

Laserkeilausaineistojen hyödyntäminen kestävässä vesien- ja maankäytön hallinnassa



Laserkeilaus vesien hallinnassa osana kestäväää maankäytön ja metsien suunnittelua (LaserVesi)

- Kansallisen laserkeilausohjelman tuottaman datan (5 p/m²) hyödyntämispilotti, MMM rahoittaa
- Toteutus: 1/2021 – 11/2022
- Keskiössä vesienhallinta ja maanpinnan ominaisuudet
- Onnistuessaan pilottialueilla laaditut tuotteet laajennettavissa koko Suomeen
- Mukana: SYKE, HSY, SMK, MML, Metsäteho Oy, Helsingin kaupunki, Salaojayhdistys, Etelä-Suomen Salaojakeskus / KVVY Tutkimus Oy, SCALGO, ESRI, (OTSO Metsäpalvelut Oy)

Hankkeen keskeiset tavoitteet

- **WP1: Tuottaa** maanpinnan vedenläpäisemättömyyttä kuvaava aineisto MML:n 5 p/m² laserpistepilvestä ja ilmakuvista pilottialueille
 - **Johtaa** tästä tarkka maanpeitettä kuvaava paikkatietoaineisto, jossa huomio etenkin viheralueiden tarkassa tunnistamisessa
- **WP2: Tulkita** metsä- ja pelto-ojat sekä tuottaa ominaisuustietoa uoman piirteistä, kuten vedenjohtokyvystä, 5 p/m² laserpistepilvestä pilottialueelta
 - Selvittää tuotantovaihtoehdot kartoittamiseen ja tallentamiseen KMTK:aan
- **Testata** edellä mainittuja pintavaluntamallinnuksessa pilottialueilla
 - Tulvaherkkien peltojen tunnistaminen valuma-alueitasoisella vesistötulvakartoituksella (yhteys Valumavesi-hankkeeseen)
 - Alustavan hulevesitulvakartan päivittäminen, sis. myös automaattisesti tulkitut rummut



Läpäisemättömän maanpinnan tunnistaminen

Scalgon UNET –
neuroverkkomallinnus

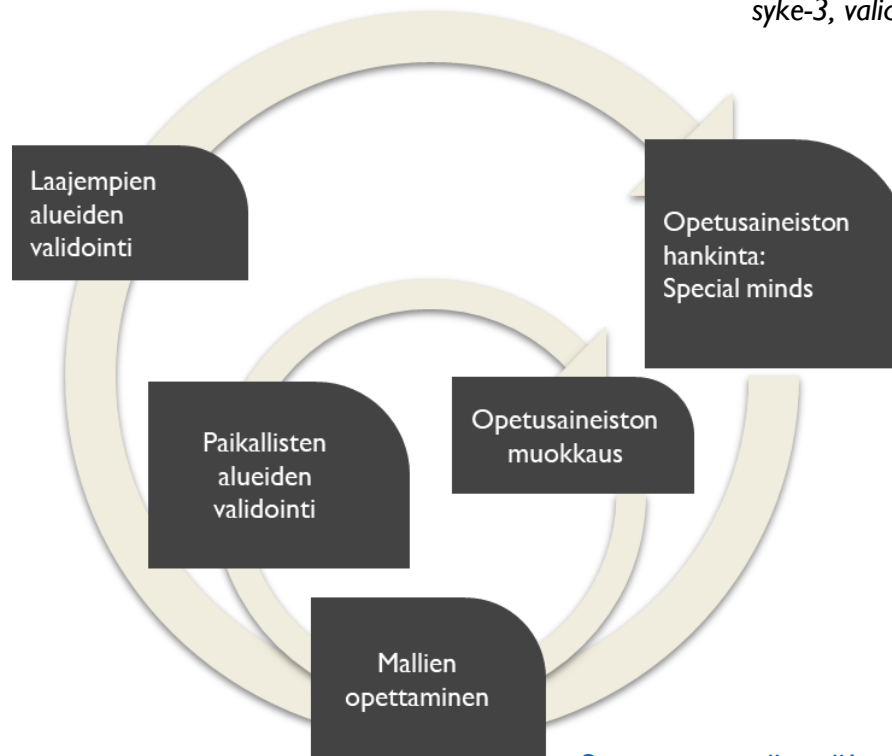
- Lähtöaineistona testattiin eri resoluution **ortoilmakuvia** ja **pistepilviaineistoja**
- Tuloksena veden läpäisevyyden todennäköisyys pikselillä



Iteraatio kesältä:
syke-3, validointiesimerkki



Iteraatio syksyiltä:
syke-4, validointiesimerkki
Enemmän opetusaineistoa



Lähtödata

Pistepilviaineisto

- 0.5 p / m²
- 5 p / m²
- 10-40 p / m²

Ortoilmakuvat

- 0.25 m
- 0.5 m

- ☐ stellar-cloud-290-helsinki-set_2017
- ☐ stellar-cloud-290-helsinki-test_iccv
- ☐ stellar-cloud-290-helsinki-test_iccv_2
- ☐ stellar-cloud-290-helsinki-test_iclr_2
- ☐ stellar-cloud-290-helsinki-test_iclr_3
- ☐ stellar-cloud-290-helsinki-test_icml
- ☐ syke-3
- ☒ syke-50cm-2
- ☐ young-dragon-509-helsinki-set-3
- ☐ youthful-pond-331-scarlet-energy-33...
- ☐ youthful-pond-331-scarlet-energy-33...
- ☐ youthful-pond-331-scarlet-energy-33...

