

Loppuraportti

Asteittain tarkentuva ennustepalvelu seuraamaan
sää- ja ilmastoriskeistä aiheutuneita
sadonmenetyksiä kevätmuotoisilla viljoilla ja
öljykasveilla
(RISKIKARTTA)

VN/11467/2022-MMM-3

Vastuuorganisaatio	Luonnonvarakeskus/ Peltokasvien tuotanto Tietotie 4 31600 Jokioinen 029 532 6173	Lauri Jauhiainen
Vastuuhenkilöt Muut osapuolet	Lauri Jauhiainen ja Ari Rajala (Luonnonvarakeskus; Luke) Mari Niemi, Anneli Partala, Mirva Kokkinen, Pekka Korhonen, Virpi Mäntylä, Tero Ovaskainen, Petri Seppälä, Anil Maharjan, Henri Näpärä, Pirjo Peltonen-Sainio, Merja Rautio	
Toteutusaika	1.7.2022-15.11.2024 (Loppuraportti 19.11.2024)	
Rahoitus	Kokonaiskustannukset MMM:ltä saatu kokonaisrahoitus Luken oma rahoitus	379 098 euroa 260 000 euroa 119 098 euroa
Avainsanat	Sato, satopotentiali, karttapalvelu, itävyys, säätekijät, viljat, öljykasvit	

1. Hankkeen esittely

1.1. Perustiedot hankkeesta

Asteittain tarkentuva ennustepalvelu seuraamaan sää- ja ilmastoriskeistä aiheutuneita sadonmenetyksiä kevätkuotoisilla viljoilla ja öljykasveilla (RISKIKARTTA) oli Luonnovarakeskuksen (Luke) yksin toteuttama hanke.

1.2. Hankkeen ja maankäyttösektorin ilmastotoimenpidekokonaisuuden tavoitteet

Hiilineutraali Suomi 2035 -tavoitteen saavuttaminen vaatii merkittäviä ja nopeita päästövähennystoimia kaikilla sektoreilla. Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelman päämääränä on kestävä kehityksen tavoitteiden mukaisesti edistää maankäytön, metsätalouden ja maatalouden päästöjen vähentämistä, nielujen aikaansaamien poistumien vahvistamista sekä sopeutumista ilmastomuutokseen. Maankäyttösektorilla toteutettavien lisätoimien tavoiteltu vuosittainen nettovaikutus on vähintään kolme miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttonnia vuoteen 2035 mennessä. Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelma edistää osaltaan kansallisen hiilineutraaliustavoitteen saavuttamista vuoteen 2035 mennessä sekä EU:n ilmastotavoitteiden saavuttamista.

Maa- ja metsätaloudessa vähennetään kasvihuonekaasujen päästöjä ja lisätään hiilinieluja ja –varastoja. Maankäyttösektorilla kasvihuonekaasujen päästöjä voidaan vähentää erityisesti turvemaiden käytössä sekä ehkäisemällä metsien muuttumista muuhun maankäyttöön (metsäkato). Metsien hiilensidontaa voidaan vahvistaa metsien kasvukyvystä ja terveydestä huolehtimalla. Myös joutokäytössä olevien alueiden metsittäminen on yksi keino lisätä metsäpinta-alaa ja siten myös hiilensidontaa.

Hiilinielujen ja -varastojen säilyttämiseksi on tärkeää varautua myös lisääntyviin riskeihin, kuten kasvitauteihin ja metsätuhoihin. Useat riskit ovat sääsidonnaisia, myös pitkittynyt kuivuus on itsessään riski.

Hankkeen tavoitteena on tuottaa alueelliset karttapohjaiset ennustepalvelut kevätkuotoisten viljojen ja öljykasvien sadolle sekä viljojen itävyydelle. Ennustemallit laskevat kasvukauden sääolojen, alueellinen sademäärä ja lämpötila, perusteella riskin sato- ja itävyysmenetyksille. Lisäksi hanke tuottaa Luken julkaisemaan satotilastoon ennusteen kevätkuotojen ja öljykasvien satopotentialista. Sää- ja ilmastoriskien aiheuttamia sadonmenetyksiä mallitettaessa on havaittu useiden eri säätekijöiden vaikuttavan kasvien satoon. Kuitenkin samat, yhteiset säätekijät ovat potentiaalisia selittäjiä useilla eri kasveilla, esimerkiksi kevätkuotoisilla viljoilla (ainakin ohra, kaura ja kevätkuotä).

