



PELASTUSOPISTO

Maastopalojen leviämismallit ja jalostettu metsävaratieto osana pelastustoimen tilannekuvan muodostamista

Alisa Puustinen, Hannu Ala-Honkola, Tuomo Bergman, Tuomo Kauranne, Kalle Kiviranta, Vesa Leppänen, Leena Leskinen, Minna Luoto, Tuomo Puumalainen, Heikki Suvanto, Lassi Tolonen ja Mika Viertola





Maastopalojen leviämismallit ja jalostettu metsävaratieto osana pelastustoimen tilannekuvan muodostamista

Alisa Puustinen, Hannu Ala-Honkola, Tuomo Bergman, Tuomo Kauranne, Kalle Kiviranta, Vesa Leppänen, Leena Leskinen, Minna Luoto, Tuomo Puumalainen, Heikki Suvanto, Lassi Tolonen ja Mika Viertola



PELASTUSOPISTO

Pelastusopisto

PL 1122

70821 Kuopio

www.pelastusopisto.fi

Pelastusopiston julkaisu

D-sarja: Muut

6/2022

ISBN 978-952-7217-61-0 (pdf)

ISSN 2342-9305 (pdf)



Pelastusopisto

Alisa Puustinen, Hannu Ala-Honkola, Tuomo Bergman, Tuomo Kauranne, Kalle Kiviranta, Vesa Leppänen, Leena Leskinen, Minna Luoto, Tuomo Puumalainen, Heikki Suvanto, Lassi Tolonen ja Mika Viertola

Maastopalojen leviämismallit ja jalostettu metsävaratieto osana pelastustoimen tilannekuvan muodostamista

Katsaus, 38 s., 2 liitettä (6 s.)
maaliskuu 2022

Tiivistelmä

Maastopalojen leviämismallit ja jalostettu metsävaratieto osana pelastustoimen tilannekuvan muodostamista (MAST) -hanke toteutettiin Palosuojelurahaston rahoituksella. Hankkeen koordinaatiosta vastasi Pelastusopiston Tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiopalvelut. Hanketoteuttajia Pelastusopiston lisäksi olivat Suomen Metsäkeskus, Ilmatieteenlaitos, Arbonaut Oy sekä Pohjois-Karjalan pelastuslaitos.

Hankkeen sisällöllinen toteutus tehtiin viidessä työpaketissa: 1) Metsävaratiedon kerääminen ja tulkinta, 2) Prometheus-mallin käyttöönotto ja tuulimallin integrointi, 3) Käyttöliittymä ja integrointi, 4) Prometheus-mallin pilotointi ja käyttäjätestaus ja 5) Prometheus-mallin testaus operatiivisessa käytössä. Käytännössä hanke toteutettiin joustavasti eri työpakettien toiminta integroiden ja avoimen yhteiskehittämisen menetelmiä soveltaen.

Prometheus palosimulaatio-ohjelman maastopalojen leviämismalleihin tuotettiin tietoa käyttämällä taustatietona avointa metsävaratietoa ja avointa laserkeilausaineistoa sekä maastossa kerättyä referenssikoealuetietoa. Saadut tiedot integroitiin yhteen hienohilaisen tuulimallin kanssa. Näiden yhteistuotantona hankkeessa tuotettiin ProMS -palvelu, joka on vapaasti ladattavissa. Sovelluksessa on lataajille maksutta käytettävissä Metsään.fi avoimet metsävara- ja kartta-aineistot. Sovellusta kehitettiin vaiheittain Pelastusopiston opiskelijoiden, opettajien sekä Pohjois-Karjalan pelastuslaitoksen henkilökunnan käyttäjätesteistä saatujen palautteiden ja kokemusten kautta.

Lisäksi tuotoksena on syntynyt Pelastusopiston käyttöön, ja myöhemmässä vaiheessa laajemmin hyödynnettäväksi, Moodle alustalle moduulimuotoista koulutusmateriaalia metsäpaloista

Tämän raportin luvussa kolme raportoidaan tarkemmin metsävaratiedon keräämisen eteneminen. Luvussa neljä kuvataan leviämismallin käyttöönottoa sekä tuulimallin ja käyttäjäliittymän integraatiota. Käyttäjätestausten toteuttaminen ja tulokset on kuvattu luvussa viisi. Luvussa seitsemän avataan koulutusmateriaalin sisältöjä. Luvussa kuusi puolestaan tuodaan erillistapauksena esiin Kalajoen kesän 2021 metsäpaloista hankkeen tuotoksiin saadut opit. Lopuksi luvuissa kahdeksan ja yhdeksän vedetään tulokset ja tuotokset yhteen sekä pohditaan jatkohyödyntämisen ja -kehittämisen mahdollisuuksia.

Avainsanat: metsäpalo, maastopalo, metsävaratieto, leviäminen, leviämismalli, simulaatio



Pelastusopisto

Alisa Puustinen, Hannu Ala-Honkola, Tuomo Bergman, Tuomo Kauranne, Kalle Kiviranta, Vesa Leppänen, Leena Leskinen, Minna Luoto, Tuomo Puumalainen, Heikki Suvanto, Lassi Tolonen ja Mika Viertola

Forest fire simulations and enhanced forest resource information as part of the situational awareness in fire and rescue services

Technical report, 38 p., 2 appendices (6 p.)

March 2022

Abstract

The goal of the MAST -project was to develop a simulation tool based on dynamical mapping for the use of fire departments in predicting fire spread in real time. Project was funded by the Fire Protection Fund. Emergency Services Academy Finland was responsible for the co-ordination of the project and actual co-production of the simulation tool was done in collaboration with the Finnish Forest Center, Finnish Meteorological Institute, Arbonaut Ltd and the Fire Department of North Carelia region.

Information about the forest resources was gathered by using laser scanning (LIDAR) and actual on-site measurements. This information was integrated with the Wind Ninja -model of real time wind and weather conditions, using the Canadian Prometheus -model as basis, to create the ProMS -tool. The ProMS simulation tool is publicly available for download in the Google Play Store and can be used on mobile Android devices and PC's.

Additionally, the project was able to deliver a basic information package and teaching materials on forest fires and simulations, on the Moodle -platform, to be used at the Emergency Services Academy Finland. These materials will be applied further in the forthcoming projects.

This report brings together the stages of the development project and introduces the materials and methods that were applied at the different stages. It summarizes the finding and products, and discusses the potential for further development.



Alkusanat

Koko MAST -hankkeen hanketiimi haluaa osoittaa lämpimät kiitoksensa Palosuojelurahastolle hankkeen mahdollistamisesta. Olemme saadun hankerahoituksen turvin pystyneet kehittämään suomalaisen metsävaratiedon hyödyntämistä osana metsäpalojen leviämismallinnusta. Työ ei olisi ollut mahdollista ilman ulkopuolista rahoitusta.

Pelastusopiston puolesta haluan kiittää kaikkia hanketoimijoita – Suomen Metsäkeskus, Ilmatieteenlaitos, Arbonaut ja Pohjois-Karjalan pelastuslaitos – sitoutuneesta, innovatiivisesta, kehittämismyönteisestä sekä erittäin asiantuntevasta työstänne. Osoitimme hankkeen kuluessa, että moniammatillinen ja -toimijainen yhteiskehittäminen on erinomainen malli pelastustoimen tulevaisuuden haasteiden kohtaamiseen.

Pelastusopiston AMKA12 ja AMKN19 -kurssien opiskelijoita kiitämme testausryhmän jäsenenä toimimisesta ja arvokkaasta palautteesta.

Erittäin lämpimät kiitoksemme organisaatiomme opettajille osallistumisesta niin testaamiseen kuin muuhunkin hankeaikaiseen työskentelyyn.

Kuopiossa 23.3.2022

Alisa Puustinen



Sisällys

1	Taustaa.....	7
2	Hankkeen tavoitteet ja organisoituminen	9
3	Metsävaratiedon kerääminen ja tulkinta	11
4	Prometheus -mallin käyttöönotto ja tuulimallin sekä käyttäjäliittymän integrointi.....	17
5	Prometheus-mallin pilotointi, käyttäjätestaus sekä operatiivinen käyttöttestaus	19
6	Kalajoen Raution metsäpalon jälkianalyysi Prometheus-mallin kehittämisen tukena	22
7	Koulutusmateriaalia metsäpaloista	24
8	Tuotokset, vaikutukset ja jatkuvuus hankkeen jälkeen.....	26
9	Pohdinta.....	28



1 Taustaa

Suomessa tilanne maastopalojen suhteen on pysynyt edelleen hyvänä. Maastopalojen määrä ja palaneen maaston pinta-ala vaihtelevat runsaasti eri vuosina, mutta määrissä ei ole havaittavissa merkittävää muutosta viimeisimmän kahdenkymmen vuoden aikana (Ketola 2018). Suomea tuhoisilta maastopaloilta ovat suojanneet oletettavasti useat eri tekijät, kuten eri metsätyyppien vuorottelu metsässä, pieni metsikkökuvioiden pinta-ala, erittäin kattava metsätieverkosto ja maantieteellisesti kattava sekä tiheä paloasemaverkosto.

Heinäkuussa 2021 Kalajoen Raution kylällä tuulivoimapuiston maastoissa syttyi kuitenkin lähellä asutusta voimakas palo, joka toi selkeästi esiin tarpeen aiempaa paremmalle ja selkeämmälle metsäpalon leviämisen reaaliaikaiselle mallintamiselle. Vaativassa sammutustilanteessa ajantasainen tilannekuva ja nopea ennakointi palon leviämisen suunnasta ja voimakkuudesta olisivat ensiarvoisen tärkeitä muun muassa sammutusresurssien sijoittelun näkökulmasta. Samoja huomiota on tehty jo kesän 2019 Taipalsaaren Suursuon turvetuotantoalueen palosta. Sääolosuhteiden tuomien muutosten ennakoimiseen käytetyt työkalut ovat tälläkin hetkellä vielä puutteellisia. (Ks. esim. Etelä-Karjalan pelastuslaitos 2021.)

Maastopaloista on myös monia haittavaikutuksia yhteiskunnalle. Maastopaloista syntyvät palamisen päästöt aiheuttavat hyvin kauaksi itse palopaikasta ulottuvia haitallisia terveysvaikutuksia väestölle (Kondo 2019; Cascio 2018). Myös maastopaloja sammuttavat henkilöt altistuvat terveydelle haitallisille altisteille (Groot 2019). Maastopaloilla on lisäksi taloudellisia vaikutuksia (Kosenius ym. 2014): ensinnäkin yhteiskunnalle syntyy kuluja sammuttamisesta ja lisäksi aineelliset vahingot palaneesta metsästä aiheuttavat vuosittain tappiota niin metsänomistajille kuin vakuutusyhtiöillekin.

Suomessa on pelastustoimessa käytetty pelastustoiminnan johtamisen apuna maastopaloissa mm. sää tietoa, metsävaratietoa ja erikseen laadittuja paloherkkyysskarttoja. Paloherkkyysskarttoja on laadittu eri pelastuslaitosten alueilla vaihtelevasti. Sen sijaan maastopalon leviämistä mallintavia ohjelmia ei tiettävästi ole käytetty operatiivisessa toiminnassa Suomessa.

Suomessa on tutkittu metsävaratiedon parempaa hyödyntämistä ja maastopalojen leviämismallien käyttöä Pohjois-Karjalassa "Metsäpalon leviämisen ennustamisväline - Mellevä" -hankkeessa (Kolstela 2019). Hankkeessa on luotu staattisia paloherkkyysskartastoja sekä demonstroitu kanadalaista Prometheus-mallia Pohjois-Karjalan pelastuslaitoksen alueella. Nämä kokeilut ovat tuottaneet lupaavia tuloksia. Maastopalojen leviämismallin käyttöönotto Suomessa vaatii kuitenkin lisää kehitystyötä, muun muassa metsävaratiedon kääntämistä leviämismallien syöttötiedoiksi. Tämä kehitystyö on ollut Maastopalojen leviämismallin ja jalostettu metsävaratieto osana pelastustoimen tilannekuvan muodostamista (MAST) -hankkeen tavoitteena.

MAST -hankkeessa on työskennelty monialaisesti yhteiskehittämisen ajatusmallien mukaisesti (esim. Raisio ym. 2021; Torfing ym. 2019; Voorberg ym. 2015.). ProMS -työkalun kehittämisessä on hyödynnetty asiantuntijatietoa niin sovelluskehittämisestä, metsätiedosta, sääolosuhteista sekä niiden mallintamisesta kuin asiakas- ja käyttäjätestauksesta. Eri alojen asiantuntemus on mahdollistanut Suomen pelastustoimen oloissa ainutkertaisen osaamisen yhdistämisen: Metsäkeskuksen ja Ilmatieteenlaitoksen ydinosoaminen on yhdistetty Arbonaut Oy:n sovelluskehittämisen osaamiseen ja kaikkea työtä on hankkeen aikana tehty tiiviissä yhteydessä



pelastuslaitosten arjen toimintaan. Mallinnuksen rakentamisessa ovat olleet mukana yksityinen ja julkisen sektori tiiviissä yhteistyössä. Taustatyöskentelyssä on hyödynnetty tutkimusta, käyttäjäkokemuksia sekä operatiivisen tason metsäpalo-osaamista. Pelastusopiston opiskelijat ovat osallistuneet testikäyttäjinä ProMS -työkalun kehittämiseen ja sitä kautta saaneet itse käyttöönsä alan tuoreinta informaatiota leviämismallinnuksen nykytilasta.