> Organization Layers

> Orthophoto

- ☐ HSY project 2017 CIR
- ☐ HSY project 2017 RGB
- ☐ HSY project 2019 CIR
- ☐ HSY project 2019 RGB
- ☒ rgb_50cm

> SYKE (WMS)

> Tulvakeskus, SYKE/ELY (WMS)

> Väylä (WMS)

> Vector

Minimum probability

0 mm



Pinnoitetun alueen tunnistamisen tarkkuus n.90 % pilottialueelta

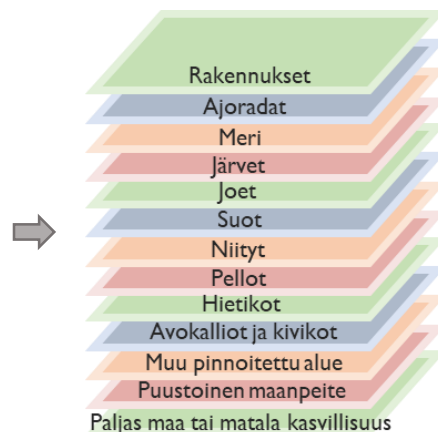
Hyödynnettiin vettä läpäisemättömien pintojen laskemiseen pääkaupunkiseudun **pohjavesialueilla** jatkotarkasteluja varten

- Läpäisemättömien pintojen osuus vaihteli alueittain 1...40 % välillä, keskiarvon ollessa n. 15 %

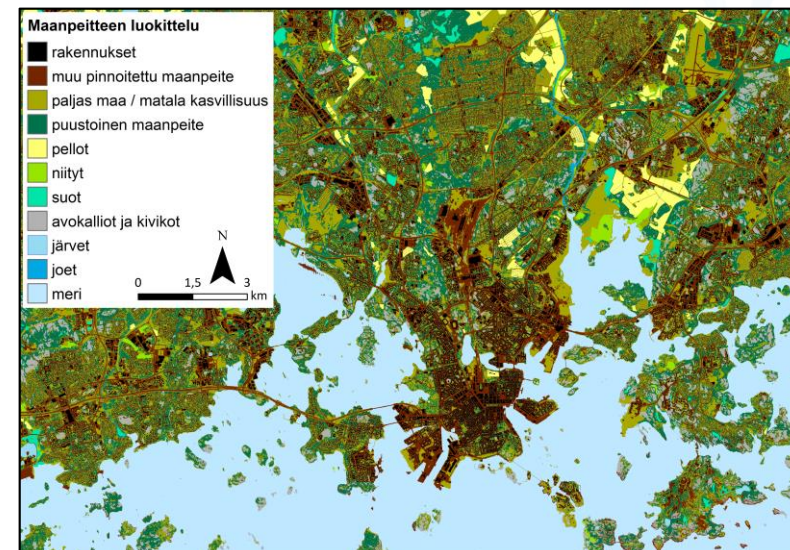
Jatkojalostettu maanpeitettä kuvaava paikkatietoaineisto

Aineisto	Aineistolähde	Käyttötarkoitus
Maanpinnan läpäisevyysaineisto	Scalgo	Pinnoitetun ja pinnoittamattoman alueen erottaminen
Pistepilviaineisto (5p/m2 ja 0.5p/m2)	MML	Puustoisien ja matalan kasvillisuuden erottaminen
Pellot	MML Maastotietokanta	Peltojen tunnistaminen (korvautuu maatalousteeman aineistoilla)
Niityt	MML Maastotietokanta	Niittyalueiden tunnistaminen (korvautuu mahdollisesti maatalousteeman aineistoilla)
Suot	MML Maastotietokanta	Soiden tunnistaminen (korvautuu mahdollisesti maatalousteeman aineistoilla)
Avokalliot ja kivikot	MML Maastotietokanta	Avokallioiden ja kivikkojen tunnistaminen
Vesistöt (Ranta10)	Järvi10	Järvien tunnistaminen
	Joki10	Jokien tunnistaminen
	Meri10	Merialueiden tunnistaminen
Rakennukset	MML Maastotietokanta	Rakennusten tunnistaminen
Hietikot	MML Maastotietokanta	Hiekkaisien alueiden täydentäminen paljaan maan / matalan kasvillisuuden luokkaan
Uimarannat, uimapaidat ja talviuintipaikat	LIPAS-pisteet, Jyväskylän yliopisto	Hietikot-apuaineiston täydentäminen hiekkarannoilla
Urheilu- ja virkistysalueet	MML Maastotietokanta	Hietikot-apuaineiston täydentäminen hiekkarannoilla
Tie- ja katuverkko	Digiroad	Ajoratojen tunnistaminen pinnoitetun alueen täydentämiseksi

Lähtöaineistot



Aineistojen pinoaminen



Lopullinen maanpeiteaineisto Helsingin alueelta

Aineiston yleistäminen valtakunnalliseksi avoimeksi aineistoksi osana Mammutti-hanketta

Toteutus: SYKE (koordinaattori), MML, LUKE, Ruokavirasto, SMK

Kesto: 1.1.2021-31.12.2022

Rahoitus: MMM Hiilestä kiinni –maankäyttösektorin ilmastotoimenpidekokonaisuus, maankäyttösektorin ilmastotoimia tukeva tieto-ohjelma

Lisätietoja:

<https://mmm.fi/-/mmm-julkaisi-maankayttosektorin-ilmastotoimia-tukevan-tieto-ohjelman>

<https://mmm.fi/-/yhteisen-tietopohjan-kehittaminen-maankayton-ja-sen-muutosten-seurannalle-mammutti->

