

Maatalouden alueellisen vesienhallinnan laskenta-alusta (MAVELA)

Loppuraportti

27.6.2025

Salaojituksen tutkimusyhdistys ry

Aalto-yliopisto

Luonnonvarakeskus

Salaojayhdistys ry

Sven Hallinin tukimussäätiö sr

Hankkeen tiedot

Hankkeen nimi: Maatalouden alueellisen vesienhallinnan laskenta-alusta (MAVELA)

Hankkeen toteuttajat (pää toteuttaja ja osatoteuttajat): Hanke toteutettiin yhteistutkimushankkeena, jonka jäsenet olivat:

Salaojituksen tutkimusyhdistys ry: DI Olle Häggblom ja DI Jyrki Nurminen

Luonnonvarakeskus (Luke): FT Jari Hyväluoma, TkT Timo Räsänen, TkT Mika Tähtikarhu, DI Vilma Jokinen

Aalto yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu, vesi- ja ympäristötekniikka: Prof. Harri Koivusalo, TkT Heidi Salo, DI Aleksi Salla, TkK Tetiana Porokhivnyk, TkK Annina Jordan

Salaojayhdistys ry: DI Olle Häggblom, MMM Minna Mäkelä

Sven Hallinin tutkimussäätiö sr: TkT Hanne Laine-Kaulio

Salaojituksen tutkimusyhdistys ry vastasi hankkeesta, ja sen vastuullinen johtaja oli Olle Häggblom.

Yhteyshenkilö ja yhteystiedot (puhelin ja posti): Olle Häggblom, +358401620864, olle.haggblom@salaojayhdistys.fi

Hankkeen toteutusaika: 30.11.2022–15.06.2025

Laaja raportti hankkeesta julkaistaan Salaojituksen tutkimusyhdistys ry:n tiedotteet -julkaisusarjassa vuoden 2025 lopussa. Hankkeessa on jo aiemmin julkaistu esim. raportti maaperäkirjastoon liittyen, sekä artikkeleita ammattilehdissä (Vesitalouslehti), joissa kuvataan laskenta-alustan kehitystä ja toimintaa.

Sisällysluettelo

Hankkeen tiedot.....	2
1. Tiivistelmä	4
2. Hankkeen lähtökohta, tavoitteet ja kohderyhmä	5
3. Hankkeen toteutus	5
Osahanke 1.....	5
Osahanke 2.....	7
4. Yhteistyö ja sidosryhmyöskentely.....	9
5. Viestintä ja tiedottaminen	10
6. Hankkeen tuotokset.....	11
Laskenta-alusta	11
Maaperäkirjasto.....	12
7. Hankkeen tulokset.....	13
8. Toiminnan jatkuvuus.....	13
Laskenta-alusta	13
Maaperäkirjasto.....	14
9. Projektin rahoitus.....	15
10. Hankkeen toteutus numeroina.....	16
11. Hankkeen vaikuttavuus.....	17
12. Toteutusvaiheen arviointi.....	18
Viitteet	19
Liitteet.....	20

1. Tiivistelmä

MAVELA-hankkeen tavoitteena oli edistää maatalousalueiden vesienhallinnan suunnittelua aluelähtöisesti ja varautumista tulevaisuuden ilmasto-olosuhteisiin kuten erilaisiin ääri-ilmiöihin, rankkasateisiin ja kuivuusjaksoihin. Hankkeen ensimmäisessä työpaketissa laadittiin vesienhallinnan parissa työskenteleville suunnattu työkalu, jolla voidaan tarkastella pellon vesienhallintaa lähtökohtana valuma-alueen tarkastelulle. Laskentatyökalu toimii eräänlaisena digitaalisena kaksosena, joka integroi käyttäjän syöttämät tiedot ja avoimet sääaineistot simulointimalleihin, ja jonka avulla käyttäjät voivat saada tarvitsemansa tiedon tarkasteltavan alueen hydrologiasta. Tieto vesitaseesta ja hydrologisesta tilasta tarjoaa vesitalouden suunnittelijoille tärkeää taustatietoa ja edesauttaa suunnittelemaan maatalousmaiden vesienhallintaa muuttuvia sääolosuhteita huomioivalla tavalla. Laskenta-alustalla voidaan arvioida kohteena olevan pellon vesitaloutta ilman intensiivistä mittaustoimintaa.

Toisessa työpaketissa testattiin ja kalibroitiin maailmalla kehitettyjä pedotransferfunktioita vastaamaan Suomen oloja, ja yhdistettiin näin saadut mallit avoimeen dataan uudeksi kattavaksi maaperäkirjastoksi, joka kokoaa yhteen eri seurannoista ja tutkimushankkeista kerättyjen tuhansien maanäytteiden ominaisuudet. Kirjastoa voidaan hyödyntää mallisovellusten parametrisoinneissa ja sen tiedot ovat yhdistettävissä maalajikarttoihin, jolloin voidaan luotettavammin huomioida eri maalajien ominaisuudet laskennassa. Laskenta-alusta yhdessä maaperäkirjaston kanssa tuottaa tietoa pelto-, kuivatus- ja valuma-alueiden vesienhallintaan ja auttaa suunnittelemaan toimivia vesienhallintakokonaisuuksia eri alueille.

Molempien osahankkeiden tuotokset edistävät osaltaan vesienhallinnan suunnittelua ja toteutusta valuma-aluekohtaisen lähestymistavan mukaisesti sekä toimivat tehokkaina työkaluina sään ääri-ilmiöiden aiheuttamien vaikutusten arvioinnissa.

2. Hankkeen lähtökohta, tavoitteet ja kohderyhmä

Valuma-alueiden omaisuudet ja erityispiirteet sekä sääolojen vaihtelu asettavat haasteita valuma-alue lähtöiselle maatalouden vesienhallinnalle. Vesienhallinnan suunnittelussa yhtä peltolohkoa suuremmalle alueelle haasteena on usein maatalousalueen heterogeenisuus mm. maalajien ja niiden hydrologisten ominaisuuksien suhteen, sekä eri vesienhallintaratkaisujen, kuten säättösalaojituksen vaikutukset peltojen tuottamaan valuntaan. Hankkeen suunnitteluvaiheessa tunnistettiin, että mallinnustyökalut voisivat tuoda apua tähän. Aalto-yliopistossa kehitettyä Flush-mallia on käytetty maatalouden vesitalouden tutkimuksessa pitkään, mutta sen käyttöä suunnittelun työkaluna ei ole aiemmin kokeiltu.

Hankkeen tavoitteena oli edistää maatalousalueiden vesienhallinnan suunnittelua alue lähtöisesti ja varautumista tulevaisuuden ilmasto-olosuhteisiin kuten erilaisiin ääri-ilmiöihin, rankkasateisiin ja kuivuusjaksoihin. Yksityiskohtaisempaan tavoitteena oli laatia eri käyttäjäryhmille suunnattu työkalu, jolla voidaan tarkastella pellon vesienhallintaa erilaisissa sääolosuhteissa ja eri vesienhallintaratkaisulla. Laskentatyökalun tulisi toimia eräänlaisena digitaalisena kaksosena, joka integroi havaitun datan simulointimalleihin, ja jonka avulla eri käyttäjäryhmät voivat saada tarvitsemansa käytännön informaation tarkasteltavasta alueesta.

Maaperän vaikutus pellon hydrologiaan on merkittävä, ja maaperän hydrologisia ominaisuuksien kuvaavat parametrit ovat siten avainasemassa pellon hydrologian mallintamisessa. Tärkeä osa laskenta-alustaa oli mahdollisuus kuvata kohteen maaperä riittävällä tarkkuudella. Täten hankkeen toiseksi osatavoitteeksi muodostui maatalousmaiden maaperätiedon kehittäminen maaperän hydraulisten ominaisuuksien osalta, ja siten maatalousmaiden vesienhallintaan liittyvän tutkimuksen ja mallinnuksen mahdollisuuksien edistäminen. Hankkeessa tuotettiin avoin maatalousmaiden maaperäkirjasto eri maalajien hydraulisista ominaisuuksista tukemaan tutkimusta ja maaperän vesien kulkeutumisen mallinnusta.

