

# Tietopohjaa ilmastoviisaaseen maankäyttöön

## TIIMA- hankkeen loppuraportti



# Sisällys

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tietopohjaa ilmastoviisaaseen maankäyttöön TIIMA- hankkeen loppuraportti .....          | 1  |
| 1. Hankkeen esittely .....                                                              | 3  |
| 1.1. Perustiedot hankkeesta .....                                                       | 3  |
| 1.2. Hankkeen tavoitteet.....                                                           | 3  |
| 1.3. Yhteenveto hankkeesta .....                                                        | 3  |
| 2. Hankkeen toteutus ja toteutusvaiheen arviointi.....                                  | 4  |
| 2.1. Menetelmät ja aineisto .....                                                       | 4  |
| 2.1.1. Maanpeiteaineisto .....                                                          | 4  |
| 2.1.2. Virtausreittikorjaus korkeusmalliin .....                                        | 5  |
| 2.1.3. Meritulvakartta .....                                                            | 5  |
| 2.1.4. Yleispiirteinen hulevesitulvakartta .....                                        | 6  |
| 2.1.5. Valuma-alueasoinen tulvakartta .....                                             | 7  |
| 2.1.6. Tulvaherkkien peltojen tunnistaminen .....                                       | 8  |
| 2.1.7. Potentiaalisten tulvametsien ja metsäluhtien tunnistaminen .....                 | 8  |
| 2.2. Aikataulu ja resurssit (sis. toteutuksen organisaatio ja yhteistyökumppanit) ..... | 9  |
| 2.3. Kustannukset ja rahoitus .....                                                     | 9  |
| 2.4. Raportointi, julkaisut ja seuranta .....                                           | 10 |
| 2.5. Toteutusvaiheen arviointi .....                                                    | 10 |
| 3. Tulokset ja niiden arviointi.....                                                    | 11 |
| 3.1. Tulosten esittely .....                                                            | 11 |
| 3.1.1. Maanpeiteaineisto .....                                                          | 12 |
| 3.1.2. Virtausreittikorjattu korkeusmalli.....                                          | 13 |
| 3.1.3. Meritulvakartta .....                                                            | 14 |
| 3.1.4. Yleispiirteinen hulevesitulvakartta .....                                        | 15 |
| 3.1.5. Valuma-alueasoinen tulvakartta .....                                             | 16 |
| 3.1.6. Tulvaherkkien peltojen tunnistaminen .....                                       | 17 |
| 3.1.7. Potentiaalisten tulvametsien ja metsäluhtien tunnistaminen .....                 | 18 |
| 3.1.8 Hankkeen viestintä.....                                                           | 21 |
| 3.2. Tulosten vieminen käytäntöön.....                                                  | 23 |
| 3.3. Tulosten merkitys ja jatkotoimenpiteet .....                                       | 24 |

# 1. Hankkeen esittely

## 1.1. Perustiedot hankkeesta

Hankkeen nimi: Tietopohjaa ilmastoviisaaseen maankäyttöön (TIIMA)

Hankkeen toteuttajat: Suomen ympäristökeskus (Syke) ja Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskus (FGI)

## 1.2. Hankkeen tavoitteet

Hankkeen päätavoitteena oli tuottaa avointa tietoa tulvista ja maankäytöstä ilmastotoimien tueksi sekä edistää kyseisen tiedon käyttöä erityisesti ilmastoviisaan maankäytön suunnittelussa. Hankkeessa tuotetut paikkatietoaineistot ja indikaattorit tukevat laajasti ilmastomuutokseen sopeutumiseen, riskien hallintaan sekä hiilinielujen lisäämiseen liittyviä kansallisia ja kansainvälisiä tavoitteita tarjoamalla tutkittuun tietoon perustuvaa avointa tietoa sekä hyödyntämällä niitä käytännössä.

Hankkeen yksityiskohtaisina tavoitteina oli tuottaa tehokkailla laskentamenetelmillä valtakunnallisia, yleispiirteisiä tietotuotteita, jotka jalkautetaan käytännön toimintaan. Uudet tietotuotteet ovat: (1) Meritulvakartat koko rannikkoalueelta, joissa ilmastomuutoksen vaikutukset on otettu huomioon. (2) Alustava hulevesitulvakartta päivitettyinä kaikille taajama-alueille uusilla ja aiempaa tarkemmilla lähtötiedoilla. (3) Valuma-alueitasoinen vesistötulvakartoitus koko Suomesta. Sen pohjalta tunnistettiin niin (4) tulvaherkkiä peltoja kuin (5) tulvasta riippuvaisia uhanalaisia luontotyyppejä. Käytetyt menetelmät pohjautuvat neljässä aikaisemmassa pilottihankkeessa kehitettyihin menetelmiin.

## 1.3. Yhteenveto hankkeesta

Suomen ympäristökeskus Syken ja Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskuksen toteuttaman TIIMA-hankkeen päätavoitteena oli tuottaa avointa tietoa tulvista ja maankäytöstä ilmastotoimien tueksi sekä edistää kyseisen tiedon käyttöä erityisesti ilmastoviisaan maankäytön suunnittelussa. Hankkeessa tuotettiin uusia tulvakarttoja ja aiempaa tarkempia lähtöaineistoja tulvamallinnuksen tueksi. Uudet aineistot laajentavat tulvakarttojen kattavuutta, lisäävät tietojen hyödyntämismahdollisuuksia ja parantavat tulvariskeihin varautumista. Aineistoja voidaan hyödyntää myös luonnonsuojelussa.

Osa uusista aineistoista on jo julkaistu avoimena tietona Syke:n Avoin tieto -palvelussa<sup>1</sup>. Osa aineistoista valmistuu alkuvuodesta 2024.

Tuotetut tietotuotteet ovat monikäyttöisiä. Niitä voidaan hyödyntää edistämään tulvariskien hallintaa ja hallinnan vaikuttavuutta valtakunnan tasolla eri tulvatyyppien, taajamien hulevesitulvien, joista ja järvistä nousevien vesistötulvien sekä rannikkoalueen meritulvien osalta. Tuotteita voidaan myös hyödyntää vahvistamaan tietopohjaa alueiden käytön ilmastokestävään suunnitteluun, sekä toisaalta arvioimaan peltujen ja metsien kuivatustilaa sekä luonnon monimuotoisuutta tukevien toimenpiteiden suunnittelussa. Loppukäyttäjänä ovat mm. ELY-keskukset, kunnat, Tulvakeskus, pelastuslaitokset, konsultit, maatalousneuvojat ja viljelijät sekä finanssiala.

---

<sup>1</sup> <https://www.syke.fi/avointieto>

Tietotuotteet ovat yleispiirteisiä. Epävarmuuksien huomiointi on keskeistä. Esimerkiksi puuttuvat tierummut ja putket voivat aiheuttaa virheitä tulvakarttoihin. Tuotetut yleispiirteiset tulvakartta-tuotteet auttavat kuitenkin kohdentamaan tarkempia selvityksiä. Esimerkiksi valuma-alueitasoisella tulvakartoituksella tuotetusta aineistosta tulvaherkistä pelloista voidaan tunnistaa mahdollisia ongelmakohtia tarkempaan tarkasteluun ja yleispiirteinen hulevesitulvakartta voi tarjota herätteen hulevesitulvariskien hallintaan.

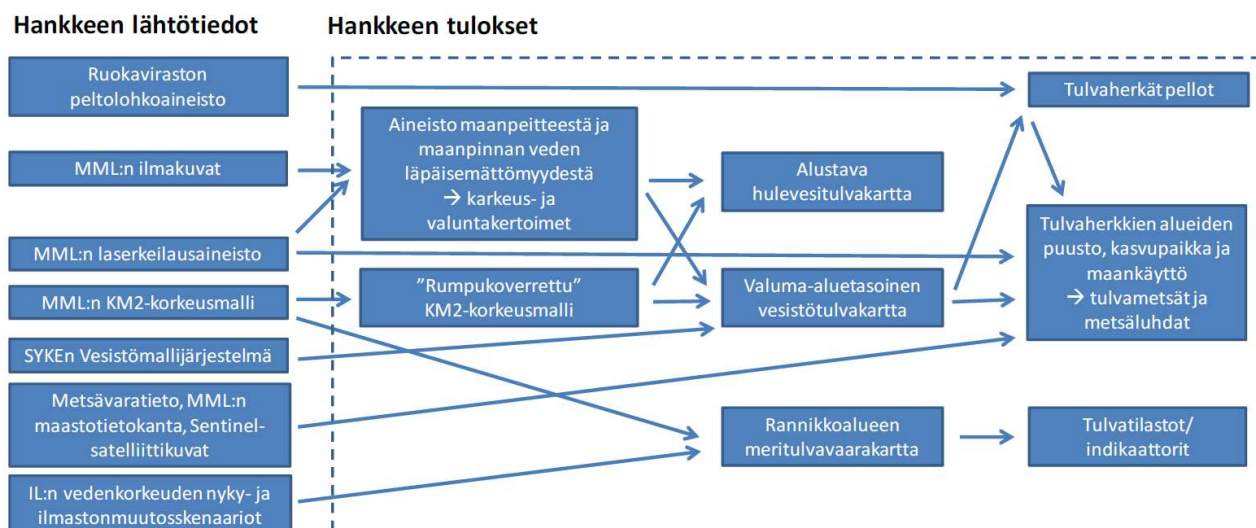
Hankkeen kokonaisrahoitus oli alkuperäisen suunnitelman mukaan noin 396 000 €, josta Syken osuus 313 000 ja Paikkatietokeskuksen 73 000 €. MMM:n rahoitusosuus kokonaisbudjetista oli 270 000 €. Kokonaisbudjetista toteutui 97 %.

Hankkeen vastuuhenkilöinä toimivat Pasi Valkama ja Mikko Sane Sykestä ja Paikkatietokeskuksen vastuuhenkilönä Ville Mäkinen.

## 2. Hankkeen toteutus ja toteutusvaiheen arviointi

### 2.1. Menetelmät ja aineisto

Hanke toteutettiin vuosien 2022–2023 aikana hyödyntämällä ja edelleen kehittämällä aikaisemmissa pilottihankkeissa ja tulvakarttojen tuotannossa laadittuja työkaluja. Valtakunnallisen tulvakartoituksen mahdollisti vuoden 2021 alussa koko Suomesta valmistunut Maanmittauslaitoksen KM2-korkeusmalli, jota on jo ajantasaistettu laajasti uusien laserkeilauksien myötä. Keskeiset lähtötiedot ja hankkeen tulokset sekä niiden välinen kytkentä on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Hankkeen keskeisimmät lähtötiedot sekä niitä käyttäen laaditut tuotteet.

#### 2.1.1. Maanpeiteaineisto

Lähtötiedoksi niin valuma-alueitasoiseen tulvakartoitukseen, yleispiirteiseen hulevesitulvakartoitukseen kuin rakennetun ympäristön maankäyttö- ja maapeiteaineiston tuotantoa varten tilattiin yhteistyössä Mammutti-hankkeen<sup>2</sup> kanssa Scalgolta aineisto maanpinnan vedenläpäisemättömyydestä ja maanpeitteestä. Scalgo tuotti

<sup>2</sup> <https://www.syke.fi/hankkeet/mammutti>

pääkaupunkiseudulle ko. menetelmällä aineiston vettä läpäisemättömistä pinnoista Laservesi-hankkeessa<sup>3</sup> 2021 sekä vuonna 2022 aineiston paljaasta maasta HSY:lle.

Nyt aineisto laajennettiin valtakunnalliseksi perustuen MML:n ortoilmakuviin. Aineistoon myös täydennettiin maanpeiteluokkia esim. kasvillisuudesta. Tekoälyn opetusaineistoa tuotettiin niin Etelä-Suomessa kuin Lapissa. Käytössä oli myös MML:n laserkeilausaineisto 5 p. Myös ELYjä osallistettiin validointityöhön. Scalgon tuottamaa aineistoa jatkojalostettiin edelleen Sykessä sisältämään tiedon kasvillisuuden korkeudesta Suomen metsäkeskuksen valtakunnalliseen laserkeilauksella tuotettuun latvumalliin perustuen. Mammutti-hanke jatkoi edelleen aineiston jalostamista taajamien maankäytön osalta. Myös tätä voidaan hyödyntää yleispiirteisessä hulevesitulvakartoituksessa.

