotettu metsäpalojen riskianalyysimalli laajennettavissa valtakunnalliseen käyttöön. Hankkeessa tuotettiin toimijaverkostokuvaus, johon koottiin keskeiset maastopaloihin liittyvät toimijat. Kuvauksesta tuotettiin graafinen kuvaaja. Tavoitteena oli tuottaa toimintamallit eri kokoluokkien maastopaloihin ja määritellä pelastustoimen osaaminen kansainväliseen avun antamiseen.

Hankkeessa on tehty yhteistyötä muun muassa Pelastusopiston ja Varsinais-Suomen pelastuslaitoksen kanssa kysymyksissä, jotka liittyvät osaamisen hallintaan ja kehittämiseen sammuttajan varustuksen sekä HNS-toimintamallin osalta. Pelastusopistolla on tehty tutkimus sammuttajan varustuksesta vuonna 2021, ja Varsinais-Suomen pelastuslaitoksella on laadittu HNS-toimintaohje vuonna 2021. Hankkeessa ei ollut tarkoituksenmukaista tehdä samoja asioita uudestaan, ja siksi tässä raportissa tuodaan esille ja tuetaan jo olemassa olevia julkaisuja ja tutkimustuloksia.

Hankkeessa laadittiin listaus konsortion jäsenten alueellisista yhteistyötahoista ja tuotiin esiin käytettävissä olevat resurssit. Listausta tehtiin myös tunnistetusta erikoiskalustosta. Pumppujen ja letkujen lisäksi maastopalojen hallintaan tarvitaan niihin suunniteltua kalustoa. Tässä laajassa raportissa on esitelty kaikki hankkeen tuotokset.

2 Lukijalle

Hankkeen tavoitteena oli selvittää, mitä yhteisiä ja konkreettisia suorituskykyä ja kyvykkyyksiä tulisi kehittää pelastuslaitosten yhteistyönä, jotta tuotettavaa valmiutta voitaisiin hyödyntää tehokkaasti kansallisesti ja tarvittaessa kansainvälisestikin osana HNS-toimintamallia. Maastopalojen osalta tavoitteena oli ensisijaisesti kehittää kansalliseen käyttöön maasammutustoiminnan uusi suorituskykykonsepti. Konsepti luotiin erityisesti kalustollisten vaatimusten määrittelyjen ja toimintamallien parantamisen osalta.

Hankkeessa määriteltiin ja luokiteltiin toimintaympäristön kehittymisestä muodostuvia keskeisiä maastopalariskejä sekä pohdittiin Pohjois-Karjalassa tuotetun riskianalyysin laajennettavuutta kansalliseen käyttöön. Lisäksi tuotoksena luotiin toimijaverkostokuvaus, jossa tuotiin esiin keskeisimmät maastopaloihin liittyvät toimijat ja kuvattiin niiden roolit. Toimijaverkostosta tuotettiin myös graafinen kuvaaja.

Kansainvälisen avun antamisen osalta määriteltiin keskeinen osaaminen, jossa huomioitiin riskienhallinta, onnettomuustilanteiden aikainen toiminta, tilanteista oppiminen sekä tiedon systemaattinen keruu ja analysointi. Kansainvälisen toiminnan lisäksi hankkeessa tuotettiin toimintamallirungot eri kokoluokkien maastopaloihin. Maastopaloihin liittyvien muuttuvien tekijöiden vuoksi tyhjentäviä toimintamalleja on kuitenkin mahdotonta luoda.

Raportissa tuodaan esille sammuttajan konkreettinen varustus hyödyntäen Pelastusopistolla käynnissä olevan hankkeen tutkimustuloksia. Kyseisiä tuloksia esiteltiin webinaarissa kesällä 2021, ja niiden pohjalta esitettiin sammuttajan varustussuosituksia, jotka esitellään myös tässä raportissa. Suositusten esittely sisältää myös konkreettisia esimerkkejä varusteista.

Kartoittamalla ja listaamalla osatoteuttajien alueellisten yhteistyötahojen käytettävissä olevat resurssit pelastuslaitokset havaitsivat, mitä tahoja maastopaloissa on hyödynnettävissä ja millaista apua niiltä saadaan.

Hankkeessa kuvattiin myös konkreettinen HNS-toimintamalli maastopaloilanteita varten hyödyntäen Varsinais-Suomen pelastuslaitoksen vuonna 2021 tuottamaa HNS-toimintaohjetta. Toimintamallissa huomioitiin maastopalojen erityispiirre.

Tuotoksena on myös listattu maastopalojen hallintaan liittyvä erikoiskalusto ja esitetty ehdotus koulutusmoduulista maastopalojen erityisosaamisen kehittämiseksi.

3 Tuotokset

Tässä luvussa kuvataan hankkeen tuotokset. Hankkeelle asetettiin kymmenen tavoitetta, joiden pohjalta tuotokset ovat muodoutuneet. Taustamateriaalina käytettiin aiempia maastopalojen oppimateriaaleja sekä hyödynnettiin käynnissä olevia ja päättyviä hankkeita.

3.1 Toimintaympäristön kehittymisestä muodostuvien keskeisten maastopalariskien määrittely ja luokittelu

Ilmastonmuutoksen myötä eri puolilla maailmaa on raportoitu maastopalojen aiheuttamista tuhoista. Laajoja metsäpaloja on tapahtunut esimerkiksi Venäjällä, Australiassa, Espanjassa, Yhdysvalloissa ja myös Pohjoismaissa, muun muassa Ruotsissa. Suomessa metsäpalojen aiheuttamat tuhot eivät vielä ole lisääntyneet huomattavasti, ja tilanne on pysynyt maastopalojen suhteen hyvänä. Maastopalojen määrä ja pinta-alat vaihtelevat vuosittain, eikä merkittävää muutosta voida vielä raportoida. Huolimatta Suomen hyvästä tilanteesta maastopaloilla on todettu olevan yhteiskunnallisia haittavaikutuksia. Väestölle aiheutuu haitallisia terveysvaikutuksia, vaikka se asuisi hyvinkin kaukana itse palopaikasta. Maastopalojen tukahduttamisessa sammuttajat altistuvat terveydelle haitallisille altisteille (Maastopalojen leviämismallit ja jalostettu metsävaratieto osana pelastustoimen tilannekuvan kehittämisen prosessia 2021). Tätä altistumista on tutkittu Pelastusopistolla käynnissä olevassa Pelastajien työvälineet ja suojaimet metsäpaloissa -hankkeessa, joka on päättynyt 2021 vuoden lopussa.

Lisäksi maastopaloista aiheutuu erilaisia taloudellisia vaikutuksia. Pelastuslaitoksille sammuttamisesta syntyy kuluja, joiden on arvioitu olevan keskimäärin 3000 euroa hehtaaria kohden. Aineelliset vahingot palaneesta metsästä aiheuttavat tappioita metsänomistajille ja vakuutusyhtiöille. Pelastustoimessa Suomessa ei toistaiseksi ole käytössä MAST-hankkeessa kehitettävän kaltaista käyttöliittymää metsäpalojen ennustetavuuteen. Tällä hetkellä hälytyksen jälkeen sammutustoimien suunnittelu tehdään karttapohjaa ja olemassa olevia säätietoja soveltaen tapauskohtaisesti. Lisäksi Suomessa maastopalojen ehkäisyyn ja torjuntaan liittyvät tausta-aineistot (esim. kartta-aineistot) ja tiedot ovat toistaiseksi hajallaan eri viranomaisten hallussa. Tämä on ollut mahdollista, koska metsäpalot eivät ole toistaiseksi olleet maassamme tuhoisia. Suomen pinta-alasta metsää on yli 75 prosenttia. Siihen nähden on huomionarvoista, että se massiivinen palokuorma, joka on pelastusviranomaisten edessä päivittäin, ei ole

ollut erityisen kehittämistyön kohteena. Toisaalta metsäviranomaiset ja -tutkijat, jotka ovat tavoitteellisesti parantaneet tietoamme metsävaroista, eivät ole perehtyneet metsävarojen paloriskeihin tai niiden yhteiskunnallisiin vaikutuksiin. Metsäkeskus tuottaa tarkkaa kaukokartoitusperustaista tietoa yksityismetsien metsävaroista. Myös metsäyhtiöllä ja Metsähallituksella on hallussaan kaukokartoitusperustainen metsävaratieto hallinnoimistaan metsistä. Metsävarojen inventointi ja tiedon yllä pitäminen ovat metsänarvioimistieteeseen ja muun muassa kasvu- ja tuotostutkimukseen perustuvaa asiantuntijatyötä ja erikoisosaamista.

Inventoinnin ja kestävän metsänhoidon edistämisen lisäksi Metsäkeskuksen tehtäviin kuuluu myös metsätuhojen torjunta. Metsätuhot aiheuttavat kasvutappioita ja pahimmillaan puiden kuolemista pystyyn. Tämä voi tapahtua myös voimakkaan tuulen kaatamiin puihin iskeytyneiden hyönteisten levitessä elinvoimaiseen metsään.

(Maastopalojen leviämismallit ja jalostettu metsävaratieto osana pelastustoimen tilannekuvan kehittämisen prosessia 2021). Tapauksia, joissa myrskytuulet iskevät, voidaankin karkeasti jaotellen lähestyä toteamalla, että Metsäkeskusta kiinnostavat tilanteissa tuulen metsään kaatamat puut, tavoitteenaan torjua hyönteisten aiheuttamia seuraustuhoja. Sähköyhtiöitä kiinnostavat taas sähkölinjoille kaatuvat puut ja pelastusviranomaisia teiden ja muun omaisuuden päälle kaatuvat puut. Yhteistyötä toki tehdään organisaatioiden välillä myrskyn iskiessä. Kun ajatellaan metsäpaloihin varautumista, voidaan todeta, että Metsäkeskusta kiinnostavat sellaiset tuhot, jotka aiheuttavat puiden kuolemista. Ensisijaisesti puiden kuolemista huolehditaan metsätalouden tappioiden vähentämiseksi, eikä huomiota kiinnitetä kuolleen puuaineksen metsätalourisktiin. Jos kuolleet – tai elävät – puut leimahtavat tuleen, asia siirtyy pelastuslaitokselle, pois Metsäkeskuksen työpöydältä. Metsäpalovaroitukset tuottaa puolestaan Ilmatieteen laitos hyödyntäen meteorologian menetelmiä ja esimerkiksi Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) tietovarantoja.

Metsäpalon kehittyminen itsessään on palofysiikkaa, johon vaikuttavat metsätyyppi, puusto, kuivuus, tuulet ja monet muut tilannekohtaiset seikat. Sammutustyö on operatiivista pelastustoimintaa, jossa keskitytään ihmisten ja omaisuuden suojaamiseen sekä palovahinkojen minimointiin. Jotta pelastustoimelle voidaan tuottaa ajantasaista tilannekuvaa pelastustoiminnan päätöksenteon tueksi, tilannekuvan kannalta oleelliset tiedot on saatava siirrettyä eri tietojärjestelmistä yhteen helppokäyttöiseen muotoon. (Maastopalojen leviämismallit ja jalostettu metsävaratieto osana pelastustoimen tilannekuvan kehittämisen prosessia 2021).