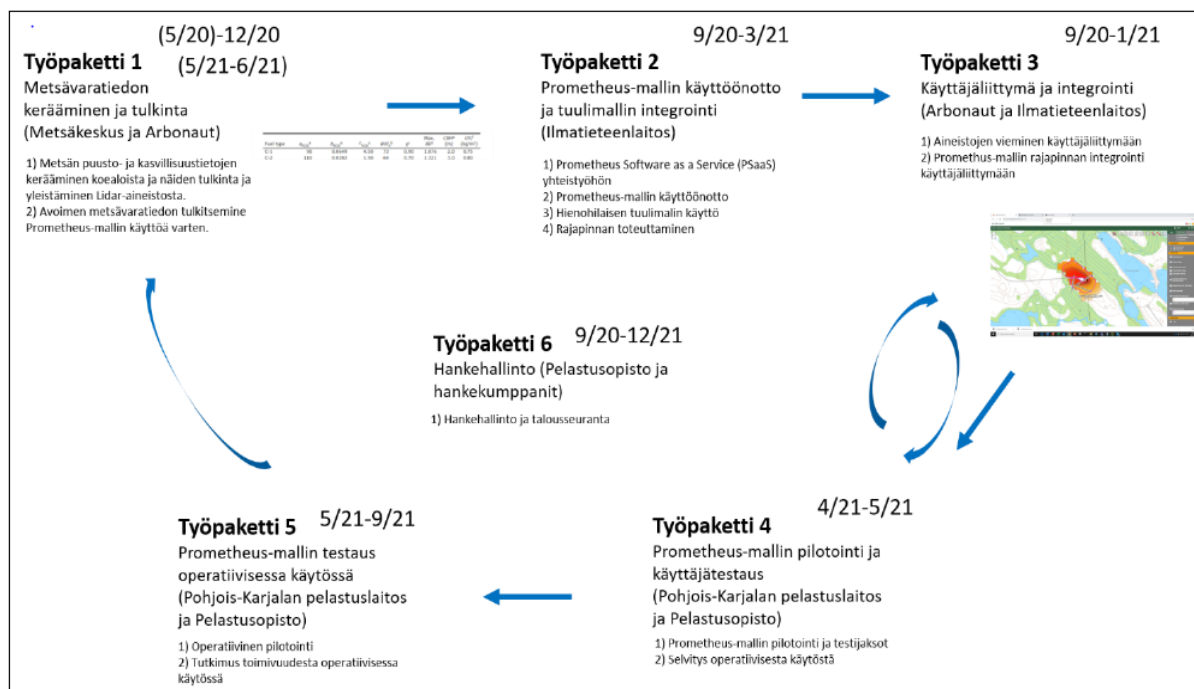
2 Hankkeen tavoitteet ja organisoituminen

Hankkeen koordinaatiosta on vastannut Pelastusopiston tutkimus- ja kehittämispalvelut. Hankkeen toteuttivat yhteistyössä Pelastusopisto, Suomen Metsäkeskus, Ilmatieteen laitos, Arbonaut Oy ja Pohjois-Karjalan pelastuslaitos. Hanketta ohjaamaan koottiin ohjausryhmä, johon kutsuttiin edustus maa- ja metsätalousministeriöstä, sisäministeriön pelastusosastolta, Pelastuslaitosten kumppanuusverkostosta, Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan pelastuslaitoksilta, Metsäkeskukselta, Ilmatieteenlaitokselta sekä Pelastusopistolta. Ohjausryhmän kokoonpano sekä kokouspäivät on esitetty raportin liitteessä 1.

Hankkeen ensisijaisena tarkoituksena oli mahdollistaa maastopalojen leviämismallin käyttöönotto pelastustoimessa. Hankkeen päätavoitteet oli määritelty seuraavasti:

- 1) Lisätä pelastustoimen kykyä vastata maastopalojen aiheuttamiin riskeihin.
- 2) Kehittää pelastustoiminnan johtajalle tehokkaampi menetelmä tilannekuvan luomiseksi.
- 3) Tehostaa pelastustoiminnan johtajan kykyä johtaa vaativia maastopalotehtäviä.
- 4) Vähentää ja poistaa sammuttajaan kohdistuvia riskejä sekä pienentää altistumista maastopaloissa.
- 5) Mahdollistaa leviämismallin käyttö osana pelastustoimen koulutusta.

Hankkeen toteutus oli jaettu kuuteen työpakettiin, jotka olivat 1) Metsävaratiedon kerääminen ja tulkinta, 2) Prometheus-mallin käyttöönotto ja tuulimallin integrointi, 3) Käyttöliittymä ja integrointi, 4) Prometheus-mallin pilotointi ja käyttäjätestaus, 5) Prometheus-mallin testaus operatiivisessa käytössä ja 6) Hankehallinto, tiedotus ja tulosten jalkauttaminen. Työpakettien suunniteltu eteneminen on kuvattu kuvassa 1.



Kuva 1 MAST-hankkeen työpakettien suunniteltu eteneminen.



3 Metsävaratiedon kerääminen ja tulkinta

Ensimmäisen työpaketin tavoitteena oli Prometheus palosimulaatio-ohjelman maastopalojen leviämismalleihin tarvittavan tiedon tuottaminen käyttämällä taustatietona avointa metsävaratietoa ja avointa laserkeilausaineistoa sekä maastossa kerättyä referenssikoealatietoa. Prometheus käyttää Fire Behaviour Prediction (FBP) -järjestelmän paloluokkia ennusteissaan. Prometheusin vahvuus verrattuna muihin markkinoilla oleviin avoimiin tai maksullisiin maastopalojen etenemissimulaattoreihin on sen kanadalainen alkuperä. Boreaalisen vyöhykkeen metsät ovat perusrakenteeltaan samanlaisia, ja kanadalaisia paloluokkia voidaan harkitusti soveltaa suomalaisiin olosuhteisiin. Polttoaineluokitus mallinnusta varten edellyttää suurta määrää aineistoa, joissa palon etenemisnopeutta eri suunnissa on mitattu kussakin polttoaineluokassa eri sääolosuhteissa tapahtuneissa luonnollisissa maastopaloissa. Tällaisen aineiston kerääminen Suomesta on mahdotonta palojen vähäisen määrän takia, joten meidän on pakko käyttää valmiita malleja ainakin lyhyellä ja keskipitkällä tähtäyksellä.

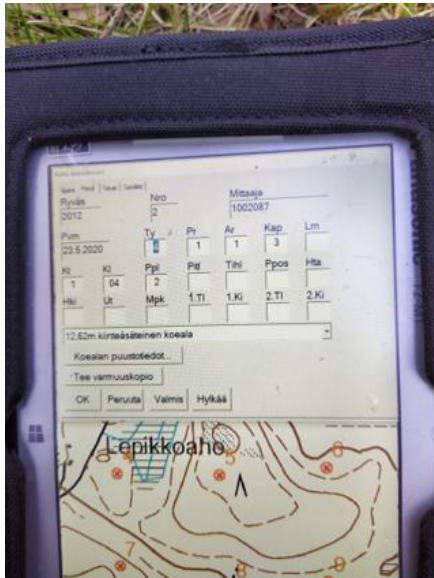
Suomalaiset metsät eivät kuitenkaan kaikilta osin vastaa kanadalaisia metsiä ja niiden pohjalta tehtyjä paloluokkia, mm erilaisen metsän käsittelytavan johdosta. Kanadan metsien käyttö perustuu pääosin timber mining -periaatteeseen, jossa metsää päätehakataan suurissa kuvioissa minkä jälkeen se jätetään uudistumaan oman onnensa nojaan esimerkiksi 120 vuoden ajaksi, jolloin hakkuu voidaan uusaa. Suomessa toteutetaan intensiivisempää istutuksiin, harvennuksiin ja päätehakkuuseen perustuvaa mallia, jossa kiertoaika jää noin puoleen Timber mining -lähestymistavan kiertoajasta ja metsät kasvavat keskimäärin merkittävästi harvempina. Mallinnuksen osana kullekin suomalaiselle referenssikoealalle on haettu sitä parhaiten kuvaava polttoaineluokka FBP-järjestelmässä. Keilausaineistoa ja avointa metsävaratietoa käyttäen polttoaineluokka ennustettiin jokaiselle valitun kohdealueen analyysiruudulle. Menetelmän koealueeksi valikoitui Outokummun inventointialue, jossa tehtiin laserkeilaus ja mitattiin noin 1000 koealaa osana kaukokartoitusta maastokaudella 2020.

Koealamittauksia tehneille kolmelle henkilölle hankittiin keväällä 2020 paremmat matkapuhelimet mittausten ajaksi laadukkaiden kuvien saamiseksi ja heidät ohjeistettiin ottamaan kuvat mittaamiltan koealoilta neljään pääilmansuuntaan. MAST -hanke käynnistyi varsinaisesti vasta syksyllä 2020 maastomittausten ollessa jo loppuvaiheessa. Tällöin Metsäkeskukseen palkattiin harjoittelija mittaamaan lisätietoa MAST -hankkeen tarpeisiin maastokauden aikana mitatuista koealoista. Koealoista oli siis jo olemassa tieto, jota hyödynnettiin lisätietojen keräämiseen valittavien n. 200 koealan valitsemiseen 1000 koealan joukosta. Lisätietojen keräämiseksi koealat laitettiin pääpuulajeittain puuston pituuden mukaiseen järjestykseen. Tämän jälkeen valikoitiin koealat siten, että mänty- ja kuusikoealoja kumpiakin tuli 80 kpl ja lehtipuukoealoja 40 kpl ja joka puulajilla oli koealajoukossa mahdollisimman tasaisesti eripituisia puustoja. Lisäksi tavoitteena oli koealojen väleillä liikkuen ottaa uusia koealoja myös n 20:stä avoimen alueen koealasta, koska avoimista alueista tai pienistä taimikoista ei kaukokartoituksen koealamittauksissa oteta koealoja. Prometheusissa on avoimen alan paloluokkia 4 kpl, joten haluttiin saada vertailukoealat myös niiden mallintamiseksi.

Koealoilta kerättiin lisätietona kaikkien koealoille osuvien puiden alimman elävän oksan etäisyys maasta 0,1 metrin tarkkuudella. Lisäksi otettiin varmuuden vuoksi myös kuvat uudelleen 4

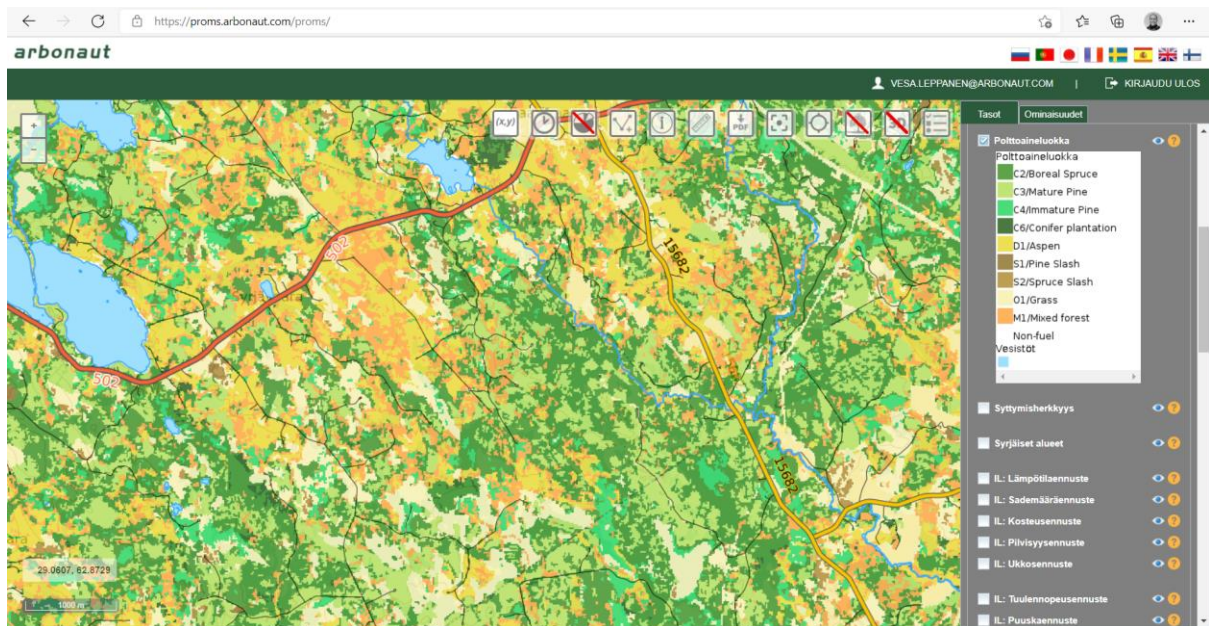


ilmansuuntaan. Kun koealatiedot oli kerätty, laskettiin koealan puiden alimman oksan keskiarvoetäisyys maasta. Avoimen alan koealoilta kerättiin tietona hakkuuta edeltänyt pääpuulaji ja onko koeala heinittynyt. Kun maastotieto oli kerätty ja koostettu, se toimitettiin kuvien kera Arbonautille.



