

Laserkeilaus vesien hallinnassa osana kestävää maankäytön ja metsien suunnittelua (LaserVesi)-hankkeen väliraportti

Raportointikausi 1.1.2021-31.12.2021



1. Johdanto

LaserVesi-hankkeessa on tarkoituksena luoda nopeilla toimilla kansallisen laserkeilausohjelman aineistoon perustuvia uusia, innovatiivisia tuotteita ja sovelluksia kestäväns vesien- ja maankäytön hallinnan tueksi. Tavoitteena on, että tuotteet ovat suoraan laajennettavissa koko Suomeen pelkästään Maanmittauslaitoksen (MML) valtakunnallisia paikkatietoaineistoja käyttämällä. LaserVesi-hanke tekeekin läheistä yhteistyötä muun muassa MML:n ATMU-hankkeen kanssa, jossa selvitetään automaation mahdollisuuksia Kansallisen maastotietokannan kohteiden ajantasaistamisessa. Muita merkittäviä yhteistyöhankkeita ovat Mammutti ([Suomen ympäristökeskus > Yhteisen tietopohjan kehittäminen maankäytön ja sen muutosten seurannalle \(Mammutti\) \(syke.fi\)](#)) sekä Valumavesi ([Suomen ympäristökeskus > Valumavesi-hanke \(syke.fi\)](#)). Hankkeiden välinen tiivis yhteistyö tietoaineistojen kehityksessä luo jatkumon menetelmien ja aineistojen kehitystyölle ja avaamiselle laajan yleisön käyttöön. Avoimuus taas mahdollistaa tietoaineistojen hyödyntämisen erilaisissa käytännön sovelluskohteissa, kuten esimerkiksi maankäytön suunnittelun, tai valuma-alueitasoisen vesienhallinnan suunnittelun välineenä.

Kaupunkialueilla on tarve tarkalle tiedolle vettä läpäisemättömien ja läpäisevien pintojen sijainneista ja määrästä mm. hulevesien hallinnan suunnitteluun ja ilmastonmuutokseen sopeutumisen tietopohjaksi. Perinteisillä ilmakuvatulkinnan menetelmillä näiden pintojen erottaminen toisistaan on kuitenkin hankalaa. LaserVesi-hankkeessa sovitettiin Tanskassa kehitettyä tekoälyä hyödyntävää maanpeitteen luokittelumallia pääkaupunkiseudulle.

Sijainniltaan ja kattavuudeltaan laadukkaalla ojien paikkatiedolla taas on keskeinen merkitys mm. vesiensuojelussa, suometsätaloudessa, suoelinympäristöjen monimuotoisuuden ylläpidossa ja turvemaiden hiilitaselaskennassa. Maanmittauslaitoksen (MML) maastotietokannan ojaverkosto on puutteellinen, koska sitä on tuotettu pääosin ilmakuvilta, joilla ei pystytä erottamaan vesistöjen pienipiirteisiä kohteita. Laserkeilaus mahdollistaa tarkemman uomaverkoston kartoituksen sekä automaattisten ja koneoppimiseen perustuvien ratkaisujen kehittämisen.

SYKEN koordinoima LaserVesi-hanke on yksi MMM:n rahoittamista Laserkeilausdatan hyödyntämispiloteista, jotka saivat rahoitusta vuosille 2021–2022. Rahoitusta saavan hankekonsortion SYKEN kanssa muodostavat Suomen metsäkeskus (SMK), Maanmittauslaitos ja Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY). Hankkeen keskeisiä yhteistyökumppaneita ovat lisäksi Metsäteho Oy, Helsingin kaupunki, Salaojayhdistys, Etelä-Suomen Salaojakeskus/KVVY Tutkimus Oy, SCALGO ja ESRI. Hankkeelle perustettiin ohjausryhmä, joka kokoontui vuoden aikana kerran. Tähän hankkeen ensimmäiseen väliraporttiin on koottu katsaus hankkeen etenemisestä vuoden 2021 aikana.

Sisällysluettelo

1. Johdanto	2
2. Hankkeen edistyminen	4
2.1 Toteutetut toimenpiteet.....	4
2.1.1 WP1.....	4
2.2.2 WP2.....	4
3. Saavutetut tulokset	6
3.1 WP1.....	6
3.2 WP2.....	8
4. Riskit ja muutostarpeet	10
4.1 Toteutuksen aikana esiin nousseet riskit ja haasteet.....	10
4.2 Muutostarpeet seuraavalle jaksolle.....	11
5. Työsuunnitelma seuraavalle raportointijaksolle 2022	12
5.1 WP1.....	12
5.2 WP2.....	12
6. Hankkeen viestintä	13
6.1 Viestinnän tavoitteet	13
6.2 Toteutettu hankeviestintä	13
7. Hankkeen taloustilanne	15

2. Hankkeen edistyminen

2.1 Toteutetut toimenpiteet

2.1.1 WP1

Työpakettin 1 tehtävät keskittyivät veden läpäisemättömyys- ja maanpeiteaineistojen tuotantoon ja soveltamiseen. Tarkemmin tehtävät sisälsivät seuraavat kokonaisuudet:

1. Tarkan resoluution läpäisemättömyysaineiston tuottaminen pääkaupunkiseudulta
2. Viherrakennetta kuvaavan maanpeiteaineiston tuottaminen pääkaupunkiseudulta
3. Tuotettujen läpäisevyys- ja maanpeiteaineistojen testaaminen muissa sovelluksissa.

Läpäisemättömyysaineistossa keskityttiin etenkin pinnoitetun ja pinnoittamattoman maanpeitteen erottamiseen ja tarkempaan tunnistamiseen. Menetelmä perustuu tanskalaisen Scalgon kehittämään U-NET neuroverkkopohjaiseen mallinnukseen. Lähtöaineistona käytettiin sekä seudullisia, että valtakunnallisia paikkatietoaineistoja, kuten Maanmittauslaitoksen ja HSY:n ilmakuvia ja pistepilviaineistoa. Lopputuloksena tuotettiin tarkka koko pääkaupunkiseudun kattava rasteripohjainen paikkatietoaineisto, jonka jokainen pikseli kuvastaa veden läpäisemättömyyden todennäköisyyttä kyseisessä pikselissä. Aineisto on mahdollista yleistää valtakunnalliseksi.