Ilmaston ennustettavuuden vaikeutuminen ja ääriolosuhteiden lisääntyminen vaikuttavat metsäpalojen riskien lisääntymiseen monilla alueilla maailmassa. Myös Suomessa tulee varautua ilmastonmuutoksen aiheuttamiin muutoksiin ja maastopalojen lisääntymiseen. Monissa maissa on tuotettu tutkimuksiin perustuvia maastopalojen leviämistä

mallintavia ohjelmistoja pelastustoimen operatiiviseen käyttöön. Leviämismallilla luodaan ennuste metsäpalon leviämisestä ottaen huomioon esimerkiksi metsävaratieto sekä reaaliaikaiset tuulimallit. MAST-hankkeessa (15.5.2020–31.12.2021) on kuvattu, miten vastaavaan mallinnukseen perustuvaa ohjelmistoa voidaan kehittää Suomen olosuhteisiin. Työssä hyödynnetään eri maissa tehtyä metsäpalotutkimusta ja -kokeamista. Hankkeessa metsäpalon leviämismalli muunnettiin Suomen olosuhteisiin sopivaksi Metsäkeskuksen keräämän metsävaratiedon avulla käyttäen pohjana kanadalaisista Prometheus-leviämismallia. Metsäkeskus on kerännyt valituista koealoista (n. 900 kpl) puusto- ja aluskasvillisuustiedot, jotka on tulkittu ja yleistetty vastaamaan laserkeilausmenetelmä- eli LiDAR-aineistoja. Arbonaut on tulkinnut metsävaratietoa yhteistyössä Metsäkeskuksen kanssa Prometheus-mallin soveltamista varten. Arbonaut ja Ilmatieteen laitos puolestaan ovat integroineet reaaliaikaisen tuulimalliin Prometheus-malliin.

Pelastusopistolla suoritettiin hankkeessa toteutettavat maastopalojen leviämismallin luokkahuonetestijaksot keväällä 2021. Ensimmäisessä vaiheessa leviämismallien toimivuutta testattiin Pelastusopistolla opetuksen simuloituissa johtamistilanteissa. Toisessa vaiheessa toimivuutta testattiin Pohjois-Karjalan pelastuslaitoksen toteuttamissa kulotuksissa ja maastopalotehtävissä. Testijaksoilla haettiin käyttäjäkokemusta ja palautetta siitä, kuinka leviämismalli integroidaan optimaalisella tavalla osaksi pelastustoimen operatiivista toimintaa sekä miten mallista saadaan paras mahdollinen hyöty pelastustoimen johtamiseen. Testijaksojen tulokset ovat olleet käytettävissä syksyllä 2021. Tavoitteena on ollut luoda tilannekeskuksiin ja johtokeskuksiin tehokas työkalu resurssien ja toiminnan suunnittelun näkökulmasta. Lisäksi tehokkaalla ja oikealla tilannekuvan luomisella voidaan vähentää sammutustyöhön osallistuviin henkilöihin kohdistuvia riskejä (mm. altisteet) sekä pienentää maastopaloista koituvia taloudellisia tappioita.

Pelastustyönjohtajaa eivät sammutustilanteessa kiinnosta kuusikon runkojen tukkipuuosuus tai metsälain suojelemat monimuotoisuuskohteet, vaikka tieto itsessään olisi hyvinkin tarkkaa. Sen sijaan lähteet, ojat, lammet ja muut vesialtaat kiinnostavat sammutusveden varastoina. Fyysikko puolestaan ei osaa sanoa, mitä muuttujia maastossa pitäisi mitata, jotta voitaisiin tulkita LiDAR-pistepilvestä ne metsäekosysteemin ominaisuudet, jotka lisäävät metsäpalon energiaa tehokkaimmin. Metsänhoitaja tai meteorologi ei osaa johtaa sammutusoperaatiota, mutta pelastaja ei puolestaan osaa tehdä tuulimallinnusta leviämismallinsa pohjaksi. Oleellista onkin saattaa eri asiantuntijoiden yhteistoiminnassa tuottama tieto sellaiseen muotoon, että se on datojen, tietojärjestelmien, simulaattoreiden ja käyttöliittymien kokonaisuutena parhaiten palvelemissa metsäpalojen torjuntaa. (Maastopalojen leviämismallit ja jalostettu metsävaratieto osana pelastustoimen tilannekuvan kehittämisen prosessia 2021). Tätä onkin tavoiteltu MAST-hankkeen työryhmän yhteiskehittämisellä. MAST-hanke

on päättynyt 2021 vuoden lopussa, ja kehittämistyö jatkuu sittemmin MARISKA-hankkeena.

MARISKA-hankkeessa:

- tuetaan pelastuslaitoksia ottamaan staattinen kartta kokeilukäyttöön selaimella, kännykässä tai tabletissa
- kokeillaan ja koulutetaan staattisten karttojen käyttötapoja maastopalon torjuntatilanteessa alan opiskelijoille ja pilotointiin osallistuvien pelastuslaitosten henkilöstölle
- raportoidaan metsäpalokarttaratkaisun skaalausmahdollisuudet ja arvio vaihtoehtojen kustannuksista ja hyödyistä
- viestitään tuloksista alan ammattilaisille, vaikuttajille ja muille toimijoille
- laaditaan alueellisen tason varautumissuunnitelma ja arvioidaan tapoja kohdentaa tehokkaasti sekä edistää metsäpaloriskiä vähentävää metsän käsittelyä.

3.2 Pohdinta siitä, onko Pohjois-Karjalassa valmistettu metsäpalojen riskianalyysi laajennettavissa valtakunnalliseen hyötykäyttöön

Metsäpalokarttoja on tuotettu kehittämistarkoituksessa eri hankkeissa: Mellevässä, joka oli Metsäkeskuksen hallinnoima hanke, ja MASTissa, joka on Pelastusopiston hallinnoima hanke. Näissä hankkeissa kehitettiin karttoja, joita voidaan kutsua metsäpalojen riskikarttoiksi. Kehitetyt kartta-aineistot kuvaavat metsäpaloriskiä eri tavoilla:

- Syttymisherät alueet: alueet kuivuvat nopeasti ja maastopalo voi syttyä jo ennen metsäpalovaroitusta.
- Latvusrajan korkeus: arvio kuvaa, millä korkeudella puuston alimmat oksat ovat, ja sillä pystytään arvioimaan maapalon riskiä nousta latvapa-loksi.
- Puuston pituus: arvio kuvaa osaltaan, kuinka korkeaa metsää alueella on, ja sillä pystytään arvioimaan maapalon nousua oksistoon.
- Latvusmassan määrä: arvo kuvaa puun latvustossa olevaa palokuorman määrää, ja sillä pystytään arvioimaan latvapalon voimakkuuden riskiä.

Lisäksi kartta-aineistot auttavat sammutustoiminnan suunnittelussa:

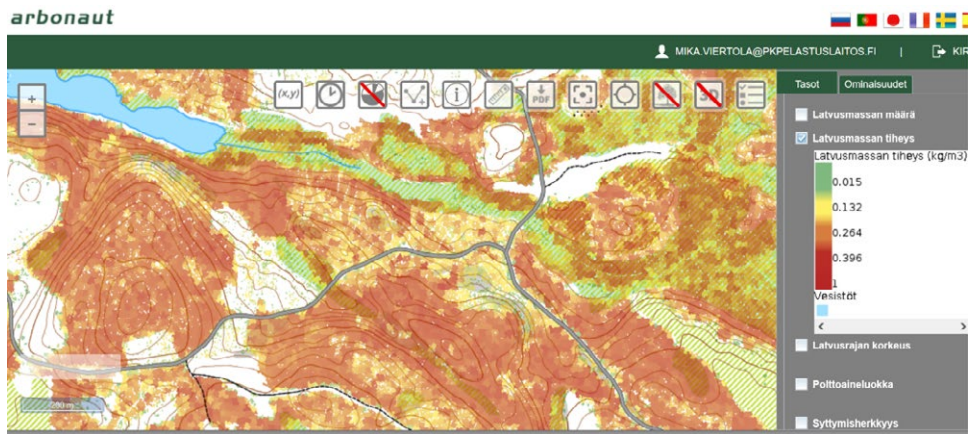
- Latvusmassan tiheys: arvo kuvaa metsän latvuston yhtenäisyyttä, ja sillä pystytään huomioimaan sammutustoiminnassa niin sanottuja luonnollisia palokatkoja metsässä.
- Maaston kulkukelpoisuus: kuvaa maaston kosteutta ja rinteiden kaltevuutta, joita voidaan hyödyntää muun muassa kuljetusten suunnittelussa.
- Syrjäiset alueet: kuvaa alueita, jotka ovat yli 500 metrin päässä lähimmästä tiestä, mikä vaikuttaa merkittävästi saavutettavuuteen.

Alun perin idea lähti Metsähallituksen maille tehdyistä palokartoista, joissa metsäkuviointia oli luokiteltu eri luokkiin. Kartta näytti sellaiselta, että sen tiedot voisivat hyödyttää myös pelastustoimea. Kartoilla oli tarkasteltu metsän latvapalovaaraa ja syttymisherkkyttä. Karttaa ideoitettiin useiden sidosryhmien kanssa eri foorumeissa, ja Metsäkeskuksen Mellevä-hankkeessa otettiin ensimmäinen askel kohti paloriskikarttoja. Kartoissa hyödynnetään laserkeilausaineistoa, jota tulkitsemalla pystytään tarkastelemaan metsän rakenteita ja latvapaloherkkyttä. Tulkitsemalla laserkeilausaineistosta puuston korkeutta, tilavuutta, latvusmassaa ja latvuksen jatkuvuutta pystytään arvioimaan metsän syttymisherkkyttä, samoin kuin maapalon latvaannousemisriskiä sekä latvapalon leviämisenriskiä tai sen luontaisia esteitä.

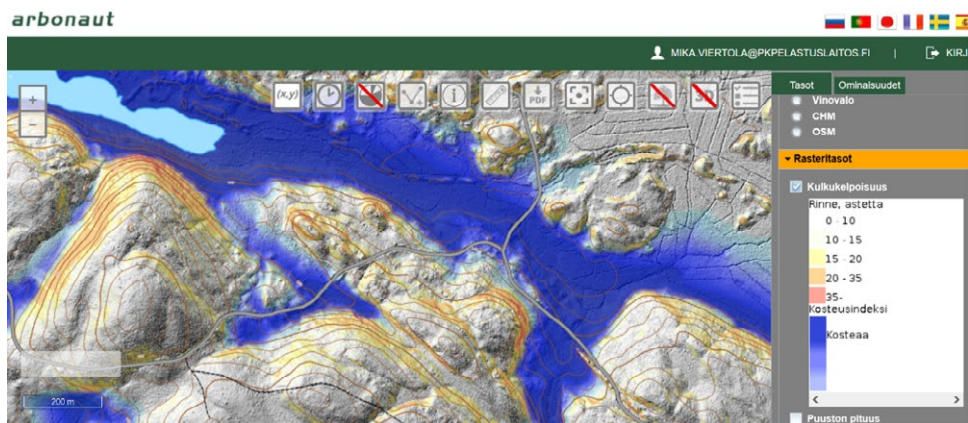
Joensuulaisen Arbonaut Oy:n ArboFiRM-tuote on tarkoitettu metsäpalojen sammuttamisen ja torjunnan ennakkosuunnitteluun. Se perustuu laajan alueen kattavan LiDAR-pistepilven jalostamiseen pelastustyönjohtajan tarpeita vastaavaksi tietotuotteeksi. Ajatuksena on, että kun metsäpalo syttyy, sitä varten olisi olemassa digitaalisessa muodossa teemoitettu karttapalvelu, jonka avulla pelastustoimen johtaja pystyy nopeasti päättämään paloalueen olosuhteet: sammutusveden lähteet, rinteiden kaltevuudet, maaperän kosteuden, tieverkoston ja niin edelleen. Näin hänen ei tarvitse odottaa sammutusyksiköiden pääsyä palopaikalle tilanteen selvittämiseksi. Varhain havaittu palo on helpoiten sammutettava, ja sen leviämisen voi rajata esimerkiksi palokatkojen avulla. Metsäpalo leviämisen hankkeessa (MAST-hanke) tuotetaan sähköisiä karttoja metsävaratiedon perusteella. Saatavissa olevaan metsävaratietoon yhdistetään laserkeilausaineiston perusteella saatava tieto.