Kuva 2 Koealatietojen keräämistä. Koealojen puiden alimman oksan korkeustieto yhdistettiin laserkeilaustietoon onnistuneesti

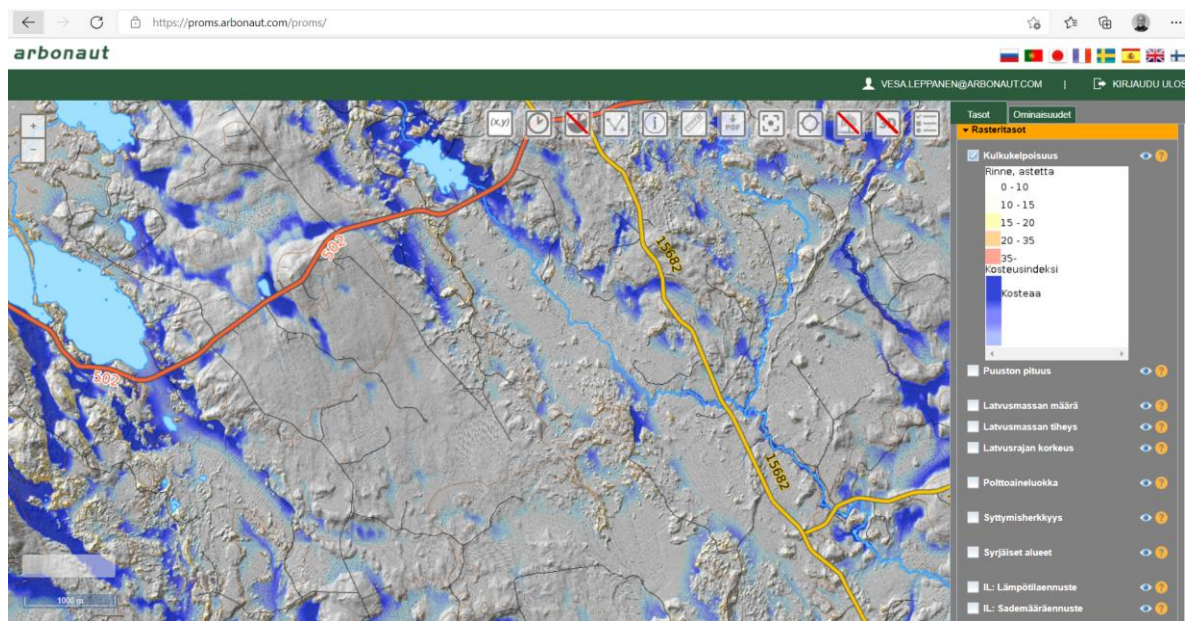
Aluksi Arbonautilla koostettiin SMK:n keräämä koeala-aineisto Outokummun pilottialueelta (kesällä 2020 kerätyt koealat, noin 220 kpl) paloaineskartoituksen kannalta käyttökelpoisempaan muotoon. Lisäksi tutustuttiin tarkemmin kanadalaiseen Fire Behaviour Prediction (FBP) -järjestelmään, jonka perusteella metsien paloaineksien luokitus hankkeessa toteutettiin. SMK:n koealoilta ottamien kuvien perusteella kullekin koealalle määritettiin FBP-järjestelmän mukainen kanadalaista olosuhdetta lähinnä vastaava paloainesluokka (fuel model), ottaen huomioon puulajisuhteet, puuston rakenne sekä maapohjan paloaines. Koeala-aineistojen avulla tuotettiin FBP-luokkien ennustamismalli. Kyseinen malli luokittelee tulkintayksiköt FBP luokkiin keilausaineiston ja metsävaratiedon perusteella. Outokummun pilottialueen metsille tuotettiin FBP-luokitus, joka toimii syöttötietona Prometheus-järjestelmään. Esimerkki luokituksen tuloksista on esitetty kuvassa kaksi.



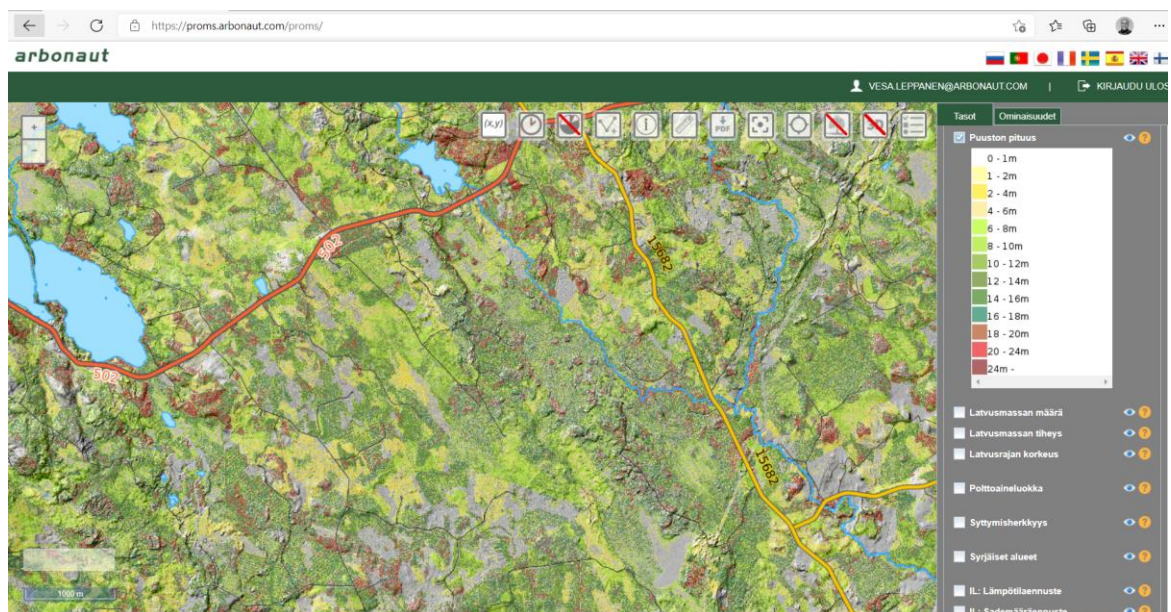
Kuva 3 Outokummun alueen FBP luokitusta esitettynä ProMSissa. Luokkien nimet ilmenevät oikealla reunalla näkyvästä teemasta, niminä on käytetty alkuperäisiä englanninkielisiä FBP-luokkien nimiä.

Työpaketin aikana Arbonaut myös tuotti palontorjunnan ennakosuunnittelun sekä maastopalojen sammutustoimenpiteiden suunnittelun käyttöön erilaisia karttatasoja, jotka tarjottiin pilotoinnissa käytettävään ProMS-palveluun pelastustoimen testattavaksi. Kartta-aineistojen tuottamiseen käytettiin Suomen Metsäkeskuksen avointa metsävaratietoa, väri-infrakuvia sekä laserkeilausaineistoa. Outokummun alueelta olevan tiheän laserkeilausaineiston (LiDAR) käyttämiseksi hankkeessa haettiin tarvittava käyttö lupa Maanmittauslaitokselta. Testiryhmälle ProMSissa jaettavat tiedot ovat käyttöluvan ehtojen mukaisia rajoittamattomia aineistotyyppisiä. Koealoille laskettiin LiDAR-selittäjät ja väri-infrakuvilta sävyarvoon perustuvia selittäjiä. Vastaavat LiDAR-selittäjät ja sävyarvoselittäjät laskettiin myös koko Outokummun LiDAR-keruualueelle. Metsien tulipaloriskiä ja -intensiteettiä selittäviä tasojä, kuten latvuksen paloainesmassaa ja -tiheyttä laskettiin kirjallisuudessa esitettyjen kaavojen mukaisesti.

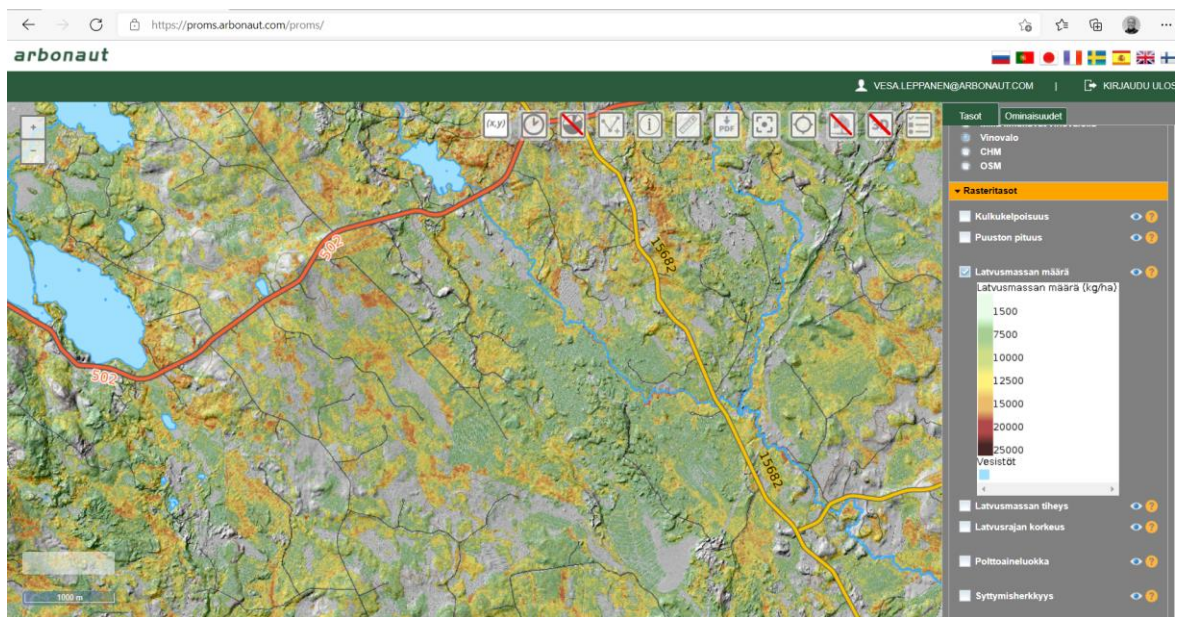
Esimerkit tuotetuista tasoista ovat näkyvillä kuvissa neljä – kahdeksan.



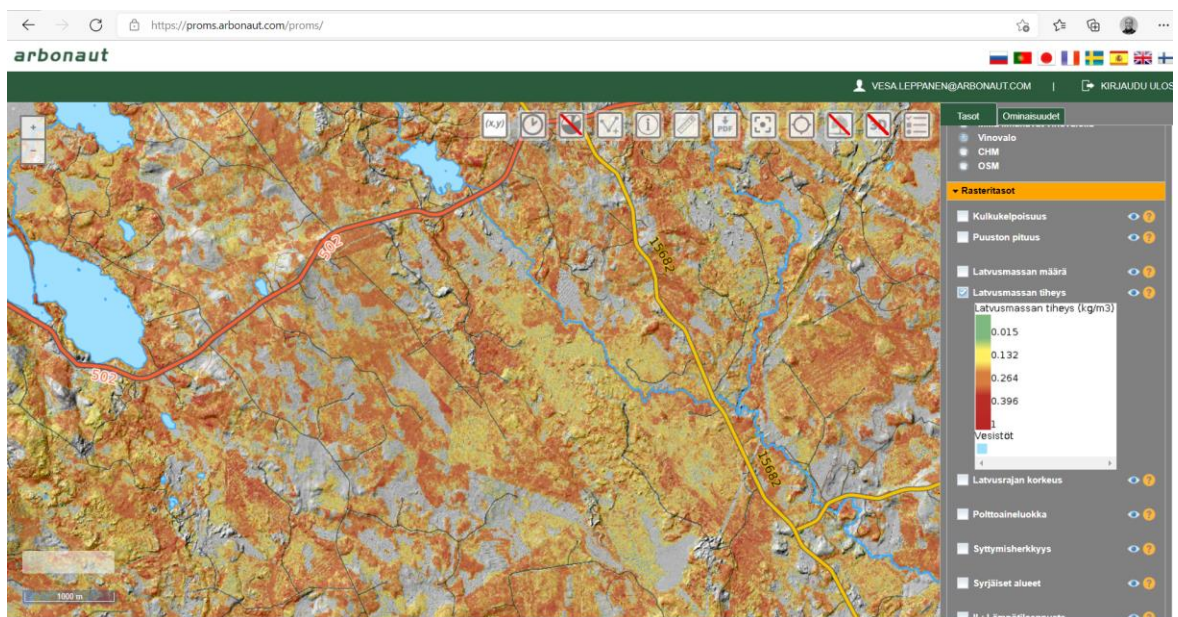
Kuva 4 Kulkukelpoisuus kuormatraktorilla.