Hankkeen tulokset voivat hyödyttää ja helpottaa maatalouden ympäristönsuojelun sekä tuotannollisten investointientukien ohjausta julkisessa hallinnossa sekä maataloustuottajien päätöksentekoa vesienhallintatoimenpiteiden suunnittelussa ja toteuttamisessa. Hankkeen mahdollisiksi hyödynsaajiksi tunnistettiin salaojasuunnittelijat ja -urakoitsijat, neuvojat, viljelijät, maatalous- ja ympäristöalan viranomaiset, sekä tutkijat.

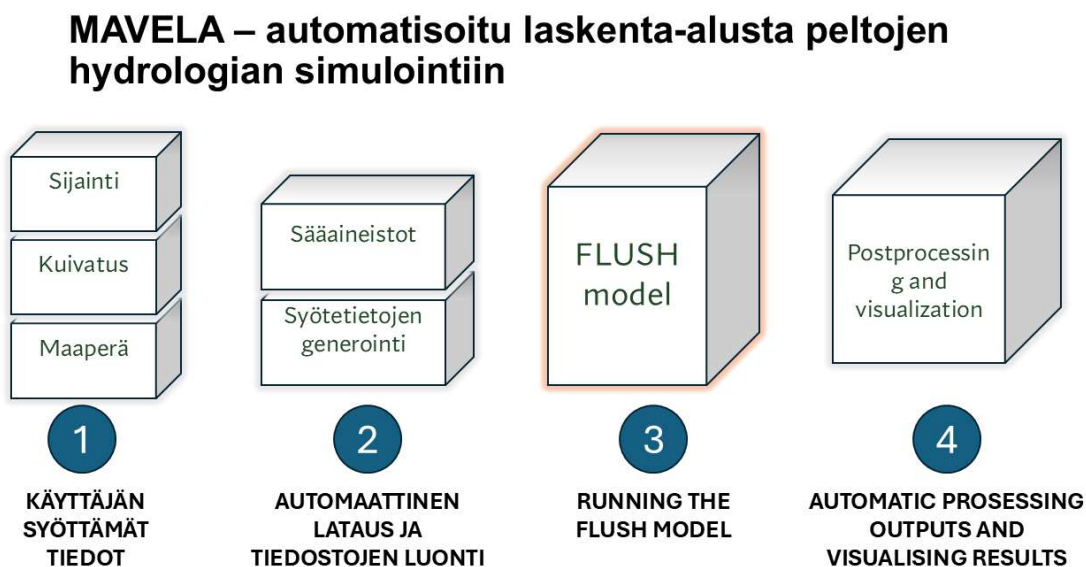
3. Hankkeen toteutus

Hanke toteutui pitkälti hankesuunnitelman mukaisesti. Hanke toteutettiin kahtena osahankkeena, joista vastasivat Aalto-yliopisto ja Luonnonvarakeskus (Luke).

Osahanke 1

Osahankkeessa 1 kehitettiin vesienhallinnan parissa työskenteleville suunnattu työkalu, jolla voidaan tarkastella yksittäisen peltoalueen tai kuivatusalueen hydrologiaa ja vesienhallintaa. Tavoitteena oli, että laskentatyökalu toimii eräänlaisena digitaalisena kaksosena, joka integroi havaitun säätilan ja käyttäjän peltoa koskevan tiedon hydrologiseen simulointimalliin. Mallin tulosten perusteella

käyttäjä voi saada tarvitsemansa vesitaloutta koskevan informaation tarkasteltavasta alueesta. Laskenta-alustan toteutus jakaantui kahteen vaiheeseen: 1) Alustan tekninen toteutus, sekä 2) alustan testaus. Teknisessä toteutuksessa luotiin tarvittavat ohjelmointikoodit (Python), joiden avulla malliin tarvittava syöteaineisto haetaan avoimista sääaineistoista sekä prosessoidaan mallin tarvitsemaan muotoon. Käyttäjän ei tarvitse itse hallita simulointimallin teknistä toteutusta tai syötetietojen kirjoittamista vaan riittää, että käyttäjä syöttää tarvittavat tiedot simuloitavasta kohteesta. Python-ohjelmat huolehtivat aineistojen latauksesta ja syötetietojen muodostamisesta (kuva 1).



Kuva 1 - Konseptuaalinen kuva laskenta-alustan rakenteesta. (Salo, 2025).

Alustan toteutuksessa tavoitteena oli, että alusta voisi käyttää osahankkeessa 2 luotua maaperäkirjastoa maaperän veden pidätysominaisuuksien määrittämisessä. Koska sekä alustaa että maaperäkirjastoa työstettiin yhtä aikaa, ei alustan tekniseen toteutukseen saatu vielä luotua automatisoitua yhteyttä laskenta-alustan ja maaperäkirjaston välille. Sen sijaan laskenta-alustalle muodostettiin omat tyyppimaalajit (savi, siltti, hietä), joiden määrittämisessä hyödynnettiin aikaisempien mallisovellusten (Häggblom ym., 2019; Salo ym., 2019) maaperäparametrisointeja. Lisäksi luotiin käyttäjälle mahdollisuus syöttää haluamansa maaperän vedenpidätysominaisuuksien tiedot, jotka hän voi tuottaa tarkastelualueelleen maaperäkirjaston ohjeistuksen avulla.

Laskenta-alustan teknisen toteutuksen aikana järjestettiin työpaja Salaojituksen neuvottelupäivien yhteydessä (kuva 2). Työpajan tavoitteena oli esitellä laskenta-alustan ominaisuuksia mahdollisille tuleville käyttäjille (salaojasuunnittelijat, viljelijät, vesitalousasiantuntijat) sekä saada heiltä kommentteja ja toiveita alustan mahdollisista toiminnallisuuksista. Osallistujilta kysyttiin esimerkiksi aineiston saatavuudesta sekä minkälaiset mallinnustulokset he kokevat hyödylliseksi.



Kuva 2 - Salaojituksen neuvottelupäivien aikana käytiin ryhmäkeskusteluita laskenta-alustan kehitystyöstä. Kuva: Olle Häggblom.

Laskenta-alustan toteutuksen toisessa vaiheessa eli alustan testauksessa selvitettiin sekä meteorologisten lähtötietojen että kenttämittausten mukaisten maaperäparametrien soveltuvuutta vertaamalla mallin tuloksia Sievissä sijaitsevalla koealueella kerättyä aineistoa vastaan. Tämän lisäksi testattiin myös MAVELA:n toisen osahankkeen maaperäkirjaston vedenpidätysominaisuuksien käytettävyyttä sekä vaikutuksia laskentatuloksiin. Testauksen tavoitteena oli myös nostaa esiin laskenta-alustan kehitystarpeita, joita voitaisiin hyödyntää alustan jatkokehityksessä hankkeen jälkeen.

Testausvaiheessa oli tarkoitus myös selvittää alustan kykyä simuloida alueellista vesienhallintaa Sievissä sijaitsevassa Korvenojan tutkimuskohteessa. Alueellisen vesienhallinnan osalta tulokset valmistuvat hankeajan jälkeen kesän aikana ja nämä saadaan mukaan Salaojituksen tutkimusyhdistyksen laajempaan loppuraporttiin vuoden 2025 aikana.