MAST-hankkeen tuotoksia jalostetaan MARISKA-hankkeessa, jossa tuotetaan karttoja koko Suomen alueelle. Aineiston testaajiksi haetaan pelastuslaitoksia. MARISKA-hankkeen tavoitteena on mahdollistaa maastopalojen riskejä ilmaisevan sekä palontorjuntatyötä tukevan karttapalvelun käyttöönotto pelastustoimessa. Hankkeessa kehitetään aikaisemmissa MELLEVÄ- ja MAST-hankkeissa kehitettyjen staattisten palokarttojen skaalaamista koko valtakuntaan.

Kuva 1. Latvussmassan tiheys (kuva: Mika Viertola).



Kuva 2. Maaston kulkukelpoisuus (kuva: Mika Viertola).



3.3 Toimijaverkostokuvaus maastopalojen hallintamalliin liittyvistä keskeisistä toimijoista

Kuva 3. Toimijaverkostokuvaaja (Rajavartiolaitos, Koneyrittäjät, Pelastusopisto, Puolustusvoimat, OSAO, Tuomo Bergman).



Pelastustoimen lakisäteinen tehtävä on huolehtia alueellisesta pelastustoimesta. Tehtäviin kuuluvat myös erilaiset suunnitelmat, esimerkiksi metsäpalontorjuntasuunnitelma. Maastopaloihin, kuten muuhunkin pelastustoimintaan ja pelastusviranomaisen tehtäviin, kuuluvat yleisjohtovastuu, tilannekuvan ylläpitäminen ja johtokeskuksen perustaminen. Tarvittaessa apua annetaan toiselle pelastuslaitokselle.

Rajavartiolaitoksella niin ikään on lakisäteinen tehtävä osallistua pelastustoimintaan. Rajavartiolaitokselta saadaan henkilöstö- ja kalustoapua sekä alueellista tietoa ja tuntemusta. Pelastustoiminnan kannalta merkittävin apu ovat helikopterit, joilla maastopaloja voidaan sammuttaa tehokkaasti. Tarvittaessa Rajavartiolaitokselta on

saatavissa henkilöstö- ja venekalustoapua merialueille. Rajavartiolaitos koostuu seitsemästä hallintoyksiköstä: Kainuun, Lapin, Pohjois-Karjalan ja Kaakkois-Suomen rajavartiostot sekä Länsi-Suomen- ja Suomenlahden merivartiostot ja Vartiolentolaivue. Rajavartiolaitoksella on ohjeistus virka-apupyynnön laatimisesta.

Valtion viranomaiset Metsähallitus ja Metsäkeskus ovat velvollisia antamaan asiantuntija-apua maastopaloissa. Asiantuntijuuden ja maastotuntemuksen lisäksi **metsänhoidollisilla toimijoilla** on pääsy kartta-aineistoihin, maanomistajatietoihin ja palstoiltaan toimivien urakoitsijoiden yhteystietoihin. Urakoitsijoiden kautta on mahdollista saada apuun mestäkonekalustoa. Suomessa on lukuisia yksityisiä metsänhoidollisia toimijoita tai yrityksiä, esimerkiksi Stora Enso. Yrityksillä ja yhdistyksillä on erilaista metsänhoidollista kalustoa omiin toimintoihinsa. Metsäpalontorjuntasuunnitelmissa on syytä huomioida kaikki toimijat, niin valtakunnalliset kuin paikallisetkin.

Suomessa on suuri määrä konekalustoa, jota voidaan tarvittaessa hyödyntää metsäpaloissa. Koneyrittäjillä on valtakunnallinen järjestö, **Koneyrittäjät**. Koneyrittäjien paikallisten yhdistysten yhteystiedot löytyvät Koneyrittäjien kotisivuilta, joiden kautta voi pyytää jäsen- ja koneluettelot pelastuslaitoksen käyttöön.

Kuntien, toisin sanoen kunnan johtoryhmän, tehtävänä on tukea toimivaltaisten viranomaisten toimintaa erityistilanteissa käytössä olevilla voimavaroilla. Tehtävänä on myös huolehtia kunnan omien toimintaedellytysten turvaamisesta. (Kunnan kriisijohtaminen 2010) Etenkin suuret maastopalot voidaan käsittää erityis- tai häiriötilanteeksi tilanteen pitkäkestoisuuden, maastoon muodostuvan vahingon ja palosta aiheutuvan savun takia. Viranomaisen toiminnan tukemisen lisäksi kunnilla on keskeinen rooli onnettomuuksien jälkihoidossa. Onnettomuudelle altistuneet henkilöt ja heidän läheisensä tarvitsevat tukea asioidensa järjestelmiseen.

Metsäoppilaitoksilla on suuria määriä metsänhoidollista kalustoa, jonka hyötykäyttöä on pohdittava maastopalotilanteissa. Apua pyydetessä voidaan olettaa, että kalustovavassa saadaan kaikki siihen liittyvä: tarvittavat koneet, kuljetusvälineet ja jossain määrin myös polttoainehuolto. Metsäoppilaitoksilla on roolinsa myös metsänhoidollisissa tutkimuksissa. Oppilaitokset tuottavat yhteistyötahojensa kanssa esimerkiksi erilaisia palon leviämismalleja. Oppilaitoksilla on myös omat opetusmateriaalinsa, joita päivitetään säännöllisesti. Pelastusopistolla sen sijaan ei ole roolia maastopaloihin liittyvässä operatiivisessa toiminnassa. Pelastusopiston rooli on kuitenkin merkittävä maastopaloihin liittyvässä koulutus-, tutkimus- ja kehittämistoiminnassa. Vaikka Pelastusopistolla on merkittävä määrä pelastustoimen kalustoa, sitä ei käytännössä ole mahdollista hyödyntää loma-aikana. Kalustoa käytetään lukuvuosittain elokuun alusta kesäkuun loppupuolelle. Kesäajalle jäävän lyhyen tauon aikana on suoritettava kaluston ylläpito-, huolto- ja korjaustoimenpiteet, joita ei voida toteuttaa muulloin.

Metsäpalojen ennaltaehkäisy on yksi **Ilmatieteen laitoksen** rooleista. Myös metsäpalovaroittaminen on yksi Ilmatieteen laitoksen tehtävä. Noin viikoksi tehdyt ennusteet ovat hyviä, mutta myös useamman viikon ennusteita testataan ja kehitetään. Pohjois-Suomen aluehallintoviraston koordinoima tähystyslentotoiminta on tärkeää toimintaa metsäpalojen paikantamiseksi. Tähystyslennot perustuvat Ilmatieteen laitoksen metsäpaloindeksiin. Indeksirajan ylittymisestä lähtee Ilmatieteen laitoksen palvelusta automaattisesti tieto tähystyslentäjälle, joka käynnistää tähystyslentotoiminnan. Havainnointitoimintaa kehitetään jatkuvasti. Ilmatieteen laitoksen ILMANET-palvelussa ovat käytettävissä palokaasujen leviämismalli, metsäpalohiukkasten kaukokulkeumamalli ja testiversio metsäpalon leviämismallista. Näitä palveluita kehitetään vastamaan paremmin operatiivisia tarpeita. Ilmatieteen laitoksen asiantuntijoita voidaan hyödyntää esimerkiksi johtokeskustyöskentelyssä.

Puolustusvoimilta on saatavilla merkittävää apua pelastustoimeen valtakunnallisesti. Laajan henkilöressussin lisäksi Puolustusvoimien etuna ovat mukana tuleva kalusto ja omavarainen huolto sekä muodostelmien johtajat. Puolustusvoimilta on lisäksi saatavilla helikopterikalustoa lentosammutukseen. Puolustusvoimat ovat ohjeistaneet virka-apupyynnömenettelyn, joka on otettava huomioon pelastuslaitosten suunnitelmissa.

3.4 Pelastustoimen keskeisen osaamisen määrittely kansainvälisen avun antamiseksi

Pelastustoiminta-apua ulkomaille annettaessa riskienhallinta on oleellinen osa toimintaa. Kohdemaan paikalliset olosuhteet on selvitettävä perusteellisesti ennen muodostelmien lähettämistä: Millainen maastotyyppi on kyseessä ja millaiset sääolosuhteet alueella vallitsevat? Kohdemaasta riippuen maasto ja olosuhteet voivat poiketa paljon Suomen olosuhteista. Apua tarvittaessaan kohdemaata antaa avunpyyntöjä, joissa oletetaan olevan myös taustatietoa vallitsevasta tilanteesta. Tietoihin on perehdyttävä huolellisesti ja tarvittaessa pyydettyä tarkennuksia esimerkiksi siihen, millaiset suojavarustukset lähetettävällä muodostelmalla on oltava vai tarjoaako apua vastaanottava maa varusteet. Varusteiden lisäksi on tiedusteltava, millainen kohdemaan kalusto on ja käyttääkö lähetettävä muodostelma sitä. On myös varmistettava, onko lähetettävän muodostelman kalusto yhteensopiva muodostelman kaluston kanssa.

Onnettomuustilanteissa on varauduttava toimimaan itsenäisesti. Lähetettävän muodostelman mukana on hyvä kulkea ainakin alkuvaiheen muonitus, vaihtovarusteet ja kalustoreservi. Resurssivarauksen suunnittelussa on tiedettävä, kuinka kauan lähetettävä muodostelma on kohdemaassa.

Maastopalojen hallintaan liittyvissä tehtävissä on selvitettävä ennalta, soveltuuko suomalaisen tekninen tai taktinen osaaminen kohdemaan tilanteisiin ja olosuhteisiin, eli voiko Suomi tarjota tehokasta asiantuntijuutta ja tehokasta apua sammutustoimintaan. On selvitettävä myös, ovatko Suomessa käytettävät tekniikat ja taktiikat yhdistettävissä paikallisiin malleihin vai opetellaanko toimimaan ainoastaan paikallisen tavan mukaan.

Suomesta lähetettävällä muodostelmalla on oltava myös toimintamalli tilanteesta oppimiseen. Toimenpiteitä, käskyjä, taktiikoita ja tekniikoita on syytä dokumentoida tarkasti ja säännöllisesti. Dokumentoinnissa on otettava huomioon myös, missä on onnistuttu ja missä on vielä kehitettävää. Tehtävän jälkeen kerätyt tiedot analysoidaan tarkasti ja niistä laaditaan raportti, jossa tuodaan esille, mitkä käytännöt olisivat otettavissa käyttöön myös kotimaassa.

3.5 Toimintamallit

Hankkeessa on tuotettu toimintamallien rungot eri kokoluokkien maastopaloihin. Maastopalotehtäviin on käytännössä mahdotonta luoda tyhjentäviä toimintaohjeita, sillä jokaisessa tehtävässä on paljon muuttuvia tekijöitä, kuten maastotyyppi tai sääolosuhteet. Hankkeessa tuotetuilla toimintamalleilla pelastuslaitoksille tarjotaan perusrunko, jonka kohtien huomioon ottaminen voi johtaa menestykselliseen maastopalojen sammuttamiseen. Toimintamallit ottavat kantaa johtamiseen, resursseihin, taktiikkaan ja huoltoon. Käsitellyt maastopalojen kokoluokat ovat enintään kahden hehtaarin palot, 10 hehtaarin palot, 50 hehtaarin palot sekä 100 hehtaarin ja sitä suuremmat palot. Vaikka ilmaston lämpenemisen johdosta suuret maastopalot ovat yleistymässä, pienempiäkin maastopaloja on syytä tarkastella. Pelastuslaitokset hoitavat edelleen pieniäkin, alle kahden hehtaarin kokoisia maastopaloja.