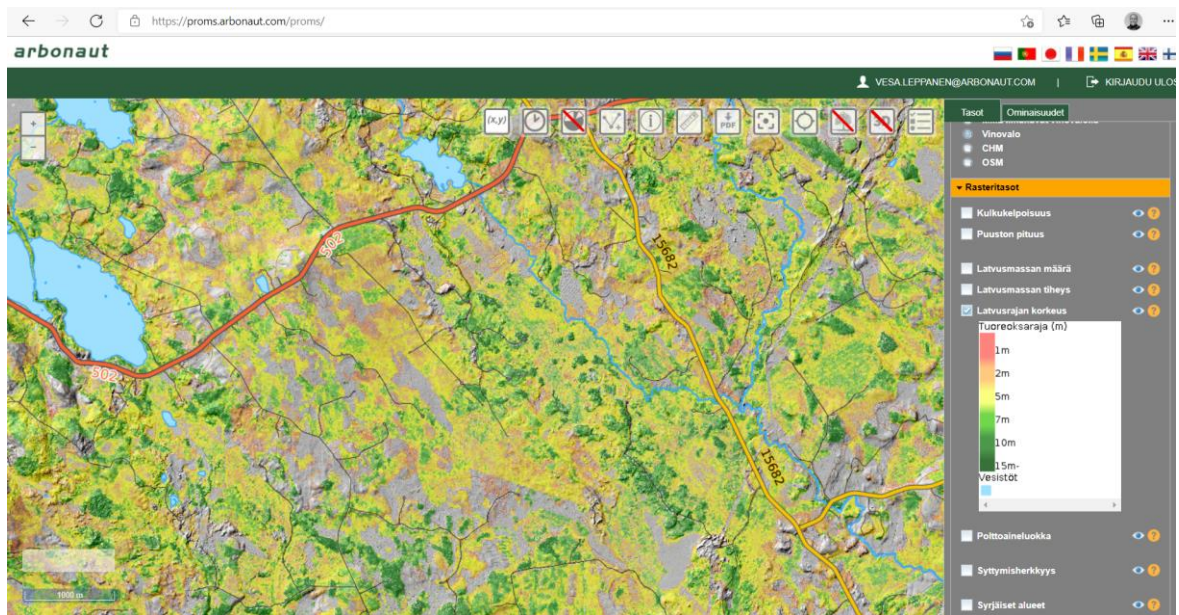
Kuva 5 Puuston pituus.



Kuva 6 Latvusmassan määrä.



Kuva 7 Latvusmassan tiheys.



Kuva 8 Latvusrajan korkeus.



4 Prometheus -mallin käyttöönotto ja tuulimallin sekä käyttäjäliittymän integrointi

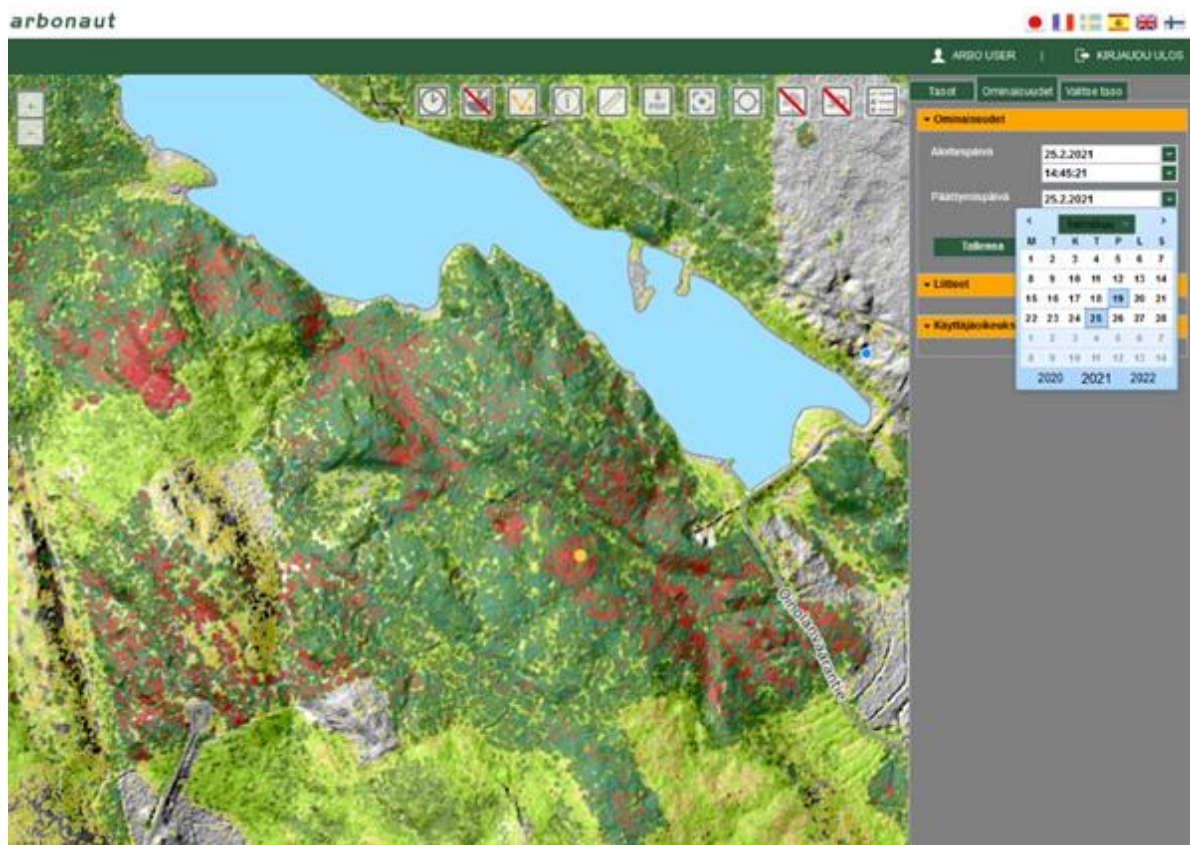
Työpakettien 2 ja 3 tavoitteena oli tuoda aiemmissa työpaketeissa tuotetut maastopaloaineistot ja -mallit palotorjunnan henkilöstön käyttöön päätelaitteille toimistoympäristöön sekä maastoon. Pilotointiin valittiin käytettäväksi Arbonaut ProMS -palvelu, joka on monipuolinen pilvipohjainen paikkatietoalusta. Järjestelmää voi hyödyntää verkkoselaimen kautta tietokoneella sekä mobiilisovelluksen kautta puhelimella tai tabletilla.

Arbonaut on työskennellyt yhdessä Ilmatieteen laitoksen kanssa tarvittavan rajapinnan luomiseksi ProMS -palveluun. Rajapinnan avulla käyttäjä voi jatkossa demonstroida Prometheus-mallin maastopalon simulointia ProMS -palvelun kautta. ProMS -palvelun kehitystyöt tässä työpaketissa on jaettu kolmeen eri kokonaisuuteen:

1. Rajapintaintegroinnin toteuttaminen Ilmatieteen laitoksen Prometheus -mallinnuspalvelulle,
2. käyttöliittymätoteutus palosimulointipyyntöjen tekemiseksi,
3. käyttöliittymätoteutus palosimulointitulosten näyttämiseksi karttakäyttöliittymässä.

Ensimmäinen rajapintaintegraatioversio mallinnuspyyntöjen lähettämiseksi Ilmatieteen laitokselle valmistui maaliskuussa 2021. Palvelussa tehdyt palopistegeometriat lähetetään automaattisesti Ilmatieteenlaitoksen mallinnusrajapinnalle sekä niiden tilannetta (valmiusaste) kysellään säännöllisesti. Rajapintaintegraatiota tullaan vielä mahdollisesti täydentämään jatkossa testauksen ja käyttäjäpalautteen perusteella (mahdolliset lähetettävät lisätiedot esimerkiksi mallinnuksen rajaamiseksi / käyttäjän tunnistamiseksi / jne.).

ProMS -palvelun käyttöliittymätoteutuksessa on edetty tekemällä testiympäristö, jolla voidaan luoda simulointipisteitä karttakäyttöliittymän avulla. Lisäksi järjestelmään on toteutettu ensimmäinen versio lisätyökaluille, joilla loppukäyttäjä voi määrittää helposti graafisella käyttöliittymällä halutun simulointiajankohdan luoduille palopisteille (kalenteri/kellonaika).



Kuva 9 Simulointipisteiden luomisen käyttöliittymää ProMS -palvelussa.

Palveluun on myös toteutettu ajanhallintatyökalujen ensimmäinen versio, joilla loppukäyttäjät voivat määrittää haluamansa ajan karttanäkymään. Valinnan jälkeen kaikki palvelussa näkyvät aikaulottuvuudesta riippuvat karttatasot päivitetään vastaamaan valittua tilannetta (palosimulaatio, muut ajasta riippuvat tasot kuten resurssien paikat). Ajanhallintatyökaluja muokattiin ja parannettiin projektin edetessä käyttäjäpalautteen perusteella. Käyttöliittymätoteutuksen loppukäyttäjättestaus toteutettiin maaliskuussa 2021 Pelastusopiston opiskelija- ja opettajaryhmillä. (Katso tarkemmin luku viisi.)



5 Prometheus-mallin pilotointi, käyttäjättestaus sekä operatiivinen käyttöttestaus

Ensi vaiheen testaus tehtiin maaliskuussa 2021 niin sanottuna luokkahuonetestauksena Pelastusopistolla, ja myöhemmässä vaiheessa sitä laajennettiin testattavaksi etäkäytössä maastopalotehtävissä sekä muissa vastaavissa tehtävissä, jossa käyttäjäliittymää voi testata maastossa. Tavoitteena oli, että ryhmänjohtajat testaavat järjestelmää maastopalotilanteessa kentällä ja päällystö pelastuslaitoksen tilannekeskuksessa.

Pelastusopiston tehtävänä oli toteuttaa Suomen oloihin toteutetun maastopalojen leviämismallin testijaksot. Luokkahuonetestien ensimmäiset kokeilut toteutettiin 22.3.2021 ja 23.3.2021. Testiryhminä toimivat AMKA12 ja AMKN19 -päällystöopiskelijakurssit. Testijaksot sisällytettiin Komppanian johtaminen -opintojakson harjoituspäiviin. Covid-19-pandemiasta johtuen luokkahuonetestit suoritettiin etänä Teams -ympäristössä. Opiskelijat toteuttivat käyttöliittymässä simulaatioita annetun maastopaloskenaarion mukaisesti, opettajien ollessa valmiina avustamaan tehtävässä. Opiskelijat toimittivat testauksesta kirjallisen palautteen, jota käsiteltiin yhdessä Arbonaut Oy:n asiantuntijoiden kanssa maaliskuun lopussa ja huhtikuun alussa 2021. Testien tavoitteena oli saada tästä simulaatiosta ensimmäiset käyttäjäarviot järjestelmän toimivuudesta sekä käyttömahdollisuuksista ja mahdollisista puutteista, niin teknisesti kuin sisällöllisestikin. Arbonaut työsti käyttöliittymää palautteen perusteella, jonka jälkeen sitä testattiin uudelleen 19.5.2021 niin sanotusti luokkahuoneolosuhteissa Pelastusopiston opettajien toimesta. Opiskelijat testaajia oli Teams -kutsujen perusteella yhteensä 58 henkilöä ja opettajia 13 henkilöä (katso taulukko yksi). Testauksissa käytetty kirjallinen käyttöohjeistus on raportin liitteenä kaksi.

Taulukko 1 Pelastusopistolla toteutetut luokkahuonetestit

Päivämäärä, paikka, versio	Testaajat
22.3.2021, Teams, kehitysversio 1	Palopäällystö, AMKA12 –kurssi, aikuisopiskelijat, 28 henkilöä
23.3.2021, Teams, kehitysversio 1	Palopäällystö, AMKN19 –kurssi, perusopiskelijat, 30 henkilöä
19.5.2021, Teams, kehitysversio 2	Pelastusopiston opettajat, 13 henkilöä

Opiskelijat testauksessa ohjelmassa ilmeni vielä runsaasti teknisiäkin vaikeuksia: ohjelma ei käynnistynyt kaikilla selaimilla; ohjelmassa ei näkynyt onko simulaatio käynnissä, vai onko ohjelma vain pysähtynyt; simulaatiot eivät niin sanotusti pyörineet loppuun saakka; toivottiin offline- sekä mobiiliversioita käyttöön. Tämän lisäksi opiskelijoilla oli toiminnallisuuteen liittyviä kehitysehdotuksia:

- palon pinta-ala näkyviin
- pinta-alan ja etäisyyksien mittaustyökalut
- koordinaatit ja kompassi kartalle näkyville
- pdf-latausmahdollisuus toteutuneelle simulaatiolle



- ohjetekstit ohjelmiston toimintoihin
- lisää omaehtoisia piirtotyökaluja karttapohjiin
- puustotyyppit ja maastoprofiilin poikkileikkaus
- ja niin edelleen.

"Lisäksi kaivataan omia piirtotyökaluja, jotta pelastustoiminnan johtaja voisi suunnitella toimintaa ohjelmalla. Ohjelmassa voisi olla jopa taktiset merkit valmiina, jolloin tilannekuvan piirtäminen onnistuisi samalla ohjelmalla." (opiskelijatestaaja)

"Koordinaatit olisi hyvä saada tietää kartalta, jotta tietoa voidaan helpommin siirtää eri sovellusten välillä." (opiskelijatestaaja)

"Nappulatekniikaltaan käyttäjäystävällinen, jotta jalkautuu pelastustoiminnan jokapäiväiseen käyttöön." (opettajatestaaja)

Testauksissa todettiin lisäksi, että simulaatio on erittäin syttymispaikkaherkkä, paikannuksen on osuttava täsmälleen oikein, tai simulaatio leviää esimerkiksi tien väärällä puolella. Joissain tapauksissa simulaatio levitti paloa myös vesialueille ja kosteikkoihin, eikä tunnistanut riittävällä tarkkuudella esimerkiksi suopohjaista maastoa.