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

Läpäisemättömien pintojen kartoitus avattu avoimena datana

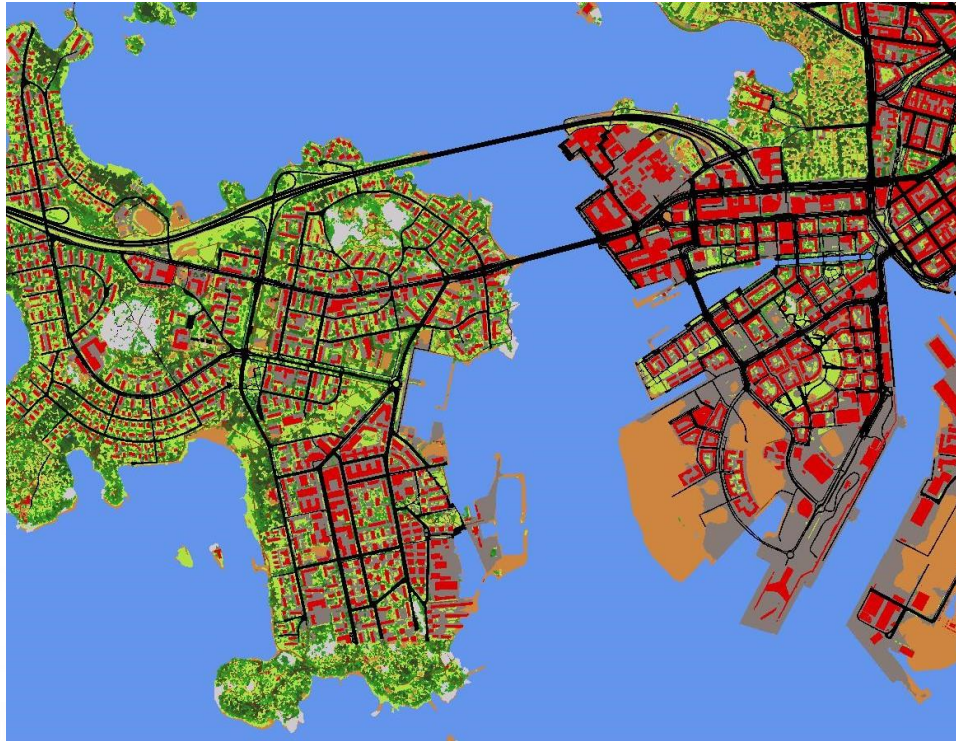
- Tärkeä tieto alueen kaupungeille
- Aineisto avattu avoimena datana HSY:n karttapalvelussa ja avoimissa rajapinnoissa
- Lisäksi HSY tilasi Scalgolta erikseen vettä läpäisevien pintojen kartoituksen
- hsy.fi/avoindata ja kartta.hsy.fi



Menetelmä pääsi jatkokäyttöön ja sitä kehitettiin edelleen Helsingin seudun maanpeiteaineisto 2022:n tuotannossa

Alueen kuntien kanssa sovittu maanpeitteen luokittelu v. 2016 eteenpäin

- Päällystetty tie
- Päällystämätön tie
- Rakennus
- Muu vettä läpäisemätön pinta
- Peltö
- Matala kasvillisuus (<2 m)
- Puusto 2-10 m
- Puusto 10-15 m
- Puusto 15-20 m
- Puusto >20 m
- Avokallio
- Paljas maa
- Vesi



- Scalgon LaserVedessä kehittämää tekoälyyn perustuvaa maanpeitteen luokittelumallia kehitettiin edelleen ja siihen lisättiin uusia luokkia HSY:n koordinoimassa Helsingin seudun maanpeiteaineiston 2022 tuotannossa, tuottajana Scalgo
- <https://www.hsy.fi/maanpeiteaineisto>

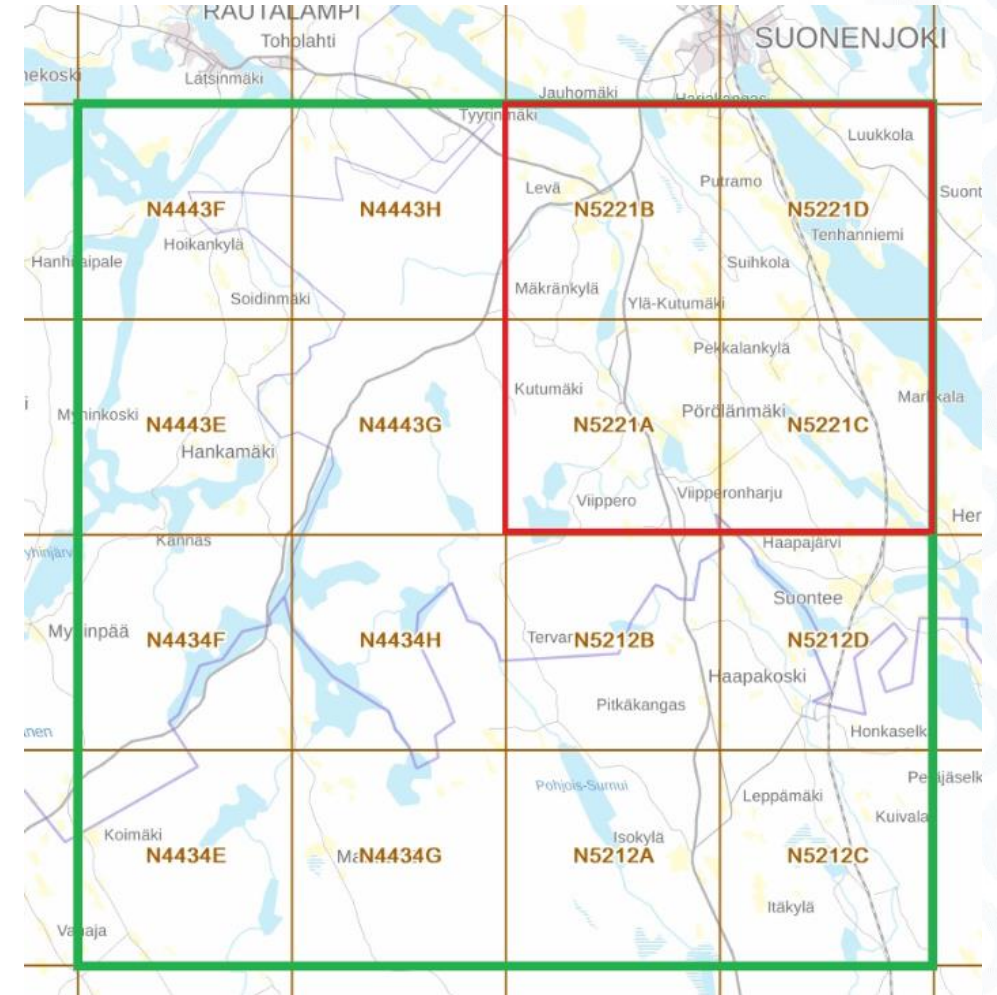
Metsäkeskuksen ojatulkintapilotti

Tavoite

- Tulevaisuudessa sijainniltaan laadukkaampi ojageometrioiden kartoitus ja mahdolliset ojien ominaisuustiedot
- Tässä pilotissa laadukas ojatulkinnan referenssiaineisto ja yhteistyö mm. MML:n uomatulkintojen tekoälyhankkeen kanssa (ATMU, Advanced Technology for National Topographic Map Updating)