Veden läpäisemättömyysaineistosta johdettiin viher- ja vesialueiden kokonaisuutta kuvaava paikkatietoaineisto tukemaan yhdyskuntarakenteen seuranta ja kestävä maankäytön suunnittelua. Aineistoon liitettiin olemassa olevia viherrakennetta kuvaavia paikkatietoaineistoja täydentämään luokitusta. Lopullinen aineisto koostuu 11 erilaisesta maanpeiteluokasta, missä keskityttiin etenkin kasvillisuuden tarkempaan luokitteluun ja piha-alueiden tarkempaan tunnistamiseen. Aineisto on mahdollista yleistää valtakunnalliseksi.

Veden läpäisemättömyysaineistoa ja viher- ja vesialueita kuvaavaa paikkatietoaineistoa testataan hankkeessa eri sovelluksissa mm. hulevesien ja tulvariskien hallinnan suunnittelun tueksi. Pintavaluntamallinnuksen ja muun hulevesimallinnuksen kannalta nyt tuotetun maanpeite- ja maanpinnan läpäisemättömyysaineiston suurin etu vanhaan verrattuna, on spatiaalisen tarkkuuden huomattava parantuminen. Pintavaluntamallinnuksessa käytetään yleisesti KM2-korkeusmallin mukaista 2 metrin ruutukokoa. Uuden aineiston myötä on ratkaisevasti parempi mahdollisuus saada oikeampi maanpinnan läpäisevyys- ja imeytymistieto sekä karkeuskerroin jokaiselle laskentasolulle, kuin aikaisempia aineistoja käytettäessä (esim. esim. CORINE-maanpeite- ja maankäyttöaineiston ruutukoko 20 m).

Laajamittainen testaus esimerkiksi pintavaluntamallinnuksessa siirtyi alkuvuoteen 2022, jolloin myös valtakunnallisessa tuotannossa käytettävän maanpeiteaineiston pilottiaineistot ovat valmistuneet. Vuoden 2021 aikana kehitettiin kuitenkin laserkeilausaineistoon 5 p pohjautuvaa aineistoa matalasta virtausta rajoittavasta kasvillisuudesta, jota voidaan hyödyntää karkeuskertoimen määrittämisessä.

2.2.2 WP2

Työpakettissa kehitettiin vuoden 2021 aikana menetelmiä niin ojatulkinnan tekemiseen ja ojien piirteiden tunnistamiseen MML:n 5 p laserkeilausaineistosta kuin peltojen ja metsien kuivatustilan ja tulvaherkkyden arviointiin.

Testialueeksi Suomen metsäkeskuksen (SMK) ojatulkinnalle valittiin 16 karttalehteä (576 km²) Suonenjoelta etelään. Ojatulkintaan pyydettiin tarjous 3 kaukokartoitusyrytykseltä ja ainoana tarjoajana toimittajaksi valittiin Arbonaut Oy. Hankinta ei ylittänyt kansallista kynnyksarvoa. Tulkinnassa oli mukana metsä- pelto- ja tienvarsoijat. Laserkeilausaineistoon perustuva tulkinta sisälsi maastotietokannassa olevien ojien tarkentamisen (ojaviivat oikeaan paikkaan) ja puuttuvien ojien kartoituksen (uusien ojaviivojen digitointi). Lisäksi ominaisuustietoina tulkittiin vedenpinnan korkeus (kuivan ojan pohja tai veden pinta), kuivavara (ojaa ympäröivän maanpinnan ja vedenpinnan korkeuden erotus) sekä ojan leveys.

Aineiston toimituksen jälkeen SMK teki pilottialueella maastoevaluointia, jossa tehtiin havaintoja metsäojien tulkinnan onnistumisesta sekä paikannettiin tarkempia oja-asteita, joilta mitattiin ojan syvyys ja leveys. Lisäksi tarkasteltiin tienvarsojien tulkinnan onnistumista. Toimittajan kanssa pidettiin palautekokous ja aineisto hyväksyttiin pienillä korjauksilla. Lisäksi pidettiin suunnittelukokous MML:n kanssa, jossa tarkasteltiin aineiston sopivuutta erityisesti tekoälyn opetusaineistoksi. Tarkastelun perusteella toimittajalta päätettiin tehdä lisätilaus, jossa tulkitut uomat vielä luokitellaan; kuinka todennäköisesti ojat ovat oikeita, pysyviä oja, vai onko kyseessä muu uoma tai painauma maastossa. Alkuperäisen tilauksen lisäksi tulkitaan luonnonuomat (purot/norot). Luonnonuomat tarvitaan myös opetusaineistoon, koska tekoäly ei erottele onko kyseessä oja vai puro.

SMK:n pilotin tavoitteena on siis tuottaa testialueen laadukas ojatulkinta referenssiaineistoksi MML:n laajempaan uomatulkintojen kehittämishankkeeseen, jossa hyödynnetään laserkeilausta ja koneoppimista. Metsäojien kartoitus palvelee Maanmittauslaitoksella 2021–2022 käynnissä olevaa projektia (ATMU), jossa selvitetään automaation mahdollisuuksia Kansallisen maastotietokannan kohteiden (rakennukset, tiestö ja hydroteema, sisältäen ojat, purot ja muut pienimuotoisemmatkin vesistöumat) ajantasaistamisessa. Laservesi -hankkeesta saatava aineisto hyödynnetään ATMU-projektissa tekoäly/konenäköratkaisun opetusdatana.

Tuloksia saadaan myöhemmin 2022 aikana. Laservesi -hankkeessa saatujen opetusdatojen avulla kehitettävän automaattisen uomatulkinnan tuloksia tarkastellaan yhdessä muiden hankkeen osapuolien kesken. Tavoitteena on tarkastella tulosten hyödyllisyyttä eri käyttötarkoituksissa. ATMU-projektissa kehitettävää automaattioratkaisua voidaan hioa näiden löydösten pohjalta ja tarkastella sitä, millaisia kohteita Kansalliseen maastotietokantaan tullaan hydroteeman osalta tulevaisuudessa tallentamaan ja ajantasaistamaan.

Työpakettia WP2 toteutettiin SYKEssä tiiviissä yhteistyössä Valumavesi-hankkeen¹ kuivatustilan arviointi (KUTI) -työpakettin kanssa. Työpakettin tavoitteena on selvittää kaukokartoitus- ja mallinnusmenetelmien luotettavuus, mahdollisuudet ja rajoitukset peltojen kuivatustilan ja tulvaherkkyuden arvioimiseksi valtakunnallisesti. Laservesi-hanke täydensi näin hankesuunnitelman mukaisesti olennaisesti Valumavesi-hanketta ja näin saavutettiin myös merkittäviä synergiahöytyjä. LaserVesi-hanke on keskittynyt erityisesti laserkeilausaineistojen käyttöön sekä pintavaluntamallinnuksen kehittämiseen, kun taas Valumavesi-hankkeessa on keskitytty muihin kuivatustilan arviointia tukeviin menetelmiin. Molemmista hankkeista on ollut mukana myös keskeinen sidostaho Salaojayhdistys.