Laajempien maastopalojen tehokkaaseen hallintaan liittyy tänä päivänä merkittävästi UAS-toiminta eli dronetoiminta. Mikäli esitiedoissa käy ilmi, että palava alue on jo suuri tai että kuivat olosuhteet ja tuulinen sää mahdollistavat pienenkin palon nopean leviämisen, droneyksiköitä on tarkoituksenmukaista käyttää heti tilanteen alkuvaiheessa. Ilmatiedustelu yhdistettynä virka-apuna saatuun ilmasammutustoimintaan on tehokas tapa estää palon leviäminen.

3.5.1 0–2 hehtaarin maastopalot

Johtaminen hoidetaan päivittäistoiminnan resursseilla ja johtamisorganisaatiolla. Johtaminen on pääsääntöisesti ryhmänjohtamista tai joukkuetasoista johtamista. Tilannepaikan johtaja määrätään palopaikalle. Tilannepaikan johtamistoiminnan lisäksi tilannekuvaa kannattaa ylläpitää päivittäisellä johtamisorganisaatiolla. Tilannekuvaa muodostettaessa tulee huomioida sääolosuhteet, kohteen sijainti ja saavutettavuus sekä maastotyyppi ja sen muoto. Tilannekuvaa muodostetaan myös tiedustelutiedoilla: ilmoittajan antamilla tiedoilla ja muilla havainnoilla, RPAS-tiedustelulla, sähköisillä järjestelmillä ja yksiköiden havainnoilla. Johtaminen ja organisoiminen on huomioitava myös pelastuslaitosten välisessä yhteistyössä kuivien aikojen mahdollisesti aiheuttamien ruuhkien aikana.

Vasteen mukaiset kalusto- ja henkilöstöresurssit ovat yleensä riittävät. Resurssien riittävyyttä tarkasteltaessa on muistettava huomioida päällekkäisten tehtävien vaikutus. Tämän kokoluokan tehtävissä ei yleensä ole tarvetta vaihtohenkilöstölle.

Kohteen ilmatiedustelu hoidetaan organisaation omilla välineillä mutta huomioiden yhteistyö metsäpalojen tähystyslentojen kanssa ja muistaen muiden viranomaisten apu. Huolto on järjestettävissä omien yksiköiden tai organisaation kautta.

0–2 HEHTAARIN PALOJEN MINIMIVAHVUUS: 1+3+11

Kahden hehtaarin maastopalo vaatii riittävän tiedustelun alueella, että toiminta saadaan suunniteltua tehokkaaksi. Keskeisintä on, ryhdytäänkö sammuttamaan säiliövedellä vai hyödynnetäänkö luonnonvesilähteitä. Työskentely on yleensä turvallista kaikilla palon alueilla.

Palon sijainnilla on merkittävä vaikutus toimintaan. Maaston muotoja kannattaa hyödyntää palon rajauksessa. Palon hallitsemisessa toimii "kärki kiinni" -taktiikka, jota voi olla mahdollista toteuttaa myös kevyillä välineillä, kuten raivaustyökaluilla tai alkusammutuskeinoilla. Palon sijainti vaikuttaa oleellisesti myös vesihuoltojärjestelyiden suunnitteluun. Maastopaloissa hyödynnetään ehtymätöntä vesilähdettä, luonnonvesilähdettä, jos mahdollista.

Huolto enintään kahden hehtaarin maastopaloissa hoituu pääsääntöisesti päivittäistoiminnan mukaisesti. Toiminnan kestosta riippuen muona- ja juomahuolto voi kuitenkin olla tarpeen järjestää. Ruoka- ja juomahuollon lisäksi tehtävillä on huomioitava polttoainehuolto, sammutuslisäaineiden täydennykset ja akkulaitteiden latausmahdollisuudet.

3.5.2 10 hehtaarin maastopalot

10 hehtaarin kokoiset maastopalot luokitellaan suuriksi maastopaloiksi. Jos pelastuslaitoksella ei ole ympärivuorokautista johtokeskusta, se on miehitettävä heti palon alkuvaiheessa. Johtokeskus on toimintakykyinen silloin, kun johtokeskuksessa on riittävä henkilöstö toiminnan käynnistämiseen. Maastopalo paikalle perustetaan tilannepaikan johtokeskus, ja tilannepaikan johtajana toimii päällystöviranhaltija, esimerkiksi päivystävä palomestari. Johtovastuu siirretään johtokeskukseen, ja tilannepaikan johtaja tuottaa tarvittavaa tietoa tilannekuvan muodostamiseksi johtokeskukseen pelastustoiminnan johtajalle. Johtokeskus tukee tilannepaikan johtajaa tarvittavin toimin.

Tilannepaikan johtokeskuksen sijoituksessa tulee huomioida sen toimivuus ja tilanteen kehittyminen. Paikkaa valittaessa tulee myös huomioida muun muassa tulevien resurssien hallinta sekä varmistaa viestiyhteyksien toimivuus koko onnettomuustilanteen ajan.

10 HEHTAARIN PALOJEN MINIMIVAHVUUS: JOKE+3+6+18

10 hehtaarin maastopalossa vastesuunnittelun perusteena on pelastuskomppania. Alkuvaiheen resurssien pääpaino on tiedustelussa tilannekuvan muodostamiseksi. Alkuvaiheessa resurssit muodostuvat päivittäistoiminnan resursseista, RPAS-toiminnasta ja maastotiedustelusta.

Tiedustelun jälkeen taktiikan suunnittelussa huomioidaan vesihuolto ja lentosammutustoiminnan mahdollisuudet sekä valmistellaan puolustusvoimien virka-apua etupainotteisesti. Virka-avussa on huomioitava myös Rajavartiolaitos.

Kyvykkään maastosammutuskaluston kartoitus ja kaluston riittävyys tulee huomioida sammutustaktiikkaa mietittäessä. Ei pidä myöskään unohtaa metsänhoidollisten toimijoiden mahdollisia puitesopimuksia tai heidän kalustoaan, joka voi olla valmiiksi lähellä palopaikkaa. Muutkin urakoitsijat, kuten turveurakoitsijat, on hyvä kartoittaa jo alkuvaiheessa.

Tilanteen mukainen johtamis- ja sammutuskyvyn huomioiminen on hyvä aloittaa heti. Henkilöstöressurssien käytössä suunnitelmallisuus on tärkeää, että sammutustoiminnasta saadaan tehokasta ja henkilöstöä riittää koko sammutustoiminnan sekä johtamisen ajaksi. Mahdolliset yhteistyösopimukset naapuripelastuslaitosten kanssa muun muassa johtamisavun järjestämiseksi on huomioitava.

Vesihuollon järjestämiselle on määrättävä vastuuhenkilö. Hänen tulee huolehtia riittävästä vedenkuljetuskalustosta ja selvittää hyvissä ajoin lähialueen luonnonvesilähteet.

Sammutustoimintaan kehitetään jatkuvasti uusia innovaatioita, kuten erilaisia palonestoaineita. Jos näitä on käytössä, tuotteiden saatavuus tulee varmistaa varsinkin pitkäkestoisissa tilanteissa. Myös veden pehmentimien tarve voi kasvaa suureksi.

METSÄAMMATTILAISTEN JA LENTOSAMMUTUSTOIMINNAN KÄYTTÖ HUOMIOITAVA ETUPAINOTTEISESTI

Yksityisen puolen kalusto on syytä kartoittaa ja suunnitella sen mahdollinen käyttö. Henkilöstöressusseissa esimerkiksi Vapepan käyttö erilaisiin tukitehtäviin on huomioitava. Viestintään ja tiedotukseen on varattava riittävästi resursseja.

Yleinen maastopalon torjuntataktiikka skaalautuu hyvin palon koon mukaan. Erilaiset sähköiset karttamateriaalit maastotyypeistä, tiestöstä ja leviämisen ennusteista tukevat hyvin taktiikan suunnittelua, ja niitä onkin syytä käyttää tehokkaasti. Riittävä ennakkointi taktiikassa on tärkeää.

Huollolle on akuutti tarve jo muutaman tunnin sammutustoiminnan jälkeen. Huollon järjestämiseksi on nimitettävä vastuuhenkilö, joka suunnittelee ja toteuttaa sen. Tarvittaessa huollon järjestämiseen voi nimetä useamman vastuuhenkilön. Muonituksen, varusteiden ja muun henkilökohtaisen huollon järjestäminen on järjestyksessä ensimmäisiä toimenpiteitä. Ennakkosuunnittelussa on huomioitava muun muassa suurkeittiöt, palokuntanaiset ja ravintolayrittäjät. Huoltoon tarvitaan oma piste, jossa voi suorittaa vaate- ja paineilmalaittehuoltoa sekä ladata viestivälineiden ja päätelaitteiden akkuja säältä suojattuna.

Sammutusvesihuoltoon on nimettävä vastuuhenkilö, joka suunnittelee ja toteuttaa sammutusvesihuollon olemassa olevien suunnitelmien mukaan. Polttoaine-, sammutte- ja kalustonhuolto on myös oma vastuualueensa, jossa on huomioitava omien järjestelmien lisäksi muiden pelastuslaitosten apu, Puolustusvoimat ja öljy-yhtiöt.

3.5.3 50 hehtaarin maastopalot

50 hehtaarin maastopalo vaatii oman tilanne- ja johtamisorganisaationsa. Johtokeskukseen on nimettävä vähintään pelastustoiminnan johtaja sekä operaatio- ja tilanpäälliköt. Tilannepaikalla johtajana toimii päällystöviranhaltija. Tilannepaikalla toiminta on jaettu vastuualueisiin, ja jokaisella ryhmällä ja joukkueella on omat johtajansa. Tiedustelu muodostetaan omaksi vastuualueeksi laadukkaasti tilannekuvan ylläpidon toteutumiseksi.

Pelastustoiminnan johtajan on luotava suunnitelma onnettomuuden hallinnalle ja toiminnan jatkuvuudelle. Tilannekuvaa täytyy päivittää säännöllisesti ja pelastustoimintaa tekevän henkilöstön kiertojärjestelyt on järjestettävä pitkäaikaista toimintaa varten.

50 hehtaarin maastopalo vaatii todennäköisesti lähes kaikki pelastuslaitoksen henkilöstöresurssit ja merkittävän osan kalustosta. Todennäköisesti tarvitaan myös resursiapua yhteistyökumppaneilta ja naapuripelastuslaitoksilta. Etenkin henkilöstöllinen apu takaa toiminnan jatkuvuuden, mahdollistaa kiertojärjestelyt sekä keventää henkilöstön kuormitusta. Kalustollinen apu painottuu pumppu-, letku- ja maastoliikennekalustoon. Apuresursseja suunniteltaessa ja pyydetessä on huomioitava myös metsänhoidolliset toimijat, kone- tai maatalousyrittäjät.

50 HEHTAARIN PALOJEN MINIMIVAHVUUS: JOKE+4+8+24

50 hehtaarin kokoinen maastopalo vaatii tarkkaa tiedustelua ja suunnittelua tehokkaan ja järkevän torjunnan toteuttamiseksi. Tehokas tiedustelu ja UAS-toiminnan hyödyntäminen on käynnistettävä heti tilanteen alkuvaiheessa. 50 hehtaarin maastopalo ei ole tarkoituksenmukaista lähteä sammuttamaan suoraan ja tarpeettoman pitkiä letkuselvityksiä tehden. Paloaluetta rajattaessa ja palon leviämistä estettäessä lentosammutustoiminta on huomioitava etupainotteisesti, jolloin lähtökohtaisesti kavennetaan tai ohjataan palon kärkeä. Toiminnassa on hyödynnettävä maaston muotoja ja luonnollisia palokatkoja, luonnon vesilähteitä sekä vuorokaudenajan vaihtelua.