SYKE



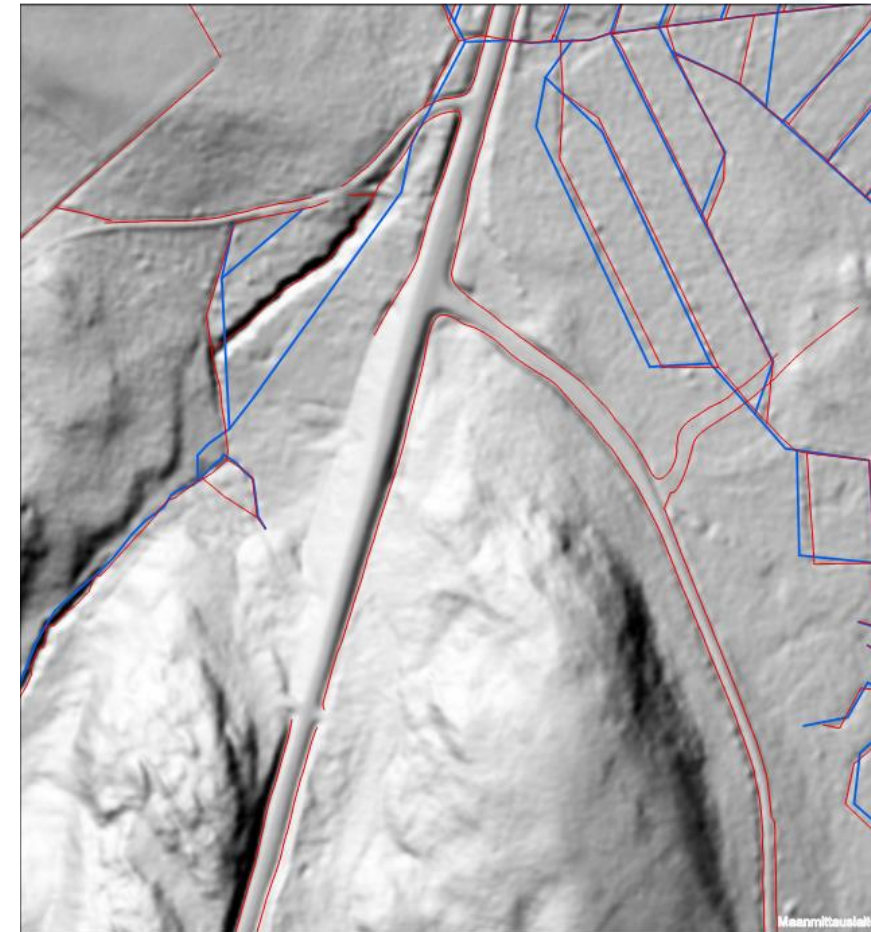
SMK:n ojatulkinnan pilottialue, 576 km²

SMK-pilotin tulokset (1)

- Ojatulkinnan teki Arbonaut Oy (metsä-, pelto- ja tienvarsiojat).
- Menetelmä, jolla laserin perusteella korjaus ojien siirtymille. Kohteet, joita ei ollut maastotietokannassa, digitoitiin käsin.
- Ominaisuustietoina tulkittiin ojan syvyys, kuivavara ja leveys. Lisätyönä luonnonuomat ja metsäojien luokittelu.
- Kohteita yht. 65 586 kpl. Luokat: 1) varsinainen pysyvä oja tai luonnonuoma (81%), 2) väliaikainen oja/uoma (14,3%), 3) muu kuin oja (4,7%).
- SMK teki tulkinnan maastoevaluoinnin, mistä myös 276 mittauspistettä valokuvineen.



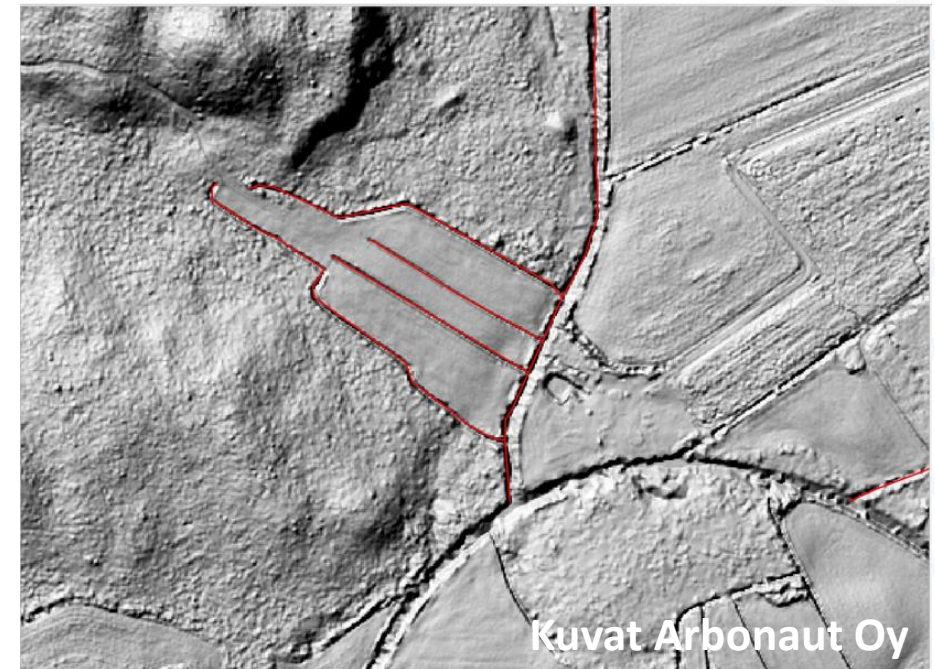
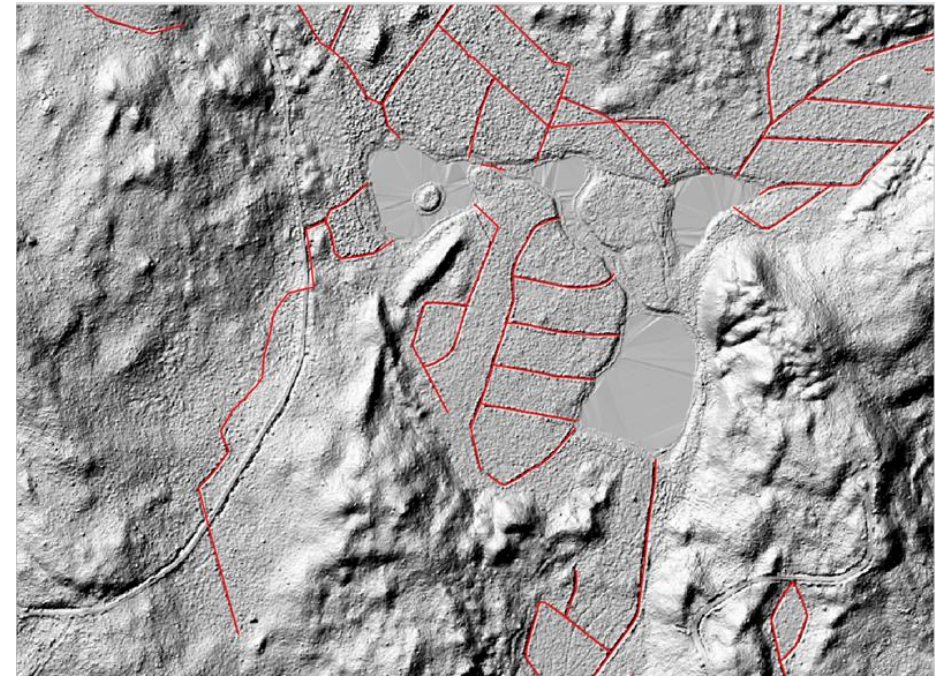
Contains also road ditches