### 2.1.2. Virtausreittikorjaus korkeusmalliin

Digitaalinen korkeusmalli on pintaveden valunnan mallintamisen kannalta tärkein yksittäinen tietotuote. Suomessa Maanmittauslaitoksen kansallinen korkeusmalli KM2<sup>4</sup> on tuotettu ilmasta käsin tehdystä laserkeilauksesta saatavasta pistepilvestä. Laserkeilaus ei näe maanpinnan, teiden ja siltojen alla olevia veden virtausreittejä, kuten tierumpuja ja putkia, vaan näissä kohdissa korkeusmalliin muodostuu este virtaukselle. Tätä on pyritty huomioimaan korkeusmallin tuotannossa mm. laskemalla rummun/putken yläpuolella oleva korkeus vedenpinnan tasolle. Kaikkia kohteita ei kuitenkaan ole korjattu, ja kaikki pienemmät virtausreitit puuttuvat kokonaan (esim. kuntien hallinnoimat rummut ja putket).

Tässä työpaketissa kehitettiin menetelmä, joka useiden eri aineistojen perusteella tuottaa KM2-korkeusmallin kanssa yhteensopivan uomakorjausaineiston. Aineiston tärkein yksittäinen taso on KM2:n kanssa yhteensopiva "rumpujen kaiverrus" -rasteri. Yhdistämällä rasteri ja KM2 saatiin virtausreittikorjattu versio KM2:sta, joka soveltuu paremmin virtaveden mallinnukseen. Aineistoon kuuluu lisäksi myös rasteritasoja rumpujen ominaisuuksista virtausmallinnusta varten, sekä vektorimuotoinen taso esim. karttapalveluja varten. Kehitystyötä aloitettiin Hydro-RDI-network-hankkeessa<sup>5</sup> ja jatkettiin TIIMA:ssa.

Käytetyt aineistot korjausten tekemiseen olivat:

- 1) Maanmittauslaitoksen korkeusmalli KM2 ja Maastotietokanta
- 2) Väyläviraston Digiroad -aineisto sekä tie- ja rautatierumpupisteaineistot (valtion hallinnoimat) ja
- 3) kaupunkien ja kuntien toimittamat digitoidut rummut ja putket.

### 2.1.3. Meritulvakartta

Kartoitusta valmisteltiin tiiviissä yhteistyössä Ilmatieteenlaitoksen (IL) kanssa. Keskimääräiset merenpinnan tason skenaariot<sup>6</sup> ja vedenkorkeuden lyhytaikaisvaihtelun eli ääriarvojakauman<sup>7</sup> yhdistämällä saatiin yhdistetyt jakaumat 13 mareografipaikalle Suomen rannikolle. Vedenkorkeudet laskettiin kolmelle eri päästöskenaariolle SSP1-2.6, SSP2-4.5 ja SSP5-8.5 vuosille 2020 (nykyhetki, vain SSP2-4.5) sekä 2050-2100 kymmenen (10) vuoden välein eri suuruisille tulville 1/20a, 1/50a, 1/100a, 1/250a ja 1/1000a. Vuodelle 2020 laskettiin lisäksi toistuvuudet: 1/2a, 1/5a ja 1/10a. Vuoden 2014 alimpien

<sup>3</sup> <https://www.syke.fi/hankkeet/laservesi>

<sup>4</sup> <https://ckan.ymparisto.fi/dataset/korkeusmalli-2-m-km2>

<sup>5</sup> <https://hydrordi.com/>

<sup>6</sup> <https://doi.org/10.5194/nhess-23-1613-2023>, <https://doi.org/10.5281/zenodo.7752521>

<sup>7</sup> <https://doi.org/10.1016/j.csr.2018.02.006>



rakentamiskorkeus-suosituksien<sup>8</sup> pohjana oli yksi jakauma, joka yhdisti kaikki päästöskenaariot. Lyhytaikaisvaihteluna käytettiin nyt vuosia 1971–2018 (aikaisemmin ylettyi vuoteen 2011). Aaltoilun vaikutusta ei ole huomioitu.

Tulvakartoitus tehtiin interpoloimalla vedenkorkeudet kohtisuorasti rantaviivaa vastaan (ns. vedenkorkeusviiva) kunkin mareografin välille kunkin skenaarion (2020, 2050 ja 2100) osalta. Menetelmä oli siis vastaava kuin nykyisissä meritulvakartoissa<sup>9</sup>. Rumpujen puuttuminen KM2-korkeusmallista ei näin ollen vaikuttanut veden leviämiseen. Näin lasketusta vedenkorkeuspinnasta vähennettiin tämän jälkeen maanpinnan korkeus (MML:n KM2-korkeusmalli), jolloin saatiin vesisyvyys kullakin skenaariolla kullakin 2x2 m solulla. Vesisyvyyssluokittelu on tehty vastaavasti kuin nykyisissä meritulvakartoissa.

Jälkikäsitteilynä on korjattu rakennusmontuista aiheutuneita virheitä (muutettu oletettuun rakentamisen jälkeiseen maanpinnan korkeuden tasolle) sekä luokiteltu tulvasuojeltuja alueita perustuen KM2-korkeusmallin mukaiseen penkereen keskilinjan korkeuteen (määrittänyt tulvasuojelun tason).

#### 2.1.4. Yleispiirteinen hulevesitulvakartta

Syke julkaisi vuoden 2018 alussa hulevesitulvariskien alustavaa arviointia tukemaan ns. alustavan hulevesitulvakartan<sup>10</sup>, joka tuotettiin pintavaluntamallilla lähes kaikille Suomen taajama- ja asemakaavoitetulle alueille. Hankkeen yhtenä tavoitteena oli päivittää kartta kattamaan kaikki taajama-alueet käyttämällä ajantasaista KM2-korkeusmallia sekä hyödyntämällä em. uomakorjaus-aineistoa. Imeytymisen mallinnusta on parannettu ottamalla käyttöön aikaisemmin käytetyn valuntakertoimen sijasta perustuen Green-Ampt -menetelmä. Tämän ja virtausvastuksen laskennan osalta käytetään em. maanpeite- sekä GTK:n maaperäaineistoja. Resoluutiona on edelleen 2 m. Pintavaluntamalliin on tehty hankkeen aikana lukuisia parannuksia.

Sademäärien ennakoitaan kasvavan noin 5–10 % vuosisadan loppuun mennessä. Kesällä kovimmat rankkasateet voivat voimistua 10–25 %<sup>11</sup>, uusimpien tutkimuksien mukaan jopa 30...70 % aikaisempaan ilmastoon verrattuna<sup>12,13,14</sup>. Tämän takia hulevesitulvakartassa päädyttiin ottamaan myös ilmastomuutoksen vaikutus huomioon. Tietopohjaa sademäärän määrittämiseen saatiin Ilmatieteenlaitokselta sekä Helsingin kaupungilta, joka oli teettänyt myös konsulttiselvityksen aiheesta.

Hulevesitulvakartta on ollut aktiivisessa käytössä sen julkaisusta vuoden 2018 alusta alkaen. Kesällä 2022 toteutettiin käyttäjäkysely, jossa kartoitettiin mm. kartan käyttötapauksia ja kehitystarpeita. Vastauksia saatiin 45, joista 80 % kunnista ja loput ELYistä ja pelastuslaitoksista. Käyttäjistä 70 % hyödynsi sitä tulvariskien tarkastelussa ja 40 % erilaisissa hulevesiselvityksissä. TIIMA:n tuottamat kehitykset hulevesitulvakarttaan saivat kannatusta kyselyssä, minkä lisäksi pidemmän tähtäimen kehityskohteiksi nostettiin mm. hulevesiverkostojen huomiointi ja useampien rankkasateiden mallinnus. Nykyinen käyttöperusteeseen rajattu, kirjautumisen vaativa käyttö ei saanut kyselyssä juurikaan

<sup>8</sup> <https://helda.helsinki.fi/items/cab8a3a9-8c6d-42ae-9f5a-45bd567475e8>

<sup>9</sup> <https://vesi.fi/tulvakartat>

<sup>10</sup> <https://www.vesi.fi/hulevesitulvat>

<sup>11</sup> Ilmasto-opas: Sademäärät kasvavat ja rankkasateet voimistuvat <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/sademaarat-kasvavat>, päivitetty 6.6.2027, viitattu 16.10.2023

<sup>12</sup> Toivonen, Erika ym. (2021). Ilmastomuutos vaikuttaa hulevesien mitoittamiseen Suomessa ja muissa Pohjoismaissa. Vesitalous-lehti 2/2021. Saatavilla: [https://vesitalous.fi/wp-content/uploads/2021/03/Vesitalous\\_0221\\_lowres-1.pdf](https://vesitalous.fi/wp-content/uploads/2021/03/Vesitalous_0221_lowres-1.pdf)

<sup>13</sup> Dyrddal, Anita et al. (2023). Changes in design precipitation over the Nordic-Baltic region as given by convection-permitting climate simulations. Weather and Climate Extremes. 42. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2023.100604>

<sup>14</sup> Utriainen, Laura (2023). Sadannan ja tuulen nopeuden muutokset Suomessa – konvektion salliva alueellinen ilmastomallinnus. Pro gradu, diplomityö. Aalto-yliopisto. <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/120943>

kannatusta. Avoimeksikaan aineistoa ei haluttu. Sen sijaan eniten kannatusta sai ratkaisu, jossa käyttäjä hyväksyisi käyttöehdot ts. pakotettaisiin lukemaan metatiedot ennen käyttöä. Näin pystyttäisiin viestimään epävarmuuksista ja minimoitaisiin väärinkäyttöä.

Kyselyn perusteella tehtiin seuraavia jatkotoimenpiteitä:

- Annoimme kunnille mahdollisuuden täydennellä rumpuja&putkia vuoden 2023 alussa. Mahdollisuudesta tiedotettiin suoraan käyttäjille sekä internet-sivuilla ja eri tapahtumissa. Lisäyksiä tehtiin mm. Vaasassa ja Oulussa
- Tulvakartta tarjotaan ilman käyttöperustetta / tunnistautumista. Yleispiirteisyys ja epävarmuudet pyritään tuomaan vahvasti esille erilaisin teknisin ratkaisuin
- Aineisto pyritään tarjoamaan jatkossa niin karttapalveluna, rajapintana kuin latauspalveluna
- Hulevesitulvakartasta viestitään mm. Kuntaliiton järjestämien tulvariskien alustavien arviointien infowebinaarien yhteydessä marraskuussa 2023 ja tammikuussa 2024

### 2.1.5. Valuma-alueitasoinen tulvakartta

Hankkeessa jatkokehitettiin Potut-hankkeessa<sup>15</sup> kehitetyn valuma-alueitasoinen tulvakartoituksen menetelmän valtakunnallista tuotantoa. Pilottialueena oli tulvariskien hallinnan suunnittelun 1. suunnittelukauden tavoin Vantaanjoki<sup>16</sup>. Pilotointia tehtiin myös aikaisemmillä pilottialueilla Kiiminkijoella (POTUT-hanke), Loviisanjoella (Valumavesi-hanke<sup>17</sup>) ja Tenojoella (Ylä-Lapin kaukokartoitus<sup>18</sup>).

Menetelmässä hyödynnettiin pintavaluntamallinnusta ja Syken Vesistömallijärjestelmää<sup>19</sup>. Vesistömallista poimittiin lähtötiedoksi 3. jakovaiheen valuma-alueiden purkupisteiden KM2-korkeusmallin tuotannossa käytetyn laserkeilauspäivän ja eri toistuvuuksia vastaavat virtaamat eri suuruisille tulville. Jos Vesistömallin arvo oli epäluotettava, hyödynnettiin VEMALA-mallia<sup>20</sup>. Uoman pohjan korkeustiedon puuttuminen sekä vaihtelevista laserkeilausajankohdista johtuvat vedenkorkeuserot huomioitiin mallinnuksessa DCT-tekniikalla<sup>21</sup> vähentämällä keilausajankohdan virtaama ko. toistuvuuden virtaamasta.

Maaperään imeytymisessä käytettiin maaperäaineiston ja kirjallisuusselvityksen perusteella määritettyä valuntakerrointa. Hulevesitulvakartoituksessa käytetty Green and Ampt -menetelmä ei suoraan soveltunut käyttöön, koska se on kehitetty lähinnä lyhytaikaisten rankkasateiden mallintamiseen. Parinsadan vesistön ulkopuolella virheellisesti sijaitsevan purkupisteen sijaintia jouduttiin korjaamaan. Mallinnus tehtiin hulevesitulvakartoitusta poiketen 4 m resoluutiossa laskennan nopeuttamiseksi.