"Palonleviämisenuste luotettavuus? Palo leviää myös veden päällä." (opiskelijatestaaja)

Kesällä 2021 testausta jatkettiin simuloimalla toteutuneita maastopaloja ohjelmistolla jälkikäteen. Taulukossa kaksi on esitetty simuloidut palot ja niiden pinta-alat. Toteutuneiden metsäpalojen lisäksi ohjelmistoa testattiin neljässä kulotuksessa: Jaalassa 11.6.2021, Luumäellä 29.6.2021 sekä vielä Pohjois-Karjalan pelastuslaitoksen toimesta Kuhmossa ja Lieksassa.

Taulukko 2 Kesän 2021 aika toteutuneiden metsäpalojen jälkikäteismallinnukset

Päivämäärä, palopaikka	Palon koko
13.5.2021, Parkano	10 hehtaaria
10.6.2021, Posio	20 hehtaaria
12.6.2021, Suonenjoki	60 hehtaaria (turvetuotantoalue)
5.7.2021, Kolari	27 hehtaaria
7.7.2021, Savukoski, Kemihaara	26,5 hehtaaria
11.7.2021 Kuhmo, Vuosanka	10 hehtaaria
17.7.2021, Inkoo Degerölandet	7 hehtaaria
26.7.2021, Kalajoki, Rautio	230 hehtaaria

Toteutuneita maastopaloja mallinnettaessa suurimmat haasteet olivat siinä, että mallinnus ei levitä paloa riittävän laajalle samassa ajassa kuin palo reaali maailmassa levisi. Erityisesti turvetuotantoalueilla (Suonenjoen palo) sekä kuivatetussa turvepohjaisessa maastossa (Kalajoen Rautio) palo ei levinnyt likimainkaan todellisuutta vastaavalla intensiteetillä. Ohjelman "tekninen jumiminen" myös näissä testauksissa hankaloitti ennusteiden toteuttamista. Kaikki tämä palaute ja



ongelmat käsiteltiin hankkeen kuluessa muiden hanketoteuttajien kanssa yhdessä, ja ProMSMobile -sovellusta on näiden osalta hankeaikana muokattu toimivammaksi.

Kulotukset itsessään eivät ole metsäpalon leviämisen mallintamiseen ideaaliset olosuhteet - yksinkertaisesti jo siitä syystä, että kulotettaessa poltetaan niin sanotusti vastatuuleen, kun taas luonnollisesti metsäpalo etenee myötätuuleen. Näissäkin testauksissa saatiin kuitenkin käyttäjäpalautetta niin mallinnuksesta itsestään kuin ennen kaikkea sovelluksen toimivuudesta, kuten eräs testaaaja asian ilmaisi "*tarkka ja nopea ennuste käytettävissä myös keskellä pusikkoa*".

Pohjois-Karjalan pelastuslaitos toteutti edellä kuvatun testauksen lisäksi käyttäjäkoulutusta pelastuslaitoksensa henkilöstölle, jonka oli tarkoitus toimia leviämismallituksen testaaajina kesän 2021 aikana. Pelastuslaitoksella testausta suoritettiin sekä toteutuneiden maastopalojen että simuloitujen palojen kautta. ProMS -sovellusta esiteltiin huhtikuussa 2021 operatiiviselle päällystölle koulutuspäivässä, jonka jälkeen koulutetut henkilöt (viisi henkilöä) suorittavat kesän 2021 aikana testaukset. Outokummun seudulle Metsäkeskus olit tuottanut tarkan metsävaratiedon, jotta Proms-sovellus antaisi paikallisesti tarkimman leviämisenusteen. Kyseisen toimialueen henkilöstöä koulutettiin erikseen toukokuussa 2021 käyttöliittymän käyttöön erillisessä koulutustilaisuudessa.

Pohjois-Karjalassa oli kesällä 2021 maastopaloja yhteensä 93 kappaletta, ja niissä paloi maastoa yhteensä 34 ha. Kesän maastopaloista on ajettu yli 20 palon simulaatioita todellisten tilanteiden pohjalta ja syttymiskohta huomioiden. Kaikkiaan simulaatioita yritettiin ajaa noin 50 kappaletta. Tarkan simulaation alueelle Outokummun seudulle osui yhdeksän maastopaloa. Näiden simulaatioista onnistui viisi. Lisäksi simulaatioita ajettiin kesällä suoritettujen kulotusten aikana Lieksassa sekä Kuhmossa. Molemmat kulotuskohteet poltettiin ns. luonnollisen metsäpalon leviämänä eli myötätuuleen. Kahdessa kulotuskohteessa simulaatioita yritettiin ajaa kahdeksan kertaa, mutta näistä yksikään ei onnistunut. Simulaatioista on onnistunut kokonaisuudessaan suoritetuista ajoista noin 30 prosenttia. Suurimpana haasteena oli käyttäjien näkökulmasta se, että simulaatioajo pysähtyi paikoilleen, se ei etene ja simulaatio meni "error"-tilaan. Haasteena mallinnuksessa oli lisäksi, että simulaation etenemisestä ei ollut käyttöliittymässä tietoa, eli käyttäjä ei tiennyt oliko mallinnus pysähtynyt vai kestäkö se vain pitkän aikaa toteutua. Toisaalta kaikki ne simulaatiot, jotka onnistuivat, menivät läpi muutamissa minuuteissa.

Yhteenvetona testauksesta voidaan todeta, että suurin yksittäinen käyttäjiä testausvaiheessa haitannut tekijät olivat sovelluksen tekniset ongelmat - simulaatio ei etene tai se jää "pyörimään paikalleen". Tästä huolimatta testaaajat näkivät, että sovelluksesta olisi merkittävää hyötyä tulevaisuudessa.

"...kun oli monia käyttäjiä, suurin ongelma oli ohjelman toimivuus. Usealla käyttäjällä palvelin meni jumiin, ja käyttö oli mahdotonta." (opiskelijatestaaja)

"Ohjelmasta olisi varmasti apua, jos se saadaan toimimaan toimijoiden tarvitsemalla tavalla. Jos ohjelma on jo nyt raskas, vaikka kaikkia ominaisuuksia ei ole olemassa, tuleeko siitä valmistuessaan niin raskas, että se kaatuilee ja hidastelee pakottaen käyttäjät palaamaan sektorimalliin ja käsin suttailuun?" (opiskelijatestaaja)



6 Kalajoen Raution metsäpalon jälkianalyysi Prometheus-mallin kehittämisen tukena

Kalajoen Raution kesän 2021 metsäpalosta toteutettua jälkianalyysia ja erityisesti sen aikana tehtyjä maastomittauksia hyödynnettiin hankkeen aikana leviämismallien tarkentamisen tukena (ks. tarkemmin Puustinen 2022). Erityisenä kiinnostuksen kohteena oli ojitetun turvepohjaisen maaston käyttäytyminen metsäpalon kuluessa. Tässä luvussa kuvaamme Kalajoen metsäpalosta kertyneitä oppeja ja kehittämiskohteita nimenomaan leviämismallintamisen jatkokehittämiseen tarvittavan tiedon näkökulmasta.

Raution palo levittyi pääosiltaan rintamapalona, *korkean tai hyvin korkean intensiteetin* pintapalona. Palon intensiteetti oli vallitsevissa palosääolosuhteissa molemmissa vaiheissa riittävä sytyttämään latvustoa yksittäisinä puina ja puuryhminä. Passiivista latvapaloa esiintyi eriasteisena pääosalla palaneista alueista. Toisessa palovaiheessa (28.7.) palosään osalta vaikeimpien tuntien aikana palon kärkeosat kohtasivat paloainestyyppiltään kaksi aluetta, joissa paloainestyyppi mahdollisti aktiivisen latvapalon.

Palon intensiteetti oli sen aktiivisissa vaiheissa tulirintaman kärkeosissa ja pitkiä aikoja myös sivustoilla liian korkea ts. riskialtis suorille, tehokkaille ja turvallisille maasta tehtäville sammutustoimille. Taktisesta näkökulmasta palon kahta vaihetta yhdistävä tekijä on se, että tulen intensiteetti kasvoi palovaiheiden alussa erittäin nopeasti. Tälle ilmiölle, joka kohdataan tyypillisesti juuri laajalle leviävien maastopalojen yhteydessä, on annettu räjähdysmäistä leviämistä kuvaava nimitys ”blow-up”. USDA Forest Servicen paloterminologiassa ilmiö on kuvattu seuraavasti:

Palon voimakkuuden tai leviämisenopeuden äkillinen kasvu, joka on riittävän voimakas estääkseen suorat torjuntatoimet tai horjuttaakseen toimintasuunnitelmia. Ilmiöihin [blow-ups] liittyy usein raju konvektio ja niillä voi olla myös muita tulimyrskyn [fire storm] ominaisuuksia.

Palon aggressiiviset vaiheet selittyvät vallinneella palosäällä ja paloainestyypeillä. Tilannekuvan nopea ja selkeä hahmottaminen oli näissä vaiheissa hyvin haastavaa. Palon kehityksessä on huomionarvoista, että palosäässä ei tapahtunut palovaiheiden aikana äkillisiä voimakkaita muutoksia vaan tulen käyttäytyminen noudatti palosäälle tyypillistä päivittäiskiertoa. Parempi varautuminen korkeaintensiteettisten palojen olosuhteisiin edellyttää tulen käyttäytymisen perustason osaamisen vahvistamista kaikilla organisaatiotasoilla. Tulen käyttäytymisen tuntemus mahdollistaa palotilanteen aikana mm. yhteismitallisen tilannearvioinnin tiedustelussa ja tarkoituksenmukaiset sammutustoimet sekä ehkäisee vakavien riskitilanteiden syntymistä niissä. Se on jatkossa perusedellytys myös tehokkaalle simulaatiotyökalujen, kuten ProMS:n käytölle niin palojen aikana kuin niihin liittyvässä valmiussuunnittelussa ja muussa varautumisessa.

Koulutuksen, pelastustoiminnan ja työkalujen kehittämiseksi tarvitaan vakaa ja yhtenäinen systemaattinen perusta. Canadian Forest Fire Danger Rating System (CFFDRS) ja sen alajärjestelmät FWI ja FBP ovat Pohjois-Amerikan boreaalisisissa osissa vuosikymmenten ajan käytetty ja koeteltu järjestelmä. Se on osaksi metsäpalojen ehkäisy- ja torjuntajärjestelmiä sekä tulta maankäytössä hyödyntävien organisaatioiden toimintaa useissa maissa ympäri maailman. Euroopan Unionin maista järjestelmä on käytössä lähialueillamme mm. Ruotsissa ja Puolassa. Naapurimaistamme järjestelmän



käyttäjäksi viimeisimpänä siirtyi Norja v. 2020. Suomessa 2000-luvulla tehdyissä Metsäntutkimuslaitoksen (nyk. LUKE) ja Helsingin yliopiston syttymis- ja polttokokeissa sekä niihin perustuvissa tutkimuksissa CFFDRS-järjestelmä todettiin Suomen sääoloissa ja metsäympäristössä toimivaksi ratkaisuksi. Järjestelmä- ja yhteensopivuustasoilla CFFDRS on erittäin potentiaalinen perusta, jonka käyttöönnotolla voitaisiin rakentaa suorituskykyä metsä- ja maastopalojen torjunnassa ja tukea turvallista, entistä systemaattisempaa toimintakulttuuria tulenkäytössä.

Tiedustelutiedon kerääminen ja tilannekuvan muodostaminen korkeaintensiteettisessä palossa on tyypillisesti haastavaa. Raution palossa näköhavaintojen tekemistä vaikeuttivat palon leviämisenopeuden lisäksi kaksi oloissamme kaksi tyypillistä estettä: maaston tasaisuus ja se, että kasvatusmetsät peittivät tehokkaasti kaukonäkymän palorintamaan sen aktiivisissa vaiheissa. Jälkianalyysin perusteella luotettavin ja ajantasaisin tieto palon etenemisestä saatiin ilmatiedustelulla, joko helikoptereista tai kiinteäsiipisistä paloalvontakoneista.

Ilmatiedustelun näkökulmasta palon aktiivisen vaiheen seurannan kehittämisen tärkeimpiä osa-alueita ovat: 1) kommunikaatio ilma-aluksen ja maajoukkojen välillä, 2) tiedustelutiedon siirto pelastustoimien johdon käyttöön ja 3) tiedustelutiedon sitominen paikkatiedoksi johtamisessa käyttökelpoiseen muotoon. Tekninen, dokumentointia pääosin koskeva kehittämistarve oli 4) näkyvien aika- ja paikkatietojen puuttuminen maa- ja ilmatiedustelulla kerätyistä aineistoista.