- Corrected ditch
- Current NLS topodatabase ditch

SMK-pilotin tulokset (2)

- Ojatulkinta-aineisto toimitettiin osapuolille kehittämistyössä hyödynnettäväksi
- Teemakokoukset metsä- ja pelto-ojista, joissa eri tahot toivat esille keskeisiä tietotarpeita
- Tärkein on geometria, eli ojat on kartoitettu ja sijainniltaan riittävän tarkat. Jatkokehityksenä ominaisuustietoja, kuten kuivavara.
- Lisäksi tarvitaan yhtenäinen ojaverkosto, mikä vaatii tulkinnan täydentämistä (esim. osin peitteiset ojat, tierummut, sillat)
- MML: Laserilta saadaan pienipiirteisiäkin uomia, mutta valinta ja luokittelu, mikä on oja, on seuraava haastava askel myös tekoälylle



Työkaluja peltojen kuivatustilan arviointiin

- **Valumavesi**-hanke kehitti työkaluja peltojen kuivatustilan arviointiin
- Laserkeilausaineistoihin liittyvä menetelmäkehitys tehtiin **Laservesi**-hankkeessa

Tuloksena aineistokokonaisuus:

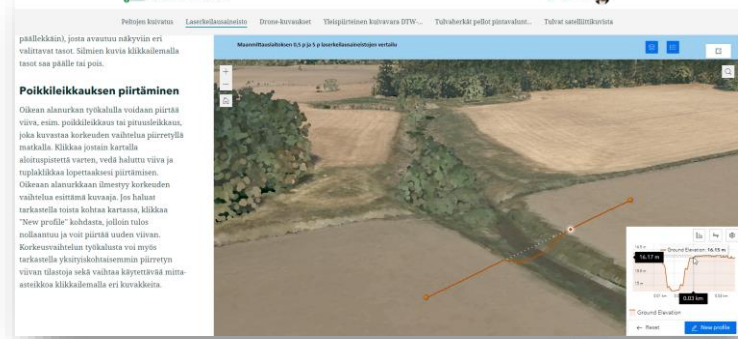
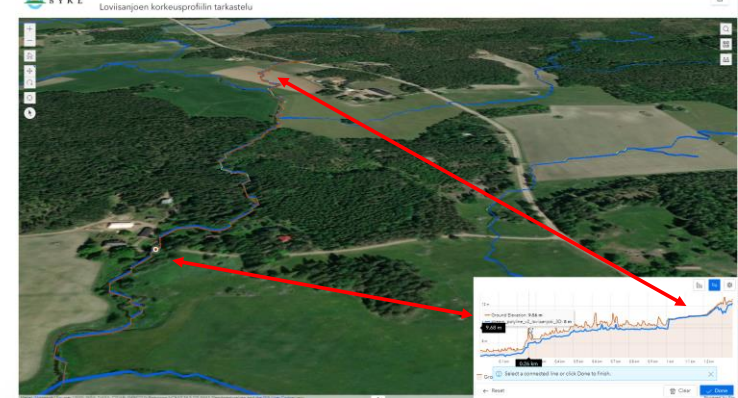
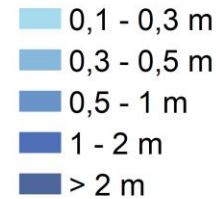
1. **Yleispiirteinen kuivavara** (depth to water -analyysi laserkeilausaineistosta, sisältäen tiedon laserkeilauksen aikaisesta vesitilanteesta)
2. **Tulvaherkät pellot** (pintavaluntamallinnus, satelliittikuvat ja drone-kuvaus)
3. **Matalan virtausta rajoittavan kasvillisuuden tiheys** (laserkeilausaineistosta) – umpeenkasvu, virtausvastus ja monimuotoisuus
4. **Poikkileikkauksien, pituusleikkauksien sekä yläpuolisen valuma-alueen pinta-alan** esittäminen (laserkeilausaineistosta)
5. **Maaperän kosteuden estimaatti** (satelliittikuvista)