Osahankkeen tavoitteena oli saattaa laskenta-alusta avoimesti saataville ja tuottaa ohjeet sen käyttöönottoon sekä Windows- että Linux-käyttöjärjestelmissä. Alustan testauksessa kävi ilmi, että alustaa varten luodut maaperän tyyppitiedot, jotka perustuivat aikaisemmissa mallinnuksissa käytettyihin parametrisointeihin, soveltuivat heikosti testauskohteiden simulointiin. Osahankkeessa 2 tuotettu maaperäkirjasto puolestaan soveltui hyvin testauskohteiden simulointiin, kun testisuurena käytettiin vertailua mallin laskemien ja mitattujen pohjavedenpintojen välillä. Osahankkeen 2 maaperäkirjasto ei ole vielä suoraan yhteydessä laskenta-alustaan, mutta käyttäjä voi hakea maaperäparametrit kirjastosta ja syöttää ne räätälöidysti laskenta-alustaan.

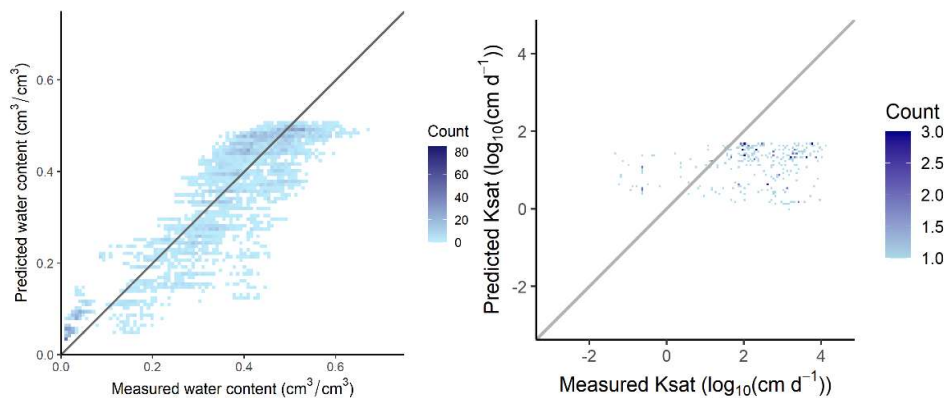
Laskenta-alusta tuottaa ajantasaista tietoa kohteen vesienhallinnasta. Ajankohtainen tieto vesitaseesta ja hydrologisesta tilasta edesauttaa suunnittelemaan vesienhallinnan sopeutumista tuleviin sääolosuhteisiin. Laskenta-alustalla voidaan tulevaisuudessa arvioida tietyn pellon vesitaloutta ilman intensiivistä mittaustoimintaa. Osahankkeesta 1 vastasi Aalto-yliopisto.

Osahanke 2

Osahankkeessa 2 toteutettiin avoin maaperäkirjasto, jonka avulla voidaan arvioida suomalaisten kivennäispeltojen vedenpidätysominaisuuksia koko maassa. Tietoa hydraulisista ominaisuuksista tarvitaan monissa sovelluksissa, kuten käytännön vesienhallinnassa ja matemaattisessa mallinnuksessa, jossa maaperän hydraulisista ominaisuuksista on oleellinen lähtötieto. Tällaista

tietoa on kuitenkin hyvin rajallisesti avoimesti saatavilla ja vain tietyistä kohteista ja uuden tiedon kerääminen edellyttää kalliita ja työläitä kenttäkokeita tai maanäytteiden laboratorioanalyysijä.

Kohteista, joissa mittaustietoa hydraulisista ominaisuuksista ei ole saatavilla, voidaan hyödyntää niin sanottuja pedotransferfunktioita, jotka arvioivat hydraulisia ominaisuuksia helpommin mitattavien tai laajemmin saatavilla olevien maaperätietojen avulla. Vaikka pedotransferfunktioita on kehitetty Euroopan tasolla, suomalaisille peltomaille ei ole luotu omia, paikalliseen aineistoon perustuvia malleja eikä olemassa olevia eurooppalaisia funktioita ole testattu suomalaista mitta-aineistoa vasten. Osahankkeessa kaksi täytettiin tätä tietoaaukkoa. Työssä havaittiin, että eurooppalaisten pedotransferfunktioiden suorituskky suomalaisille maille on kohtuullisen hyvä, ja siten ne tarjoavat käyttökelpoisen työkalun suomalaisten maiden vedenpidätyskyvyn arviointiin. Sen sijaan maaperän hydraulisen johtavuuden ennustamisessa funktiot eivät onnistuneet (kuva 3). Tarvittaisiin siis tällaisten pedotransferfunktioiden kehitystyötä suomalaisia mitta-aineistoja käyttämällä, mutta olemassa olevat mitta-aineistot ovat tähän riittämättömiä. Jatkokehitys edellyttäisi uutta systemaattista näytteenottoa ja laboratoriomittauksia eri maalajeilta.



Kuva 3 - Pedotransferfunktioit ennustivat hyvin maan vedenpidätysominaisuuksia (vasemmalla), mutta eivät vedenjohtavuutta (oikealla). (Jokinen, 2025).

Maaperäkirjaston kehitystyön ensimmäisessä osiossa testattiin eurooppalaisten pedotransferfunktioiden toimivuutta suomalaista mitta-aineistoa vasten. Testatut funktiot olivat regressionpohjaiset euptfv1-funktioit sekä koneoppimismenetelmiin perustuvat euptfv2-funktioit. Näistä jälkimmäiset laajensivat alun perin suunniteltua työtä, mikä mahdollistui Maa- ja vesitekniikan tuen rahoittaman rinnakkaisprojektin avulla. Testausta varten kerättiin Luken ja Salaojayhdistyksen aiempien projektien mitta-aineistoja. Muodostunut aineisto koostuu 800:sta mitatusta vedenpidätyskäyrästä, jotka sisältävät yhteensä 5530 erillistä mittausta. Vedenjohtavuusmittauksia aineistossa on 293 kappaletta. Lisäksi vedenpidätysominaisuudet arvioitiin Suomen peltomaiden kemiallisen tilan seurantatutkimuksen (VALSE) maaperähavainnoille, joka sisältää 504 havaintopistettä peltomailta. Havaintopisteille arvioidut vedenpidätysominaisuudet jaoteltiin maalajeittain käyttämällä (1) suomalaisen maaperäkolmion maalajeja, (2) Maaperä 1:20 000-kartta-aineiston maalajeja, (3) Maaperä 1:200 000-kartta-aineiston maalajeja, sekä (4) Maannostietokanta 1:200 000-kartta-aineiston maannoksia. Testaamisvaiheen menetelmät ja tulokset on julkaistu yksityiskohtaisesti Vilma Jokisen diplomityössä (Jokinen 2025). Tämä työ muodosti pohjan varsinaisen maaperäkirjaston rakentamiselle.

Maaperäkirjasto julkaistiin raporttimuodossa Luken raporttisarjassa, ja siihen sisältyy myös taulukkoliite kirjaston käytön helpottamiseksi. Kirjasto sisältää suomalaisia mitta-aineistoja vasten

testattuja toimiviksi havaittuja pedotransferfunktioita van Genuchtenin vedenpidätyskäyrän arviointiin. Lisäksi kirjasto sisältää funktioita vesipitoisuuden arvioimiseen kyllästymiskosteudessa, kenttäkapasiteetissa ja lakastumisrajalla, jotka ovat usein tarvittavia erityispisteitä käytännön sovelluksissa. Kirjastoa voidaan käyttää eri tarkkuudella riippuen käyttäjän lähtötietojen tasosta. Tarkimmillaan käyttäjällä on mittaustietoa pedotransferfunktioiden käyttämistä maaperäparametreista (esimerkiksi raekokojakauma, orgaanisen hiilen määrä, pH), jolloin funktioilla voidaan arvioida kohteen vedenpidätysominaisuudet suoraan suositelluilla pedotransferfunktioilla. Jos käyttäjällä on tieto kohteen maalajikolmion mukaisesta maalajista, kirjasto tarjoaa VALSE-pisteiden avulla määritettyjä valmiiksi arvioituja vesipitoisuuksia maalajikolmion maalajeille. Mikäli käyttäjällä on tieto ainoastaan kohteen sijainnista, kirjastosta löytyy valmiita maalajikohtaisia arvioita kartta-aineistojen mukaisille maalajeille.