Jotta kartat saatiin kattamaan koko valuma-alue, oli lähtötietona lisäksi vakiosadanta. Valuma-alueille, joille oli tulovirtaama yläpuoliselta valuma-alueelta/valuma-alueilta Vesistömallista, käytettiin 1/20a tulvalla sadetta 75 mm/vrk (3,125 mm/h) ja 1/1000a tulvalla sadetta 150 mm/vrk (6.25 mm/h) 24 h:n ajan. Laskenta lopetettiin, kun vedenkorkeus ei kasva enempää kuin 1 cm / 2 h tai kastuvien solujen määrä (syvyys > 1 cm) ei kasva enempää kuin alle 0,5 promillea kahden tunnin aikana. Latvavaluma-alueille käytettiin

<sup>15</sup> <https://www.syke.fi/hankkeet/potut>

<sup>16</sup> [https://www.researchgate.net/publication/326774161\\_GIS-](https://www.researchgate.net/publication/326774161_GIS-Method_for_Preliminary_Flood_Risk_Assessment)

[Method for Preliminary Flood Risk Assessment Master's thesis Aalto University School of Science and Technology Faculty of Engineering and Architecture](https://www.researchgate.net/publication/326774161_GIS-Method_for_Preliminary_Flood_Risk_Assessment)

<sup>17</sup> <https://syke.fi/hankkeet/valumavesi>

<sup>18</sup> <https://www.metsa.fi/projekti/yla-lapin-kaukokartoitus/>

<sup>19</sup> <https://www.syke.fi/vesistomallijarjestelma>

<sup>20</sup> <https://www.syke.fi/vi->

[FI/Tutkimus\\_kehittaminen/Vesi/Mallit ja tyokalut/Vesienhoidon mallit/Vedenlaadun ja ravinnekuormituksen mallinnus ja arviointijarjestelma VEMALA](https://www.syke.fi/vi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Vesi/Mallit_ja_tyokalut/Vesienhoidon_mallit/Vedenlaadun_ja_ravinnekuormituksen_mallinnus_ja_arviointijarjestelma_VEMALA)

<sup>21</sup> <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184006005>

vastaavan suuruisia sateita niin pitkään kun valuma-alueelta poistuva virtaama saavutti Vesistömallista saadun valuma-alueen purkupisteen virtaaman. Tarvittaessa maaperätietojen perusteella määritettyjä valuntakertoimia nostettiin, jotta virtaama oli mahdollista saavuttaa. Alapuolisena reunaehtona käytettiin molemmissa tapauksissa alemman osavaluma-alueen laskettua vedenkorkeutta.

Valuma-alueetasoiset tulvakartat tuotettiin yleiselle 1/20a ja erittäin harvinaiselle 1/1000a tulvalle. Suuremman tulvan pohjana käytettiin laskennassa pienempää tulvaa, mikä nopeutti laskentaa. Yleinen tulva toimii lähtötietona tulvametsien ja metsäluhtien, monitavoitteisten kosteikkojen ja tulvaherkkien peltöjen tunnistamiselle, kun taas 1/1000a tulvaa voidaan hyödyntää epävarmuudet ja mahdollinen ilmastomuutoksen tulvia nostava vaikutus huomioiden tulvariskien alustavassa arvioinnissa. Osassa valuma-alueita poimittiin myös järvien korkeudet Vesistömallijärjestelmästä keskittyen erityisesti niihin järviin, joilla oli havaintoasema – muuten vedenkorkeus määritettiin pintavaluntamallilla. Valuma-alueetasoista tulvakarttaa validointiin tulvavaarakarttojen avulla, jos niitä oli saatavilla (kuva 8).

#### 2.1.6. Tulvaherkkien peltöjen tunnistaminen

Aineistoa tulvaherkistä pelloista pilotoitiin Valumavesi-hankkeen kuivatustilan arviointi -työpaketissa. Yhteistyö TIIMA-hankkeen kanssa oli tiivistä. TIIMA:n aineistoja on esitelty myös ko. hankkeen tarinakartalla<sup>22</sup>. TIIMA-hankkeessa tuotettu virtausreittikorjattu korkeusmalli mahdollistaa osaltaan myös em. työpaketissa pilotoidun yleispiirteisen kuivavaran laskennan valtakunnallisesti. Aineistoa tulvaherkistä pelloista voidaan hyödyntää peltöjen kuivatustilan arvioinnin lisäksi myös esim. maatalouden peltöjen suojavyöhykkeiden kehittämisessä.

Tulvaherkät pellot ovat osana valuma-alueetasoista tulvakarttaa. Tekemällä valuma-alueetasoisen tulvakartan ja tulvavaarakartan sekä maastotietokannan peltöjen / peltolohkokisterin kanssa päällekkäisanalyysin saadaan kuitenkin tuotettua erillinen polygon-muotoinen karttatase tulvaherkistä pelloista, jota voidaan käyttää esim. tarkempien selvityksin kohdentamisessa.

#### 2.1.7. Potentiaalisten tulvametsien ja metsäluhtien tunnistaminen

Syke koordinoi Metso-ohjelman Potut-hanketta (2019–2021), jossa kehitettiin menetelmä tulvametsien ja metsäluhtien tunnistamiseksi tulvamallinnuksen, paikkatietojen ja kaukokartoitusaineistojen avulla. Menetelmässä käytettiin asiantuntijan päätöspuumallia ja koneoppimismenetelmiä. Potut hankkeessa tulvatiedot saatiin Syken ylläpitämistä meri- ja vesistötulvien tulvavaarakartoista<sup>23</sup>, jotka kattavat lähinnä vain lähinnä tunnettuja tulvariskialueita tai järviolueita.

TIIMA-hankkeessa hyödynnettiin ja jatkojalostettiin Potut-hankkeessa kehitettyä menetelmää; nyt mallinnus tehtiin vesistötulvavaarakarttojen lisäksi myös uuden valuma-alueetasoisen tulvakartan kattamilta alueilta. Lisäksi mallien lähtödatoina käytetyt paikkatieto- ja kaukokartoitusaineistot päivitettiin uusimpiin versioihin ja lisättiin uusia aineistoja. Koneoppimismallinnuksessa hyödynnettiin uutta, monipuolisempaa laskentaympäristöä.

---

<sup>22</sup> <https://bit.ly/valumakuti>

<sup>23</sup> <https://ckan.ymparisto.fi/dataset/tulvavaaravyohykkeet-perusskenaariot-flood-hazard-zones-basic-scenarios>



## 2.2. Aikataulu ja resurssit (sis. toteutuksen organisaatio ja yhteistyökumppanit)

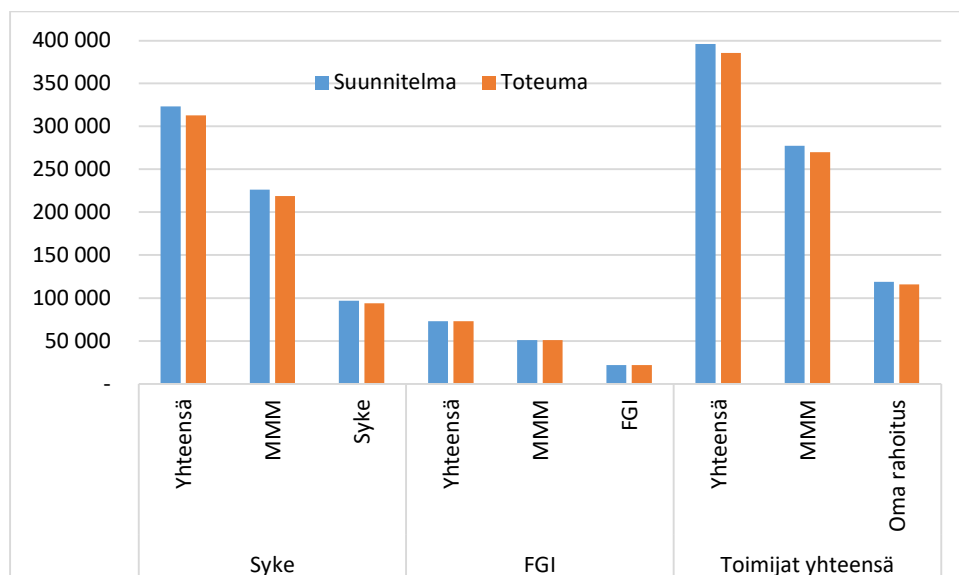
Syken päävastuulla oli hankkeen tulvamallinnus ja siihen liittyvät valmistelevat sekä aineiston jakeluun liittyvät työt. Meritulvavaarakartoitusta valmisteltiin tiiviissä yhteistyössä Aalto-yliopiston ja Ilmatieteenlaitoksen (IL) kanssa, jotka laskivat keskimääräiset merenpinnan tason skenaariot<sup>24</sup> ja vedenkorkeuden lyhytaikaisvaihtelun eli ääriarvojakauman<sup>25</sup>, jotka yhdistämällä saatiin jakaumat 13 mareografipaikalle Suomen rannikolle.

Paikkatietokeskus vastasi menetelmän kehittämisestä uomakorjausaineiston tuottamiseksi. Aineiston laatua arvioitiin käyttämällä sitä virtausmallinnuksen lähtödatana ja vertaamalla tuloksia mm. tiedossa oleviin aikaisempiin yliennustettuihin tulvimiskohteisiin. Menetelmän kehitys tapahtui iteratiivisesti ja ongelmakohtia saatiin korjattua nopeasti.

Hanketoimijoilla on aiempaa menestyksestä yhteistyökokemusta tulva-asioihin liittyen ja TIIMA-hankkeessakin yhteistyö sujui erinomaisesti.

## 2.3. Kustannukset ja rahoitus

Hankkeen kokonaisrahoitus oli alkuperäisen suunnitelman mukaan noin 396 000 €, josta Syken osuus 313 000 € ja Paikkatietokeskuksen 73 000 €. MMM:n rahoitusosuus kokonaisbudjetista oli 270 000 € (kuva 2). Budjetin toteuma vastasi noin 97 %:sti suunnitelmaa. Poikkeuman aiheutti Syken budjetin toteuman jääminen vähän suunnitelmasta. TIIMA-hanke teki alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen maanpeiteaineiston yhteishankinnan Mammutti-hankkeen kanssa säästään näin aineiston hankintakuluissa. Rahoittajan kanssa sovittiin, että osa säästyneistä ostopalveluista voidaan siirtää palkkakustannuksiin.



Kuva 2. Hankkeen rahoituksen toteutuminen suhteessa suunnitelmaan.

<sup>24</sup> <https://doi.org/10.5194/nhess-23-1613-2023>, <https://doi.org/10.5281/zenodo.7752521>

<sup>25</sup> <https://doi.org/10.1016/j.csr.2018.02.006>

## 2.4. Raportointi, julkaisu ja seuranta

TIIMA-hankkeessa tuotetut avoimesti julkaistavat tietotuotteet toimivat hankkeen pääjulkaisuina. Tuotetut aineistot ovat:

- 1) Maanpeiteaineisto
- 2) Virtausreittikorjattu korkeusmalli
- 3) Rannikon meritulvakartat
- 4) Yleispiirteinen hulevesitulvakartta
- 5) Valuma-alueitasoiset tulvakartat
- 6) Tulvaherkät pellot
- 7) Potentiaaliset tulvametsät ja metsäluhdut

Aineistoja on esitelty havainnollisesti lopputuotteena julkaistavassa tarinakartassa:

<https://storymaps.arcgis.com/stories/e8c828bf3e7c443085a1b33032430896>

Uomakorjausten vaikutuksesta pintaveden virtausmallinnuksen tuloksiin on työn alla tieteellisen artikkelin käsikirjoitus.

## 2.5. Toteutusvaiheen arviointi

Hankkeen suunnitelmassa mainittiin yhtenä tavoitteena valuma-alueitasoisen tulvakartan laatiminen koko Suomeen. Usean eri tekijän takia tätä tavoitetta ei täysin saavutettu. Hanketta suunniteltaessa 2021 alussa olivat pilottihankkeet, joissa menetelmiä kehitettiin ja testattiin, vielä käynnissä. Ne eivät suunnitelmasta poiketen onnistuneet tuottamaan ratkaisuja, jotka olisivat olleet suoraan hyödynnettävissä valtakunnalliseen tuotantoon. Toisaalta tuotannon myötä tuli esille useita uusia ratkaistavia erikoistapauksia mallinnukseen, joita ei tullut esille pilottialueilla. Näin ollen TIIMA:ssa jouduttiin tekemään myös merkittävä määrä kehitystyötä.