...sekä [tarinakartta](#) ja loppuraportti (www.syke.fi/hankkeet/laservesi)



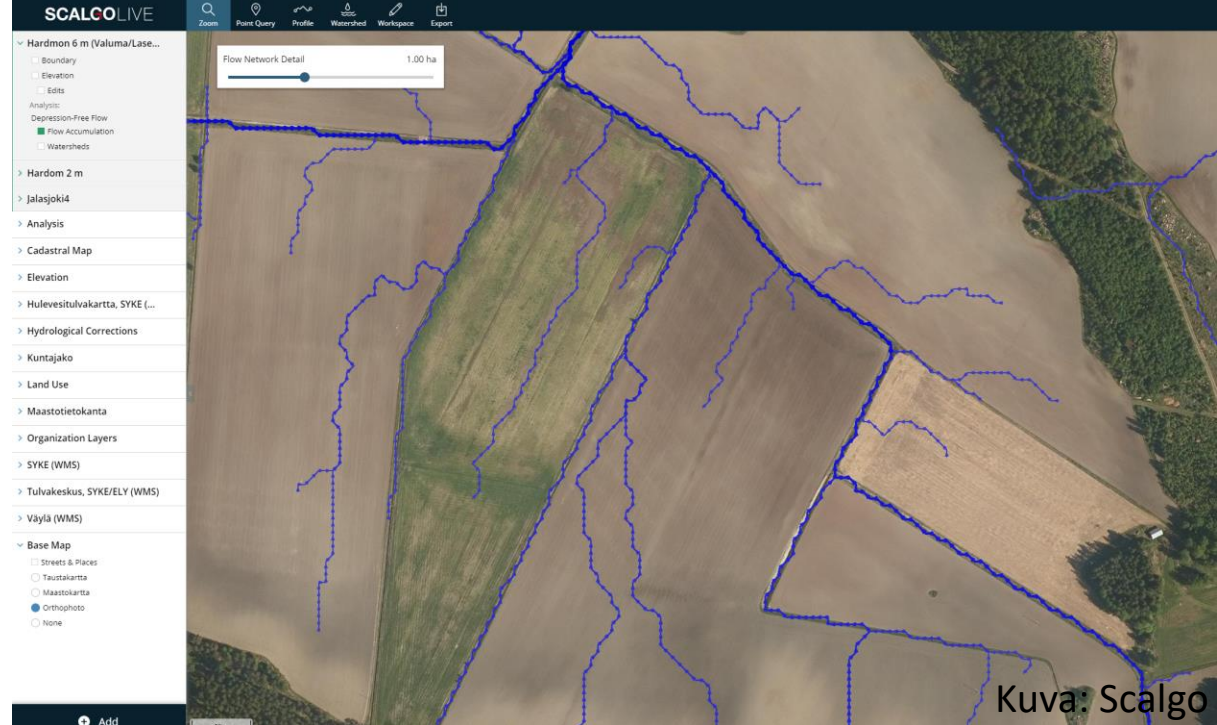
SYKE

Tulva-alue, sadanta 10 mm/h 12 h
max. vesisyvyys 48 h ajalta

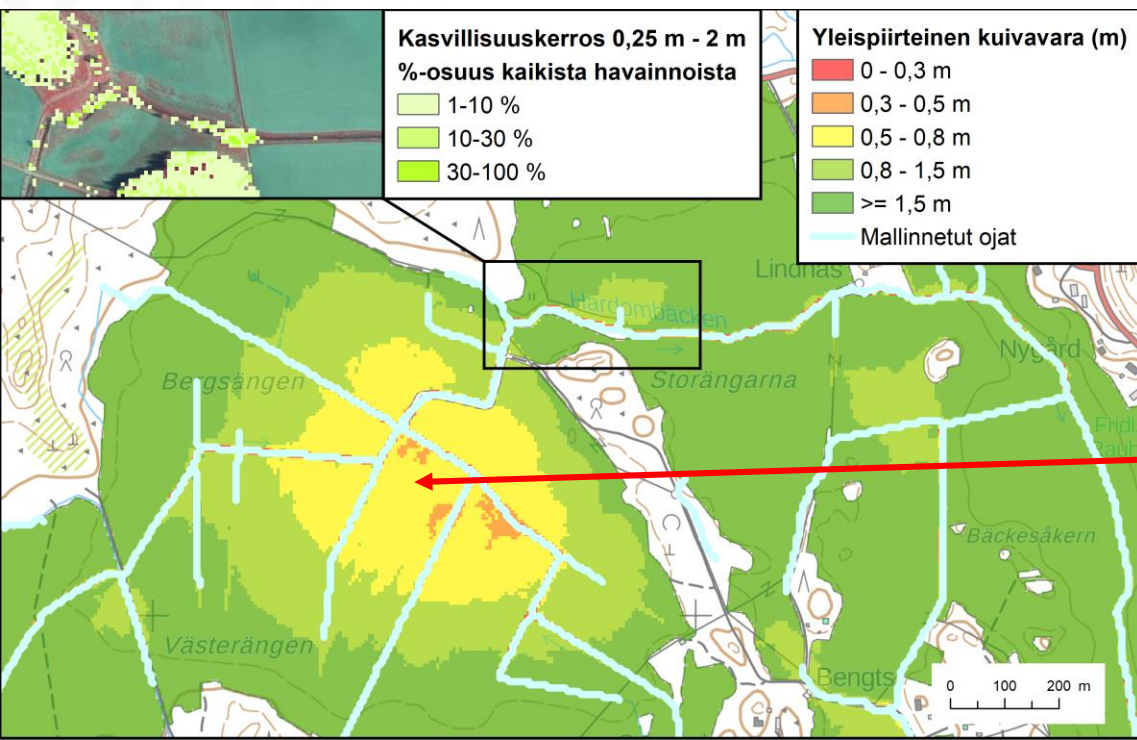


Yleispiirteinen kuivavara

- Lasketaan korkeusero kunkin pellon pisteen ja oletetun salaojaston valtaojan purkupisteen välillä DTW (laserkeilauksen aikainen vedenkorkeus)
- Pisteille saadaan ns. **yleispiirteinen kuivavara (m)**
 - jos erotus on pieni (vedenpinta korkealla suhteessa peltoon), niin peruskuivatus on riittävä ja salaojitus ei voi toimia kunnolla