4. Yhteistyö ja sidosryhmätyöskentely

Hanke toteutettiin yhteistutkimushankkeena, jonka osapuolet olivat Salaojituksen tutkimusyhdistys ry, Salaojayhdistys ry, Luonnonvarakeskus, Aalto-yliopisto ja Sven Hallinin tutkimussäätiö sr. Salaojituksen tutkimusyhdistys ry vastasi hankkeesta ja koordinoi sen toteutusta.

Aalto-yliopisto ja Luke vastasivat hankkeen kahdesta osahankkeesta 1 ja 2, jotka muodostivat hankkeen keskeisin osa. Salaojituksen tutkimusyhdistys toimi hankkeen vetävänä tahona ja osallistui vahvasti myös mm. raportointiin ja viestintään, sekä laskenta-alustan testausvaiheeseen tarjoamalla mittausaineistoa testaamista varten. Salaojayhdistys toi hankkeelle maatalouden vesitalouteen liittyvää asiantuntemusta molemmissa osahankkeissa, ja viesti aktiivisesti hankkeen etenemisestä viestintäkanaviaan pitkin. Yhdistys toimi myös hankkeelle tärkeänä välikätenä ja hankkeen tulosten jalkauttajana salaojituksen ammattilaisten suuntaan. Sven Hallinin tutkimussäätiö toi hankkeelle arvokasta asiantuntemusta maatalouden vesitalouteen, hydrologisen mallintamiseen sekä hankehallintaan liittyen. Yhteistyö hanketahojen kesken oli sujuvaa läpi koko hankkeen.

Osahankkeet 1 ja 2 nivoutuvat läheisesti toisiinsa sitä kautta, että maaperäkirjaston avulla voidaan tuottaa mihin tahansa mineraalimaan kohteeseen Suomessa arvio vedenpidätysominaisuuksista, jotka ovat yhteensopivat laskentatyökalun käyttämän vedenpidätyskuvauksen (van Genuchtenin malli) kanssa. Laskentatyökalu puolestaan kerää säätiedot valitulle kalenterivuodelle mistä tahansa kohteesta Suomessa, ja tuottaa laskennallisen kuvauksen peltoalueen vesitasesta ja pohjaveden pinnan vaihtelusta pellon maaperän ja vesitalouden säädön perusteella. Vaikka yhteyttä maaperäkirjastosta laskenta-alustaan ei ole automatisoitu, yhteys muodostuu käyttäjän tuottaman vedenpidätystiedon ja sen laskenta-alustaan syöttämisen kautta.

Hankkeen tärkeimpiin sidosryhmiin kuuluvat salaojasuunnittelijat ja -urakoitsijat, joille laskenta-alustaa esiteltiin ja joilta kerättiin palautetta kahdessa työpajassa laskenta-alustan kehitystyön aikana. Lisäksi hankkeiden tulokset palvelevat mm. ympäristöviranomaisia, maatalousneuvoja ja konsultteja.

5. Viestintä ja tiedottaminen

Viestinnän tavoitteena oli viedä hankkeen tulokset käytäntöön tiedottamalla niistä monipuolisesti eri kohderyhmille. Pääsisältö kattoi hankkeessa tuotetun laskenta-alustan sekä maaperäkirjaston. Viestintä kohdistettiin erityisesti vesitaloussuunnittelijoille ja neuvoille, mutta myös viranomaisille, viljelijöille ja alan toimijoille. Viestinnästä vastasivat pääasiassa Salaojayhdistys ry ja Salaojituksen tutkimusyhdistys ry.

Hankkeelle perustettiin kotisivut Salaojayhdistyksen kotisivujen yhteyteen (<https://www.salaojayhdistys.fi/kaynnissa-olevat-tutkimushankkeet/>). Tuloksia on julkaistu opinnäytetöissä, ammattilehdissä (Vesitalouslehti) ja alan seminaareissa (mm. Maataloustieteen päivät 2024, Nordic Hydrology Conference Reykjavikissa 2025). Hankkeen edistymisestä on tiedotettu myös Salaojayhdistys ry:n kotisivuilla, jäsenjulkaisussa ja uutiskirjeessä. Hankkeessa kehitetty laskenta-alusta on esitetty kattavasti maatalouden vesitalouden alan toimijoille Salaojayhdistyksen järjestämällä Salaojituksen neuvottelupäivillä vuosina 2024 ja 2025. Neuvottelupäivillä hankkeessa kehitettyä laskenta-alustaa esitettiin kahteen otteeseen ja kerättiin palautetta, jota hyödynnettiin alustan kehitystyössä.

MAVELA-hanketta esiteltiin seuraavissa tilaisuuksissa, julkaisuissa ja internetissä (kronologisessa järjestyksessä):

- Salaojayhdistyksen kesäkuun 2023 uutiskirjeessä: MAVELA käynnistyy
- Marraskuu 2023 Salaojayhdistys ry:n jäsenjulkaisu: Maatalouden alueellisen vesienhallinnan laskenta-alusta
- Posterisitys Teacascin järjestämässä konferenssissa, Catchment Science, Irlannin Wexfordissa marraskuussa 2023
- Tammikuussa 2024 posterisitys Maataloustieteen päivillä: Maatalouden alueellisen vesienhallinnan laskenta-alusta (MAVELA)
- Esitys ja työpaja Salaojituksen neuvottelupäivillä huhtikuussa 2024
- Salaojayhdistyksen kesäkuun 2024 uutiskirjeessä: Automaattisen laskentatyökalun kehittäminen peltojen hydrologian mallintamiseksi
- Vesitalous-lehti: Peltoalueen vesienhallintaa laskentatyökalun avulla
- Kansallinen mallinussseminaari, Evaluating pedotransfer functions: More comprehensive, accessible, and practical information on the hydraulic properties of Finnish agricultural soils
- Salaojayhdistyksen maaliskuun 2025 uutiskirjeessä: Parempaa tietoa Suomen maatalousmaiden hydraulisista ominaisuuksista: pedotransfer-funktioiden testaus ja soveltaminen
- Esitys ja keskustelua Salaojituksen neuvottelupäivillä maaliskuussa 2025
- Maaperäkirjastotyöhön liittyvä raportti: Suomalaisten kivennäispeltomaiden vedenpidätysominaisuuksia: Mittauksia, pedotransferfunktioita ja maalajikohtaisia arvioita (Räsänen ym. 2025)
- Salaojayhdistyksen toukokuun 2025 uutiskirjeessä: Tervetuloa MAVELA-hankkeen loppuseminaariin to 22.5.2025!
- Hankkeen loppuseminaari Espoon Otaniemessä 22.5.2025

- Pohjoismaiden hydrologiakonferenssissa Reykjavikissa, Islannissa 3.-6.6.2025: Digital tool for agricultural water management – easy access simulation with open gridded meteorological data

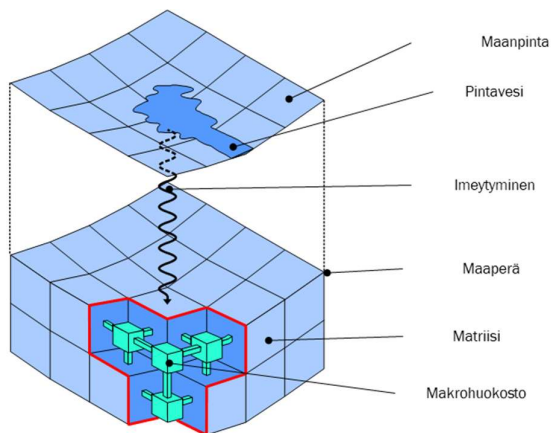
Hankkeesta ja sen tuloksista tullaan vielä viestimään mm. Salaojayhdistyksen uutiskirjeessä ja jäsenjulkaisussa syksyn 2025 aikana. Hankkeesta laaditaan myös loppuraportti Salaojituksen tutkimusyhdistys ry:n tiedotteet -julkaisusarjaan.