Huollon järjestelyt on käynnistettävä heti tilanteen alkuvaiheessa, ja niistä on muodostettava omat vastualueensa ainakin muona-, varuste- ja henkilökohtaiselle huollolle, vesihuollolle sekä polttoaine-, sammuteaine- ja kalustonhuollolle. Huolloissa kannattaa hyödyntää yhteistyötahoja, kuten öljy-yhtiöitä, vapaaehtoisjärjestöjä, palokuntanai-

sia, kaupallisia tahoja ja yrityksiä. Laajoissa ja pitkäkestoisissa tehtävissä on muistettava myös wc-toimintojen tarpeellisuus ja tarvittaessa tilattava tarkoituksenmukaiselta yritykseltä tilannepaikalle esimerkiksi bajamajoja.

3.5.4 100 hehtaarin ja sitä suuremmat maastopalot

Tämän kokoluokan maastopaloissa johtokeskuksen rooli kasvaa, ja esimerkiksi ilmoitusvelvollisuus sisäministeriön päivystäjälle nousee esiin. Etupainotteisuus korostuu sitä mukaa, mitä suuremmaksi maastopalo kasvaa. Muita pelastuslaitoksia ja viranomaisia on informoitava tilanteesta mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, niin että mahdolliseen avunpyyntöön voidaan varautua.

Johtokeskuksen johtamisvalmiuden ja toiminnan jatkuvuuden kannalta on varattava riittävästi resursseja ja laadittava työvuoroluettelo riittävän pitkälle ajanjaksolle. Pelastustoiminnan johtajan on huolehdittava myös alueensa muusta päivittäisestä toiminnasta. 100 hehtaarin maastopalo kuluttaa paljon resursseja, ja avunpyyntö onkin todennäköisen tarpeellinen jo tilanteen alkuvaiheessa.

Tilannekuvan muodostaminen ja ylläpitäminen vaativat sähköisen tilanapäiväkirjan ja muiden tietoteknisten järjestelmien rinnalle myös perinteisiä paperikarttoja sekä muisiinpanovälineitä mahdollisten tietoliikennehäiriöiden varalta.

Johtokeskustoiminnassa on huomioitava muiden viranomaisten ja asiantuntijoiden tarpeellisuus. Metsäalan ammattilaisen kutsuminen johtokeskukseen voi helpottaa taktisten suuntaviivojen laatimisessa. Metsäalan ammattilaisilla on yleensä hyvä tieto palavan alueen kasvillisuudesta ja maaston erityispiirteistä sekä vahva ammattitaito maaston lukemiseen. Tilannekuvan ajantasaisuuden takaamiseksi kannattaa hyödyntää muun muassa Ilmatieteen laitoksen asiantuntijoita ja heidän järjestelmiään, esimerkiksi satelliittihavainnointia.

VÄHINTÄÄN 100 HEHTAARIN PALOJEN MINIMIVAHVUUS: JOKE+8+16+48

Puolustusvoimien virka-avun tarve 100 hehtaarin maastopaloissa on todennäköinen. Resursseissa on varmistettava riittävä määrä henkilöstöä ja erikoiskalustoa, joissa on syytä huomioida Puolustusvoimien lisäksi Rajavartiolaitos, koneyrittäjät, oppilaitokset ja metsänhoidolliset toimijat sekä vapaaehtoisjärjestöt. Pitkäkestoisissa tilanteissa tulee todennäköisesti tarve pyytää apua muilta pelastuslaitoksilta. Myös kansainvälisen avun tarvetta on pohdittava ja suunniteltava.

Yleinen maastopalon torjuntataktiikka skaalautuu hyvin palon koon mukaan. Laajoissa tilanteissa on kuitenkin hyödynnettävä ilmatiedustelua ja lentosammutustoimintaa tehokkaasti jo palon varhaisessa vaiheessa. Taktiikan suunnittelua tukevat hyvin erilaiset tietokonemallit muun muassa maastotyypeistä, tiestöstä ja leviämisen ennustamisesta.

Kuten 50 hehtaarin maastopaloissa, myös tämän kokoluokan paloissa huollon järjestelyt on käynnistettävä heti tilanteen alkuvaiheessa ja niistä on muodostettava omia vastuualueita vastuuhenkilöineen. Huollossa on huomioitava muonitus, varusteet ja muu henkilökohtainen huolto, polttoainehuolto, vesihuolto, palonestoaineiden täydennykset ja kalustonhuolto sekä akkujen lataus. Henkilökohtaiseen huoltoon on varattava ilmakaariteltoja tai muita vastaavia suoja- ja wc-toiminnot. Pitkäkestoisissa tilanteissa tiestön kantavuus voi heikentyä, jolloin tiestölle on järjestettävä riittävä kunnossapito.

3.6 Sammuttajan varustus

Pelastusopisto on tuottanut tutkimuksen sammuttajan suojarusteista yhteistyössä Työterveyslaitoksen ja Helsingin Urheilulääkäriaseman kanssa. Kyseisen tutkimuksen tuloksia esitellään myös tässä hankkeessa. Pelastusopiston hankkeessa toteutettiin kolme tutkimusosiota, joista ensimmäisessä mitattiin lämpökuormitusta. Testihenkilöt käyttivät palopukua ja kolmea erilaista metsäpalopukua laboratorio-olosuhteissa. Toisessa osiossa tutkittiin hengitystiealtistumista metsänkulutuksissa toteutetuilla metsäpalon sammuttamisen simulaatiolla. Kolmannessa osiossa testihenkilöt käyttivät kahden edellisen osan tulosten perusteella parannettua suojausta. Kolmannessa osiossa tutkittiin lämpökuormittumista ja altistumista. Parannetulla suojaustasolla lämpökuormitusta ja ihoaltistusta saatiin vähennettyä jaloista 90 prosenttia ja rinnan sekä selän alueelta 70 prosenttia. (Pelastajan vyövälineet ja suojarusteet metsäpaloissa 2021)

Pelastusopiston tutkimustulosten perusteella maastopaloissa on suositeltu käytettäväksi EN 15614 -metsäpalopukua ja sen alla pitkähihaista ja -lahkeista alusasua. Varustussuosituksena on myös EN 16471/EN 16473 -kevyt pelastuskypärä, työkasineet ja EN15090 -palojalkineet. Hengitystiealtistumisen vähentämiseksi suositellaan puhallinvarusteista hengityksensuojainta, jossa on silmät suojaava maski ja tason A2B2E2K2-P3 yhdistelmäsuodatin. Lisäksi suositellaan hiilimonoksidi-ilmaisinta ja muistutetaan, että pelastajien huoltoon ja peseytymismahdollisuuksiin on kiinnitettävä huomiota. (Pelastajan vyövälineet ja suojarusteet metsäpaloissa 2021)

Seuraavassa on esimerkkejä suositelluista varusteista. Jokaista varustetta löytyy muiltakin kuin mainituilta valmistajilta, ja esimerkiksi teknisiä alusasuja on valtava valikoima muun muassa urheiluliikkeissä.

Metsäpaloasu: S-Gard Ranger 2.0, Texport Wildland, Rosenbauer THK D.

Pitkähihainen ja -lahkeinen tekninen alusu: Alaska Cooldry 180 g, Core Dry Baselayer set, Helly Hansen Comfort Light set.

Kevyt pelastuskypärä: Rosenbauer Heros Matrix, MSA F2 X-TREM, Dräger HPS 3500.

Palojalkine: Holik Rusava, Fire Fighter GORE II, Völkl Leutnant Pro.

Puhallinavusteinen hengityssuojain maskilla: Scott Proflow 2 SC 160 puhallin, Scott FM3 Promask, Multitask letku EPDM-vario tai MSA OptimAir 3000A, OptimAir Mask with Hose, OptiBelt Decon, MSA OPTIMAIR3000 ABEK TABTEC FILTER.

3.7 Alueellisten yhteistyötahojen kartoitus ja listaus

Maamme maapinta-alasta noin 75 prosenttia on metsää. Suomessa on myös paljon metsänhoidollisia toimijoita sekä metsiin liittyviä valtion viranomaisia ja yksityisiä yrittäjiä ja yhdistyksiä. Pääsääntöisesti metsänhoidollisilta toimijoilta on saatavissa asiantuntija-apua maastopalotilanteissa. Tarvittaessa toimijoilta saadaan myös erilaista kartta-aineistoa ja listauksia urakoitsijoista sekä maanomistajista.

Kainuussa tärkein yhteistyökumppani on Metsähallitus, joka on velvollinen antamaan asiantuntija-apua pelastuslaitokselle metsäpalojen torjunnassa ja jälkivartiointinnissa. Metsähallitukselta on saatavissa asiantuntija-apua esimerkiksi johtokeskukseen, ja siellä on ajantasaiset yhteystiedot palstoillaan työskentelevistä koneyrittäjistä, joiden kalustoa voidaan tarvittaessa hyödyntää sammutustöissä. Metsähallituksen tietojärjestelmistä saadaan myös palavan maastoalueen omistajatiedot. Kainuun alueella on myös Tornatorin ja UPM:n omistamia metsäalueita. Näillä toimijoilla ei ole omia sammutusryhmiä, mutta ne voivat toimittaa esimerkiksi jälkivartiointityötä koskevia yhteystietoja.

Myös **Jokilaaksoissa** saadaan tarvittaessa asiantuntija-apua Metsähallitukselta. Metsähallitus voi kartoittaa lisähenkilöstön ja ennallistamispoltoja varten varatun kaluston siirtämistä sammutus- tai rajoitustöihin. Niin ikään metsänhoitoyhdistyksiltä on saatavilla asiantuntija-apua. Yhdistysten kautta saadaan selvitettyä paikalliset metsurit ja koneyrittäjät sekä heidän yhteystietonsa muun muassa jälkivartioinnin järjestämiseen. Metsäyhtiöiltä on puolestaan saatavilla alueilla työskentelevien hakkuukoneiden tiedot ja mahdollisuus jälkivartioinnin järjestämiseen niiden omistamille alueille.

Pohjois-Karjalassa Metsähallituksella on käytettävissä ennallistamispoltoja ja kuluksia varten varattu kalusto ja mahdollisuus jälkivartioinnin järjestämiseen valtakunnallisen mallin mukaisesti. Metsähallitus, kuten myös Metsäkeskus, tarjoavat asiantuntija-apua. Metsänhoitoyhdistyksiltä on saatavilla asiantuntija-apua ja mahdollisuus jälkivartioinnin järjestämiseen. Metsäyhtiöillä, kuten UPM:llä ja Tornatorilla, on listaukset alueillaan työskentelevistä urakoitsijoista ja kalustosta. Nämä resurssit ovat hyödynnettävissä rajoitustyöhön ja jälkivartioinnin järjestämiseen. Pohjois-Karjalan Koneyrittäjillä on koneurakoitsijoiden yhteistietoja, ja Riveria Valtimolta saadaan tarvittaessa oppilaitoksen metsäkonekalustoa.

Lapissa tärkein metsänhoidollinen yhteistyötoimija on Metsähallitus. Kesän aikana Metsähallituksella on Lapissa noin 30 metsuria ja muita metsäammattilaisia, joita voidaan käyttää sammutus- ja jälkisammutustöihin sekä asiantuntijatehtävissä. Metsähallituksen kalusto on suunnattu ennallistamispoltojen suorittamiseen. Metsähallitukselta saadaan tarvittaessa ajantasaiset yhteystiedot koneyrittäjistä ja urakoitsijoista sekä maanomistajista. Asiantuntija-apua on saatavissa myös Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitolta, Metsäkeskuksesta, Maanmittauslaitokselta ja alan yrityksiltä, kuten Pohjoinen Disain Oy:ltä.

Etelä-Savossa Metsähallituksella ei ole omaa henkilöstöä tai kalustoa. Koneyrittäjät saadaan selville pelastuslaitoksen tekemän urakointisopimuksen kautta, ja jälkivartiointista vastaava taho tavoitetaan päivystysnumerosta. Metsäkeskuksesta on puolestaan saatavilla metsätoimijoiden, urakoitsijoiden ja metsurien sekä maanomistajien yhteystiedot, ja se tarjoaa muutakin asiantuntija-apua tarvittaessa. Metsäyhtiöillä, kuten Tornatorilla tai UPM:llä, on käytettävissä jälkivartiointiin soveltuvaa kalustoa.