Hankehakemuksen jättämisen jälkeen tapahtui myös useita merkittäviä henkilöstömuutoksia ja suunnitellut työajat eivät riittäneet. Hankkeen tulvatehtävien parissa työskenteleville kertyi hankehakemuksen jättämisen jälkeen useita muita samanaikaisia hankkeita sekä ylimääräistä työtä esim. uusien henkilöiden perehdyttämisestä. Lakisääteiset tehtävät ja useat tulvatilanteet myös työllistävät normaalia enemmän hankkeen aikana.

Resurssien niukkuuden lisäksi syynä edistymisen viivästymisen oli myös se, että tulvamallinnuksen lähtötietoja ei onnistuttu tuottamaan Vesistömallista automaattisesti. Toisaalta manuaalisella työllä pystyttiin tarkistamaan samalla Vesistömallin laatua ja löydettiin mallissa tai havaintoasemissa olevia ongelmia/virheitä esimerkiksi Vantaanjoelta. Tuotannon hitauden takia koottiin heti vuoden 2023 alussa Elyjen ja muiden hankkeiden toiveiden perusteella prioriteettitaulukko ja suunnattiin tuotantoa ko. vesistöalueille (n. 30 kpl). Tästä oli joulukuun puoleen väliin mennessä valmiina n. 20 aluetta.

Myös hulevesitulvakartan tuotannon käynnistäminen viivästyi. Toisaalta tämä mahdollisti tuoreiden sadeskenaarioiden hyödyntämisen ja muutkin lähtötiedot ehdittiin ajantasaistaa. Tuotanto käynnistyi joulukuun 2023 alussa ja tavoitteena on saada se valmiiksi vuoden 2024 alussa. Saatavilla olevat laskentaresurssit ovat kasvaneet ja tuotanto nopeutuu. Tuotantoa pystytään tekemään tulvariskien hallinnan palvelutehtävien

yhteydessä. Valuma-alueitasoisten tulvakartoituksen jatkamiseen on haettu erillistä rahoitusta.

Valuma-alueitasoisen tulvakartoituksen kattavuus jäi siis tässä vaiheessa suunniteltua suppeammaksi. Tämä heijastui myös muihin tuotteisiin. Aineisto tulvametsistä ja metsäluhdistakin kattaa siten vastaavan alueen, mutta toisaalta myös vesistötulvien tulvavaarakartoitetut alueet. Potut-hankkeessa meritulvien osalta tehdyn tulkinnan päivittämisen ei katsottu tuottavan lisäarvoa, joten sitä ei lähdetty tekemään. Tulvaherkät pellot kattavat vastaavasti vain edellä mainitut tulvakartoitetut alueet.

## 3. Tulokset ja niiden arviointi

### 3.1. Tulosten esittely

TIIMA-hankkeen tuloksena syntyi useita erilaisia paikkatietoaineistoja (kuva 3), joita voidaan hyödyntää edistämällä ennen kaikkea maa- ja metsätalouden keinoja sekä mahdollisuuksia varautua ja sopeutua ilmastonmuutokseen. Näitä tavoitteita tukevat ja edistävät hankkeessa tuotetut tiedot tulvaherkistä alueista. Maankäyttösektorin tietopohjan vahvistaminen tukee samalla ilmastotoimien suunnittelua ja kohdentamista, kun metsänomistajat, maataloustuottajat sekä muut toimijat voivat entistä paremmin huomioida tulvaherkät alueet ja hallita näin riskejä ja kohdentaa toimia.

Hankkeessa laaditun valuma-alueitasoisen tulvakartoituksen perusteella tunnistettiin tulvaherkkiä alueita niin pelloilta kuin metsistä. Kartoista voidaan lisäksi tunnistaa monitavoitteisille kosteikoille soveltuvia paikkoja. Tiedon avulla voidaan kehittää maa- ja metsätalouden vesitalouden hallintaa ja parantaa näin tuotanto-olosuhteita, tehostaa vesiensuojelua vähentämällä haitallisia vesistövaikutuksia kuten eroosiota ja ravinnehuuhtoumia sekä lisätä luonnon monimuotoisuutta ja hiilen sitomista.

Hankkeessa tuotettu ja avoimesti tarjottu yksityiskohtainen tieto maanpeitteestä ja maanpinnan vedenläpäisemättömyydestä tarkentaa pintavalunta- ja hulevesimallinnuksia.

Aikaisempaa tarkempi virtausreittien ja rumpujen tulkinta taas osaltaan tekee hulevesimallinnuksista luotettavampia sekä mahdollistaa myös erilaiset valuma-alueisiin liittyvät mallinnukset.

Hankkeessa päivitettävä hulevesitulvakartta auttaa varautumaan ilmastonmuutoksen seurauksena lisääntyviin hulevesitulviin.

Hankkeessa tuotettiin ja julkaistiin myös ilmastonmuutoksen vaikutusta kuvaavat meritulvakartat rannikkoalueelta. Näin saadaan havainnollistettu tulvariskin kehittymistä ilmastonmuutoksen vaikutuksesta eri päästöskenaarioilla sekä toisaalta huomioitua tulevaisuuden tulvavaara-alueet maankäytönsuunnittelussa.



Kuva 3. Kooste ja havainnekuvat TIIMA-hankkeessa tuotetuista paikkatietoaineistoista.

### 3.1.1. Maanpeiteaineisto

Aiempaa tarkempi ja yksityiskohtaisempi tieto maanpeitteestä ja maanpinnan vedenläpäisemättömyydestä tarkentaa pintavalunta- ja hulevesimallinnuksia. Syken ja yhteistyökumppaneiden jalostama tarkka 2 metrin pikselikoon rasteriaineisto antaa paremmat lähtökohdat tulvamallinnukselle kuin esimerkiksi aiemmin käytetty 20 m pikselikoon Corinen (CLC) maanpeiteaineisto. Uuden aineiston huomattavasti paremman spatiaalisen tarkkuuden myötä on ratkaisevasti parempi mahdollisuus saada oikeampi maanpinnan läpäisevyys- ja imeytymistieto sekä karkeuskerroin jokaiselle laskentasolulle, kuin aikaisempia aineistoja (kuva 4).

Syke on täydentänyt aineistoa lisäämällä siihen kasvillisuuden korkeutta kuvaavia lisäluokkia, jotka on johdettu laserkeilauksen pistepilvestä tuotetusta kasvillisuuden pintamallista. Aineiston keskiössä on etenkin pinnoitetun ja pinnoittamattoman maanpeitteen tarkka erottaminen. On kuitenkin tärkeää huomioida, että lähtöaineiston tuotantovuosien, ilmakuvien kuvausajankohdan ja laserkeilausvuoden vaihtelu vaikuttaa lopputulokseen.

Tarkempi kuvaus aineistosta sekä linkki katselupalveluun, rajapintaan (myös lataus) ovat saatavilla Syken metatietopalvelusta<sup>26</sup>. Aineistoa on markkinoitu aktiivisesti eri yhteyksissä. Scalgo on ladannut ja lisännyt myös Syken täydentämän aineiston Scalgo Liven kautta saataville. Scalgolla on myös suunnitelmissa päivittää aineistoa lähtötietojen päivittyessä. Tulkintamenetelmää tullaan myös kehittämään. Päivitetyllä aineistolla on mahdollisuus tehdä myös muutosseurantaa, esim. viherrakenteen tai läpäisemättömän pinnan osalta.

<sup>26</sup> <https://ckan.ymparisto.fi/en/dataset/maanpeite-2-m-2022-ja-jatkojaloste-kasvillisuuden-korkeudella>





Kuva 4. Havainnollistus spatiaalisen tarkkuuden erosta Corinen (vas.) ja tuotetun tarkemman maanpeiteaineiston osalta.

### 3.1.2. Virtausreittikorjattu korkeusmalli

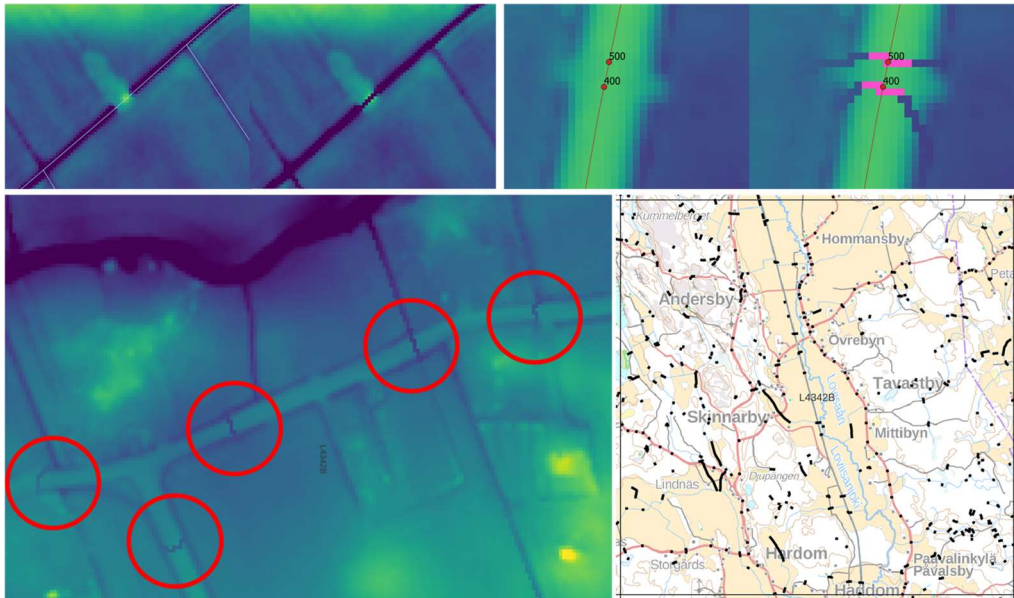
Virtausreitit tierumpujen ja -putkien läpi ovat erittäin tärkeitä varsinkin pintaveden virtausreittien ja valuma-alueiden mallinnuksessa. Maanmittauslaitoksen laserkeilauspistepilvestä johdetusta KM2-korkeusmallista tällaiset reitit puuttuvat. Hankkeessa kehitettiin menetelmä, joka yhdistää eri aineistoja ja luo KM2:n kanssa yhteensopivan uomakorjausaineiston. Se sisältää kaiveruksia eli alennettuja korkeusarvoja erityisesti tieverkoston alla olevien virtausreittien kohdilla (kuva 5).

Uomakorjaus-aineisto tuotettiin koko Suomesta ja julkaistiin avoimena aineistona Syken Avoin tieto -palvelussa (metatiedot<sup>27</sup>). Varsinaisen KM2 korjausrasterin lisäksi menetelmä tuottaa muita rasteritasoja, jotka sisältävät virtausreittien ominaisuuksia, kuten rumpujen halkaisijatietoa, tarpeellisilta kohdilta, sekä vektoriaineiston, jota voidaan käyttää esim. karttapalveluissa indikoimaan tehtyjä korjauksia.

Puuttuvat tierummut ja putket voivat aiheuttaa virtausmallinnustuloksiin virheellistä, yliarvioitua pintaveden kasautumista ja toisaalta aliarvioida aikaa, joka sillä kestää päätyä virtausverkoston alempiin kohteisiin. Toisaalta virheellinen rumpukorjaus, jota vastaavaa rumpua ei löydy maastosta, aiheuttaa päinvastaisia ilmiöitä. Jälkimmäistä ongelmaa ehkäistiin käyttämällä virtausmallinnuksissa rumpukohteille pelkkien alennettujen korkeusarvojen lisäksi mm. halkaisijaa, joka rajoittaa virtaamaa kohteen läpi.

<sup>27</sup> <https://ckan.ymparisto.fi/dataset/%7BD18A71BA-ACD1-402C-9541-DB4AB649A4FA%7D>





Kuva 5. Esimerkkikuvia uomakorjaus-aineistosta. Vas. yläkulmassa korjaamaton ja korjattu aineisto vierekkäin. Oik. yläkulmassa puolestaan Väyläviraston rumpurekisterin perusteella tehtyjä virtausreittien koverruksia. Alh. vasemmalla useita erilaisia korjauksia ja oikealla puolestaan havainnollistettuna korjauksien määrää yhden karttalehden alueella.