Tilanteen nopeatempoisuuden ja palon leviämisestä maajoukoille aiheutuvan riskin huomioiden korkeaintensiteettisiin paloihin varautumisessa on suositeltavaa kehittää ilma-alusten käyttötapaa paloalvonnassa ja -tiedustelussa. Jo olemassa oleva suorituskyky paloalvonnassa luottaa henkilöstöltään ja kalustoltaan hyvän perustan palotiedustelun kehittämiseen. Tavoitetason suosituksena tarvitaan selkeä toimintamalli palotiedustelulle sen varmistamiseksi, että määrätyillä tiedustelutehtävillä kyetään tuottamaan pelastustoimien johdolle tilannetta ajantasaisesti, luotettavasti ja tarkasti kuvaavaa tiedustelutietoa – ilman merkittäviä ongelmia kohdissa 1–4 esitetyillä kriittisillä osa-alueilla.



7 Koulutusmateriaalia metsäpaloista

MAST-hankkeessa aloitetulle metsäpalokoulutusmateriaalin kehittämiseksi on niin käyttäjätestauksen kuin pelastuslaitoksille suunnattujen infotilaisuuksien perustella suuri tarve. Hankkeen aikana Pelastusopistolla on koottu Moodle pohjalle kattavasti materiaalia mahdollista metsäpalo-osaamista kartuttavaa koulutusta varten, niin sanotusti "havunneulasesta ja suunnistustaidoista" aina eurooppalaiseen metsäpalotietojärjestelmään sekä ProMS -simulointiin saakka.

Metsäpalo-osaamisen koulutuksen tulee tällä hetkellä lähteä opetuksessa melko perusteista, jossa käydään tarvittavalla tasolla läpi myös metsätyypit ja luonnossa liikkumisen perusteet. Pelastajien koulutuksessa, ja myös Kalajoen kesän 2021 metsäpalon jälkianalyysin perusteella (ks. Puustinen 2022), tehtyjen havaintojen perusteella näitä taitoja ei enää jokaisella sammuttajalla tai pelastustoimintaa johtavalla ole. Tekniikoiden ja taktiikoiden lisäksi metsäpalojen leviämisenusteen myötä pelastajille, täydennyskoulutettaville ja pelastustoimen päällystötutkintoa suorittaville saadaan kattava tietopaketti, joka hyödyttää metsäpalosammutustilanteissa toimimista. MAST-hankkeen aikana Moodle -alustalle on tuotettu perusteisiin sekä leviämismallinnukseen liittyvät osiot. Pelastusopiston muiden käynnissä olevien metsäpalohankkeiden, ja toivottavasti tulevaisuudessa erillisrahoituksen turvin, koulutusmateriaalin kehittämistä jatketaan MAST -hankkeen päättymisen jälkeenkin.

Historiaosaan on kerätty materiaalia Suomessa rekisteröidyistä metsäpaloista, sekä artikkeleista, joissa on kerrottu kokemuksia suurista tai vaikuttavista maasto- ja metsäpaloista.

Perustiedot sisältävät luonnossa liikkumiseen liittyvää materiaalia ja opetusmateriaalia kartaston lukemiseksi ja ymmärtämiseksi. Osiossa käydään myös kaikki tekijät, jotka vaikuttavat metsäpaloön ja sen syttymiseen, esim eri metsätyypit, maastonmuodot ja eri sääolosuhteet.

Taktiikka osaan on koottu opetusmateriaalia taktikoista, joilla maasto- ja metsäpaloja sammutetaan tällä hetkellä. Sisältöä myös turvepalojen sammuttamiseen.

Tekniikka osassa kerrotaan tämänhetkisistä työvälineistä ja mitä mahdollisia tekniikoita on löydettävissä maailmalta ja sovellettavissa meidän Suomen metsäpalojen sammuttamiseksi.

Säädöksissä käydään läpi pelastuslakiin ja säädöksiin perustuen, sekä jokamiehen oikeudet perustasolla. Tässä osiossa opiskelijat tekevät tehtävänä varautumissuunnitelman maasto- ja metsäpaloihin, liittyen erityisohjeisiin Pelastustoimessa.

Tilastoissa näytetään opiskelijoille Pronto-tietokanasta tietoa rekisteröidyistä maasto- ja metsäpaloista Suomessa ja Euroopassa. Pinta-alat ja lukumäärät, taloudelliset vaikutukset

Varoitukset osiossa käydään läpi Ilmatieteenlaitoksen metsäpalovaroitukseen liittyviä tekijöitä ja perusteita. Mihin metsäpaloindeksi perustuu ja milloin se annetaan suomessa.

Leviämisenusteen laatiminen osiossa luodaan näkemys maailmalla oleviin maasto- ja metsäpalojen mallinnukseen käytettäviin menetelmin. Osiossa luodaan lukijalle myös näkemys perinteisen leviämisen laatimisesta käyttäen perinteisiä menetelmiä, sekä leviämisenusteen tekemiseen käyttäen PromS-metsäpalon leviämismallin ohjelmistoa.



Tausta-aineistoon kerätty materiaalia maasto- ja metsäpaloista Suomesta ja maailmalta, jota lukija voi hyödyntää myöhemmissä tehtävissä.

Tulevaisuus osiossa puhutaan tulevaisuuden työvälineistä ja menetelmistä, joilla voitaisiin taistella maasto- ja metsäpaloja vastaan, sekä kuinka niitä voitaisiin estää.

Maasto- ja metsäpalokurssi

Yleinen

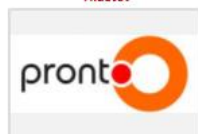


Kurssin kuvat:

 Uutiset



Tilastot



Varoitukset



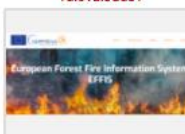
Leviämisen suunnusteen laatiminen...



Tausta-aineistoa



Tulevaisuus?



Kuva 10 Näkymä Moodle kurssin pääikkunasta, kuva 01/2022.

Maastopalojen leviämismallit ja jalostettu metsävaratieto osana pelastustoimen tilannekuvan muodostamista projektin tuloksia esiteltiin myös SPEK:n järjestämällä Palotutkimuksen päivillä 9.9.2021 Pelastusopistolla, sekä Metsäpalohankkeen RaoadShow'lla 3.11.2021 Tampereella ja 25.11.2021 Pelastusopistolla. Pelastusopiston tapahtumaan pystyi osallistumaan myös TEAMS-yhteydellä. Osallistujia oli Tampereella 16 ja Kuopiossa noin 30 henkilöä.



8 Tuotokset, vaikutukset ja jatkuvuus hankkeen jälkeen

Hankkeen projektisuunnitelmassa oli esitetty hankeaikana saavutettavat tuotokset. Taulukossa kolme on kuvattu tuotosten valmistuminen sekä niiden status hankkeen rahoituskauden päättyessä joulukuussa 2021.

Taulukko 3 MAST -hankkeen tuotokset, 12/2021 status.

Tuotos	Vastuutaho	Status 12/2021
Lisämittaukset n. 200 koealalta paloluokituksen määrittämiseksi metsävaratiedosta	SMK	Toteutunut n. 200 koealaa.
Kuvat muilta n. 700 inventointikoealalta	SMK	Toteutunut n. 1000 koealaa.
Paikallista referenssiaineistoa hyödyntäen tuotettu kartta-aineisto palontorjuntaan Arbonaut ProMS -järjestelmässä.	ARBO	ProMS -sovellus ladattavissa Play Kaupassa.
Hienohilaiseen tuulimalliin perustuva Prometheus-malli operatiivisesti käytettävissä. Mallin käynnistämiseen ja tulosten välittämiseen rakennetaan myös rajapinta.	IL	Käytettävissä ja integroituna sovellukseen.
Testijaksot toteutettu simuloituissa tilanteissa. Testijaksoista annetaan käytettävyyseraportti.	PeO	Testijaksot toteutettu 03-05/2021, raportoitu ohjausryhmälle, ohjelmistoa kehitetty palautteen pohjalta. Simulaatiot toteutuneille maastopaloille 06-08/2021.
Hankkeen väliraportti	PeO	Toimitettu PSR:lle 03/2021.
Koulutusmateriaali Pohjois-Karjalan pelastuslaitokselle testijaksoja varten	PeO	Testijaksoilla käytetty materiaali raportin liitteenä kaksi.
Testiympäristön käyttäjäkohtainen koulutus (operatiivinen johto, ryhmänjohtajat)	PKpela	Toteutunut.
Järjestelmän testaus ja testipalautteen kokoaminen	PKpela	Toteutunut.
Käyttäjäkokeemukset kerätty eri käyttäjätasoilta metsäpalotilanteissa ja harjoitustilanteissa	PKpela	Kerätty ja palaute raportoitu ohjausryhmän kokouksissa.
Opinnäytetyö leviämismallin käytöstä pelastustoimen operatiivisessa toimessa	PeO	Hankeaikana ei löytynyt opinnäytetyölle tekijää.
Hankkeen loppuraportti	PeO	Valmis 03/2022.

Hankkeen aikana on luotu ProMSMobile -sovellus, joka on ladattavissa Play Kaupasta. Sovellus toimii tällä hetkellä ainoastaan Android -ympäristössä. Sovelluksessa on lataajille maksutta käytettävissä Metsään.fi avoimet metsävara- ja kartta-aineistot kaikille käyttäjille - siis myös yksityishenkilön on mahdollista ladata sovellus omalle laitteelleen ja käyttää avoimia aineistoja. Varsinainen simulaatio-osa on käytettävissä maksullisena kirjautuneille käyttäjille.



Sovelluksen taustalle on hankesuunnitelman mukaisesti kartoitettu runsaasti metsävaratietoa ja sovitettu suomalaisia metsätyyppejä yhteen mallinnuksen taustalla olevan kanadalaisen Prometheus-mallin kanssa. Aiempaa selvästi tarkemmat puusto- ja maastoluokat ovat hankkeen jälkeen käytettävissä sovelluksen edelleen kehittämisessä. Hienohilainen tuulimalli, Wind Ninja, on hankkeen aikana sovitettu yhteen mallin taustaoletuksiin. Näin ollen ProMSMobile pystyy tällä hetkellä tarjoamaan huomattavasti aiempaa tarkemmat, reaaliaikaiset sääolosuhdetiedot leviämismallinnukseen.

Hankkeen aikana testijaksoilla todettiin suurimmat puutteet mallinnuksen tarkkuudessa suo- ja turvepohjaisessa maastossa. Kalajoen Rautiossa heinäkuussa 2021 syttyneen metsäpalon osalta on hankkeen osana kerätty erillinen, erityisesti ojitettuun turvepohjaiseen maastoon perustuva tietoaaineisto. Tätä ylimääräistä aineistoa ei enää hankeaikana pystytty täysimääräisesti sovittamaan yhteen mallinnuksen tausta-aineiston kanssa, mutta se jää kaikille hanketoimijoille käytettäväksi sovelluksen jatkokehittämiseen.

Hankkeen aikana toteutettujen testausten aikana käytiin eri testaajaryhmien kanssa myös keskustelua metsäpaloihin liittyvän koulutuksen nykytilasta sekä metsäpalo-osaamisesta. Keskusteluissa tuotiin esiin, että kaikenlaiselle ja tasoiselle koulutuksella aiheeseen liittyen olisi huomattava tilaus. Tämä koskee niin leviämisen nusteita, tilannetiedon keräämistä, pelastustoiminnan johtamista kuin esimerkiksi sammutustekniikkaa ja taktiikoitakin (ks. myös Laitinen ym. 2022 ja Puustinen 2022). MAST-hankkeen aikana on tuotettu Pelastusopiston Moodle-alustalle moduulipohjaisen metsäpalokoulutuksen runko, jonka sisältö on esitetty tarkemmin edellä tämän raportin luvussa seitsemän. Kokonaisuus ei ole vielä lopullinen, eivätkä kaikki osat valmiina, mutta hankkeen aikana on tuotettu alustalle leviämismallintamiseen liittyvät moduulit. Koulutuskokonaisuuden kehittäminen jatkuu edelleen Pelastusopiston muissa käynnissä olevissa metsäpaloihin liittyvissä hankkeissa, ja sille suunnitellaan haettavan erillisrahoitusta tulevaisuudessa.



9 Pohdinta

MAST -hankkeen laajempien vaikutusten osalta voidaan nostaa esiin erityisesti kaksi asiaa, joita ei oltu sisällytetty hankkeen virallisiin tavoitteisiin (ks. tavoitteet luku kaksi): ensinnäkin monitoimijaisen, sektori- ja toimialarajat ylittävän hankeryhmän yhteiskehittämisessä syntynyt lisäarvo, sekä toiseksi leviämismallinnuksen esille nostamisen merkitys laajemman pelastustoimen ennakkoinnin ja tiedolla johtamisen kokonaisuudessa.