Myös **Oulu-Koillismaalla** Metsähallitus on suurin yhteistyötaho, ja sieltä saatava apu on vastaavanlainen kuin muillakin edellä kuvatuilla alueilla. Metsäkeskuksesta, metsänhoitoyhdistyksiltä ja metsäyhtiöiltä, kuten Stora Ensolta ja Metsäliitolta, on saatavissa pääasiassa asiantuntija-apua ja maanomistajien yhteystietoja. Koneurakoitsijoiden liiton kautta on mahdollista saada alueen koneyrittäjien yhteystiedot. Koulutus-
kuntayhtymä OSAO:n Taivalkosken metsäoppilaitoksella on paljon raskasta koneka-

lustoa, jota voi olla järkevää hyödyntää maastopalotilanteissa. Edellä mainittujen lisäksi esimerkiksi turvetuottajilta, maataloilta ja kuljetusyryyksiltä on saatavilla sammustusperäkärriä ja muuta säiliökalustoa.

3.8 HNS-toimintamalli maastopalotilanteita varten

Suurissa ja pitkäkestoisissa maastopalotilanteissa voidaan joutua turvautumaan oman pelastustoimialueen ulkopuoliseen materiaaliapuun, pelastusmuodostelma-apuun ja/tai asiantuntija-apuun. Vastaanotettava apu voi olla muiden pelastuslaitosten tarjoama tai jopa kansainvälistä apua. Pelastuslaitosten ylläpitämä Host Nation Support (HNS) -järjestelmä on luotu saapuvan avun vastaanottamista ja tilapäistä sijoittamista varten. Varsinais-Suomen pelastuslaitos on luonut Host Nation Support -toimintaohjeen, jota voidaan soveltaa myös metsäpalotilanteisiin. (Mattila 2021)

Laajassa metsäpalotilanteessa käytännön johtamistoiminta noudattaa pelastuslaitosten toiminta-alueilla niitä periaatteita ja rakenteita, jotka on suunniteltu ja harjoiteltu kullakin alueella etukäteen. Kansainvälisten toimijoiden tuleminen mukaan toimintaan on huomioitava pelastustoimialueen omissa suunnitelmissa. (Kansainvälisen avun vastaanottojärjestelyt luonnon ja ihmisen aiheuttamissa suuronnettomuustilanteissa Suomessa 2015)

Suurissa metsäpalotilanteissa saapuvia resursseja varten perustetaan tarvittaessa vastaanotto- ja lähettämiskeskus (RDC). Keskuksiksi soveltuvat esimerkiksi lentokentät tai satamat. Vastaanotto- ja lähettämiskeskus hoitaa yhteydenpidon maahantuloon liittyviin viranomaisiin, kuten Tulliin tai Rajavartiolaitokseen. Metsäpalotilanteessa vastaanotto- ja lähettämiskeskus selvittää saapuvien resurssien osalta muun muassa seuraavat asiat:

- saapuvat henkilö- ja muut resurssit
- saapuvan henkilöstön valmiudet
- saapuvan kaluston soveltuvuuden paikalliseen toimintaan
- saapuvien resurssien tukitarpeet.

Saapuvia resursseja varten isossa metsäpalotilanteessa on tarkoituksenmukaista perustaa perusleiri (Base of Operations, BoO) Varsinais-Suomen pelastuslaitoksen HNS-toimintaohjeen mukaisesti. Leiri toimii kansainvälisten muodostelmien majoitus-, koordinaatio- ja huoltokeskuksena. Jokaisen pelastuslaitoksen tulee omissa HNS-

suunnitelmissaan määrittää valmiiksi sopivat paikat perusleirin perustamiselle toiminta-alueellaan. Metsäpalotilanteessa perusleirin sijoituksessa tulee huomioida paloalueen sijainti: perusleiri on syytä sijoittaa turvallisen välimatkan päähän paloalueesta mutta kuitenkin siten, että leirin ja toiminta-alueen välinen etäisyys on logistisesti järkevä. Perusleirin perustamisessa tai muussa joukkojen majoittamisessa voidaan hyödyntää esimerkiksi kuntien evakuoitikeskuksia, jotka on etukäteen suunniteltu tilapäiseen majoituskäyttöön.

Metsäpalotilanteessa on syytä huomioida perusleirin osalta muun muassa seuraavat asiat:

- perusleirin sijainti suhteessa toiminta-alueeseen
- riittävä majoituskapasiteetti
- ruokahuollon järjestäminen
- vesihuolto
- sähköhuolto ja IT-tuki
- jätehuolto ja peseytymismahdollisuudet.

HNS-resurssien osana logistiikka järjestetään isäntäpelastuslaitoksen työnä. Vastaanotto- ja lähettämiskeskus toimittaa tiedot saapuvan resurssin logistisista tukitarpeista, kuten polttoaineen ja kuljetuskaluston tarpeesta. Metsäpalotilanteessa logistiikan merkitys korostuu usein pitkien välimatkojen ja haasteellisten kulkuyhteyksien vuoksi. Logistiikka huolehtii muun muassa seuraavista asioista:

- polttoainehuolto
- muu logistinen huolto, kuten vararenkaat
- riittävä määrä ajoneuvoja henkilö- ja huoltokuljetukseen sekä maastossa liikkumiseen
- opastukset toiminta-alueella, esimerkiksi jaettava kartta-materiaali ja tienvarsiopastukset tarvittavine käännöksineen.

HNS-resurssien support- eli tukitoiminta pitää sisällään muut työskentelyyn ja hyvinvointiin liittyvät tukitarpeet. Metsäpalotilanteessa support-toiminnassa on huomioitava ainakin seuraavat asiat:

- viestiliikenteen yhteensovittaminen
- muonitus- ja huollon organisointi
- metsäpaloa soveltuva suojarustus

- kaluston ja varusteiden huoltomahdollisuus
- tulkkauspalveluiden tarve
- työvuorosuunnittelu ja terveydenhuolto.

Suurissa metsäpalotilanteissa voidaan joutua harkitsemaan myös kansainvälisen lentosammutusavun pyytämistä. Lentosammutusavun pyytäminen ulkomailta käynnistää prosessin, jossa on otettava huomioon muun muassa seuraavat asiat: mikä lentokenttä ottaa vastaan avun sekä maahantuloon liittyvät rajamuodollisuudet, Base of Operations -lentokentän tarve ja sijainti, ilma-alusten huollot, tarvittavat ilmatilan sulkemiset sekä ilma-alusten toiminta-ajat. Koska tässä hankkeessa keskitytään lähinnä metsäpalojen maasammuttamiseen, kansainvälistä lentosammutustoimintaa ei tarkastella tässä yhteydessä yksityiskohtaisemmin.

3.9 Erikoiskalusto

Erikoiskalustoa on tarkasteltu hankkeessa laajalla otannalla. Listauksessa on huomioitu erilaista olemassa olevaa pumppukalustoa ja peräkäräkalustoa, ja esiin on tuotu myös kalustoa, jota pelastuslaitoksilla ei ole (esim. maansiirtokalusto).

3.9.1 Suurtehopumput

Markkinoilla on erilaisia suurtehopumppuja erilaisine suorituskykyineen. Parhaimmillaan suurtehopumput ovat puhtaan luonnonvesilähteen äärellä tuottaessaan sammutusvettä paloalueelle. Mallista riippuen suurtehopumpuilla voidaan siirtää vettä jopa 600 m³/h. Vettä voidaan siirtää pumpulla jopa 1 000 metrin päähän loppupaineen ollessa kolme baria. Kun suurtehopumppu yhdistetään esimerkiksi tulvapumppuihin, vedentuotto kasvaa. Esimerkiksi HydroSub250 yhdistettynä HydroSub150 -pumppuun tuottaa jopa 3 000 m³/h. (HydroSub 2021)

Suurtehopumppuja on toimivissa kompakteissa konttiratkaisuissa, joita kuljetetaan koukkulavalaitteella. Maastopalojen näkökulmasta nämä eivät kuitenkaan ole välttämättä toimivia, sillä pumpun sijoituspaikka voi olla vaikeassakin maastossa. Mikäli paloalue on suhteellisen lähellä järven rantaa, missä on tukeva ja kestävä pohja pumpulle, koukkulavaratkaisut voivat olla tehokkaita. Sen sijaan peräkäräratkaisut ovat usein maastopalojen kannalta käytännöllisimpiä ratkaisuja. Suurtehopumppujen osalta on kuitenkin huomioitava, että maastopalon alkutilanteessa, kun palon leviämistä ollaan estämässä, kokonaisvesimäärä ei ole ratkaisevin tekijä. Alkutilanteessa

riittää, että vettä on riittävästi palon etenemisen estämiseksi. Palaneen alueen lopullinen sammuttaminen sen sijaan vaatii suuren määrän vettä, mihin suurtehopumppujen käyttö voi olla toimiva ratkaisu.

3.9.2 Metsäkonesammutusvesijärjestelmä

Metsäkonesammutusvesijärjestelmällä tarkoitetaan metsätraktoria, joka on varustettu 10 m³:n vesisäiliöllä ja sammutuslaitteistolla. Sammutuslaitteisto koostuu palopumpusta, säiliön taakse tai päälle sijoitetusta kauko-ohjatusta vesitykistä sekä erilaisista letkuliitinyhteyksistä. Laitteistolla on myös kyky omatoimiseen säiliön täyttämiseen esimerkiksi luonnonvesilähteestä. Sammutuslaitteisto ottaa käyttövoimansa metsätraktorin hydrauliiikasta ja sähköjärjestelmästä. Sammutusvesisäiliöön voidaan lisätä vedenpehmentintä tai viskositeetiltaan lähellä veden viskositeettia olevaa palonestoainetta, jolloin sammutusteho lisääntyy huomattavasti.

Metsäkonesammutusvesijärjestelmä pystyy rajaamaan palon leviämistä tehokkaasti, ja järjestelmä on käytännössä osoittautunut erittäin toimivaksi myös jälkisammutustyössä. Metsäkoneen kuormaimessa olevalla energiahakkuupäällä voidaan raivata enintään 250 millimetriä halkaisijaltaan olevaa puustoa. Metsäkonesammutusvesijärjestelmä todettiin hankkeen pilottipäivillä monikäyttöiseksi. Järjestelmää voidaan hyödyntää runkolinjan selvittämiseen, kun muistetaan huolehtia kuljettajan ja sammuttajan välisestä yhteydestä. Järjestelmään on myös kehitteillä yksikön taakse sijoitettava kastelulaite, jota suunnitellaan käytettäväksi palonestoaineen levittämiseen palokujaa tehtäessä.

Etelä-Savon pelastuslaitoksen hankkimilla kahdella metsäkonesammutusvesijärjestelmällä tehtiin kenttätestejä Etelä-Savon Koulutuskuntayhtymän harjoitusalueella Mikkelissä 10.6.2021. Ensimmäisessä testissä käytettiin molempia sammutussäiliöitä, jotka operoivat itsenäisesti harjoitusalueella. Testissä mitattiin aikaa, joka kului säiliön täyttämiseen säiliön omalla täyttöpumpulla luonnonvesilähteestä (noin 6 minuuttia) ja säiliön tyhjenemiseen sammutuksen aikana (noin 9 minuuttia). Siirtymämatka ”kohteesta” vesilähteelle oli noin 200 metriä, ja tähän kului aikaa noin kahdeksan minuuttia maaston ollessa hidaskulkuista metsikköä. ”Sammutus” suoritettiin vesitykillä sumusuihkulla, jonka suihkukulma oli noin 20 astetta ja pumpun paine noin kahdeksan baria. Yhdellä säiliöllä saatiin kasteltua 250 m x 20 m:n kokoinen alue (puoli hehtaaria). Metsäkone ja perässä kulkeva sammuttaja etenivät kävelynopeudella. Erikseen kehitettiin vielä säiliön täyttöä säiliöautosta, ja tähän kului aikaa noin neljä minuuttia.