### 3.1.3. Meritulvakartta

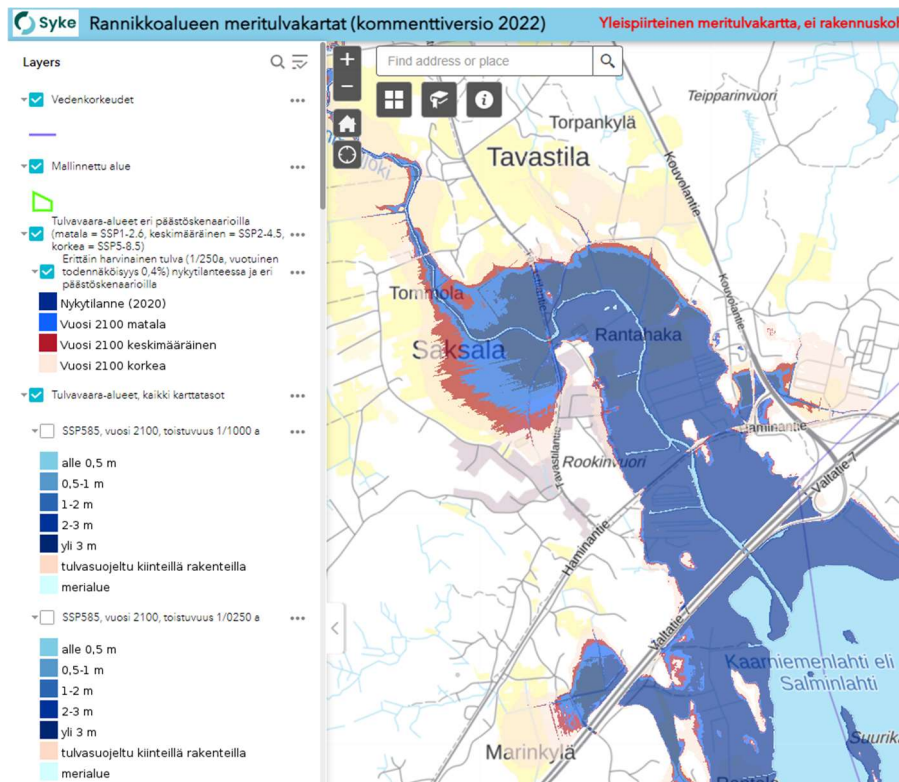
Uudet meritulvakartat ovat nyt kommentoitavana karttapalvelun<sup>28</sup> kautta. Kartalla on esitetty kaikki mallinnetut skenaariot sekä koosteena erittäin harvinaisen tulvan (1/250a) tulvavaara-alueet nykytilanteessa ja eri päästöskenaarioilla vuonna 2100 (kuva 6). Ko. tulevaisuuden tulvaskenaariota käytetään nykyisten alimpien rakentamiskorkeussuosituksien pohjana. Aineistot ovat saatavilla myös rajapinnan kautta. Ne julkaistaan päivitettyinä meritulvavaarakartta-aineistona Syken Avoin tieto -palvelussa ja uudistuvassa Tulvakarttapalvelussa vesi.fi:n yhteydessä vuoden 2024 lopussa.

Tavoitteena on saada korjattua palautteen pohjalta virheet mm. tulvariskien alustavan arvioinnin kuulemisen yhteydessä. Virheitä on voinut aiheutua laserkeilauksen aikaisista rakennusmontuista tai väärin tulkitusta tulvasuojelun tasosta. Joitakin korjattavia on jo kertynyt. Lisäksi on saatu palautetta karttapalvelun kehittämiseksi. Nämä pyritään toteuttamaan kuulemisen alkuun mennessä. Karttapalvelun kautta ovat saatavilla myös taulukkomuodossa skenaario- ja mareografikohtaiset vedenkorkeudet N2000-järjestelmässä.

Teemaan liittyen on tehty useita opinnäytetöitä niin keskiveden ja tulvakorkeuksien muutoksien vaikutuksesta luontotyyppeihin kuin resilienssistä asuinalueesta sekä tulvariskin vaikutuksesta asuntojen hintoihin<sup>29</sup>. Lisäksi media on ollut kiinnostunut riskeistä. Työ luo myös pohjan Suomen rannikon alimpien rakentamiskorkeussuosituksien tarkistamiselle. Myös muita jatkohankkeita on ideoitu. Tulvakartoista on myös tehty 3D-animaatio Helsingin Hakaniemestä Syken GISseeds-hankkeessa. Parhaillaan tehdään toista eri ilmastoskenaarioita esittävää 3D-visualisointia Espoon Vermosta.

<sup>28</sup> <https://bit.ly/meritulvakartat>

<sup>29</sup> <https://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-202308204873>



Kuva 6. Esimerkki meritulvakartasta Haminasta eri skenaarioilla.

### 3.1.4. Yleispiirteinen hulevesitulvakartta

Tulvakeskuksen vuonna 2018 julkaisema, sateen pintavaluntamallinnuksella tuotettu kartta hulevesitulvista auttaa kuntia tunnistamaan taajamien sade- ja sulamisvesistä aiheutuvat tulvariskit (kuva 7). Tulvakartta kertoo tulvaveden peittävyuden ja veden syvyyden kahdella sadetapahtumalla: tilastollisesti kerran 100 vuodessa toistuvalla erittäin rankalla sateella sekä tätäkin paljon harvinaisemmalla rankkasateella, jollainen kuitenkin koettiin Porissa vuonna 2007. Kolmannelle suunnittelukierroksella huomioidaan 1/100a sateessa myös ilmastonmuutoksen vaikutus.

Yleispiirteinen hulevesitulvakartan tuotanto käynnistyi joulukuun alussa 2023. Tuotantoa tehdään kaikille karttalehdille (6 x 6 km), joilla on harvaa tai tiheää taajama -aluetta<sup>30</sup>. Näitä on yhteensä n. 1600 kpl. Laskenta vie aikaa n. 15 minuuttia per karttalehti yhdellä grafiikkaprosessorilla, joita on nyt käytössä kaksi kappaletta. Tätä kirjoitettaessa valmiina oli pari sataa karttalehteä 1/100a skenaariorista, joka on tarkoitus tuottaa ensin ja tämän jälkeen sitten erittäin harvinaisen tulvan skenario. Tavoitteena on saada aineistot jakoon helmimaaliskuussa vastaavasti kuin tulvariskien hallinnan toisella suunnittelukaudella<sup>31</sup>. Aineistot tarjotaan nykyisessä karttapalvelussa, mutta kirjautumista ei enää vaadittaisi. Lisäksi tarjotaan katselu- ja latausrajapinnat.

Metatiedoissa, karttapalvelussa ja rajapinnoilla korostetaan, että aineiston käytössä on huomioitava se, että aineisto on suuntaa antava ja sisältää virheitä, koska mallinnuksessa ei ole huomioitu esimerkiksi tietoja pienemmistä rummuista ja putkista. Kartta ei ole riittävän tarkka rakennuskohtaiseen tarkasteluun. Vahinkoja ei välttämättä aiheudu, vaikka rakennus sijaitsisikin tulvavaara-alueella. Toisaalta esim. kellarit voivat kastua, vaikka tulva ei leviäkään rakennukselle saakka.

<sup>30</sup> <https://ckan.ymparisto.fi/dataset/harva-ja-tiheä-taajama-alue>

<sup>31</sup> <https://www.vesi.fi/hulevesitulvat>



Kuva 7. Havainnollistaminen sateen pintavaluntamallinnuksesta sekä alustavasta hulevesitulvakartasta Lahdesta.

### 3.1.5. Valuma-alueitasoinen tulvakartta

Nykyiset tulvavaarakartat <sup>32</sup>eivät kata koko Suomea. Mallinnuksia on tehty lähinnä tulvariskialueille, ja niillä on vain vähän pienvesistöjä. Hankkeessa tuotettiin valuma-alueitasoista tulvakarttoitusta alueille, joilta tarvittiin tietoa tulvalle alttiista alueista niin tulvariskien alustavan arvioinnin kuin valuma-aluesuunnittelun tueksi. Aineiston avulla voidaan tunnistaa mahdollisia heikkotuottoisia, tulvaherkkiä peltoja ja esimerkiksi monitavoitteisille kosteikoille soveltuvia paikkoja.

Hankkeessa rakennettiin prosessi ja tietomalli valtakunnallista tuotantoa varten. Tuotantoa priorisoitiin ELYjen sekä useiden eri hankkeiden toivomille pilottilueille. Aineistoja on jaettu ELYille 1. suunnittelukauden tavoin ympäristöhallinnon paikkatietoinfran kautta. Tulvakarttoja julkaistaan vuoden 2024 alussa mm. tulvariskien alustavien arviointien yhteydessä<sup>33</sup>. Kattavuutta pyritään laajentamaan vuoden 2024 aikana. Jatkotyölle on haettu rahoitusta vuodelle 2024. Tämä palvelisi niin tulvariskien hallintaa kuin MMM:ssä valmisteilla olevan valuma-aluesuunnittelun tiekartan tavoitteiden saavuttamista.

Mallinnuksessa kohdattiin monenlaisia uusia haasteita ja menetelmää jouduttiin kehittämään näiden myötä. Esimerkiksi jokivoimalaitoksien yläpuolella vedenkorkeudet muodostuivat epärealistisen korkeiksi. Säännöstellyt vesistö erilaisine vesistöjärjestelyineen ja tekojärvineen osoittautuivat myös haastaviksi mallinnettaviksi. Bifurkaatioiden huomioimiseen ei ollut myöskään kehitetty vielä pilotointivaiheessa ratkaisutapaa, mutta kehitettiin Karvianjoen mallinnuksen yhteydessä. Valuma-alueiden purkupisteiden spatiaalinen korjaaminen vei myös paljon työaikaa. Uuden valuma-aluejaon käyttäminen ei ollut mahdollista, koska Vesistömalli on sidottu vanhaan valuma-aluejakoon.

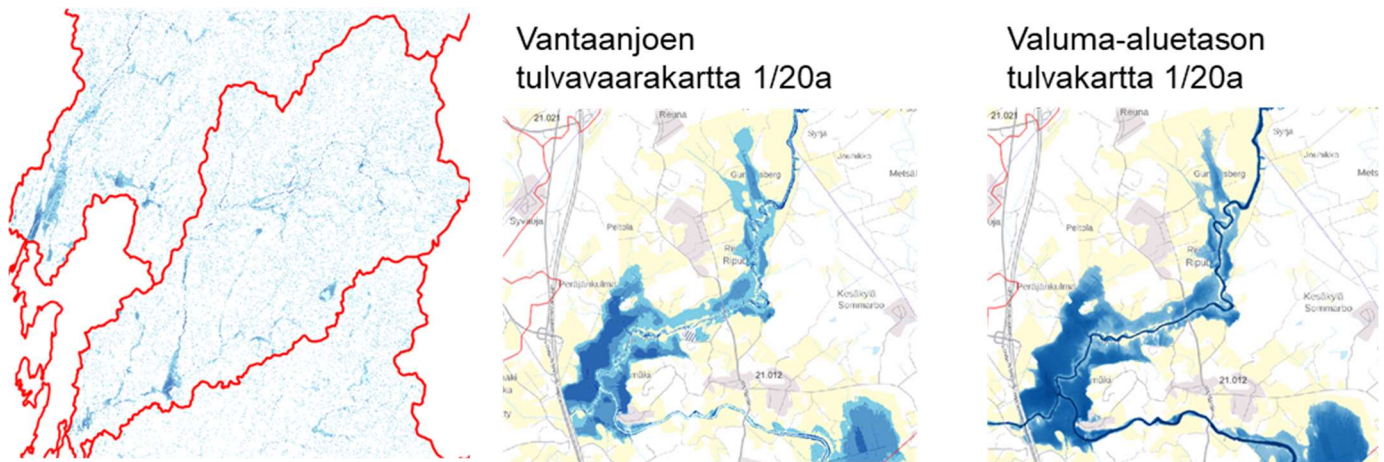
Valuma-alueitasoista tulvakarttaa voidaan hyödyntää myös operatiivisessa Tulvakeskus-toiminnassa. Tätä pilotoitiin Pattijoella lokakuussa 2023 laatimalla alueellisten

<sup>32</sup> <https://ckan.ymparisto.fi/dataset/tulvavaaravyohykkeet-perusskenaariot-flood-hazard-zones-basic-scenarios>

<sup>33</sup> <https://vesi.fi/trh>



viranomaisten pyynnöstä yhdistetty vesistö- ja meritulvan tulvakartta. Laskentamenetelmän on myös testattu soveltuvan vastaavasti myös patomurtuma-mallinnuksiin. Kehittämiseen on haettu ELY&Syke-hankerahoitusta vuodelle 2024 yhdessä patoturvallisuusviranomaisen Kainuun ELY-keskuksen kanssa. Mallia voidaan soveltaa esim. tilanteessa, kun tietyille murtumariskissä olevalle paikalle ei ole saatavilla valmista padon vahingonvaaraselvityksen tulvakarttaa.