¹ <https://www.syke.fi/hankkeet/valumavesi>

Laservesi-hankkeen yhtenä tavoitteena oli tuottaa laserkeilausaineistoa 5 p hyödyntäen aikaisempaa tarkempaa tietoa uoman piirteistä, kuten vedenjohtokyvystä, geometriasta ja kasvillisuudesta. Tavoitteena on päästä arvioimaan peruskuivatuksen toimivuutta ja esittää peltolohkojen sekä valuma-alueen eri osien peltosten kuivatustilan suhteelliset erot. Hankkeen aluksi tehtiin vaatimusmäärittely yhdessä sidostahojen kanssa. Heitä osallistettiin myös vuoden aikana aineistojen ja palvelujen kehittämiseen. Määrittelyssä päädyttiin seuraavaan peltosten kuivatustilan arviointia tukevaan paikkatietoaineisto-kokonaisuuteen:

- ”Yleispiirteinen kuivavara” laserkeilausaineistosta (depth to water, DTW) (*)
- Tulvaherkät pellot pintavaluntamallinnuksella (painanteet, virtausreitit, tulva-alueet) (*)
- Tulva-alueiden tulkinta Sentinel-1-satelliittikuvista
- Maaperän kosteuden estimaatti satelliittikuvien perusteella
- Poikkileikkauksien ja pituusleikkauksien (3D) esittäminen laserkeilausaineiston pohjalta (*)
- Matalan virtausta rajoittavan kasvillisuuden tiheyden tulkinta laserkeilausaineistosta (*)
- Yläpuolisen valuma-alueen pinta-alan esittäminen (*)

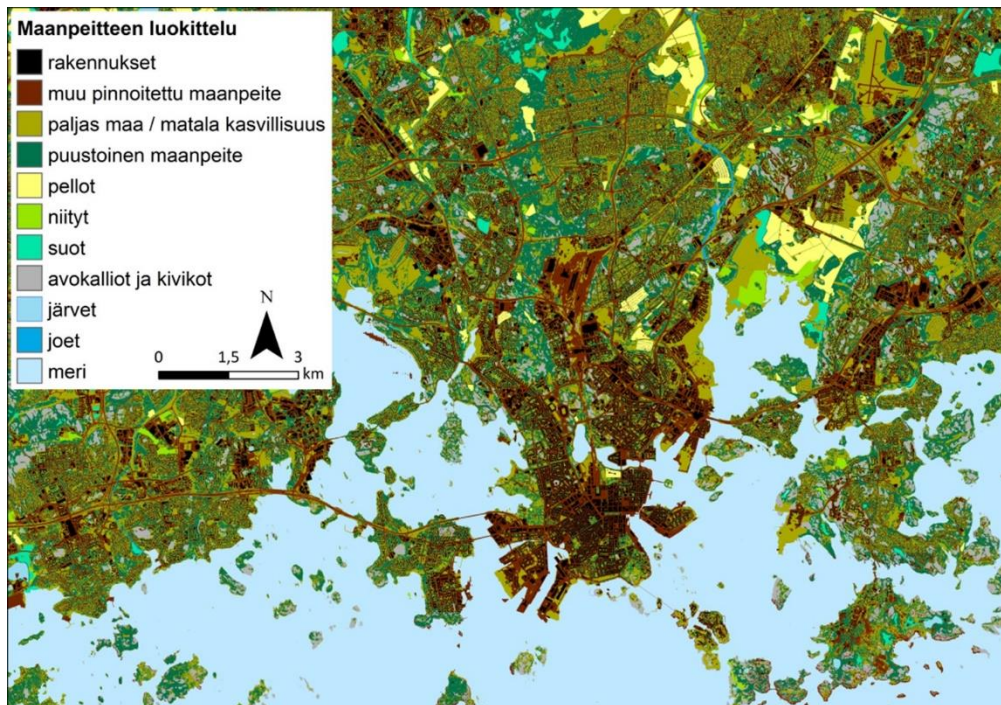
Tähdellä merkityt aineistot kehitettiin ja pilotoitiin vuoden 2021 aikana Laservesi-hankkeen puitteissa pl. pituusleikkauksen esittäminen.

Pilottialueeksi vaihtui hankesuunnitelmaan verrattuna Loviisanjoen valuma-alue, josta oli varsin kattavasti laserkeilausaineistoa 5 p, validointiaineistoa sekä KVVY Tutkimus Oy:n/Etelä-Suomen Salaojakeskuksen paikallistuntemusta äskettäin tehdyn valuma-aluekunnostuksen pohjalta. Alueelta tehtiin drone-kuvaus kevättulvan 2021 aikana samanaikaisesti, kuin Sentinel-1-tutkasatelliittikuva oli käytettävissä. Satelliittikuvasta tehtiin myös tulvatulkinta. Drone-kuvausta voitiin hyödyntää niin pintavaluntamallinnuksen kuin DTW:n validoinnissa. Toisena pilottialueena toimii Suonenjoki, jossa mm. vertaillaan DTW:tä SMK:n teettämään kuivavaratulkintaan.

3. Saavutetut tulokset

3.1 WP1

Pääkaupunkiseudulle tuotettiin tarkka (spatiaalinen resoluutio 20 cm) rasteriaineisto tekoälyn avulla tunnistetuista vettä läpäisemättömistä pinnoista. Aineistosta johdettiin samalta alueelta viher- ja vesialueiden kokonaisuutta kuvaava paikkatietoaineisto 2 m resoluutiolla (Kuva 1). Aineisto julkaistiin [karttapalvelussa](#) yhdessä WP2:ssa tuotetun matalan kasvillisuuden tiheyttä kuvaavan aineiston kanssa. Aineistoa on hyödynnetty WP2:ssa umpeenkasvun tunnistamisessa. WP1:ssä puolestaan tutkitaan aineiston hyödynnettävyyttä virtausvastusta kuvaavan karkeuskertoimen määrittämisessä.