6. Hankkeen tuotokset

Hankkeessa tuotettiin kaksi työkalua tukemaan valuma-aluekohtaista vesienhallinnan suunnittelua.

Laskenta-alusta

Hankkeessa toteutettiin laskenta-alusta, joka perustuu tutkimuskäyttöön kehitettyyn matemaattiseen hydrologiseen malliin (Flush, Warsta ym. 2013). Automatisoitu laskenta-alusta helpottaa mallin käytettävyyttä ja laajentaa sen käyttäjäryhmää (kuva 5). Laskenta-alusta tuottaa ajankohtaista tietoa (vesitaseen komponentit millimetrissä, sekä pohjavedenpinnan korkeudet) halutun peltolohkon vesitaloudesta eri säillä ja maalajeilla sekä auttaa käyttäjää vertailemaan eri kuivatustoimenpiteiden vaikutuksia pellon hydrologiaan (kuva 6). Alusta simuloi veden virtausta kahden huokoston menetelmällä, jossa huomioidaan nopea virtaus makrohuokosissa ja hidas virtaus maamatriisissa (kuva 4). Varsinkin savimailla makrohuokosten vaikutus valuntaan voi olla merkittävä, jolloin kahden huokoston malli tarjoaa tarkemman kuvan veden liikkeistä. Laskenta-alusta on tarkoitettu niin suunnittelijoille kuin vesitalousasiantuntijoille sekä tutkijoille.

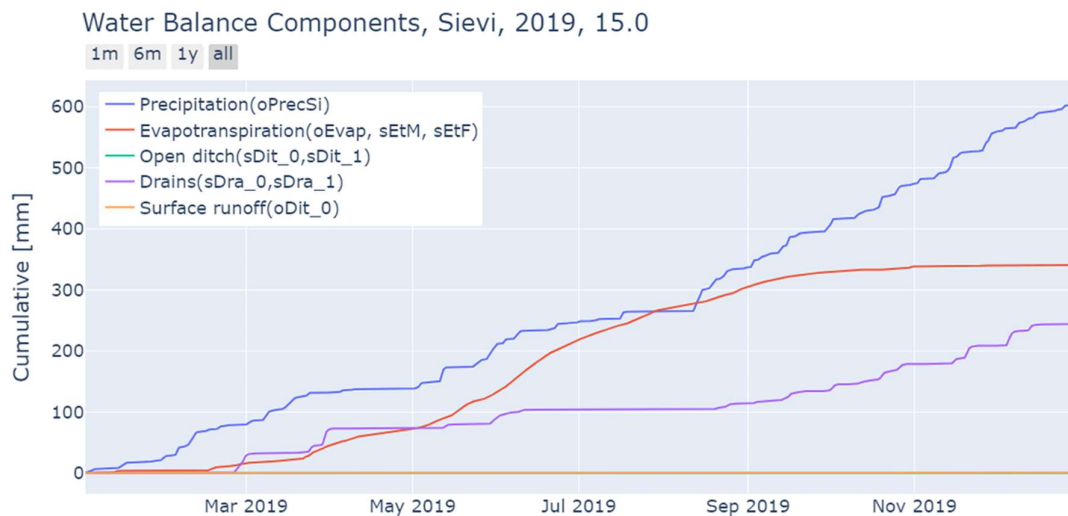


Kuva 4 - Konseptuaalinen kuva Flush-mallin laskentaverkosta (Warsta ym., 2013).

Laskenta-alusta julkaistaan avoimesti GitHub-verkkosivustolle, joka tarjoaa paikan Git-versionhallintaa käyttävillä ohjelmakehitysprojekteille. Tämä mahdollistaa alustan jatkokehityksen ja mahdollisten alustan uusien ominaisuuksien jakamisen käyttäjille joustavasti. Varsinaisen laskenta-alustan yhteydessä julkaistaan myös ohjelman käyttöohje, jotta alustan käyttöönotto ja käyttö olisi mahdollisimman helppoa. Linkki sijaintiin, josta alustan voi ladata omalle koneelle tullaan julkaisemaan Salaojayhdistyksen kotisivuilla ja sekä uutiskirjeessä.

Laskentatyökalun kehitystyöstä julkaistiin artikkeli Vesitalous-lehdessä 6/2024 (Salla ym.2024) ja sitä esitettiin Nordic Hydrological Conferenssissa kesäkuussa 2025 (Koivusalo ym. 2025. Digital tool for agricultural water management – easy access simulation with open gridded meteorological data). Laskentatyökalun kehityksestä on julkaistu diplomityö Aalto-yliopistossa (Porkhivnyk 2024).

Kuva 5 - Kuva laskenta-alustan käyttöliittymästä (Salo ym. 2025).



Kuva 6 - Esimerkki laskenta-alustan tuloksista. Kuvassa Sievissä olevan pellon mallinnettu vesitase vuonna 2019 15 metrin salaojavälillä. Vesitaseen komponentit (sinisellä sadanta, punaisella haihdunta, liilalla salaojavalunta ja oranssilla/ruskealla pintavalunta) ovat esitetty kumulatiivisesti. (Porokhyvnik, 2024).

Maaperäkirjasto

Maaperäkirjasto on julkaistu Luken raporttisarjassa (Räsänen ym., 2025) ja se on vapaassa levityksessä käytettävissä tutkimuksissa sekä käytännön sovellusten työvälineenä. Raportin ohessa on julkaistu erillinen Excel-muodossa oleva taulukkoliite helpottamaan kirjaston soveltamista. Maaperäkirjasto pohjautuu maaperän hydraulisia ominaisuuksia kuvaaviin eurooppalaisiin pedotransferfunktioihin. Näiden funktioiden systemaattinen testaaminen on julkaisu diplomityönä (Jokinen, 2025). Pedotransferfunktioiden evaluoinnista kirjoitettu tieteellinen artikkeli on parhaillaan vertaisarvioinnissa (Jokinen ym., Evaluation of European Hydraulic Pedotransfer Functions for Boreal Agricultural Soils against Finnish Data).

7. Hankkeen tulokset

Hankkeen tulokset ovat laaja-alaisesti sovellettavissa eri pelto- ja kuivatusalueiden vesienhallinnan parantamiseen käytännössä ja eri kuivatusmenetelmien vaikutusten arviointiin maatalouden vesiensuojelussa.

Laskenta-alustaa on mahdollista käyttää minkä tahansa Suomen peltoalueen vesienhallinnan tarkasteluun ja vesienhallintavaihtoehtojen vertailuun. Tämä voi olla hyödyllistä käytännön suunnittelutyöhön, jossa alustan avulla voidaan laskennallisesti arvioida esimerkiksi säättösalaajituksen vaikutuksia tavanomaiseen salaajitukseen nähden. Alustan avulla voidaan tehdä laskennallisia tarkasteluita myös valtaojan vaikutuksesta peltoalueen paikalliskuivatukseen (salaajitus tai säättösalaajitus).