Kuva: Scalgo

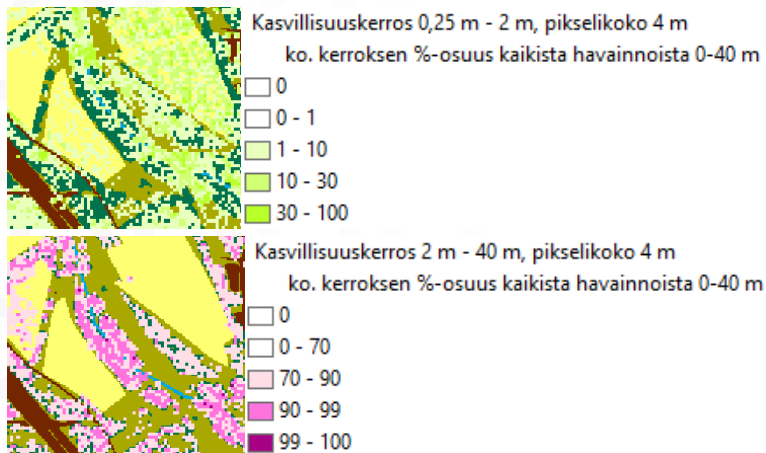


Kuvat: Mikko Ortamala

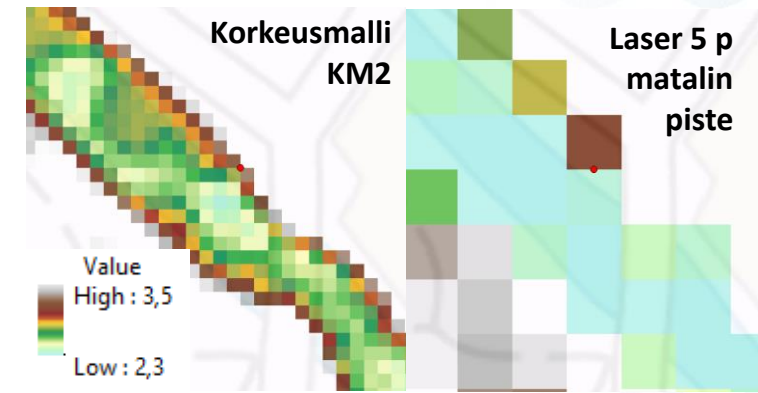


Laserkeilausaineisto 5 p kasvillisuuden ja vedenkorkeuden tulkinnessa

- Laserkeilauksen ajankohta (kevät/kesä) ja keilauksen aikainen vesitilanne vaikuttavat niin tuotettuun korkeusmalliin kuin tulosten tulkintaan
 - Kesäkeilauksen aikainen matalampi vedenkorkeus kertoo yleisesti kevätkeilauksen aikaista tilannetta paremmin kuivavarasta, mutta kesällä paikoin tiheä kasvillisuus voi aiheuttaa korkeusmalliin virheitä ja estää ojan vedenkorkeuden tulkinnan
- epähomogeenisuus huomioitava käytössä



Matalan virtausta rajoittavan kasvillisuuden tiheyttä (yläkuvasa) pystytään tunnistamaan 5 p laserkeilausaineistosta alueilla, joilla yläpuolinen kasvillisuus (latvusto) ei ole liian tiheätä. Jos prosenttiosuus on pieni: (1) ei ruudussa ole matalaa kasvillisuutta ja/tai (2) laserpulssit ovat heijastuneet pääosin jo ylempää esim. tiheästä latvustosta. Alakuvasa on esitetty ylemmän kasvillisuuskerroksen tiheyttä kuvaava aineisto, josta voidaan tunnistaa mahdollisia virheellisiä paikkoja matalan kasvillisuuden tiheyden sekä toisaalta myös maanpinnan ja uoman vedenkorkeuden tulkinnan osalta.