Kuva 1. Esimerkkikuva viher- ja vesialueita kuvaavasta paikkatietoaineistosta

Johdetun maanpeiteaineiston käytettävyyttä tarkempaan hulevesimallinnukseen arvioitiin alustavasti Helsingin Malmilla, missä ATeNaS-hankkeen ([atenas \(syke.fi\)](https://atenas.syke.fi)) tapaustarkastelussa oli aiemmin tehty hulevesien skenaariomallinnusta SWMM-ohjelmistolla hyödyntäen HSY:n maanpeiteaineistoa. Alustavan arvion mukaan vaikutti siltä, että erityisesti läpäisemättömien pintojen tarkempi kuvaus, aineiston parempi resoluutio ja yhtenevä rakenne helpottaisivat ja nopeuttaisivat huomattavasti vastaavien, maanpeitteen tarkkaa kuvausta vaativien mallinnusten tekoa. Samalla aineiston manuaalinen muokkaustarve, ilmakuvien ja muiden lähteiden käyttö vähenee.

Matalan virtausta rajoittavan kasvillisuuden aineistoa (5 p) validoitiin käyttäen hyväksi Google Street View –palvelua ja maastokäynnein. Aineisto vaikuttaa alustavien tarkastelujen pohjalta tunnistavan hyvin matalaa kasvillisuutta kaupunkikuvassa. Validointia tehtiin myös Mätäjoella Länsi-Helsingissä. Myös tämän alueen osalta tulokset olivat lupaavia (Kuva 2). Paikoin laserpulssit eivät kuitenkaan juurikaan päässeet läpi tiheästä, ylemmästä kasvillisuuskerroksesta. Sen takia matalan kasvillisuuskerroksen tiheydestä ei voitu saada täysin luotettavaa tietoa. Aineiston tuotannosta ja ominaisuuksista on kerrottu tarkemmin WP2:n alla luvussa 3.2.



Kuva 2. Matalan virtausta rajoittavan kasvillisuusaineiston validointia niin kaupunkialueella Malmilla kuin uoman varrella Mätäjoella Länsi-Helsingissä.

3.2 WP2

Suonenjoen testialueelta saatiin tarkastelujen perusteella laadukas ojatulkinta, joka on lisätilauksen myötä hyödynnettävissä myös koneoppimismenetelmän opetusaineistona. Toimittajalla on automaattinen menetelmä, jolla se korjaa olemassa olevien ojaviivojen paikkaa laseraineiston perusteella. Sen sijaan maastotietokannasta puuttuvien ojien tulkinta ja digitointi oli manuaalista työtä, mutta esimerkiksi laseraineistosta tehdyn vinovalovarjosteen avulla visuaalinen tulkinta on huomattavasti laadukkaampaa kuin pelkiltä ilmakuvilta tehtynä.

Toimittajalla on myös menetelmä ojasyvyyden, kuivavaran ja ojaleveyden tulkintaan. Syvyys ja kuivavara ovat luotettavampaa tietoa, mutta tarkasteluissa havaittiin, että ojaleveys sisälsi enemmän poikkeamia maastohavaintoihin verrattuna. Ojaleveyden tulkinta onkin ominaisuustiedoista haastavin toteuttaa. Käytännön toiminnassa ojageometrioiden lisäksi ojien syvyys- ja leveytiedot ovat hyödyllisiä ja niiden tulkintamahdollisuuksia tarkastellaan myös MML:n kehittämistyössä.

Lisätilauksessa toimittaja luokittelee uomat sen mukaan mihin luokkaan ne todennäköisimmin kuuluvat. Luokat ovat: 1) luonnonpuro tai noro, 2) varsinainen pysyvä oja, 3) maanmuokkauksen yhteydessä tehty väliaikainen oja (esim. tiheät uudistusalojen naverot) sekä 4) maanmuokkausjälkiä tai muita ojiin kuulumattomia uomia tai painanteita.

MML:n jatko-työhyödynnettäväksi toimitetaan myös pilottialueelta tehty maastoevaluointiaineisto. Tarkempia mittauspisteitä, joilta on myös valokuvat, on yhteensä 276 kpl. Edelleen uomatulkintojen kehittämiseen on toimitettu myös toisen vesipuolen

kehittämishankkeen (HYTKY) maastoaineisto, joka sisältää 1035 paikannettua ja mitattua ojaapistettä valokuvineen. MML tarkastelee myös, voidaanko pistemäisiä maastoaineistoja hyödyntää tekoälyn opetuksessa tai tulosten evaluoinnissa.

Laservesi-hankkeessa kehitetty paikkatietoaineistokokonaisuus tukee peltojen kuivatustilan valtakunnallista kartoitusta/arviointia. Täytyy kuitenkin muistaa, että kyseessä on yleispiirteinen kartoitusmenetelmä, koska aineisto on suuntaa antava ja sisältää vielä virheitä. Mallinnuksessa ei ole huomioitu esimerkiksi tietoja pienemmistä ojarummuista, salaojaston purkupisteet eivät vastaa todellisia purkukohtia ja vedenkorkeuden tulkinta laserkeilausaineistosta sisältää paljon epävarmuutta. Epävarmuuksista viestiminen onkin keskeistä. Aineisto mahdollistaa kuitenkin myös tarkemman tason tarkastelun (esim. poikkileikkauksesta voidaan tulkita mahdollista uomaeroosiota), vaikka se ei koskaan täysin korvaakaan maastokäyntejä. Sen perusteella voidaan kuitenkin kohdentaa kuivatustilan parantamiseen tähtääviä tarkempia selvityksiä. Aineistoa voi hyödyntää myös valuma-alueen vesienhallinnan suunnittelussa.

Määrittelystä peltojen kuivatustilaa tukevasta paikkatietoaineistokokonaisuudesta (luku 2.2.2) laadittiin ESRI Finland Oy:n tukemana ja yhdessä Valumavesi-hankkeen kanssa tarinakartta², jossa esitetään havainnollisesti peltojen kuivatustilan/tulvaherkkyden arvioimista eri menetelmiä hyödyntäen. Palvelussa on myös kerrottu yleisesti laserkeilausaineistoista sekä tehty erilaisia visualisointeja vanhasta 0,5 p ja uudesta 5 p laserkeilausaineistosta havainnollistamaan niiden välisiä eroja. Käyttäjä voi palvelussa myös piirtää poikkileikkauksia ja tutkia esimerkiksi uoman geometriaa tarkemmin.

Seuraavassa on kuvattu lyhyesti hankkeessa pilotoituja peltojen kuivatustilaa ja tulvaherkkyttä kartoittavaa aineistoa.