Vesienhallintalaskentoja voidaan tehdä hydrologisesti erilaisille vuosille ja arvioida, kuinka erilaiset säätaikataulut (säädön aloitus ja lopetus) vaikuttavat pohjavedenpinnan tasoihin. Tätä tietoa voidaan hyödyntää myös tulevien kasvukausien säätaikataulujen suunnittelussa, kun voidaan tulosten perusteella arvioida, kuinka erilaiset talvet vaikuttavat kevään pohjavedenpintoihin ja mikä olisi optimaalinen aika säädön aloitukseen.

Laskenta-alusta on suoraan hyödynnettävissä opetukseen eri tasoilla. Sitä voidaan käyttää ammatilliseen opetukseen (esim. salaajasuunnittelijan koulutus), mutta myös yliopistotason opetukseen. Opiskelijoiden tehtävänä voi olla esimerkiksi toteuttaa salaajitus suunnitelma valittuun kohteeseen, jonka jälkeen he voivat simuloida kuivatuksen toimintaa laskenta-alustan avulla. Opetustoiminnassa voidaan tarkastella myös, kuinka eri maalajit vaikuttavat suunnitellun kuivatusratkaisun toimintaan.

Laskenta-alustaa voidaan hyödyntää myös tutkimustoiminnassa sekä sillä voidaan tuottaa tietoa päätöksenteon tueksi esimerkiksi säättösalaajituksesta saatavien hyötyjen arvioimiseksi. Alustalla voidaan jo nyt tuottaa simulaatioita erilaisille peltoaluille tavanomaisella salaajituksella ja säättösalaajituksella, joiden tuloksia vertailemalla voidaan esittää arvioita säättösalaajituksen hyödyistä suomalaisessa maataloudessa.

Kehitetty maaperäkirjasto mahdollistaa systemaattisia mallinnuksia, simuloitteja ja sovelluksia tilanteissa, jossa vedenpidätysmäärityksiä ei ole tehty. Peltomittakaavan sovellusten ohella funktioita voidaan myös hyödyntää tilanteissa, joissa tehdään alueellisia tarkasteluita eri maalajien yli. Työssä käytettyjä pedotransferfunktioita on myös ehdotettu EU:n maaperädirektiiviehdotuksessa maan vedenpidätyskyvyn seurannassa vaihtoehtona suorille laboratoriomittauksille. Maaperäkirjastolla ja sen kehityksessä tehdyllä testauksella on siis käyttökohteita käytännön sovelluksissa, tutkimuksessa ja hallinnossa ja sitä voidaan hyödyntää sekä lohko- että valuma- aluetasolla.

8. Toiminnan jatkuvuus

Laskenta-alusta

Hankkeessa kehitetyllä laskenta-alustalla voidaan nykyisellään tuottaa yksittäisiä yhden vuoden simulaatioita menneille vuosille. Tällä hetkellä rahoitusta on haettu toiseen hankkeeseen, missä

alustaa olisi tarkoitus kehittää siten, että sillä voidaan tuottaa massa-ajoja koko Suomen peltokohteille valituilla vesienhallintaratkaisuilla. Tämä hyödyntäisi erityisesti tiedon tuottamista niin tieteelliseen käyttöön kuin päätöksenteon tueksi. Haettavassa hankkeessa alustaan tuotaisiin mukaan myös mahdollisuus simuloida typen kiertoa ja huuhtoutumista.

Alustaan on suunnitelmissa lisätä uusia ominaisuuksia kuten altakastelu, jota tällä hetkellä toteutetaan osaksi Flush-mallia REWATER-hankkeessa.

Alustaan voitaisiin tulevaisuudessa lisätä myös mahdollisuus tarkastella menneen ajan lisäksi myös tulevaisuuden ilmastoskenaarioiden vaikutuksia pellon hydrologiaan ja vesienhallintaratkaisujen toimintaan. Ilmastonmuutostarkasteluja Flush-mallilla eri puolilla Suomea edistetään tulevaisuudessa DIWA-hankkeeseen (Digital Waters Flagship, <https://digitalwaters.fi/>) linkittyvässä tohtorikoulutuspilotissa, jossa yhtenä osana tarkastellaan kuivuuden vaikutuksia Suomen maatalousalueilla nyky- ja tulevaisuuden ilmastoissa.

Kun laskenta-alusta on viety avoimesti saataville, sen käytön myötä mahdollisesti avautuu uusia yhteistyö- ja jatkokehitysmahdollisuuksia tulevien käyttäjien (suunnittelijat, tutkijat, koulutuksen suunnittelijat, yms.) tarpeista ja toiveista riippuen.

Maaperäkirjasto

Maaperäkirjasto taulukkoliitteineen on julkaistu avoimesti (Räsänen, 2025), joten tieto on kaikkien sitä tarvitsevien käytössä myös hankkeen päätyttyä.

Kivennäispeltomaiden vedenpidätysominaisuuksia kuvaavat eurooppalaiset pedotransferfunktiot osoittautuivat kohtuullisen hyvin toimiviksi, minkä johdosta niille saatiin luotua systemaattinen maaperäkirjasto. Sen sijaan maaperän hydraulisen johtavuuden ennustamisessa funktiot eivät onnistuneet. Osin tulokset voivat selittyä sillä, että kerätty mittausaineisto painottui voimakkaasti savimaihin, erityisesti hydraulisen johtavuuden tapauksessa. Savimailla makrohuokokset ovat keskeisessä roolissa vedellä kyllästyneen maan virtauksessa ja makrohuokosvirtaukset vaikuttavat hyvin voimakkaasti mitattavaan hydrauliseen johtavuuteen. Pedotransferfunktioiden toimivuudesta hydraulisen johtavuuden ennustamisessa karkeammilla maalajeilla saatiin savimaihin painottuvan validointiaineiston johdosta riittämättömästi tietoa. Tilanteen parantamiseksi olisi tarpeen toteuttaa hyvin suunniteltu eri maalajeja kattavasti sisältävään näytteenottoon perustuva maaperän hydraulisten ominaisuuksien mittaussarja. Tämä mahdollistaisi ensinnäkin olemassa olevien pedotransferfunktioiden luotettavan testaamisen mittausaineistoa vasten ja tarvittaessa Suomen olosuhteisiin paremmin soveltuvien funktioiden kehittämisen. Tällainen mittauskampanja on toteutuessaan työläs ja vaatii riittävän resursoinnin.

Tämä hanke käsitteli suunnitelman mukaisesti ainoastaan kivennäismaalajeja. Myös monissa turvemaihin liittyvissä sovelluksissa maaperän hydraulisten ominaisuuksien määrittäminen on keskeistä ja siten myös turvemaihin olisi tarvetta niiden hydraulisia ominaisuuksia kuvaaville pedotransferfunktioille. Hiljattain julkaistussa pedotransferfunktioiden kehitystarpeita koskevassa tiekartassa turvemaiden tilanne nostettiin esiin ja todettiin, että turvemaille ei ole toistaiseksi olemassa pedotransferfunktioita (Weber ym., 2024). Siten sellaisten kehittäminen lähtee alkutekijöistään ja edellyttää kattavan aineiston keräämisen olemassa olevista mittauksista ja tarvittavien lisämittausten tekemisen ja niihin liittyvän näytteenoton. Lisäksi tarvitaan itse funktioiden kehittämistyö. Kyseessä on siis huomattavan suuri työmäärä.

9. Projektin rahoitus

Hanke toteutui pitkälti suunnitelman ja budjetin mukaisesti. Hanketta rahoitti Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus (Vesiensuojelun tehostamisohjelma, ympäristöministeriö) 124 200 eurolla, Salaojituksen Tukisäätiö 42 481 eurolla, sekä hankkeeseen osallistuvat tahot 63 341 eurolla. Budjetti ylittyi lopuksi muutamilla kymmenillä euroilla. Tarkempi kokonaiskustannuserittely on esitetty raportin liitteessä 1.