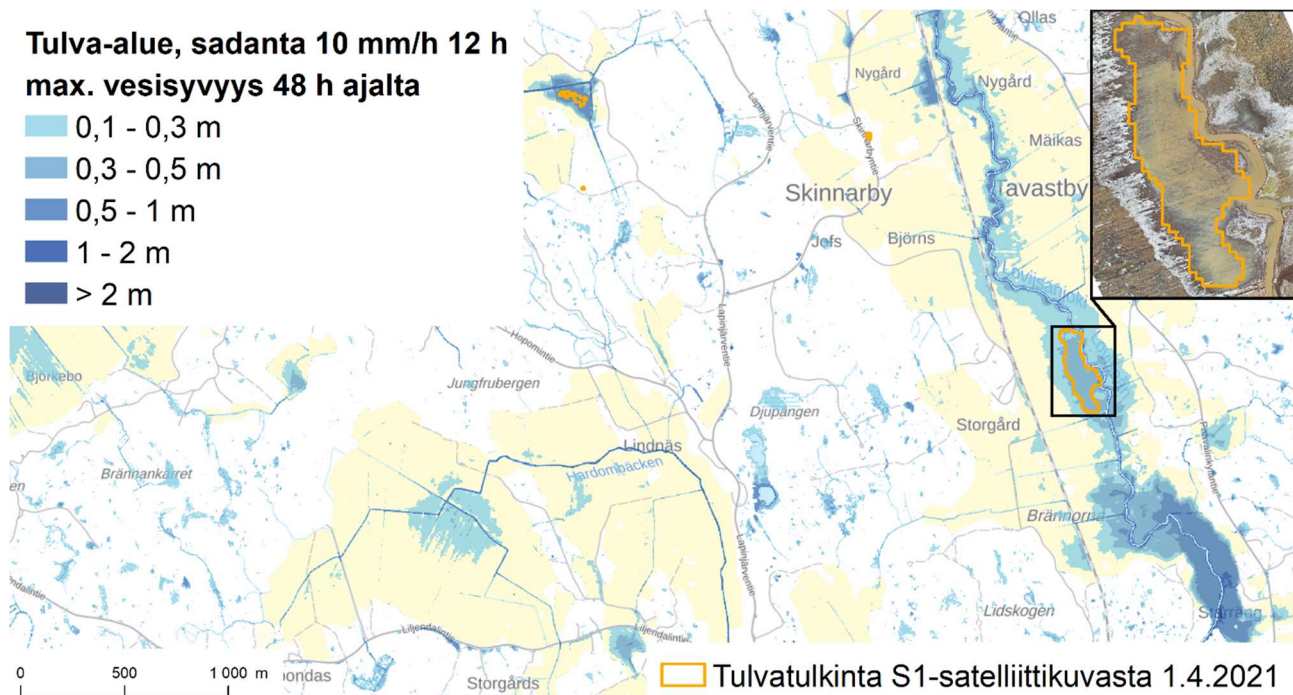
Kuva 8. Valuma-alueita tulvakarttaa Lapväärtinjoelta, Teuvanjoelta ja Närpiönjoelta (vas.). Oikealla kuvapari valuma-alueen tulvakartan visuaalisesta validoinnista tulvavaarakarttaan Vantaanjoelta.

### 3.1.6. Tulvaherkkien peltöjen tunnistaminen

Pellon kuivatustilalla tarkoitetaan sitä, kuinka tehokkaasti ylimääräinen vesi poistuu pellolta. Jos kuivatustila on huono, pelto on liian märkä, jolloin maan kantavuus ei ole riittävä viljelytoimille, kasvit kärsivät märkyydestä ja pitkään jatkuessa märkyys voi johtaa maan kasvukunnan heikkenemiseen esimerkiksi tiivistymisen ja ravinteiden huuhtoutumisen myötä. Toimimaton kuivatus voi lisäksi johtaa pellon tulvimiseen, jolloin maan pinnan liettymis- ja eroosioriski kasvaa.

Tulvaherkkiä peltöjä voidaan tulkita valuma-alueitasoisesta tulvakartasta (kuva 9). Kartoitusta antaa osviittaa peltöjen kuivatuksen toimivuudesta. Aineisto soveltuu alueellisen tai valtakunnallisen tason tarkasteluihin peruskuivatuksen tilan arvioinnissa. Kartoitusta antaa mahdollisuuden valita mahdollisia ongelmakohtia tarkempaan tarkasteluun ja kohdentaa näihin kuivatustilan parantamiseen tähtäävät selvitykset ja mahdolliset toimenpiteet, jotka johtaisivat tuotanto-olosuhteiden parantamiseen. Tarkoituksena on tehdä vuoden 2023 lopussa vielä päällekkäisanalyysi valuma-alueen tulvakartan ja MML:n maastotietokannan peltöjen kanssa, jotta tulvaherkkien peltöjen tulkinta olisi helpompaa ja saataisiin myös pinta-aloja tulvaherkkien peltöjen määrästä ja osuudesta valuma-alueittain.

Valuma-alueita tulvakartoitusta hyödynnettiin myös Aurajoen Savijoen valuma-alueella, jossa Syke selvitti fosforin vapautumista tulvapelloilta. Tarkoituksena oli tulvakarttojen avulla kehittää maanparannusaineiden levityksen kohdentamista. Lohkoille suositellaan tiettyä maanparannusainetta viljavuusanalyysin maanäytteiden perusteella, mutta jos kyseessä säännöllisesti tulvan alle jäävä lohko, niin suositus saattaa muuttua. Kipsin on todettu vähentävän fosforin vapautumista tulvatilanteissa.

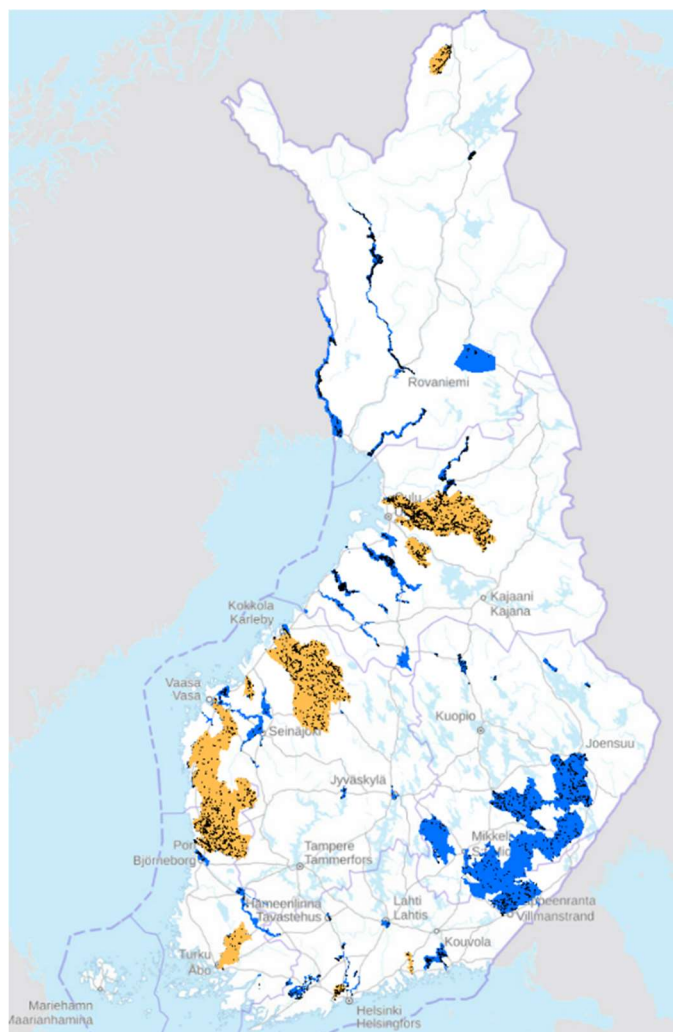


Kuva 9. Valuma-alueitasoisen tulvakartan pilotti Loviisanjoelta perustuen sadantaan 10 mm tunnissa 12 tunnin ajan (yht. 120 mm). Kartalla on esitetty tulvan peittävyys ja vesisyvyys maksimissaan 48 tunnin laskentajakson ajalta. Kartalla on esitetty myös Sentinel-1-tutkasatelliittikuvasta tehty tulva-alue-tulkinta 1.4.2021 aamulta sekä drone-kuvaa vastaavalta ajankohdalta.

### 3.1.7. Potentiaalisten tulvametsien ja metsäluhtien tunnistaminen

Hankkeessa tunnistettiin asiantuntijan päätöpuu -menetelmällä (Expert system) potentiaaliset tulvametsät ja metsäluhdet vesistö- ja valuma-alueittaisen tulvamallien kattamilta alueilta. Lähtödatoina mallissa olivat tulvavaaravyöhykkeet (vesisyvyys vesistötulvien ja valuma-alueittaisten tulvien alueilta), laserkeilattu kasvillisuuden pintamalli, monilähde valtakunnanmetsien inventointi, maanpeite ja -käyttöaineisto (Corine maanpeite 2000–2018 ja Maankäyttö ja puustoaineisto #3) ja maastotietokanta. Lopputuloksena on vektoriaineisto potentiaalisista kohteista (MMU 0,25 ha) erikseen turve- ja kivennäismailla (kuva 10).





Kuva 10. Lopputuloksen kattavuus (sininen: vesistötulvamalli, oranssi: valuma-alueittainen tulvamalli; musta: potentiaaliset tulvametsät ja metsäluhdat)

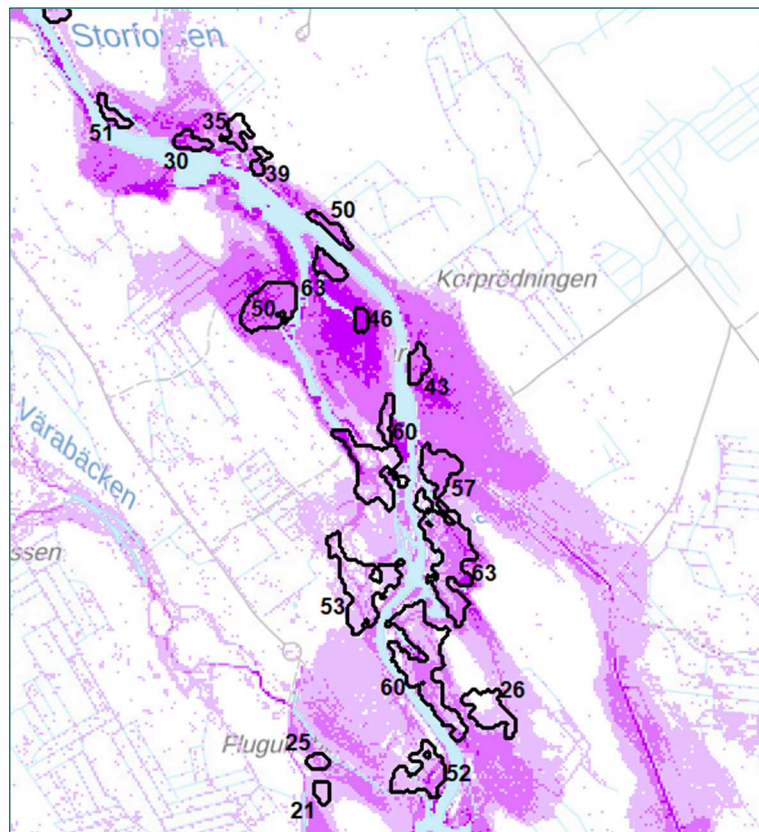
Tietoa tulvavaikutteisten luontotyyppien esiintymisen luotettavuudesta (todennäköisyydestä) em. asiantuntijan päätöspuumallin tuloksen sisällä tuotettiin koneoppimisalgoritmien avulla. Työssä käytettiin Random forest -algoritmia, joka ennustaa tavoitemuuttujan (tässä luontotyyppi) esiintymisen paikkatieto- ja kaukokartoitusaineistojen (piirteet) perusteella mallilla, joka opetetaan maastossa mitatun tiedon avulla (tässä Metsähallituksen luonnonsuojelualuetietojärjestelmä Saktin ja Potut-hankkeen maastohavainnot). Lisäksi testattiin automaattista koneoppimisalgoritmia TPOT (Tree-based Pipeline Optimizaton tool). Lähtödatoina mallissa käytettiin em. asiantuntijan päätöspuumallissa mukava olevia tietoja tulvista, puustosta ja maaperästä sekä Sentinel 1<sup>34</sup> ja 2 satelliittiaineistoista tuotettuja piirteitä ja kohteen sijaintitietoja (etäisyys) vesistöjen (aluemaiset joet ja järvet) suhteen.