- 1) Yleispiirteinen kuivavara-aineisto kuvaa kuinka suuri korkeusero on vesipisaran matkalla sen valuessa tarkastellulta pellon pisteeltä valtaojan vedenpinnalle oletetun salaojaston laskuaukon kohdalle. Ojan vedenpinta edustaa laserkeilauksen aikaista vedenpintaa. Jos erotus on pieni (vedenpinta korkealla suhteessa peltoon), niin peruskuivatus on riittämätön ja salaojitus ei voi toimia kunnolla. Aineisto tuotettiin DTW-analyysillä laserkeilausaineistosta 5 p, 8 m ruutukokoon käyttäen arvona ruudun matalinta laserpistettä. Tavoitteena on ollut näin saada poimittua kasvillisuuden seasta matalin ojan vedenpintaa edustava piste. Oletetut rummut ja putket on koverrettu analyysiä ennen korkeusmalliin alustavassa hulevesitulvakartassa³ käytetyllä menetelmällä. Lisäksi kokeiltiin Hydro-RDI-Network-hankkeessa⁴ pilotoitua kehittyneempää koverrusmenetelmää. Aineisto on visualisoitu alla olevalle kartalle liikennevalovärein (kuva 3).
- 2) Tulvaherkkien peltojen tunnistamisessa hyödynnettiin Potut-hankkeessa⁵ kehitettyä menetelmää valuma-alueasoiseseen tulvakartoitukseen. Alla olevassa kartassa on esitetty valuma-alueasoinen tulvakartta perustuen sadantaan 10 mm tunnissa 12 tunnin ajan (kuva 3). Yhteensä sadanta oli siis 120 mm. Kartalla on esitetty tulvan peittävyys ja vesisyvyys maksimissaan 48 tunnin laskentajakson ajalta. Kartasta voidaan tarkastella mahdollisia heikkotuottoisia, tulvaherkkiä peltoja, mutta toisaalta

² <https://storymaps.arcgis.com/stories/113c95d0abbe4e3a9d2d4cd4acc43865>

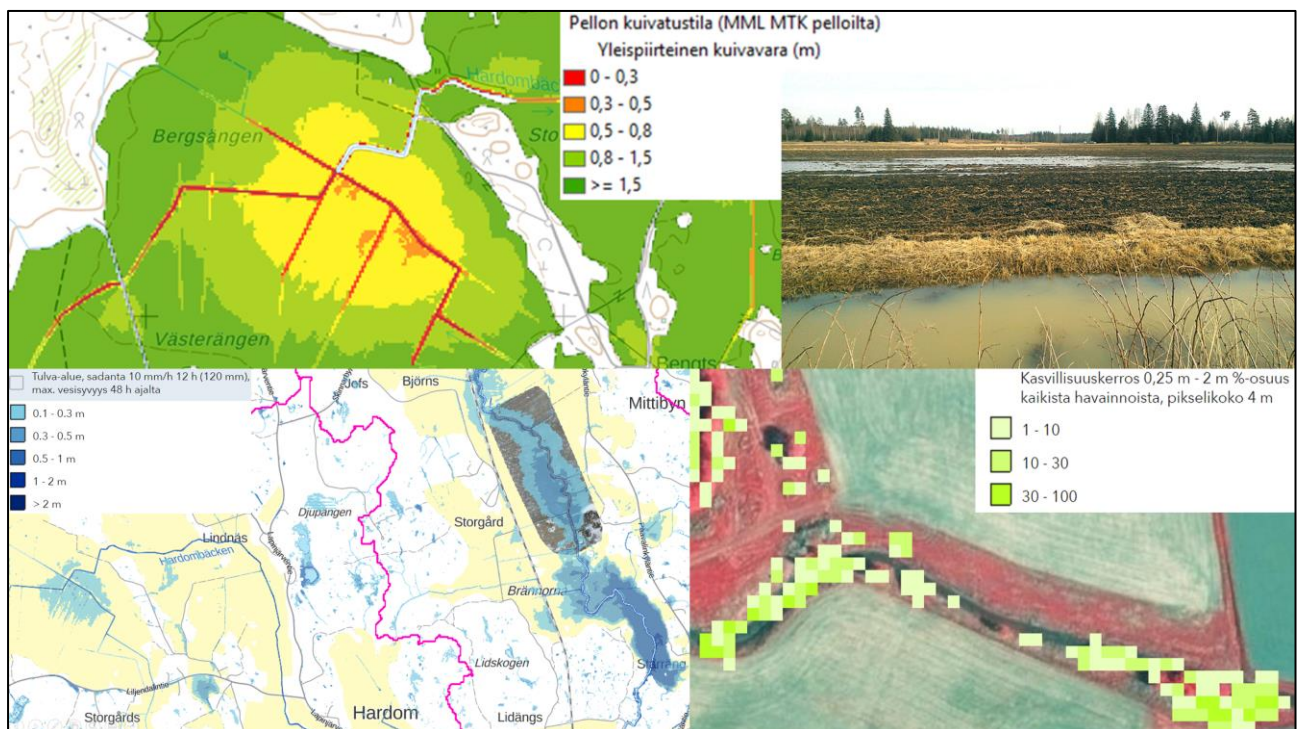
³ <https://www.ymparisto.fi/hulevesitulvat>

⁴ <https://hydrordi.com/>

⁵ <https://www.syke.fi/hankkeet/potut>

tunnistaa myös esimerkiksi monitavoitteisille kosteikoille ja kaksitasouomille soveltuvia paikkoja. Valuma-alueitasoisessa tulvakartoituksessa on hyödynnetty alustavassa hulevesitulva-kartassa käytettyä pintavaluntamallinnusta.

- 3) Laserkeilausaineistoa höydynnettiin hankkeessa myös virtausta rajoittavan matalan kasvillisuuden tunnistamisessa. Jos pellon kuivatustila on heikko, voidaan kasvillisuustiedon perusteella tulkita, voisiko uomien umpeenkasvu olla syynä siihen. Toisaalta kasvillisuus uomien varrella on tärkeää monimuotoisuuden kannalta. Alla esitetyn kartan (kuva 3) aineistossa on esitetty korkeudelta 0,25–2 m heijastuneiden 5 p laserpulssien prosentuaalinen osuus kaikista 4 x 4 m ruudussa heijastuneista laserpulssista osalta Loviisanjoen pilottialuetta.



Kuva 3. Ylhäällä yleispiirteinen kuivavara -aineisto visualisoituna liikennevalovärein Loviisanjoen Hardombäckenin yläjuoksulla sekä kuvassa tulvavesiä pellolla ja heikkoa kuivatustilaa ko. alueelta (kuva: Mikko Ortamala). Alhaalla vasemmalla puolestaan valuma-alueitasoista tulvakarttaa ja oikealla laserkeilausaineistosta tehtyä matalan kasvillisuuden (0,25–2 m) tiheyden tulkintaa. Yli 30 % tarkoittaa, että ruudussa on runsaasti kenttäkerrosta. Jos prosenttiosuus on pieni: (1) ei ruudussa ole matalaa kasvillisuutta ja/tai (2) laserpulssit ovat heijastuneet pääosin jo ylempää esim. tiheästä latvustosta.