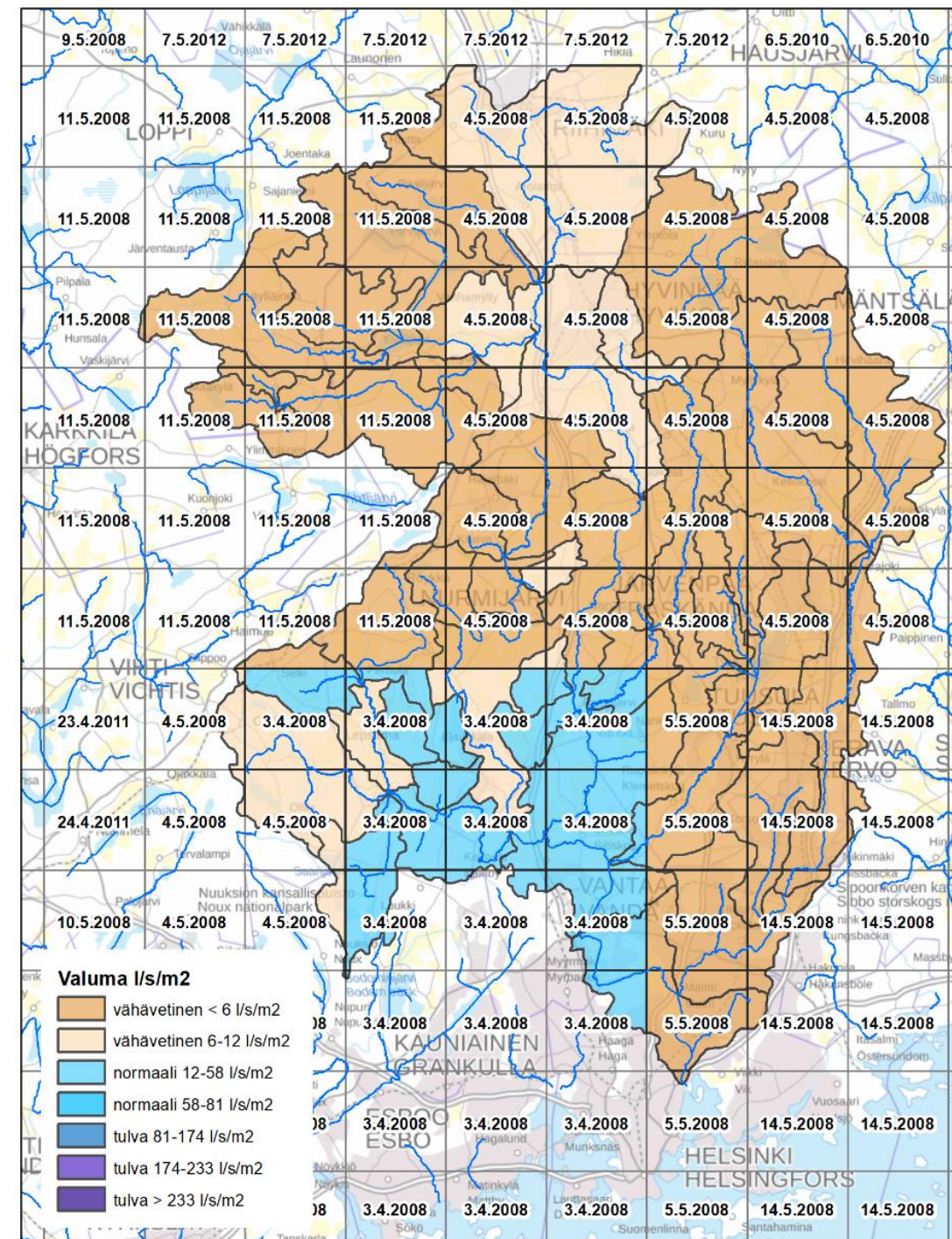
KM2-korkeusmallin ja laserkeilausaineistosta 5 p 8 m ruudun alinta laserpistettä käyttämällä laaditun korkeusmallin visualisointi. Loviisanjoen havaintoaseman sijainti on esitetty punaisella pisteellä. Havaintoasemalla keilauspäivänä mitattu vedenkorkeus (2,34 m (N2000)) vastasi laserkeilausaineiston 5 p ruudun matalinta korkeutta (2,33 m (N2000)). KM2-korkeusmallin mukainen korkeus ko. kohdalla oli 2,74 m (N2000).

Laserkeilauksen aikaisen vesitilanteen esittäminen kartalla

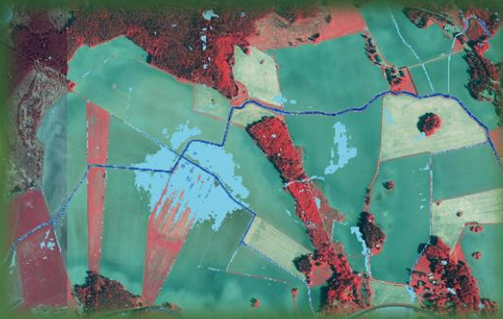
- Monissa sovelluksissa on tärkeää tietää, mikä on ollut laserkeilauspäivän vesitilanne
 - Jos vedenkorkeudet ovat olleet korkealla, ei välttämättä saada mitattua alavilta rannoilta maanpinnan korkeustietoa. Laskettu yleispiirteinen kuivavara saattaa olla tällöin myös todellista pienempi. Vähävetinen on paras keilausaika
- Pilotoitu SYKEN Vesistömallijärjestelmän ja VEMALA-mallin hyödyntämistä vesitilanteen arvioinnissa
- Kuvassa esitetty kunkin karttalehden KM2-korkeusmallin keilauspäivä sekä visualisoitu kunkin karttalehdelle osuvan valuma-alueen valuma ko. päivänä
 - Voitaisiin tehdä koko Suomesta, myös yleispiirteisen kuivavara-aineiston laatimisessa käytetystä 5 p keilausaineistosta



S Y K E



- **Kokemuksia** laserkeilausaineiston käyttömahdollisuuksista vesien hallinnassa
→ pohjaa tutkimustyölle!
 - Tarvitaan validointia varten vedenkorkeuksien ja kasvillisuuden mittauksia keilaushetkeltä (kevät- ja kesäkeilaukset)
- **Yleispiirteisiä kartoitusmenetelmiä!**
 - Aineiston perusteella voidaan valita **mahdollisia ongelmakohtia** tarkempaan tarkasteluun ja kohdentaa kuivatustilan parantamiseen tähtääviä **tarkempia selvityksiä**
 - Epävarmuuksien huomiointi keskeistä!
 - Esim. rummut/putket tulisi olla koverrettuna korkeusmalliin ja muutkin virheet korjattu (tässä auttaa tarkempi virtavesiviiva-aineisto) → hydrologisesti korjattu korkeusmalli säilyttäen mahd. tarkasti laserkeilauksen aikaisen vedenkorkeuden
- **Menetelmissä mahdollisuuksia valtakunnalliseen kartoitustyöhön**
 - Laserkeilaus- ja ilmakuvaohjelma (6/3 v) ja satelliittikuvat mahdollistavat **muutosseurannan**



Tulvaherkät pellot



Potentiaaliset
tulvametsät ja
metsäluhdut



Virtausreitit/rummut
MML:n KM2-
korkeusmalliin



www.syke.fi/hankkeet/tiima
#TIIMAHANKE

Valuma-alue-
tasoiset
tulvakartat

Työ jatkuu...

TIIMA- Tietopohjaa ilmasto- viisaaseen maankäyttöön



Rannikon
meritulvavaarakartat,
sis. ilmastonmuutos



Hulevesitulvakartat
päivittyvät



Maanpeiteaineisto tarkentuu
+ läpäisemättömät ja läpäisevät pinnat

Pasi Valkama, SYKE
Mikko Sane, SYKE
etunimi.sukunimi@syke.fi

Ville Mäkinen, Maanmittaus-
laitoksen Paikkatietokeskus FGI,
ville.p.makinen@nls.fi



S Y K E