Ristiinvalidoinnin mukaan Random forest mallin kokonaistarkkuus on 74 % ja luokkien metsäluhta ja tulvametsä -tulkinnan tarkkuudet ovat 72 % ja 73 % (f1-score).

Haasteena mallinnuksessa on tulvavaikutteisten luontotyyppihavaintojen vähäinen määrä alueella, josta tulvatietoa (tässä vesistötulvat) on nyt saatavilla. Luontotyyppien

<sup>34</sup>Bauer-Marschallinger, B., Cao, S., Navacchi, C., Freeman, V., Reuß, F., Geudtner, D., Rommen, B., Vega, F. C., Snoeij, P., Attema, E., Reimer, C. & Wagner, W. 2021. The normalised Sentinel-1 Global Backscatter Model, mapping Earth's land surface with C-band microwaves. Sci Data 8, 277 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41597-021-01059-7> <https://doi.org/10.1038/s41597-021-01059-7>

ennustemallien tulokset kannattaakin päivittää, kun valuma-alueittainen tulvamallinnuksen kattavuus laajenee.



Kuva 11. Tulva-alueen vesisyvyys (violetti), potentiaaliset tulvametsät ja metsäluhdet (mustat polygonit) ja tulvametsän esiintymisen luotettavuus (random forest confidence %)

Random forest mallin avulla laskettiin tavoiteluokkien Metsäluhta ja Tulvametsä -tulkinna luotettavuus (confidence) laskentayksiköittäin (10 m hilassa 0-100 %). Tätä paikkatietoa käytettiin asiantuntijan päätöspuumallin avulla tunnistettujen kohteiden (polygoni) kuvaamiseen siten, että kohteen ominaisuustiedoiksi liitettiin tulvametsä ja metsäluhta -luokkien luotettavuus (confidence) kuvion sisälle osuvien pikseleiden maksimiarvona (kuva 11). Tieto kertoo myös em. luontotyyppien esiintymisen todennäköisyydestä kuvioittain ja tietoa voidaan käyttää kohteiden priorisoinnissa. Lisäksi kohteille laskettiin seuraavat ominaisuustiedot: tulvaveden syvyys, puuston pituus (dm), lehtipuuosuus (%), turvemaasuus (%) ja ojitustilanne.

Lopputulosta verrattiin sekä Sakti- (n=17126) että Potut (n=60) maastotietoihin ja tuloksen tarkkuutta arvioitiin virhematriisin ja siitä laskettujen tunnuslukujen valossa (ristiinvalidointi). Asiantuntijan päätöspuumallilla löydetty (tunnistettu) kohteet jaettiin Metsäluhtiin ja Tulvametsiin random forests confidence-arvon mukaan: mikäli Tulvametsän confidence on isompi kuin metsäluhdan vastaava arvo, kohde määritettiin Tulvametsäksi ja päinvastoin. Tuloksista voidaan päätellä, että sekä metsäluhdet että tulvametsät on tunnistettu kohtalaisen hyvin: Sakti:n osalta 64,3% Metsäluhdista ja 64,6 % Tulvametsistä on tunnistettu oikein; vastaavat luvut Potut-hankkeessa kerätyn maastodatan perusteella ovat 87,5% ja 66,7 %.

Toisaalta lopputulos yliarvioi em. luontotyyppien määrän, mikä näkyy alhaisena käyttäjän tarkkuutena: Sakti:n perusteella vain 10,5% (metsäluhdet) ja 12,1% (tulvametsät); Potut maastoaineiston perusteella 50,0 % ja 84,8 %. Em. luvut poikkeavat merkittävästi toisistaan,

koska Sakti-validointiaineistossa peräti 99 % havainnoista on muista luontotyypeistä kuin Metsäluhdista ja Tulvametsistä; kun taas Potut aineistossa vastaava luku on 16 %. Yliarvion määrää voidaan pienentää tiukentamalla random forest confidence -kriteeriä mukaan valittaville kohteille. Metsäluhdan ja tulvametsän esiintyminen pitää aina varmentaa maastossa. Aineistoa on hyödynnetty jo syksyn 2023 aikana Kokemäenjoen Säpilänuoman oikaisu-uoman kompensointikohteiden etsimisessä Karvianjoelta. Varsinais-Suomen ELY piti tunnistamistarkkuutta varsin hyvänä verrattuna aikaisempaan varsin vähäiseen tietoon tulvametsistä. Kolmelle kohteelle pyrittiin tekemään maastoinventoinnit vuoden 2023 aikana.

### 3.1.8 Hankkeen viestintä

Hankkeen viestintä ja vuorovaikutus on ollut vilkasta. Se on perustunut paljolti uutisiin, sähköpostiin, twitteriin, seminaareihin, työpajoihin sekä lähi- että etäkokouksiin. Kohderyhmiä on tavoitettu laajasti. Sisäinen viestintä on toiminut hyvin mm. säännöllisten kuukausittaisten kokousten tuella. Hanke oli mukana myös Hiilestä kiinni -vaikuttavuusarvioinnissa tammikuussa 2023.

Toteutettuja viestintätoimia ja ajankohtaisia asioita on koottu hankkeen omalle sivulle: [www.syke.fi/hankkeet/tiima](http://www.syke.fi/hankkeet/tiima) sisäisessä käytössä olevan viestintäkalenterin lisäksi. Alla olevassa taulukossa on myös esitetty keskeisimmät hankkeen viestintätoimet.

*Taulukko1. Vuoden 2022 merkittävimmät viestintätoimet hankkeessa.*

| Aihe ja konteksti                                                                                                                                          | Aika      | Kohderyhmät                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Perustettu <a href="http://tiiman.hankesivut.syke.fi/hin">TIIMAn hankesivut syke.fi:hin</a> , <a href="#">twiitti</a>                                      | maaliskuu | Tutkijat ja muut kiinnostuneet                                                                                |
| Hankkeen esittely ilmastoviisaan maatalouden Hiilitorin virtuaaliständillä                                                                                 | 17.3.2022 | Hiilestä kiinni toimijat, viranomaiset, neuvojat                                                              |
| Ilmastoviisaan maatalouden työpaja maatalouden vesienhallinnasta                                                                                           | 17.3.2022 | Hiilestä kiinni toimijat, viranomaiset, neuvojat                                                              |
| Esitys Hiilestä kiinni -infossa uusille hankkeille                                                                                                         | 8.4.2022  | Tutkijat ja muut kiinnostuneet                                                                                |
| Peltojen vesitalous hallintaan -TIIMA-hanketta mainostettu Maatilan Pellervo -printtilehdessä                                                              | 4/2022    | Viljelijät, neuvontajärjestöt, asiantuntijat                                                                  |
| Syke.fi- ja vesi.fi-uutinen hankkeen alkamisesta: <a href="#">Kattavaa paikkatietoa tulva-alueista valmisteilla koko maahan</a> ja <a href="#">twiitti</a> | 28.4.2022 | Tutkijat ja muut kiinnostuneet                                                                                |
| <a href="#">Uusia kuivatustilan arviointimenetelmiä on selvitetty</a> - uutinen Salaojayhdistyksen uutiskirjeessä                                          | 3/2022    | Viljelijät, suunnittelijat                                                                                    |
| <a href="#">Suomen ympäristökeskus (SYKE) hyödyntää ArcGIS-alustaa laserkeilausdatan visualisoinnissa</a> -uutinen ESRI Finland uutiskirjeessä             | 17.2.2022 | Kunnat, konsultit, ELYt ym.                                                                                   |
| Twittejä, esim. <a href="#">tulvametsämelonnasta</a>                                                                                                       | 29.4.2022 | Kiinnostuneet                                                                                                 |
| Hankemainos Pohjois-Suomen vesistökuunnostusseminaarissa                                                                                                   | 25.5.2000 | Pohjois-Suomen vesistökuunnostajat, ELYt, YM, MMM                                                             |
| Hankkeen esittely                                                                                                                                          | 30.5.2022 | Geoforumin webinaarin osallistujat                                                                            |
| Käyttäjäkysely hulevesitulvakartasta                                                                                                                       | Kesä 2022 | Hulevesitulvakartan käyttäjiksi rekisteröityneet                                                              |
| Hanke esillä <a href="#">Opitaan ojista -webinaarissa</a>                                                                                                  | 13.9.2022 | Vesiensuojeluyhdistykset, suunnittelijat, urakoitsijat, neuvontaja edistämisisorganisaatiot sekä viranomaiset |
| Tulvariskien alustavan arvioinnin suunnittelun työpaja                                                                                                     | 19.9.2022 | ELY-keskukset                                                                                                 |
| Yhteistyöpalaveri kuntaliiton kanssa hulevesitulvariskien hallinnasta                                                                                      | 23.9.2022 | Kunnat, MMM                                                                                                   |

|                                                                                                                                                                             |                |                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">Esitys Hulevesi2022-seminaarissa</a> : HULEHENRI & TIIMA-hankkeet: Kehitystä hulevesitulvien kartoitukseen ja lähihetkiennustamiseen ja <a href="#">twiitti</a> | 29.9.2022      | Kunnat, konsultit, asiantuntijat jne.                                                                                   |
| Posterit <a href="#">Maatalouden kestävä vesienhallinta -päivillä</a> : Peltojen kuivatustilan uudet arviointimenetelmät Suomessa                                           | 13.10.2022     | Tutkijat, viljelijät, asiantuntijat yms.                                                                                |
| Posterin esittely maatalouden tiedonvaihtopäivillä: Tulvaherkät pellot ja peltojen kuivatustilan arviointi                                                                  | 26.-27.10.2022 | Viljelijät, tutkijat jne.                                                                                               |
| Meritulvaskenaarioiden ja karttojen päivitys ja valuma-alue-suunnittelu -esitykset <a href="#">Tulva-, pato- ja vesienhoitopäivillä Oulussa</a> ja <a href="#">twiitti</a>  | 1.-2.11.2022   | ELY-keskukset, konsultit, patojen omistajat, pelastusviranomaiset, vesienhoidon suunnittelijat, vesistö-kunnostajat ym. |
| <a href="#">Tiima-hanke jatkaa Laservesi-hankkeen työtä -mainostusta Laservesi-hankkeen loppuseminaarissa</a> ja <a href="#">twiitti</a>                                    | 12.12.2022     | Tutkijat ja kiinnostuneet                                                                                               |