Metsäkoneen ja sammutussäiliön käyttämistä runkolinjan selvittämiseen testattiin uudemmalla säiliöversiolla (Mörkö 2). Tässä mallissa säiliön muoto antoi mahdollisuuden letkukehikkojen sijoittamiseen säiliön päälle. Tilaan saatiin mahtumaan 15 pääjohtokehikkoa, jolloin runkolinjaa saataisiin tarvittaessa levitettyä 600 metriä. Testaajien palautteen mukaan pääjohdon levitys onnistui hyvin, kun huomioitiin ajokoneen nopeus. Koneen vauhdin on oltava riittävän hidas, että sammuttaja ehtii purkaa kehikoita ja liittää letkuja yhteen. Tällä tavalla vähennettiin sammuttajan kuormitusta huomattava määrä verrattuna perinteiseen jalkaisin suoritettavaan levittämiseen.

Viimeisenä päivän testattiin säiliön käyttöä palonestoaineen levittämiseen. Kokeilussa oli kolme erikokoista ruostumattomasta teräksestä valmistettua putkea, joihin oli tiettyin välimatkoin porattu reiät. Putki asennettiin säiliöön liinojen avulla, ja palonestoaine valui siitä ulos omalla painollaan. Testissä ei kuitenkaan päästy optimaaliseen tulokseen, koska ainetta valui liian paljon neliometriä kohden, joten tuotekehitys jatkuu vielä tältä osin.

Kuva 4. Etelä-Savon pelastuslaitoksen Mörkö 1 (kuva: Joni Mänttari).



Kuva 5. Etelä-Savon pelastuslaitoksen Mörkö 2 (kuva: Joni Mänttari).



3.9.3 Peräkärri-moduuliratkaisu

Yhtenä kehittämistoimena hankkeessa pohdittiin peräkärri-moduuliratkaisua. Kyseessä olisi kokonaispainoltaan 3 500 kilogramman alustaisella peräkärriellä siirrettävä kalustomoduli. Moduuli olisi irroitettavissa peräkärriestä ja siirrettävissä esimerkiksi helikopterilla vaikeaan maastoon. Moduulin varustus voisi sisältää esimerkiksi mönkijän, mönkijän karrin, muovisäiliön, ruiskukalustoa, letkukalustoa ja raivauskalustoa. Moduulin koko on 5 x 2 metriä. Monikäyttöisyyden näkökulmasta moduuli voisi sisältää järeän pumpun, jota voi hyödyntää niin maastopaloissa kuin esimerkiksi tulvatilanteissa. Irrotettavan moduulin etu on myös, että talviaikana sen saa siirrettyä varastoon, jolloin peräkärri vapautuu muuhun käyttöön.

3.9.4 Palonestoaineet

Maastopalojen tehokkaaseen sammuttamiseen on kehitelty erilaisia palonestoaineita. Palonestoaineilla voidaan tehostaa sammutusvaikutusta tai niillä voidaan tehdä palokatkoja palon leviämisen estämiseksi. Saatavilla on täysin ympäristöystävällisiä palonestoaineita, jotka eivät aiheuta vahinkoa maastolle, ihmisille tai eläimille. Myös kalusto säästyy vahingoilta.

Palonestoaineita voidaan käyttää tehosteena perinteisissä sammutustehtävissä. Niitä voidaan sekoittaa paloautojen vesisäiliöihin ja levittää vesitykillä tai suihkuputkella paloalueelle tai sen reunoihin. Palonestoaineita voi niin ikään lisätä helikoptereiden vesisäkkeihin. Esimerkiksi Kalajoen metsäpalossa kokeiltiin ForExt-kemikaalia Etelä-Savon pelastuslaitoksen Mörkö-yksiköllä, joka pystyi tekemään noin 100 metrin palokatkon kerralla. Palonestoaineella käsitelty alue ei syttynyt uudestaan palamaan. Palonestoaineita ovat muun muassa PRO ForExt ja Xpyro.

3.9.5 Lietelantasäiliöiden hyötykäyttö maastopalojen sammutukseen

Lietevaunujen hyödyntäminen vedenkuljetuksessa mahdollistaa vedenkuljetuskapasiteetin kasvattamisen suurissa metsäpaloissa. Kalusto on vedettävissä tieliikennetaktoreilla, jolloin niiden käytössä ei ole ajonopeusesteitä. Osalla urakoitsijoista on lieteretkkoja, joilla siirrettävä vesimäärä suurenee entisestään. Haasteena lieteperävau-
nujen nopealle hyödyntämiselle on liitinyhteyden moninaisuus, koska käytössä ei ole mitään vakiostandardia. Säiliöiden hyödyntäminen voikin vaatia muunnosliittimien käyttöä.

Lietevaunut voivat sisältää hydraulikäyttöisen pumpun, jolla voidaan siirtää suuria määriä vettä, vaikka paineen tuotto ei olekaan iso. Kalusto soveltuisi hyvin esimerkiksi vedenkuljetukseen luonnonvesilähteestä palopaikalle tai rajoituslinjojen kasteluun.

3.9.6 Maansiirtokalusto

Tehokasta maansiirtokalustoa hyödynnetään metsäpaloissa rajoituslinjojen teossa ja paloalueen raivaamisessa. Kaluston saatavuus, laatu ja määrä on syytä kartoittaa etukäteen valmiiksi. Telakaivinkoneella pystytään työskentelemään pyöräkaivinkonetta tehokkaammin vaikeissa maastoissa, kuten pehmeällä ja suopohjaisella maa-
alueella. Maansiirtokalusto tulee hälyttää kohteeseen riittävän etupainotteisesti, ja pa-
lon koosta riippuen sitä on saatava paikalle riittävästi. Viivettä voivat aiheuttaa muun
muassa ammattitaitoisen kuljettajan ja sopivan kuljetuskaluston saaminen sekä siirty-
mämatka. Varsinaisessa raivaustyössä maansiirtokaluston kuljettajia tulee ohjeistaa
riittävän selkeästi siitä, mitä heiltä odotetaan. Lisäksi mahdolliset tilanteesta aiheutu-
vat työturvallisuusriskit tulee käydä läpi kuljettajien kanssa ennen työhön ryhtymistä.

3.9.7 Polttoaineperäkärri

Polttoainehuollon järjestäminen maastopaloissa tulee ajankohtaiseksi yllättävän pian. Kalusto on sidottu sammutustoimintaan, eikä sitä välttämättä päästä tankkaamaan normaaliin tapaan jakeluasemilta. Polttoainehuoltoon onkin kiinnitettävä huomiota jo varhaisessa vaiheessa, ja se on hyvä määritellä yhdeksi vastuualueeksi.

Moottorikäyttöisen irtopumppukaluston polttoaineena on yleensä bensiini. Polttoainehuollossa tulee ottaa huomioon bensiinin syttymisherkyys sekä bensiinin varastoinnista ja säilytyksestä annetut ohjeet ja määräykset. Yleensä irtopumppujen polttoaine toimitetaan 10–25 litran polttoainekannistereilla, jolloin kuljetukseen voi käyttää esimerkiksi mönkijäkalustoa.

Pelastusajoneuvojen polttoainehuoltoon soveltuisivat paremmin siirrettävät polttoainesäiliöt tai polttoaineen kuljetukseen suunnitellut ja valmistetut polttoaineperävaunut. Polttoaineen kuljetuksissa on huomioitava niin sanotut kuljetusten vapaarajat. Alle 1000 litran dieselin tai polttoaineen kuljetuksia voi tehdä ilman vaarallisen aineen kuljetuslupaa. Tähän määrään ei lasketa mukaan kuljetusajoneuvon tai työkonen kiinteässä polttoainetankissa olevaa polttoaineen määrää. Bensiinillä vastaava vapaaraja kuljetuksille on 333 litraa. Polttoainekuljetuksissa on huomioitava kulloinkin voimassa olevat kuljetuksille ja kuljetussäiliöille sekä niiden merkinnöille annetut määräykset. Määräykset koskevat niin siirrettäviä polttoainesäiliöitä kuin polttoaineperävaunujakin.

Polttoaineperävaunut ja siirrettävät polttoainesäiliöt voidaan varustaa omilla siirtopumpuilla. Useimpiin säiliömalleihin saa lisävarusteena muun muassa täyttöyhteen säiliöautotoimituksia varten sekä valmiuden liittää säiliö suoraan esimerkiksi varavoimageraattoriin. Pitkäkestoisissa maastopaloissa voi olla perusteltua järjestää polttoainekuljetukset kansallisten öljy-yhtiöiden kautta ja niiden kuljetuskalustoilla.

3.9.8 UAS

Alkuvaiheen tilannekuvan muodostaminen etenkin suurissa maastopaloissa on erittäin tärkeää. Kuivassa ja tuulisessa olosuhteessa maastopalo voi edetä kilometrien päähän muutamassa tunnissa. Drone-kalusto on todettu hyödylliseksi resurssiksi pelastustoiminnassa, ja se voi hyvinkin olla palokuntien peruskalustoa tulevaisuudessa. Droneilla eli nelikoptereilla ilmatiedustelu voidaan tehdä nopeasti heti tilanteen alkuvaiheessa.

Nelikopterien käyttö on yleistynyt viime vuosina paljon niin ammattilais- kuin yksityiskäytössä. Näin ollen myös valmistajia ja mallejakin on paljon. Pelastustoiminnan käyttöön soveltuva on esimerkiksi Mavic 2 Enterprise Advanced -malli, jossa on tavallinen optinen kamera ja lämpökamera. Kyseisen nelikopterin yhtenä ominaisuutena on lähittää kahden kameran kuvat päällekkäin. Sillä voidaan työskennellä 10 pakkasasteesta 40 lämpöasteeseen, ja sen lentoaika on noin puoli tuntia.

3.9.9 Mönkijäperäkärärratkaisut

Mönkijä on hyödyllinen ja jopa välttämätön ajoneuvo maastopalotilanteissa. Mönkijöiden yhteyteen on suunniteltu erilaisia sammutusperäkärärratkaisuja. Näihin ei kuitenkaan ole yhtenäistä valtakunnallista linjaa, vaan niitä rakennetaan, testataan ja pilotoidaan alueellisten tarpeiden ja mieltymysten mukaan. Seuraavassa esitellään joitakin erilaisia ratkaisuja.

Mönkijän peräkärärryyn on mahdollista asentaa kompakti sammutusmoduuli, joka sisältää 200 litran muovisäiliön, pienen pumpun ja letkukelan. Moduuli on irrotettavissa peräkärärrystä kokonaisuutena.

Kuva 6. Sammutusperäkärärry asema 10 (kuva: Etelä-Pohjanmaan pelastuslaitos).



Peräkärärryyn voi laittaa myös kaksi 200 litran muovisäiliötä, joiden päälle sijoitetaan pieni pumppu, jolla vesi on siirrettävissä esimerkiksi yhden tuuman letkuun.

Peräkärriihin pystytään valmistamaan 700 litran ruostumattomasta teräksestä tehty vesisäiliö, jonka painopiste on mahdollista saada matalaksi. Säiliön yläpuolelle tehty noin 25 senttimetriä korkea laita mahdollistaa vedenkuljetuksen lisäksi sammutuskaluston kuljettamisen samaan aikaan. Peräkärriyssä on lisäksi pieni pumppu ja 30 metrin pikapaloletkukela.

Kuva 7. Sammutuskärri Oulu-Koillismaa (kuva: Oulu-Koillismaan pelastuslaitos).