Sovelluskehittämisen osaaminen (Arbonaut Oy), metsävaratietoon ja metsätyyppeihin liittyvä osaaminen (Metsäkeskus), säätietoon ja mallinnukseen liittyvä osaaminen (Ilmatieteen laitos), pelastustoimen tutkimuksen ja koulutuksen osaaminen (Pelastusopisto) sekä käytännön pelastustoiminnan osaaminen (Pohjois-Karjalan pelastuslaitos) yhdessä mahdollistivat jatkuvan eri osapuolten välisen vuoropuhelun. Hankkeen aikana sovellusta ja sen taustalle tarvittavaa tietoa aineistoa niin kerättiin kuin käsiteltiin yhteistoiminnassa. Käyttäjäkokeimuksia ja teknistä sovelluksen taustalla pyörivää kehittämistä juoksutettiin koko hankkeen ajan yhtäaikaaisesti - testauksessa ehdittiin testikertojen välillä kehittää sovellusta reagoiden aiempaan palautteeseen ja näin ollen seuraavat testaajat saivat jo käyttöönsä edellistä toimivamman kokonaisuuden. Tämä ei olisi onnistunut ilman tiivistä, useista asiantuntijatahoista koostuvaa hankeryhmää. Yhteiskehittäminen useamman toimialan ja erilaisten toimijoiden kesken (tutkimus, tuotekehitys, tiedontuotanto, käytäntö) mahdollisti niin sanotusti yhteisen kielen löytämisen ja vuoropuhelussa tapahtuvan kehittämisen. Eri toimijat tutustuivat hankkeen kuluessa toistensa toimialan erityispiirteisiin ja toiminnan reunaehtoihin, ymmärtäen sen kautta paremmin toisen mahdollisuudet joko tuottaa tiettyä palvelua tai reunaehdot palvelun käytettävyyksivaatimuksille. Yhteiskehittämisen ohella, jälkikäteen asiaa tarkastellen, hankkeessa sovelluskehittämisessä oli myös runsaasti palvelumuotoilun piirteitä, vaikkei palvelumuotoilua ollutkaan julkaistua hanketavoitteissa.

Ennakointi ja tiedolla johtaminen puolestaan ovat teemoja, joita pelastustoimessa pidetään esillä runsaasti useiden toimijoiden kautta (katso esimerkiksi Pelastustoimen ja siviilivalmiuden suorituskykyhanke <https://intermin.fi/hankkeet/pelastustoimen-ja-siviilivalmiuden-suorituskyky>; Sisäisen turvallisuuden selonteko 2021). Leviämismallinnuksen testauksen ja esittelyjen kautta on samalla nostettu esiin laajemminkin ennakkoinnin, tiedon käytön sekä tilannekuvan analysoinnin merkitystä. Nämä ovat lisäksi teemoja, jotka tuoreimpien selvitysten mukaan vaikuttavat korostuvan pitkäkestoisissa ja laajoissa maastopalotilanteissa (Etelä-Karjalan pelastuslaitos 2021; MSB 2018; Puustinen 2022). Kiinnostus metsäpaloihin liittyviin erilaisiin mallintamissovelluksiin sekä kartta-aineistoihin on tällä hetkellä suurta niin pelastuslaitoksissa kuin hanketoiminnassakin. Esimerkkeinä meneillään olevasta MAST -hankkeen teemoja jatkavasta kehittämisestä ovat Suomen Metsäkeskuksen hallinnoima Maastopalojen riski- ja torjuntakarttojen skaalaus - Mariska (<https://www.metsakeskus.fi/fi/hankkeet/mariska>) sekä Jyväskylän yliopiston vetämä ja Suomen



Akatemian rahoittama FireMan -konsortio¹, jossa kehitetään uusia teknologioita muun muassa metsäpalojen havaitsemiseen.

Hankkeelle rahoitushakemuksessa asetetut julkilausutut tavoitteet olivat: 1) Lisätä pelastustoimen kykyä vastata maastopalojen aiheuttamiin riskeihin. 2) Kehittää pelastustoiminnan johtajalle tehokkaampi menetelmä tilannekuvan luomiseksi. 3) Tehostaa pelastustoiminnan johtajan kykyä johtaa vaativia maastopalotehtäviä. 4) Vähentää ja poistaa sammuttajaan kohdistuvia riskejä sekä pienentää altistumista maastopaloissa. 5) Mahdollistaa leviämismallin käyttö osana pelastustoimen koulutusta. Käyttäjätestauksessa saadun palautteen perusteella, voitaneen todeta, että mikäli sovellus vain saadaan toimimaan "puskassa" ja se on "nappuloiltaan käyttäjäystävällinen" päästään reaaliaikaista leviämismallinnusta käyttämällä lopulta seuraavaan tilanteeseen, joka osaltaan kuvanee hankkeen tavoitteiden saavuttamista:

"Kun saadaan tarkempaa tietoa palon todellisista leviämissuunnista, on helpompaa määritellä kaikkea, joka vaikuttaa hyökkäyssuuntaan tai palon ympärille levittäytymiseen. Sektorimallilla palo leviää ns. suoraan, mutta tällä tavalla leviävän kuvan kanssa voidaan päästä aloittamaan hyökkääminen lähempää tai sijoittautua jonkin tien varteen, joka sektorimallilla voisi jäädä palon alle. Palon määrittelemisen muuten kuin sektorimallilla voi antaa myös parempia mahdollisuuksia kaikenlaisen huollon järjestämiseen palopaikan läheisyyteen. Kun leviäminen on tarkemmin tiedossa, voidaan paineilmahuolto, ruokahuolto yms. sijoittaa jopa lähemmäs palopaikkaa, kun varmuuden vuoksi ei tarvitse juoksuttaa sammuttajia kauemmas leviämissuunnan ollessa tarkemmassa tiedossa. Myös vesihuolto voi olla helpompaa järjestää, ennusteen tarkentuessa, jos vedenottopaikat ovat hyvin lähellä palopaikkaa ja jäisivät sektorimallissa suoraan palon "alle", mutta tällä tavalla ennustettaessa olisivatkin käytössä. Kun palo pystytään ennustamaan tarkemmin, voidaan sammutustöiden jatkuvuutta ja muun alueen turvaamista suunnitella pidemmällä aikajanalla. Esimerkiksi alueilla, joilla vakinainen henkilöstö tulee kauempaa ja isompi palo jättää kaupungin "tyhjäksi", voidaan tarkemmalla ennusteella ehkä irrottaa yksiköitä paremmin sopivassa kohtaa huoltoihin ja muihin tehtäviin, vaikka seuraavat yksiköt olisivat vasta matkalla." (opiskelijatestaaja)

Kehittämistyö ei kuitenkaan ole missään nimessä lopussa eikä maastopalojen leviämismallinnuksen sovellukset valmiita. Niiden työstämistä jatketaan MAST -hankkeessakin mukana olleiden tahojen toimesta jo alkaneissa (esim. Mariska -hanke edellä) ja suunnitteilla olevissa hankkeissa. MAST -hankkeen aikana on myös pystytty luomaan uusia avauksia muiden toimijoiden suuntaan niin kansallisesti (esim. edellä kuvattu Jyväskylän yliopiston konsortio) kuin kansainvälisestikin (esimerkiksi Advanced Fire Analysis Network - AFAN, <https://fireanalysisnetwork.eu/>).

¹ <https://www.jyu.fi/fi/ajankohtaista/arkisto/2021/12/uusia-teknologioita-metsapalojen-havaitsemiseen-ja-virtausakkuihin-suomen-akatemia-tukea-vihrean-teknologian-tutkimuksille-jyvaskylan-yliopistoon?fbclid=IwAR0S-CIOA50M9S2PaZsLW41Wcl2emEYgfyCDkxpqJrA0OIRYsCi0mRfMhsg>



Lähteet

MSB (2018). Brandsommaren 2018. Vad hände, och varför? Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).

Etelä-Karjalan pelastuslaitos (2021) Turvetuotantoalueen tulipalo Taipalsaarella 2019. Etelä-Karjalan pelastuslaitos 16.8.2021. Julkaisematon kehittämisraportti.

Ketola J (2018) Hevonkuudessa palaa isosti – Tilastollinen selvitys kesän 2018 metsäpalojen leviämisestä. Pelastusopisto, Kuopio.

Kondo MC, De Roos AJ, White LS, Heilman WE, Mockrin MH, Gross-Davis CA, & Burstyn I (2019) Meta-Analysis of Heterogeneity in the Effects of Wildfire Smoke Exposure on Respiratory Health in North America. International journal of environmental research and public health, 16(6), 960. doi:10.3390/ijerph16060960

Kolstela, J. (2020). Metsäpalon leviämisen mallintaminen Suomessa. Pro gradu, Itä-Suomen yliopisto, Maantiede. 58 pp.

Kosenius AK, Tulla T, Horne P, Vanha-Majamaa I & Kerkelä L (2014) Metsäpalojen torjunnan talous ja ekosysteemipalvelut - Kustannusanalyysi Pohjois-Karjalasta. PTT työpapereita 165, Pellervon taloustutkimus PTT, Helsinki.

Cascio WE (2018) Wildland fire smoke and human health. Science of the Total Environment, Volume 624, 586-595.

Groot E, Caturay A, Khan Y, Copes R (2019) A systematic review of the health impacts of occupational exposure to wildland fires. International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health, 32(2), 121-140.

Laitinen J, Hassinen M, Kiviranta K, Toivanen P, Huttu I, Savola R, Ahonen V, Ruusunen J, Rissanen, S, Uusitalo A. (2022). Pelastajan työvälineet ja henkilökohtaiset suojaimet metsäpaloissa. Pelastusopisto, B-sarja 1/2022, Kuopio.

Puustinen A (toim.) (2022). Kalajoen Raution metsäpalo 2021. Kokemuksia ja oppeja metsäpalo-osaamisen kehittämiseen. Pelastusopisto, D-sarja 3/2022, Kuopio.

Raisio, H & Puustinen, A & Valtonen, V (2021). Co-Creating Safety and Security? Analysing the multifaceted field of co-creation in Finland. International Journal of Mass Emergencies and Disasters 39(2), 263-291.

Sisäisen turvallisuuden selonteko 2021. Valtioneuvoston selonteko sisäisestä turvallisuudesta. Valtioneuvoston julkaisuja 2021:48, Helsinki.

Torring, J, Sørensen E, & Røiseland A (2019). "Transforming the Public Sector into an Arena for Co-Creation: Barriers, Drivers, Benefits, and Ways Forward." Administration & Society, 51(5), 795-825.

Voorberg W, Bekkers V & Tummers L (2015). "A Systematic Review of Co-Creation and Co-Production: Embarking on the social innovation journey." Public Management Review 17(9), 1333-1357.



Liitteet

Liite 1. Ohjausryhmän kokoonpano sekä kokoukset

Ohjausryhmän kokoonpano on ollut seuraava:

Rami Ruuska, SM Pelastusosasto
Tommi Luhtaniemi, SM Pelastusosasto (varajäsen)
Tatu Torniainen, Maa- ja metsätalousministeriö
Niina Rissanen, Maa- ja metsätalousministeriö (varajäsen)
Sebastian Holm, Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto
Pekka Räty, Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto
Jarno Ruusunen, Pelastusopisto
Ville-Veikko Pitkänen, Pelastusopisto (varajäsen)
Tuomo Halmeslahti, Etelä-Savon pelastuslaitos
Pasi Markkanen, Pohjois-Karjalan pelastuslaitos
Markku Remes, Metsäkeskus
Juhana Hyrkkänen, Ilmatieteenlaitos
Sami Niemelä, Ilmatieteenlaitos (varajäsen)

Ohjausryhmä on kokoontunut neljä kertaa vuoden 2021 aikana - 18.2.2021., 30.4.2021, 1.9.2021 ja 25.11.2021. Kaikki kokoukset pidettiin Teams-kokouksina etäyhteydellä. Puheenjohtajana kahdessa ensimmäisessä kokouksessa toimi Rami Ruuska ja kahdessa viimeisessä kokouksessa Jarno Ruusunen.

**Liite 2. Testauksissa käytetty ProMS -ohjelmiston käyttöohje***Ohjeen koonnut Lassi Tolonen.***Arbonaut-ohjelman käyttöohjeet peruskäyttöön**

Mene selaimella osoitteeseen: <https://test-proms.arbonaut.com/> ja kirjaudu

Käyttäjätunnus: Salasana:

Prometheuksen valikot on esitetty sivussa. Pelastustoiminnan johtajalle tärkeimmät ominaisuudet tässä vaiheessa ovat:

- Taustakartaksi valittuna Maastotietokanta vinovalolla tai tavallinen Maastotietokanta
- Maaston kulkukelpoisuus (jyrkänteet punaisella, kosteusindeksi sinisellä)
- Syttymisherkkyys (Metsäkeskuksen kuviot, > 40 %)
- Syrjäiset alueet (varjostusalueet yli 500 m matka tiestöstä)
- Onnistuneen simulaation luomiseksi on vektoritasoista valittava:
- Prometheus: Paloennuste
- Paloalueen raja
- Metsäpalot

Rasteritasoja on lisäksi hyödynnettävissä:

- Puuston pituudesta (laserkeila-aineisto)
- Latvusmassan määrästä (kg/ha)
- Latvusmassan tiheydestä (tiheys 3D, kg/m³)
- Latvusrajan korkeudesta (leviämisherkkyys ruohikkopalosta latvuspaloksi, punainen vaarallinen-vihreä vähemmän vaarallinen)
- Polttoaineluokituksista (Kanadasta Suomeen sovitettu 11 kohtainen luokitus)
- Palon intensiteetistä
- Liekin pituudesta
- Lisäksi on tulossa sääolosuhteisiin liittyviä lisäominaisuuksia

The screenshot shows the Arbonaut ProMS configuration interface. It has two tabs at the top: 'Tasot' (Layers) and 'Ominaisuudet' (Features). The 'Tasot' tab is active.