4. Riskit ja muutostarpeet

4.1 Toteutuksen aikana esiin nousseet riskit ja haasteet

Hanke eteni ensimmäisen vuoden aikana pääosin suunnitelmien mukaan. Työn kuluessa on kuitenkin käynyt ilmi muun muassa se, että ojan kaukokartoitus voi olla varsin haastavaa. Uusi laserkeilausaineisto (5 p/m²) on riittävän tarkkaa pienimpienkin uomien ja jopa painaumien tunnistamiseen, mutta koska varsinaisen ojan määrittely ei ole aina helppoa edes maastossa, on tulkinta laserkeilausaineistonkin perusteella paikoin vaikeaa.

Uomatulkinnassa tunnistettuja haasteita:

- On kapeita, matalia, osin umpeenkasvaneita tai soiden ennallistamisen myötä tukittuja ojia, joiden päälle voi olla kasvanut myös pensaikkoa.
- On vanhoja ojia, mutta uudet ojat onkin kaivettu vanhojen väliin sarkojen keskelle vaikeuttaen tulkintaa.
- On maanmuokkaukseen liittyviä (väliaikaisia) navero-ojia, joita tehdään esim. ojitustämätystyksessä uudistusalan vesitalouden kuntoon saattamiseksi.
- Ojaksi tulkittu painauma onkin muu maanmuokkausjälki, hakkuukoneen ajoura tai jopa painunut polku.
- Tiet on aina pengerrytetty ja viereisten tienvarsiojien tulkinta voi olla haastavaa.
- Mutkittelevat ja mahdollisesti osin pintakasvillisuuden peitossa olevat luonnonpurot ja norot voivat olla myös vaikeita tulkittavia.

Jos ajatellaan valuma-analyysien kannalta, niin vesi virtaa myös pienemmissä ja väliaikaisissakin uomissa. Toisaalta maastotietokannan ylläpidossa ojilla tarkoitetaan pysyviä ojia. Joka tapauksessa varsinaisten ojienkin tarkempi ja kattavampi kartoitus parantaa jo huomattavasti vesiensuojeluun liittyviä analyyseja ja käytännön toimien kohdentamista, kuten hakkuutapojen valinta, suojavyöhykkeet, laskeutusaltaat tai muut vesiensuojelurakenteet.

Kuivavara (DTW) pystytään laskemaan yleispiirteisesti, kun korkeusmalli on hankkeessa toteutetun mukaisesti hydrologisesti korjattu säilyttäen mahdollisesti tarkasti laserkeilauksen aikaisen vedenkorkeuden. Laserkeilauksen ajankohta (kevät/kesä) ja keilauksen aikainen vesitilanne vaikuttavat kuitenkin edelleen olennaisesti tuotteiden tarkkuuteen ja siten niiden hyödynnettävyyteen. Kesäkeilauksen aikainen matalampi vedenkorkeus kertoo yleisesti kevätkeilauksen aikaista tilannetta paremmin kuivavarasta, mutta kesällä paikoin tiheä kasvillisuus voi aiheuttaa korkeusmalliin virheitä. Toisaalta jos 5 p laserkeilausaineiston laserpulssit eivät läpäise kasvillisuutta 8 x 8 m ruudun matalimman laserpisteen käyttämisestä huolimatta, voidaan miettiä indikoiko tämä umpeenkasvua ja uoman yläpuolista mahdollista heikkoa kuivatustilaa.

Virtausta rajoittavaa matalaa kasvillisuutta ja jopa sen tiheyttä pystytään tunnistamaan 5 p laserkeilausaineistosta alueilla, joilla ylemmän kasvillisuuskerroksen läpi pääsee valo (ja laserpulsseja). Toisaalta voidaan olettaa, että kenttäkerroksen kasvillisuuttakin on yleisesti sitä vähemmän mitä vähemmän valo latvuston läpi pääsee. Hankkeessa laadittiinkin myös ylemmän 2–40 m kasvillisuuskerroksen tiheyttä kuvaava aineisto, jonka perusteella voidaan tunnistaa mahdollisia virheellisiä paikkoja matalan virtausta rajoittavan kasvillisuuden ja toisaalta myös uoman vedenkorkeuden tulkinnan osalta. Jatkotutkimuksia varten olisi erittäin tärkeää saada vedenkorkeuden ja kasvillisuuden mittauksia laserkeilaushetkeltä niin kesä- kuin kevätkeilauksenkin ajalta.

4.2 Muutostarpeet seuraavalle jaksolle

Hanke on edennyt hyvin ja töitä jatketaan suunnitelman mukaisesti vuoden 2022 aikana. Siten muutostarpeita ei ole.

5. Työsuunnitelma seuraavalle raportointijaksolle 2022

5.1 WP1

SYKE ja HSY julkaisevat pääkaupunkiseudun kattavan vettä läpäisemättömien pintojen rasteriaineiston avoimena datana. Tämän lisäksi aineisto julkaistaan Scalgo Live-palvelussa.

SYKE julkaisee pääkaupunkiseudun viher- ja vesialueiden kokonaisuutta kuvaavan paikkatietoaineiston avoimena datana.

SYKE jatkaa valunta- ja karkeuskertoimien määrittämistä johdetusta maanpeiteaineistosta hyödyntäen myös matalan kasvillisuuden aineistoa. Maanpeiteaineistoa testataan pintavaluntamallinnuksen lähtötietona yhdessä muiden hankkeiden (Hydro-RDI-Network, Valumavesi) tuottamien kehityskohteiden kanssa (mm. rumpujen tarkempi tulkinta). Alustavan hulevesitulvakartan ja valuma-alueitasoisen tulvakartan valtakunnallinen tuotanto aloitetaan kesällä 2022 TIIMA-hankkeessa⁶.

SYKE tuottaa analyysin pohjavesialueiden läpäisevien pintojen osuuksista HSY:n alueelta lopullisten maanpeiteaineistojen valmistuttua.

Hankkeen tuloksia esitellään mm. Kuntien paikkatietoseminaarissa ja HSY:n Paikkatietoseminaarissa. Abstrakti on lähetetty myös IWA World Water Congress - tapahtumaan, joka pidetään syyskuussa 2022 Tanskassa.