10. Hankkeen toteutus numeroina

Hankkeen toteutus numeroine esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1 - Hankkeen toteutus numeroina

KYSYMYKSET	lkm
Kuinka monta maanomistajaa on ollut mukana hankkeessa? Myös maanvuokraajat lasketaan.	-
Kuinka monta uutta menetelmää hankkeessa pilotoitiin?	2
Kuinka monta valuma-aluekohtaista / osa-valuma-aluekohtaista suunnitelmaa hankkeessa on laadittu?	-
Mikä on valuma-aluekohtaisten suunnitelmien laajuus (pinta-ala, ha)?	
Kuinka monta tilaisuutta hanke on järjestänyt? Tässä huomioidaan tilaisuudet, joissa on mukana hankkeen ulkopuolisia osallistujia.	3
Kuinka monta osallistujaa on yhteensä ollut hankkeen järjestämissä tilaisuuksissa? Tässä huomioidaan tilaisuudet, joissa on mukana hankkeen ulkopuolisia osallistujia.	120
Kuinka moneen muiden järjestämään tilaisuuteen hanke / hankkeen edustajat ovat osallistuneet. Tässä huomioidaan vesienhallinnan teemaan liittyvät tilaisuudet. Esim. webinaariesittelyt/ Webinaarien arvioitu kuulijamäärät.	8
Kuinka monta viestintätuotetta hankkeessa on valmistunut? Viestintätuotteita ovat esimerkiksi tiedotteet/uutiset, blogit, videot, esitteet, podcastit, some, verkkosivut, lehtijutut yms.	14
Kuinka monta asiantuntija-artikkelia hankkeessa on valmistunut?	2

Hankkeen edustajat ovat osallistuneet:

- Teagascin järjestämä konferenssi, Catchment Science, 2023
- Maataloustieteen päivät 2024
- Salaojituksen neuvottelupäivät 2024
- Kansallinen mallinusseminaari 2024
- Maaperätieteiden päivät 2025
- Salaojituksen neuvottelupäivät 2025
- Maa- ja metsätalouden vesienhallinnan hankkeiden webinaari 2025
- Pohjoismainen hydrologiakonferenssi 2025

11. Hankkeen vaikuttavuus

MAVELA-hankkeessa tuotetut työkalut – laskenta-alusta ja maaperäkirjasto – tarjoavat konkreettisia työkaluja vesienhallinnan ammattilaisten käyttöön, jotka tukevat ilmastomuutokseen sopeutumista, vesienhallinnan suunnittelua ja päätöksenteon tietopohjaa. Yhteenvedo hankkeen vaikutuksesta on esitetty taulukkomuodossa taulukossa 2.

Tiedonvälitys ja toimijoiden aktivointi pyrittiin hankkeessa toteuttamaan mahdollisimman laajasti. Tietoa hankkeen etenemisestä ja sen tuotoksista on jaettu laajasti eri sidosryhmille uutiskirjeiden, seminaariesitysten, artikkeleiden ja verkkosivujen kautta. Salaojituksen neuvottelupäivillä vuonna 2024 ja 2025 kerättiin arvokasta käyttäjäpalautetta, joka ohjasi laskenta-alustan kehitystä käytännön tarpeita vastaavaksi.

Valuma-aluelähtöinen suunnittelu saa tukea molemmista hankkeesta laadituista työkaluista. Ne mahdollistavat vesienhallinnan tarkastelun eri maalajeilla ja sääolosuhteissa, ja tukevat näin alueellisesti räätälöityjen ratkaisujen suunnittelua. Laskenta-alusta voi esim. tarjota suunnittelijoille kätevän tavan arvioida tietyn maatalousalueen hydrologiaa sekä mahdollisten vesienhallintatoimenpiteiden vaikutuksia. Työkalujen avulla voidaan vertailla esimerkiksi säätäsalaojituksen ja tavanomaisen salaojituksen vaikutuksia hydrologisiin olosuhteisiin.

Maanomistajat ja viljelijät hyötyvät hankkeen tuotoksista pääasiassa epäsuorasti: hankkeessa tuotetut työkalut tukevat heidän päätöksentekoaan vesienhallintatoimenpiteiden suunnittelussa ja toteutuksessa. Lisäksi laskenta-alusta ja maaperäkirjasto soveltuvat hyvin opetuskäyttöön, mikä vahvistaa osaamista tulevaisuuden suunnittelijoiden ja neuvojen keskuudessa. Hankkeessa tuotettuja työkaluja voisi hyödyntää mm. Maatalouden vesitaloutta opettavien yliopistojen sekä salaojatekniikkaa koulutettavan SEDUn (Seinäjoen koulutuskuntayhtymä) kursseihin.

Uutta vesiensuojeluun ja -hallintaan liittyvää tietoa on syntynyt erityisesti pedotransferfunktioiden soveltamisesta suomalaisiin peltomaihin. Tämä tieto on hyödynnettävissä paitsi tutkimuksessa, myös hallinnollisessa päätöksenteossa, kuten ympäristökorvausten kohdentamisessa.

Hankkeen tuotokset ovat avoimesti saatavilla ja niiden jatkokehitys on suunnitteilla, mikä vahvistaa vaikuttavuuden jatkuvuutta myös hankekauden jälkeen.

Taulukko 2 - Hankkeen vaikutusten arviointi

	<i>Erittäin paljon</i>	<i>Melko paljon</i>	<i>Jonkin verran</i>	<i>Vain vähän/ei lainkaan</i>	<i>Ei kuulunut hankkeen toimintaan</i>
<i>Tiedonvälitys ja toimijoiden aktivointi</i>		x			
<i>Uudet toimintatavat ja toimintamallit</i>	x				
<i>Valuma-alue suunnittelu, eri maankäyttömuotojen vesienhallinnan yhteensovittaminen</i>			x		
<i>Valuma-alue lähtöisen suunnittelun</i>			x		

<i>tunnistetut hyödyt eri intressiryhmille</i>					
<i>Maanomistajien kanssa tehtävä yhteistyö tai heidän saavuttamansa hyöty</i>				x	
<i>Uusi tieto vesiensuojelun ja vesienhallinnan menetelmistä</i>	x				

12. Toteutusvaiheen arviointi

Hanke toteutui suunnitelman mukaan, ja kaikkiin keskeisiin tavoitteisiin päästiin. Hanketyöryhmä koostui sekä jo aiemmin yhteistyötä tehneistä, että aiemmin toisilleen vähemmän tutuista asiantuntijoista. Hankkeen myötä muodostui uusia yhteistyökontakteja hanketahojen kesken, joista on hyötyä mahdollisissa tulevilla hankkeissa. Yhteistyö hankkeessa sujui hyvin alusta asti, eikä suurempia ongelmia kohdattu.

Hankkeen puitteissa kolme Aalto- yliopiston opiskelijaa pystyi keräämään aineiston diplomityöhönsä, ja kaksi sai tutkielman valmiiksi hanketyön ohella. Kolmannen aineisto valmistui vasta hankkeen päättyessä, joten kirjoitustyö sijoittuu hankkeen jälkeiseen aikaan. Opiskelijoiden työtä tukemalla hanke on suoraan edistänyt uuden osaamisen syntymistä.

Vesienhallinnan parissa työskentelevien osallistaminen oli alusta asti keskeinen osa hankkeen suunnitelmaa, ja se onnistui odotetusti. Osallistamiseen käytettiin Salaojayhdistyksen olemassa olevia verkostoja uudella tavalla: yhdistämällä käytännön toimijat ja tutkijat niin, että tutkijat pystyivät ohjaamaan laskenta-alustan kehitystä käytännön toimijoiden tarpeita vastaavaksi. Tämä vuorovaikutus lisäsi myös tietoisuutta hankkeen tuotoksista, ja kun laskenta-alusta julkaistaan, sillä on jo kiinnostuneita käyttäjiä.