3.9.10 Vuotavat letkut

Uusi ja edullinen tapa tehdä miehittämätön rajoituslinja on käyttää itsetehtyjä vuotavia letkuja. Vuotava letkulinja selvitetään palorintaman etupuolelle ja etenkin tuulen alapuolelle, missä työskentely on savunmuodostuksen johdosta hankalaa. Letkulinja on miehittämätön rajoituslinja, joka pysäyttää maapalon etenemisen muutaman minuutin päästä kastelun aloittamisesta. Vuotava letku on helppo tehdä itse. Käytöstä poistettuun työletkuun tehdään reikiä kuumennetulla noin viisi senttimetriä pitkällä hakeneualla polttamalla. Reikien tekoa helpottaa, jos letku täytetään paineilmalla, koska vedellä täytettyyn letkuun ei neulan jäähtyessä tule hyviä reikiä. Reikiä tehdään letkun

kolmelle sivulle noin 80 senttimetrin välein. Tällä reikäkoolla ja -välillä saadaan mitausten perusteella kattavin sumusuihku letkulinjan kohdalle. Sumusuihkun halkaisija on noin 120 senttimetriä, ja edellä kuvatulla tavalla tehdyn letkun vedenkulutus on noin 37 litraa minuutissa.

Kuva 8. Vuotava letku (kuva: Joni Mänttari).



3.9.11 Kesla

Kesla on vuonna 2021 kehittänyt maatalousperävaunuun asennettavan 10 kuutiometrin vesisäiliön. Vesisäiliön voi hankkia lisävarusteena perävaunuun. Perävaunu koostuu jatkettavasta ja vahvasta KESLA 326T -kuormaajasta ja 144ND perävaunu 14 tonnin nettokantavuudella. Säiliössä on imupumppu, jolla sen täyttää kymmenessä minuutissa. Lisäksi siinä on painepumppu, jonka avulla sammutusvesi siirretään säiliön päällä olevaan vesitykkiin, jonka vedenkulutus on 330 litraa minuutissa, tai kourassa olevaan suihkutupkeen, jonka vedenkulutus on 190 litraa minuutissa.

3.9.12 Konttikalusto

Maastopaloissa voi olla tarpeen käyttää erilaista konttikalustoa. Pelastuslaitoksilla on erilaisia konttiratkaisuja, kuten metsäpalokontti, vesihuoltokontti tai johtokontti. Konttikaluston varusteisiin ei ole yhtenäistä linjaa, ja pelastuslaitokset ovat koonneet niitä omien mieltymystensä ja alueellisten tarpeidensa mukaan. Seuraavassa esitellään esimerkkejä Jokilaaksoista, Lapista ja Pohjois-Karjalasta.

Jokilaaksoissa metsäpalokontti on kuusimetrisen merikontti vaihtolavakiskoilla. Kontissa on muun muassa 800–960 metriä letkukalustoa (halkaisijaltaan 42 mm:stä 110 mm:iin), oksa- ja jakoliittimiä 10–25 kappaletta, suihkuputkia, lapioita ja ämpäreitä, polttoainetta, neljä moottoriruiskua sekä kolme mönkijän kärryä ja veden pehmentä. Mönkijäkärryt on pakattu valmiiksi letkujen ajoselvitystä varten. Kontti sisältää myös henkilökohtaisia suojarusteita, kuten hengityssuojaimia, suojalaseja ja kevyitä metsäpalopukuja.

Lapin pelastuslaitoksella on 12-metrinen vaihtolava-alustainen merikontti kalustettuna metsäpalokontiksi. Konttia voidaan käyttää omavaraisena huoltokonttina, koska se sisältää aggregaatin, jolla sen sähköjärjestelmään voidaan tuottaa virtaa. Näin mahdollistetaan ruoan valmistus ja kaluston lataus. Kontissa sijaitsevassa huoltotilassa on myös majoitusvalmius. Kontissa on noin 2 500 metriä letkukalustoa (halkaisijaltaan 25 mm:stä 76 mm:iin), järeitä sadettimia, polttoainetta ja muuta armatuurikalustoa sekä kaksi kellupumppua. Pumppukalustoa käytetään pääsääntöisesti pelastusyksiköistä. Järeämpi vesihuolto järjestetään toiselle vaihtolavalle sijoitetulla hydraulisella tuottavalla voimayksiköllä, johon on liitettävissä 5 000 litraa minuutissa kymmenen barin paineella vettä tuottava pumppu tai 18 000 litraa minuutissa neljän barin paineella tuottava pumppu. Näihin saadaan tehtyä 600 metrin mittainen runkolinja 150 millimetrin halkaisijan letkulla.

Pohjois-Karjalan Pelastuslaitoksella on kolme konttiratkaisua, joita hyödynnetään maastopaloissa. Vesihuoltokontissa on kolme moottoriruiskua, joiden vedentuotot ovat 800, 1 200 ja 1 500 litraa minuutissa. Kontissa on 110 millimetriä halkaisijaltaan olevaa letkua noin 540 metriä ja 76 millimetriä halkaisijaltaan olevaa letkua 100 metriä. Kontti sisältää myös mönkijän. Metsäpalokalustokontissa on puolestaan neljä moottoriruiskua, joista kahden vedentuotto on 500 litraa minuutissa ja kahden 1 000 litraa minuutissa. Moottoriruiskujen lisäksi kontissa on kellupumppu sekä letku- ja armatuurikalustoa. Metsäpaloihin on suunniteltu metsäpalosammutuskontti, joka sisältää 2 500 litran vesisäiliön ja 1 000 litraa minuutissa tuottavan moottoriruiskun. Kontissa on myös rikkikalustoa: 400 litraa minuutissa tuottava rinkassa kulkeva moottoriruisku, letku- ja armatuurikalustorinkkoja, raivauskalustoa sekä vuotavia letkuja.

4 Johtopäätökset

Hankkeen tuotosten toivotaan antavan ajatuksia ja ideoita toiminnan ja työturvallisuuden kehittämiseksi. Hankkeessa luotiin laaja katsaus maastopaloihin toimintaympäristön kehittymisestä ja toimintamalleista aina erikoiskalustoon asti. Hankkeessa onnistuttiin tekemään selvitystyötä, jonka tuloksista on hyötyä kansallisella tasolla.

Lämpökuormittumisen ja altistumisen vähentämiseksi olisi hyvä noudattaa Pelastusopiston hankkeessa esitettyjä suosituksia sammuttajan varustuksesta. Kevyemmällä maastopalopuvulla ja moottoriavusteisella hengityksensuojaimella työskentely maastopaloissa olisi nykyistä kevyempää ja turvallisempaa.

Metsäkonesammutusvesijärjestelmät todettiin pilotoinnissa tehokkaiksi, käytännöllisiksi ja monikäyttöisiksi. Samoja havaintoja on tehty käytännön tehtävissäkin, muun muassa Suursuon palossa Etelä-Karjalassa ja Kalajoen palossa Jokilaaksoissa. Tietävästi metsäkonesammutusvesijärjestelmiä on Suomessa kaksi, molemmat Etelä-Savossa. Toivottavaa olisi, että vastaavia resursseja hankittaisiin muillekin pelastuslaitoksille. Hyvässä yhteistyössä metsänhoidollisten toimijoiden tai alan oppilaitosten kanssa kustannukset jäisivät kohtuullisiksi.

Suomessa ei ole maastopaloihin suunnattuun erikoiskalustoon vakioitua standardia. Pelastuslaitokset ovat alueellisesti suunnitelleet ja kehittäneet omien alueiden tarpeiden pohjalta muun muassa konttikalustoa ja mönkijäperäkärärratkaisuja. Tällaiset erityisresurssit olisivat varmasti käyttökelpoisia myös kansallisesti. Laajoja metsäpalotilanteita varten pelastusalalla on tarve kansalliselle kalustolistaukselle, josta apua tarvitseva pelastuslaitos näkisi, minkälaista erikoiskalustoa milläkin pelastuslaitoksella on tarjota. Kun kalusto kuvataan tarkasti kansalliseen kalustolistaukseen, se toimii myös tehokkaana ideapankkina. Kansallisen listauksen pohjalta on myös mahdollista paikantaa alueita, joilla metsäpalokalusto on puutteellista.

Myös maastopaloihin liittyvän koulutuksen kehittämiseksi on tarvetta. Pelastuslaitoksilla voi olla vahvaa osaamista, mutta sen taso voi olla vaihtelevaa. Hankkeen resurssit ja aikataulu eivät kuitenkaan riittäneet tutkimaan osaamista tai kehittämään koulutusjärjestelmää. Osaamisen tasoa olisi järkevää tutkia esimerkiksi kyselytutkimuksilla, joilla saataisiin selvitettyä, mitä maastopaloihin liittyvää koulutusta pelastusalalla kaivataan. Hankkeessa esitetty moduuliratkaisu on yksi ehdotus koulutusjärjestelmän kehittämiseksi.

Maastopalotoiminnassa kannattaa käyttää drone-kalustoa entistä useammin ja tehokkaammin. Etenkin suurissa paloissa korostuu alkuvaiheen tiedustelu. Tiedustelu yh-

distettynä tehokkaaseen lentosammutustoimintaan estää erinomaisesti palon leviämistä. Jos onnettomuuden lähtötiedoista ilmenee, että maastopalon laajuus on suuri, lentosammutuksesta sopiminen tulee aloittaa heti. Toiminnan etupainotteisuus takaa tuloksellisen sammutuksen.

Lähteet

- HydroSub*. 2021. <https://hytrans.com/en/products/hydrosub®> (haettu 19. Marraskuu 2021).
- Kiviranta Kalle, Tolonen Lassi, Puustinen Alisa, Viertola, Mika, Leskinen, Leena A., Lappalainen, Jussi, Ala-Honkola, Hannu, Bergman, Tuomo, Kauranne, Tuomo, Leppänen, Vesa. "Maastopalojen leviämismallit ja jalostettu metsävaratieto osana pelastustoimen tilannekuvan kehittämisen prosessia." *Hankeraportti*, 2021.
- Korhonen, Jussi. "Kunnan kriisijohtaminen." *Pelastusopisto*. Maaliskuu 2010. https://www.pelastusopisto.fi/wp-content/uploads/2017/02/34763_kunnan_kriisijohtaminen.pdf (haettu 2019. Marraskuu 2021).
- Laitinen Juha, Ruusunen Jarno, Kiviranta Kalle, Toivanen Pekka, Ahonen Viivi, Huttu Ismo, Savola Raimo, Hassinen Marko, Rissanen Sirkka, Uusitalo Arja. *Pelastajan vyövälineet ja suojarusteet metsäpaloissa*. Palotutkimuksen päivien erikoisnumero, Palo- ja pelastustieto ry, 2021.
- Mattila, Mikael. *Host Nation Support, pelastustoimen isäntämaan tukitoimien ohje*. Toimintaohje, Turku: Varsinais-Suomen pelastuslaitos, 2021.
- Sisäministeriö. "Hyvä elämä - turvallinen arki." *Julkaisut valtioneuvosto*. 19. Lokakuu 2017. <https://sisainenturvallisuus.fi/documents/8347581/8542516/Hyvä+elämä+-+turvallinen+arki%2C+sisäisen+turvallisuuden+strategia/f66d65a8-419c-4970-80bc-f0ca3821f3a5/Hyvä+elämä+-+turvallinen+arki%2C+sisäisen+turvallisuuden+strategia.pdf>.
- Sisäministeriö. *Kansainvälisen avun vastaanottojärjestelyt luonnon ja ihmisen aiheuttamissa suuronnettomuustilanteissa Suomessa*. Sisäministeriön julkaisu, Helsinki: Sisäministeriö, 2015.
- . "Pelastustoimen strategia 2025." *Julkaisut pelastustoimi*. Elokuu 2012. http://julkaisut.pelastustoimi.net/strategia2025/pubData/source/Pelastustoimen_strategia_2025.pdf.