Projektin valinta (Project selection): A dropdown menu is set to 'MAST-maastopalpalvelu'.

Taustakartat (Background maps): A list of map options with checkboxes:

- ☒ Maastotietokanta
- ☐ Maastotietokanta vinovalolla
- ☐ MML ilmakuvat
- ☐ MML ilmakuvat vinovalolla
- ☐ Vinovalo
- ☐ CHM
- ☐ OSM

Rasteritasot (Raster layers): A list of layers with checkboxes and visibility icons (eye and question mark):

- ☐ Kulkukelpoisuus
- ☐ Puuston pituus
- ☐ Latvusmassan määrä
- ☐ Latvusmassan tiheys
- ☐ Latvusrajan korkeus
- ☐ Polttoaineluokka
- ☐ Syttymisherkkyys
- ☐ Syrjäiset alueet
- ☐ IL: Lämpötilaennuste
- ☐ IL: Sademääräennuste
- ☐ IL: Tuulennopeusennuste
- ☐ IL: Tuulensuuntaennuste
- ☐ Prometheus: Palon intensiteetti
- ☐ Prometheus: Liekin pituus
- ☐ Tulossa: Windninja: Tuulen suunta
- ☐ Tulossa: Windninja: Tuulen nopeus

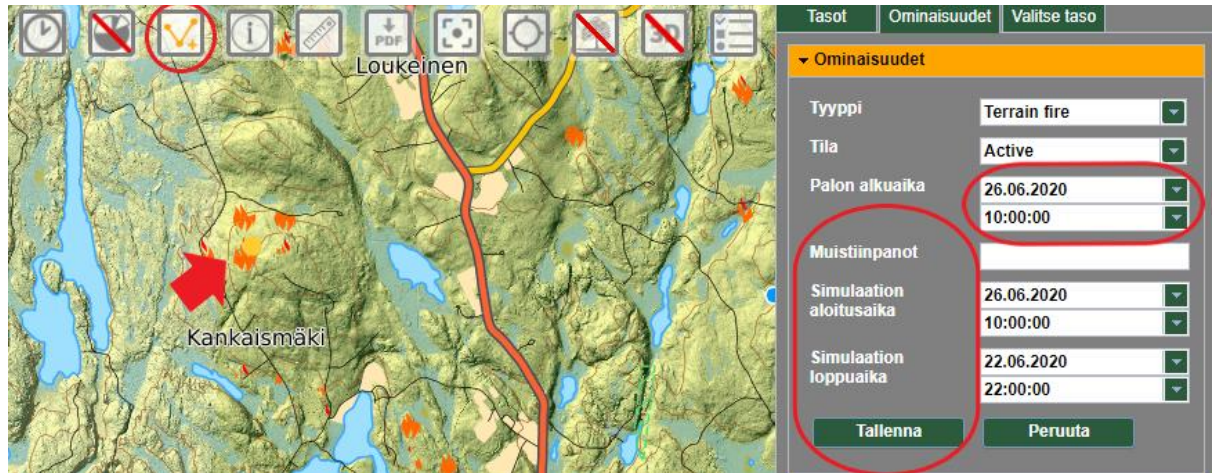
Vektoritasot (Vector layers): A list of layers with checkboxes and visibility icons:

- ☐ Prometheus: Paloennuste
- ☐ Paloalueen raja
- ☐ Vesiresurssit
- ☐ Torjuntatoimet
- ☐ Tukitoiminnot
- ☐ Torjuntakalusto
- ☐ Miehistö
- ☐ Metsäpalot



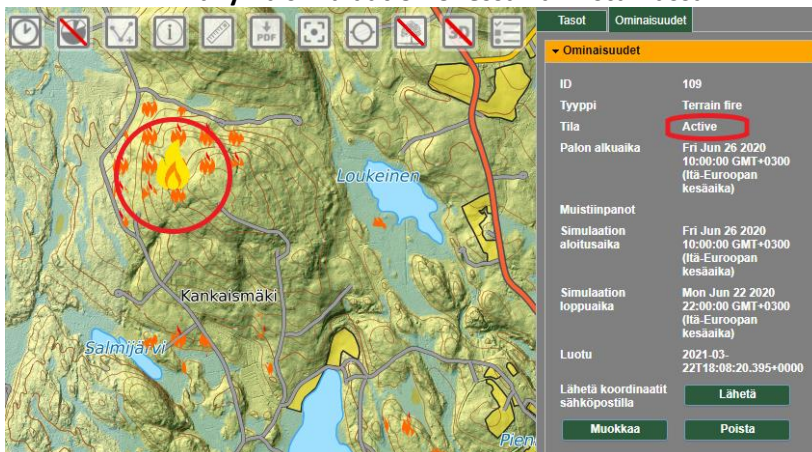
Harjoitussimulaation luominen:

- Etsi ensin haluttu kohde kartalta hiirellä skrollaamalla/keskittämällä
- (tarkasti kartoitetut alueet Outokumpu ja osa Lieksaa näkyvät latvusmassan määrä-rasterilla)
- Ota työkaluriviltä vektorityökalu (kuvassa ympyröity)
- Sivulle aukeaa alasvetovalikko: valitse ”Metsäpalo”



- Klikkaa haluttua palokohdetta (keltainen piste) - sivulle aukeaa ominaisuudet-välilehti
- valitse palon alkuajaksi **26.6.2020** (tiedusteltu optimaalinen simulaatio-olosuhde)
- valitse simulaation aloitusajaksi **26.6.2020 klo 10**
- valitse seuraavaksi simulaation loppuajaksi **26.6.2020 klo 22.00** HUOM! Mitä pidemmän aikavälin valitset, sitä raskaampi simulaatiosta tulee ja sen luominen kestää pidempää
- paina lopuksi TALLENNA – simulaation luonti alkaa

Näkymä simulaation ollessa valmistumassa.



Alkupalon keltainen piste on muuttunut liekkisymboliksi.

Valmistunut simulaatio saa liekkiinsä vihreän väkäsän ja ominaisuudet välilehdellä lukee SUCCESS.

Epäonnistunut simulaatio ilmoittaa ERROR ja väkänen liekissä on punainen rasti.

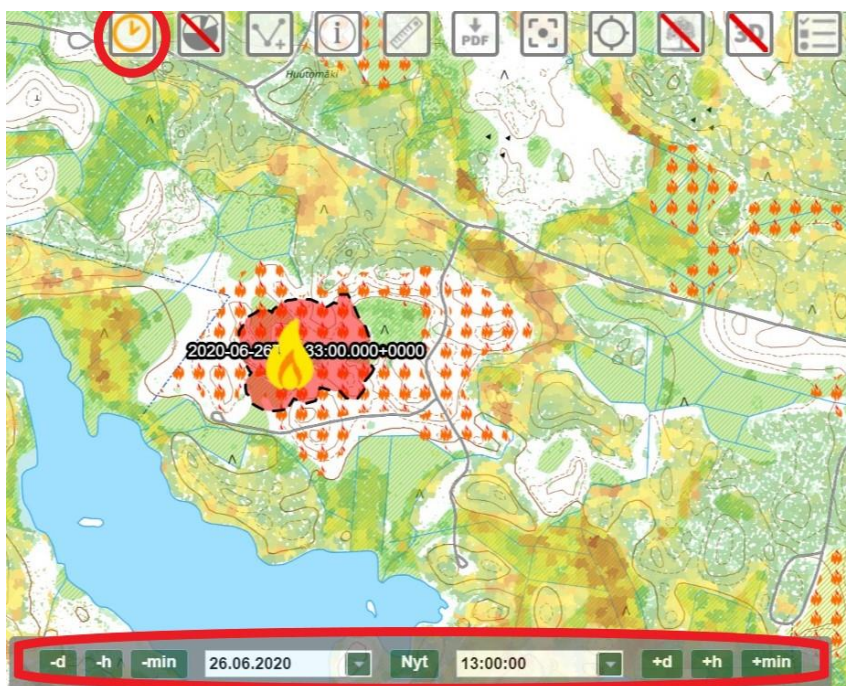


Prometheuksen työkalurivi:



- Kello-työkalulla saat tarkasteltua simuloitua palon leviämisenustetta eri kellonaikoina
- Mitta-työkalulla voit ottaa pituusmittoja, esim. paloalueen rajat
- PDF-työkalulla saat karttanäkymäsi tallennettavaan/tulostettavaan muotoon
- Kohdistustyökalu keskittää kartan Outokummun keskelle
- GPS-työkalulla saa keskitettyä kartan omaan sijaintiinsa
- Valikko-työkalulla saa oikeanpuoleisen valikkorivin piiloon/näkyviin

Valmis simulaatio:



- Simulaation valmistuttua valitse kello -työkalu.
- Alareunaan avautuvaan aikaikkunaan on valittava haluttu päivämäärä 26.6.2020.
- Voit ajaa leviämisenustetta eri kellonajoilla sen aikaikkunan sisällä, johon simulaatio on alun perin luotu.
- Kellonaikaa voi vaihtaa alasvetovalikosta tai +h ja -h painikkeilla.
- Leviämisenuste on pilvimallinen kartta, klikkaamalla saa oikeanpuoleiseen valikkoon lisätietoja mm. pinta-alan ja piirin mitan.



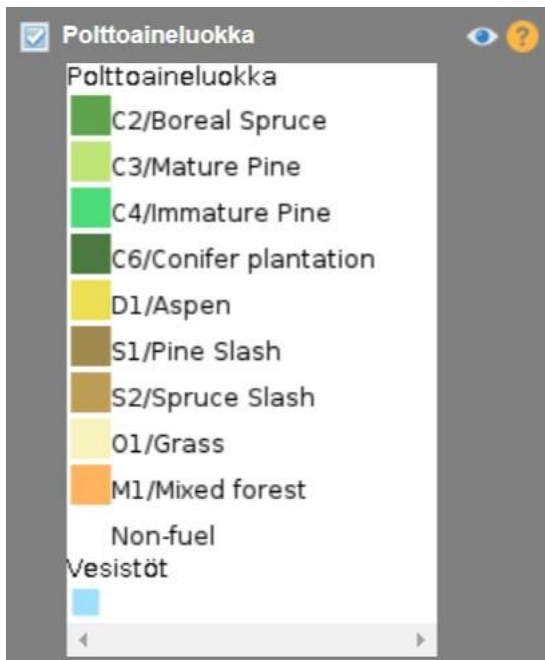
Vektoritason uusien työkalujen hyödyntäminen:

Vektoritasoja luodaan samalla tapaan kuin luodaan metsäpalosimulaatio. Valitaan työkaluriviltä vektorityökalu ja oikealle avautuvasta alasvetovalikosta metsäpalon sijaan jokin seuraavista pääotsikoista:

☒ Vesiresurssit	• Vedenpudotusalue • Vedenottoalue	• Waterdrop area • Water supply area
☒ Torjuntatoimet	• Letkulinja • Palokatko • Palon aloituslinja • Vastapalon aloituslinja • Lentolinja	• Hose line • Fire break • Fire Starting Line • Counter Starting Line • Aviation Flight Line
☒ Tukitoiminnot	• Ensiapu • Parkkipaikka • Ruoka ja tarvikkeet • Polttoaine ja laitteisto • Vesilähde pumpulle	• First Aid • Vehicle Parking • Food and Supplies • Fuel and Equipments • Pump Water Supply
☒ Torjuntakalusto	• Paloauto • Pumppu • ATV • Puskutraktori • Kaivinkone • Metsäkone • Valvontalentokone • Helikopteri • Lentokone	• Fire Truck • Pump • ATV • Bulldozer • Excavator • Logging Machine • Monitoring Aircraft • Helicopter • Airplane
☒ Miehistö	• Ryhmä • Palomies • Palopäällikkö	• Crew • Firefighter • Fire Boss



Tarkentavaa tietoa rasteritasoista:



Kanadan polttoaineluokitus Suomeen sovitettuna:

C2 Kuusimetsä

C3 Hakkuukypsä mäntymetsä

C4 Kasvatusikäinen mäntymetsä

C6 Havupuinen istutusmetsikkö

D1 Haapa

S1 Hakattu männikkö

S2 Hakattu kuusikko

O1 Heinikko

M1 Sekametsä



PELASTUSOPISTO

Maastopalojen leviämismallit ja jalostettu metsävaratieto osana pelastustoimen tilannekuvan muodostamista -hankkeessa tuotettiin ensimmäinen versio ProMS -sovelluksesta maastopalojen dynaamisen mallintamisen tueksi pelastuslaitosten käyttöön. Hanke toteutettiin yhteiskehittämisen periaatteita noudattaen. Kehittämisvaiheet vaihtelivat mallinnukset tausta-aineiston keräämisen, sovelluksen kehittämisen sekä käyttäjä kokemusten ja edelleen kehittämisen välillä. Mallinnussovelluksen lisäksi hankkeessa tuotettiin käyttöön perustiedot metsäpaloihin liittyvän koulutuksen jatkokehittämistä ajatellen.