5.2 WP2

Ojatulkintaa koskeva lisäaineisto valmistuu helmikuun loppuun mennessä ja sitä tarkastellaan yhteistyössä SMK:n, MML:n kesken. Maaliskuussa pidetään yhteinen palautekokous toimittajan kanssa datan hyväksymisestä. Aineisto toimitetaan myös SYKELLE, joka hyödyntää aineistoa lähtötietona yleispiirteisen kuivavaran laskennan salaojaston purkupisteiden määrittämisessä sekä toisaalta vertailee eri menetelmillä tehtyjä kuivavaratulkintoja. SMK ja SYKE tarkastelevat yhdessä miten aineisto soveltuu pelto-ojien ja niiden ominaisuuksien tulkintaan.

Vuonna 2022 tehdään DTW-laskennasta erilaisia tarkkuusanalyysejä (esim. hydrologisesti korjattu korkeusmalli – alkuperäinen korkeusmalli) ja viimeistellään Tarinakarttaa. Uutena sinne lisätään vielä ainakin 3D-uomaviiva, jonka avulla käyttäjän on mahdollista piirtää pituusleikkaus uomasta. Lisäksi tuotetaan SYKEN Vesistömallia hyödyntäen valuma-aluekohtainen aineisto kuvaamaan laserkeilauksen ajankohtaa ja sen aikaista vesitilannetta. Aineistoa voidaan hyödyntää arvioimaan lasketun yleispiirteisen kuivavaran oikeellisuutta.

Mahdollisuuksien mukaan parannetaan edelleen DTW-laskennan lähtötietona olevan korkeusmallin hydrologista korjausta Hydro-RDI-Network-hankkeessa kehitetyllä rumpumaskilla ja kehitetään salaojaston laskuaukkojen määrittämistä. Yleispiirteisestä kuivavarasta voidaan laskea myös valuma-aluekohtaiset tunnusluvut. Matalan kasvillisuuden tiheysaineisto kokeillaan tuottaa myös 0,5 p laserkeilausaineistosta valtakunnallista tuotantoa silmällä pitäen.

Keskeistä koko hankkeessa on se, että kaikki esitetyt aineistot on mahdollista tuottaa valtakunnallisina. Jatkumona Laservesi-hankkeelle tulvaherkkien peltojen valtakunnallinen

⁶ <https://www.syke.fi/hankkeet/tiima>

kartoitus perustuen pintavaluntamallinnukseen, toteutetaan TIIMA-hankkeessa vuosina 2022–2023. Laserkeilaus- ja ilmakuvaohjelma (6/3 v) mahdollistaa nyt myös muun muassa ympäristön tilan seurannan kannalta tärkeän säännöllisen muutosseurannan.

6. Hankkeen viestintä

6.1 Viestinnän tavoitteet

Hankkeen viestinnän ja vuorovaikutuksen tavoitteina on:

1. varmistaa se, että kehitetyt aineistot, tuotteet, työkalut ja palvelut vastaavat käyttäjien tarpeisiin
2. tehdä hanke ja sen tuotokset tunnetuiksi hyödynsaajien ja sidosryhmien keskuudessa

Kaikki hanketoimijat osallistuvat hankkeen viestintään omien organisaatioidensa kautta. Hankkeesta viestitään mm. verkkosivujen ja sosiaalisen median kautta.

6.2 Toteutettu hankeviestintä

Hanketta ja sen tuloksia esiteltiin vuoden 2021 aikana 12 tilaisuudessa, 1 blogissa, 1 uutiskirjeessä, Vesitalouslehden artikkelissa, ohjausryhmän kokouksissa ja Twitterissä ja LinkedIn:ssä. Hankkeelle perustettiin omat www-sivut SYKE:n sivujen alle. Hankkeen viestintätapahtumat on yksilöity tarkemmin taulukossa 1, Laservesi-hankkeen viestintäkalenteri 2021.

Hankkeen teeman mukaisia laajempia tilaisuuksia järjestettiin vuoden aikana seuraavasti:

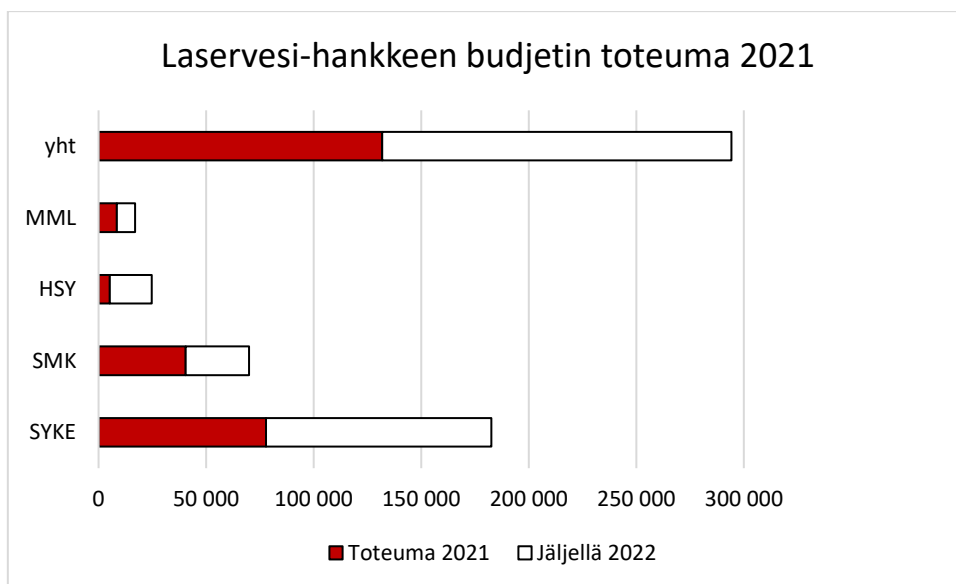
- SMK, SYKE ja MML järjestivät 13.4. webinaarin uomia ja hydrologiaa kuvaavien paikkatietoaineistojen kehittämistarpeista ja meneillään olevista hankkeista. Järjestäjien lisäksi alustuksia oli SLU:sta (Sveriges lantbruksuniversitet) sekä Aalto-, Itä-Suomen- ja Turun yliopistoilta.
- SMK järjesti 8.12. Ditch detection-support group meeting, johon oli avoin kutsu laajalla jakelulla. Tilaisuudessa pitivät alustuksia SLU ja SMK, jonka jälkeen keskusteltiin laseraineistolla tehtävästä uomatulkinnasta sekä mm. koneoppimismenetelmien hyödyntämisestä ja niihin liittyvien opetusaineistojen vaatimuksista.