**Taulukko 2. Vuoden 2023 merkittävimmät viestintätoimet hankkeessa.**

| Aihe ja konteksti                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Aika                               | Kohderyhmät                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Väliraportoinnin tulokset julkaistu hankesivulla                                                                                                                                                                                                                                                    | tammikuussa                        | Tutkijat, hiilestä kiinni toimijat ja muut kiinnostuneet                    |
| Twittejä esim. <a href="#">ilmastonmuutos lisää tulvariskejä</a>                                                                                                                                                                                                                                    | tammikuussa                        | Kiinnostuneet                                                               |
| TIIMA-hanketta mainostettu Vesitalous-lehden artikkelissa, jossa käsiteltiin peltojen kuivatustilan arviointia. Aihe jaettu myös Twitterissä. <a href="#">Twiiiti</a>                                                                                                                               | 1.3.2023                           | Tutkijat, asiantuntijat, neuvontajärjestöt                                  |
| Esitys ja 45 min keskustelu meritulvakartoista                                                                                                                                                                                                                                                      | 6.3.2023                           | Tulvariskien hallinnan valtakunnallisen ohjausryhmän kokouksen osallistujat |
| Esitys hankkeesta FCG:n hulevesiseminaarissa                                                                                                                                                                                                                                                        | 28.3.2023                          | Kunnat (tekninen toimiala)                                                  |
| Esitys hankkeesta Hiilestä kiinni aamukahviwebinaarissa                                                                                                                                                                                                                                             | 18.4.2023                          | Muut hankkeet ja rahoittaja                                                 |
| Maanpeiteaineiston julkaisu: <a href="#">Syke.fi-uutinen</a> : ”Tarkka ja ajantasainen tieto maankäytöstä tukee ilmastotavoitteita”<br>+ <a href="#">twiitti 15.5.</a>                                                                                                                              | 15.5.2023                          | Maanpeiteaineistoja käyttävät asiantuntijat!                                |
| Hankkeen aineistojen esittely GIS-infossa                                                                                                                                                                                                                                                           | 23.5.2023                          | ELYjen paikkatietotukihenkilöt ja SYKE:n paikkatietokäyttäjät               |
| Tulvariskien alustavan arvioinnin ohjeistus ja valuma-alue-asteisen tulvakartan esittely -koulutus                                                                                                                                                                                                  | 23-24.5.2023                       | ELYjen asiantuntijat                                                        |
| Maanpeiteaineiston esittely <a href="#">Scalgon webinaarissa</a> ja <a href="#">twiitti 1</a> ja <a href="#">twiitti 2</a> .                                                                                                                                                                        | 29.5.2023                          | Tutkijat ja asiantuntijat                                                   |
| <a href="#">Mammutti- ja Tiima-hankkeen seminaari</a> : ”Hyvä tietopohja (paikkatiedot) auttaa ilmastohaasteiden ratkaisussa.” - <a href="#">hankesivulle mainos</a> -somemainoksia ennakoon (Twittejä: <a href="#">1</a> , <a href="#">2</a> , <a href="#">3</a> , <a href="#">4</a> ) ja 5.6.2023 | 5.6.2023                           | Maanpeiteaineistoja käyttävät asiantuntijat                                 |
| Artikkeli <a href="#">Vesikirje -uutiskirjeessä</a> Peltojen kuivatustilan uudet arviointimenetelmät Suomessa (Laservesi & Valumavesi & TIIMA) <a href="#">twiitti</a>                                                                                                                              | 14.6.2023                          | Asiantuntijat, ELYjen asiantuntijat                                         |
| Meritulvaskenaarioiden ja -karttojen päivityksestä kerrottiin <a href="#">Aallon uutisessa 8.5.2023</a> <a href="#">twiitti</a>                                                                                                                                                                     | 5.6.2023                           | Asiantuntijat, tutkijat                                                     |
| Esitys hankkeesta peruskuivatuksen ja ojitustoimitustehtävien yhteistyöverkoston tapaamisessa                                                                                                                                                                                                       | 11.9.2023                          | Asiantuntijat, tutkijat                                                     |
| Tulvariskien alustavan arvioinnin koulutus (hulevesitulvat)                                                                                                                                                                                                                                         | 23.9.2023                          | Kuntien asiantuntijat                                                       |
| Esitys Valumavesi-seminaarissa peltojen kuivatustilan arvioinnista, <a href="#">twiitti</a>                                                                                                                                                                                                         | 31.10.2023                         | Asiantuntijat, tutkijat                                                     |
| Meritulvakartan ja maanpeiteaineiston esittely Kuntaliiton hulevesitulvariskien alustavaa arviointia koskevassa webinaarissa                                                                                                                                                                        | 14.11.2023<br>(seuraava 16.1.2024) | Kuntien asiantuntijat                                                       |



|                                                                                                                                                 |                    |                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Digitaalisten tulvariskien alustavien arviointien tallentamisen koulutus sekä ajankohtaispalaverit ja klinikat syksyn aikana                    | 30.8. ja 5.10.2023 | ELYjen asiantuntijat                                                  |
| Esitys ”Uusia tulvakartta-tuotteita TIIMA-hankkeelta” Tulva-, pato-, vesienhoito- ja kunnostuspäivillä (TPVK).<br><a href="#">Postaus X:ään</a> | 7-8.11.2023        | Asiantuntijat, tutkijat                                               |
| Korkeusmallin uomakorjaus-aineiston julkaisu <a href="#">Syken avoin tieto -palvelussa</a>                                                      | 28.11.2023         | Asiantuntijat, tutkijat                                               |
| Uutinen (vesi.fi ja Syken avoin tieto) hankkeen tietoaineistoja esittelevästä tarinakarttatyyppisestä sivustosta. Postaus X:ään.                | joulukuussa        | Tutkijat, asiantuntijat, muut kiinnostuneet, Hiilestä kiinni toimijat |
| Loppuraportti                                                                                                                                   | 15.12.2023         | Hiilestä kiinni toimijat, tutkijat, asiantuntijat, muut kiinnostuneet |
| Lopputiedote ja postaukset X:ssä.                                                                                                               | tammikuussa 2024   | Hiilestä kiinni toimijat, tutkijat, asiantuntijat, muut kiinnostuneet |

### 3.2. Tulosten vieminen käytäntöön

Hankkeessa tuotetut paikkatietoaineistot ja indikaattorit tukevat laajasti ilmastonmuutokseen sopeutumiseen, riskien hallintaan sekä hiilinielujen lisäämiseen liittyviä kansallisia ja kansainvälisiä tavoitteita tarjoamalla tutkittuun tietoon perustuvaa avointa tietoa sekä hyödyntämällä niitä käytännössä. Tuotetut aineistot päivitetään nykyisiin karttapalveluihin ja muihin ratkaisuihin. Aineistot julkaistaan lähtökohtaisesti avoimeen käyttöön osana SYKEN avoin tieto -palvelua sekä ladattavina aineistoina, karttapalveluina että rajapintapalveluina.

Hankkeessa laadittuja tulvakarttoja voidaan hyödyntää tulvariskilainsäädännön mukaisessa tulvariskien alustavan arvioinnin 3. suunnittelukierroksella niin vesistö- ja meritulvien (ELY-keskukset) kuin hulevesitulvien (kunnat) osalta. Meritulvien kartoituksessa käytettyjen tuoreimpien ilmastoskenaarioiden perusteella pystytään varautumaan vuoden 2100 ilmaston mukaisiin tulviin esim. alueiden käytön suunnittelussa. Ilmastonmuutoksen vaikutusta on pyritty ottamaan vastaavasti huomioon myös vesistö- ja hulevesitulvien mallintamisessa.

Hankkeessa tuotettu aineisto tulvaherkistä pelloista kertoo peltojen kuivatustilasta ja auttaa viljelijää sen parantamiseen tähtäävien toimenpiteiden kohdentamisessa (esim. kuivatuksen parantaminen tai toisaalta kosteikkoviljely). Tulvakartoituksesta käyvät ilmi myös tulvaherkät metsät (metsänomistajat).

Hiilen sidontaa ilmakehästä voidaan lisätä uudelleen vesittämällä turvealueita, perustamalla monitavoitteisia kosteikkoja sekä metsittämällä tulvaherkkiä, heikkotuottoisia pelloja (esim. lopetettujen turvetuotantoalueiden maanomistajat). Mahdollisia alueita em. toimenpiteille voidaan tunnistaa hankkeessa laadittavista valuma-alueitasoisista vesistötulvakartoista.

Uomakorjausaineisto on hyvin geneerinen aineisto ja on sovellettavissa siten monissa muissa käyttötapauksissa, joissa korkeusmalli KM2 ja sen hydrologiset ominaisuudet ovat tärkeitä.

TIIMA-hankkeessa tuotettua valuma-alueittaista tulvatietoa testattiin Kevojoen valuma-alueella osana Metsähallituksen luontopalvelujen ja Suomen Ympäristökeskuksen hanketta,

jossa kartoitettiin Ylä-Lapin luonto kaukokartoitusmenetelmien avulla<sup>35</sup>. Uuden tulvatiedon avulla kyettiin tunnistamaan kattavasti eli 84 % (n=73) tulvavaikutteisista luontotyypeistä (tulvaniityt, metsäluhdet, tulvametsät ja tulvavaikutteiset tai luhtaiset luontotyytit) yhdessä hankkeessa tuotetun tiedon kanssa.

Aineistot tulvista ja potentiaalisista tulvametsistä ja metsäluhdistä toimitettiin Karvianjoen valuma-alueelta Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen käyttöön. Aineiston avulla on etsitty potentiaalisia ennallistuskuntoisia tulvametsiä Varsinais-Suomesta tai Satakunnasta suunniteltujen tulvasuojelutoimenpiteiden kompensatiokohteeksi.

Uuden luonnonsuojelulain (5.1.2023) mukaan sisämaan tulvametsät ja merenrantaniityt kuuluvat suojeltuihin luontotyyppisiin. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus voi päättää suojella luonnontilaisen tai luonnontilaiseen verrattavan esiintymän, joka on suojellun luontotyytin säilymiselle tärkeä. TIIMA-hankkeen lopputulokset voivat auttaa em. luontokohteiden tunnistamisessa.

### 3.3. Tulosten merkitys ja jatkotoimenpiteet

Hankkeessa saatiin aikaisemmissa T&K-hankkeissa pilottialueille kehitetyt tietotuotteet käyttöön koko Suomen kattavasti. Osassa aineistoista tosin tuotanto jäi kesken, mutta sitä jatketaan resurssin puitteissa. Jatkorahoitusta on myös haettu heti vuodelle 2024.

Yleispiirteinen hulevesitulvakartta valmistuu vuoden 2024 alussa palvelemaan erityisesti kuntia hulevesitulvariskien alustavassa arvioinnissa. Kartoituksen tarjoaminen ilman käyttöperustetta myös avaa uusia mahdollisuuksia. Esim. finanssiala on ollut erittäin kiinnostunut aineistosta kiinteistöjen riskiarvioinnissa osana EU:n kestävän taloudellisen toiminnan luokittelujärjestelmän, eli EU-taksonomian, mukaista ilmatoriskitarkastelua, mikä sisältää myös hulevesitulvariskien arvioinnin.

Yhdessä muiden paikkatietoaineistojen kanssa tietotuotteiden avulla voidaan arvioida nykytilaa niin tulvariskien, tulvaherkkien peltöjen kuin tulvista riippuvaisten luontotyyppien osalta. Toisaalta esimerkiksi korkeusmallit ovat pääasiallinen lähtöaineisto monissa paikkatietanalyysissä. Uomakorjausaineistosta voi olla hyötyä kaikissa käyttötapauksissa, joissa hydrologia on tärkeässä osassa.

Mallinnukset voidaan toistaa esimerkiksi keskeisenä lähtötietona olevan ilmakeiutus- ja laserkeiutusohjelman päivityssyklin mukaisesti. Näin tietotuotteita voidaan hyödyntää myös muutosten seurannassa. Esimerkkinä mainittakoon maanpeitteen, erityisesti läpäisemättömän pinnan, hiilinielujen ja viherrakenteen seuranta. Hankkeessa laadittu uomakorjaus-aineisto yhdessä MML:n 5 p laserkeiutuksen kanssa mahdollistaa myös yleispiirteisen kuivavara-aineiston tuotannon peltöjen kuivatustilan valtakunnalliseen arviointiin<sup>36</sup>.

Hankkeessa tuotetut aineistot kattavat vain Suomen aluetta, joten niillä suoraan ei välttämättä ole kansainvälistä kysyntää. Kuitenkin käytetyt menetelmät ovat sovellettavissa ympäri maailman. Ymmärrys ja tiedon jakaminen menetelmien toimivuudesta ja

<sup>35</sup> Metsähallitus Luontopalvelut ja Suomen ympäristökeskus. 2023. Ylä-Lapin luonnon kaukokartoitus; Projektin loppuraportti osa 1 – Aineistot ja menetelmät <https://www.metsa.fi/projekti/yla-lapin-kaukokartoitus>

<sup>36</sup> Peltöjen kuivavara-aineiston uudet arviointimenetelmät Suomessa, Vesitalous-lehti 1/2023

mahdollisten parametrien kalibroimisesta erilaisiin ympäristöihin (esim. maaperä, kasvillisuus, sademäärät) on tämän suhteen arvokasta.