Hankkeessa tunnistettiin uusia tietotarpeita sekä laskenta-alustaan, että maaperäkirjastoon liittyen. Yksittäistä peltoaluetta laajemmista simulaatioista olisi hyötyä valuma-aluelähtöisessä suunnittelussa sekä vesienhallintatoimien, kuten säätösalaajituksen vaikutusten laajamittaisessa arvioinnissa esimerkiksi ennallistamistavoitteiden arvioinnin yhteydessä. Tätä varten tarvittaisiin myös luotettava arvio turvemaiden vedenpidätysominaisuuksista, mikä on myös hankkeessa tunnistettu tietotarve. Lisäksi havaittiin, että olemassa olevat pedotransferfunktiot eivät sovellu suomalaisten peltomaiden vedenjohtavuuden arviointiin, joten sitä varten tarvittaisiin kokonaan uusi tutkimushanke.

Viitteet

- Häggblom, O., Salo, H., Turunen, M., Nurminen, J., Alakukku, L., Mylly, M., Koivusalo, H. 2019. Impacts of supplementary subsurface drainage on the water balance of a poorly drained agricultural field. *Agricultural Water Management* 223 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.03.039>
- Jokinen, V. 2025. *Improving hydraulic property information on Finnish agricultural soils* (Master's thesis, Aalto University). Aalto University publication repository. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-202501221626>
- Porokhivnyk, T. 2024. *Automated computational tool for simulating field-scale agricultural hydrology and water management* (Master's thesis, Aalto University). Aalto University publication repository. URN:NBN:fi:aalto-202411217223
- Räsänen, T. A., Jokinen, V., Tähtikarhu, M. & Hyväluoma, J., 2025. Suomalaisten kivennäispeltomaiden vedenpidätysominaisuuksia : Mittauksia, pedotransferfunktioita ja maalajikohtaisia arvioita. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 38/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 31 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-061-9>.
- Salla, A., Porokhivnyk, T., Koivusalo, H., Salo, H., Mäkelä, M., & Häggblom, O. 2024. Peltoalueen vesienhallintaa laskentatyökalun avulla. *Vesitalous*, 6, 49–51.
- Salon, H. 2019. *Assessing the effects of subsurface drainage on hydrology and nitrogen transport in Nordic fields* (Doctoral dissertation, Aalto University). Aalto University publication series, Doctoral Dissertations 173/2019
- Salon, H., Porokhivnyk, T., Jordan, A., Salla, A. ja Koivusalo, H. 2025. *Maatalouden alueellisen vesienhallinnan laskenta-alusta (MAVELA) – Flush-mallista laskenta-alustaan*. Esitys hankkeen loppuseminaarissa 22.5.2025.
- Warsta, L., Karvonen, T., Koivusalo, H., Paasonen-Kivekäs, M., Taskinen, A. 2013. Simulation of water balance in a clayey, subsurface drained agricultural field with three-dimensional FLUSH model. *Journal of hydrology*, 476, 395-409.
- Weber, T. K. D., Weihermüller, L., Nemes, A., Bechtold, M., Degré, A., Diamantopoulos, E., Fatichi, S., Filipović, V., Gupta, S., Hohenbrink, T. L., Hirmas, D. R., Jackisch, C., de Jong van Lier, Q., Koestel, J., Lehmann, P., Marthens, T. R., Minasny, B., Pagel, H., van der Ploeg, M., & Bonetti, S. 2024. *Hydro-pedotransfer functions: A roadmap for future development*. *Hydrology and Earth System Sciences*, 28(14), 3391–3433. <https://doi.org/10.5194/hess-28-3391-2024>

Liitteet

Liite 1 – MAVELA-hankkeen kokonaiskustannuserittelytaulukko. Taulukko on jaettu kahteen osaan mahtuakseen raporttiin. Yhteenvetosarakkeet ovat sivulla 20. Luke = Luonnonvarakeskus, SY = Salaojayhdistys ja TY = Salaojituksen tutkimusyhdistys, Hallin = Sven Hallinin tutkimussäätiö.

MAVELA -hanke											
Kokonaiskustannuserittely 11/2024 - 6/2025											
LUKE											
Kust.	Toteutunut	Budjetoitu	Ali-/ylijäämä	Toteutunut	Budjetoitu	Ali-/ylijäämä	Toteutunut	Budjetoitu	Ali-/ylijäämä	Toteutunut	Budjetoitu
Palkkauskust.	56604,7	55489,9	-1114,7	23796,5	21852,0	-1944,5	23885,9	23401,3	-484,5		
Palkkiot											
Matkak.	189,5	1500,0	1310,5	1446,5	3000,0	1553,6	877,6	2000,0	1122,4		
- josta ulkomaaanm.											
- ostopalvelut				997,9		-997,9	636,8		-636,8		
- tarvikkeet											
- laitteet											
- muut				290,0		-290,0					
Yht.	56794,2	56989,9	195,8	26530,9	24852,0	-1678,9	25400,3	25401,3	1,0		
Yhteiskulut	8490,7	8323,5	-167,2	3569,5	3277,8	-291,7	3582,9	3510,2	-72,7		
Yleiskuluneen	65284,9	65313,4	28,6	30100,4	28129,8	-1970,6	28983,2	28911,5	-71,7		
ALV											
9 %											
13 %											
24 %	28,1		-28,1								
Yht.	65313,0	65313,4	0,4	30100,4	28129,8	-1970,6	28983,2	28911,5	-71,7		
Rahoitus											
POP-ELY	42184,8	39971,8	-2213,0	18260,3	16000,3	-2260,1	18605,6	18909,4	303,7		
Salaojituksen tukisäätiö	14470,7	15595,0	1124,3	6226,4	6810,0	583,6	6377,1	6810,0	432,9		
Osapuolten omarahoitus	8657,4	9746,6	1089,2	5613,6	5319,5	-294,1	4000,4	3192,1	-808,3		
Yht.	65313,0	65313,4	0,4	30100,4	28129,8	-1970,6	28983,2	28911,5	-71,7		

= Toteutunut
 = Budjetoitu
 = Ali-/ylijäämä

Hallinn			Aalto			Yhteensä		
Toteutunut	Budjetoitu	Ali-/yliäämä	Toteutunut	Budjetoitu	Ali-/yliäämä	Toteutunut	Budjetoitu	Ali-/yliäämä
13413,0	29500,0	16087,0	60136,7	62364,9	2228,2	177836,8	192608,2	14771,4
			2297,2	2000,0	-297,2	4810,7	8500,0	3689,3
			245,8		-245,8	1880,5		-1880,5
18500,0		-18500,0				18790,0		-18790,0
31913,0	29500,0	-2413,0	62679,7	64364,9	1685,2	203318,1	201108,2	-2209,9
2012,0	4425,0	2413,1	9020,5	9354,7	334,2	26675,5	28891,2	2215,7
33925,0	33925,0	0,1	71700,2	73719,6	2019,4	229993,6	229999,4	5,8
33925,0	33925,0	0,1	71700,2	73719,6	2019,4	230021,7	229999,4	-22,3
						28,1		-28,1
0,0	0,0	0,0	45149,2	49318,5	4169,3	124200,0	124200,0	0,0
0,0	0,0	0,0	15406,7	13266,0	-2140,7	42481,0	42481,0	0,0
33925,0	33925,0	0,1	11144,3	11135,1	-9,2	63340,7	63318,4	-22,3
33925,0	33925,0	0,1	71700,2	73719,6	2019,4	230021,7	229999,4	-22,3

Rahoitusosuudet:

Toteutuneet kulut

54,0 %

18,5 %

27,5 %

1