Taulukko 1. Laservesi-hankkeen viestintäkalenteri 2021

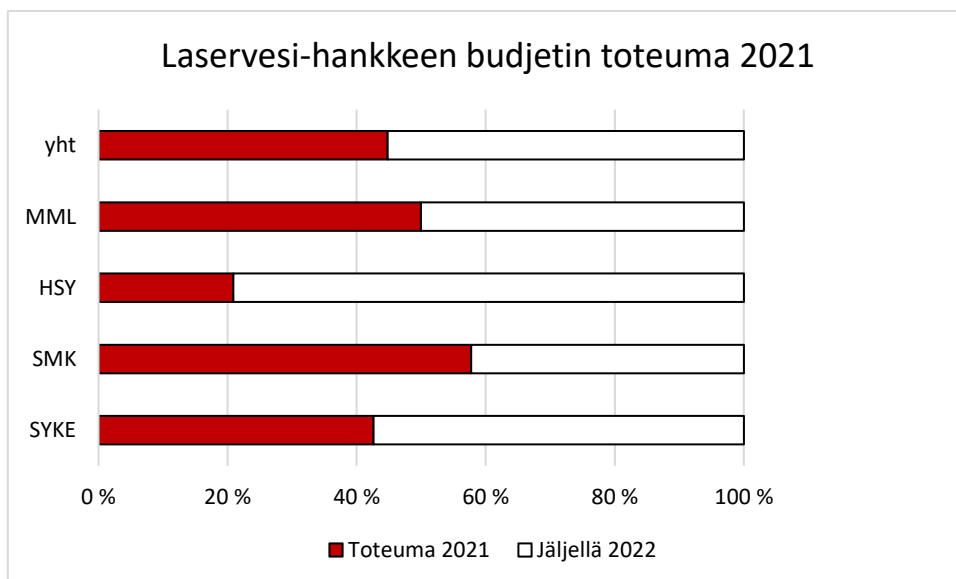
Toteutus	Kanava/viestintätapa	Kohderyhmä/ vaikuttavuus	Vastuu- henkilö	Vastuu- organisaatio	Pvm
Hankesivut Syke.fi alle	http://syke.fi/hankkeet/laservesi	Syke.fi seuraajat/	Mikko Sane	SYKE	4.2.2021
Twitteriä hankkeen alkamisesta	Twitter #Laservesi		Mikko Sane	SYKE	11.2.2021
Hankkeen kick off	Teams-kokous	Hanke+yt.ryhmä /~25 asiantuntijaa	Pasi Valkama	SYKE	12.2.2021
MTK:n vesiohjelman blogi: Viljelijän ja tutkimuksen yhteistyöllä vesistöt hyvään tilaan	Blogissa Laservesi edustaa uusia menetelmiä osana valuma-alueen kuorm.hallintaa	MTK:n verkkosivujen seuraajat	Pasi Valkama	SYKE	10.3.2021
Uudenmaan vesienhoidon kuuleminen-asiantuntijan kommenttipuheenvuoro	Esitys, Laservesi mukana esimerkkinä uusista menetelmistä osana vesienhoitoa	50 vesienhoidon ammattilaista/si dosryhmää	Pasi Valkama	SYKE	10.3.2021
Twitteriä blogista	Twitter #Laservesi		Pasi Valkama	SYKE	11.3.2021
Useita twiittien jakoja	Twitter #Laservesi				11.-15.3.2021
Esitys Laser-infossa	Ympäristöhallinnon sisäinen infotilaisuus	85 osallistujaa	Mikko Sane	SYKE	25.3.2021
Esitys Uomia ja hydrologiaa kuvaavien valtakunnallisten paikkatietoaineistojen kehityksen ajankohtaiset-miniseminaari	Etäwebinaari	120 osallistujaa	Pasi Valkama	SYKE	13.4.2021
Esitys Yksityiskohtaisten tietoaaineistojen tuottaminen ja niiden hyödyt suunnittelussa	ScalgoLive-webinaari		Mikko sane	SYKE	15.4.2021
Uutinen Laserkeilausaineiston hyöd. vesistökuunnostusten kohdentamisessa	Vesistökuunnostusverkoston uutiskirje	Uutiskirjeen tilaajat/	Pasi Valkama	SYKE	24.4.2021
Hulevesien tulvakartta auttaa kuntia riskien hallinnassa	Vesitalous-lehti 2/2021		Mikko Sane ym.	SYKE	
Esitys HSY:n sisäisessä TKI-toiminnan hankeinfossa	webinaari + tallenne	HSY:n henkilöstö	Outi Kesäniemi	HSY	21.6.2021
Esitys HRI loves developers-tilaisuudessa	webinaari		Outi Kesäniemi ja Mikko Sane	HSY	23.9.2021
Ohjausryhmäkokous	Teams-kokous			kaikki	1.9.2021
Esitys: Tekoälyyn pohjautuva tarkkan resoluution maanpeiteaineisto hulevesi- ja tulvahallinnan suunnittelun parantamiseksi	Hulevesi-seminaari		Arto Viinikka	WP1	24.9.2021
Twitteriä: Laservesi-hanke Hulevesiseminaarissa	Twitter#Laservesi		Pasi Valkama	SYKE	24.9.2021
Esitys Pks kartastoyhteistyöryhmässä	Teams-kokous	pks-kaupunkien paikkatietoasiantuntijat	Outi Kesäniemi	HSY	28.10.2021
Tulva-, pato-, vesienhoito- ja kunnostuspäivät 2021	Teams	yli 200 osallistujaa	Pasi Valkama	SYKE	17.11.2021
Esitys: Kosteikkowebinaari, Laservedessä tuotettujen aineistojen hyödyntäminen kohdentamisessa	Teams-Webinaari	~50 osallistujaa, mm. viljelijät	Pasi Valkama	SYKE	25.11.2021
Esitys: Kokonaisvaltainen vesienhallinta-tilaisuus	Teams-webinaari	~40 asiantuntijaa	Pasi Valkama	SYKE	9.12.2021

7. Hankkeen taloustilanne

MMM on myöntänyt hankkeelle kaksivuotisen rahoituksen. Hankkeen kustannuksista toteutui vuoden 2021 loppuun mennessä (kuva 4 ja kuva 5) noin 45 % (132 000 €) kokonaisbudjetista (294 286 €). MMM:n myöntämästä rahoituksesta käytettiin siten noin 92 000 € ja vuodelle 2022 jää vielä käyttämättä 114 000 €.



Kuva 4. Hankkeen budjetista käytettiin vuoden 2021 aikana noin 45 %.



Kuva 5. Hankekonsortion osapuolet käyttivät rahoituksesta keskimäärin 43 % (21–58 %) vuoden 2021 aikana.