Hankkeessa toteutetut ennustepalvelut kytkeytyvät lähimmin maankäyttösektorin ilmastotoimenpidekokonaisuuden tavoitteeseen *Hiilinielujen ja -varastojen säilyttämiseksi on tärkeää varautua myös lisääntyviin riskeihin, kuten kasvitauteihin ja metsätuhoihin. Useat riskit ovat sääsidonnaisia, myös pitkittynyt kuivuus on itsessään riski.* Palvelu tuottaa ennusteen säätekijöiden, erityisesti sään ääri-ilmiöiden, kuten pitkittyneiden kuivuusjaksojen vaikutuksen yleisimpien viljelykasvien satotasoon ja sitä kautta hiilensidontaan. Kuivuudesta johtuvat sato- ja hiilensidontamenetykset olisivat monessa tapauksessa estettävissä oikea-aikaisilla sadetuksilla. Tällöin myös pinta-ala- ja tuotantopanoskohtainen käytöntehtokkuus nousisivat, kun tuotantopanakset ohjautuisivat mahdollisimman täysimääräisesti kasvin kasvun edistämiseen.

Hankkeella oli kolme yksityiskohtaista tavoitetta:

1. Tuottaa ennustepalvelu kevätmuotoisten viljojen ja öljykasvien sadolle. Palvelu ennustaa sadon tai matalan sadon riskin kasvukauden sääolojen perusteella. Mallit perustuvat pitkälti aikaisemmin julkaistuihin tuloksiin siitä, millä kasvuvaiheilla ja millä sääolosuhteilla on merkitys sadonmuodostuksessa. Mallit rakennetaan lajikekokeiden datan ja Ilmatieteen laitoksen säädatojen perusteella. Palvelu on jatkossa kaikkien saatavilla eikä palvelun käyttö edellytä kirjautumista. Palvelu tuottaa uuden päivitetyn kartan joka päivä alkaen siitä, kun viljakasvustot ovat tulleet tähkälle ja öljykasvien kukinta alkaa.
2. Tuottaa satotilastoon keskisatojen lisäksi satopotentiaali (kg/ha) kustakin hankkeen kasvusta. Tiedot julkaistaan lopullisen satotilaston valmistuessa samalla aluejaolla (maakunta) kuin muutkin satotilaston tiedot.
3. Tuottaa ennustepalvelu viljojen itävyydestä. Palvelu ennustaa itävyyden kasvukauden sääolojen perusteella. Palvelun taustalla olevat mallit on luotu MMM:n rahoittamassa Stressisiemen-hankkeessa. RISKIKARTTA-hankkeessa mallit muunnetaan sellaiseen muotoon, mikä on verkkopalvelun kannalta toimiva.

1.3 Yhteenveto hankkeesta

Hanketta toteuttavat keskeiset toimijat Luonnonvarakeskuksessa. Peltokasvien tuotanto -ryhmä vastasi lajikekokeista, kehitysvaiheiden mallittamisesta, satomalleista ja laskenta-algoritmista sekä hankkeen vetämisestä (vastuuhenkilöt Lauri Jauhiainen, Ari Rajala, Mari Niemi, Pirjo Peltonen-Sainio). IT ja digitalisaatio -ryhmä (Digi) vastasi Ilmatieteenlaitoksen hilasäädatan siirrosta ja muokkauksesta verkkopalvelun hyödynnettäväksi sekä Luonnonvaratieto-palveluun liittyvistä toiminnallisuuksista ja käyttöliittymistä (Virpi Mäntylä, Tero Ovaskainen, Petri Seppälä, Anil Maharjan, Henri Näpärä). Tilastoyksikkö vastasi satopotentiaalin julkaisusta ja siihen liittyvästä PxWeb-tilastotietokannasta (Anneli Partala, Mirva Kokkinen, Pekka Korhonen).

2. Hankkeen toteutus ja toteutusvaiheen arviointi

2.1. Menetelmät ja aineisto

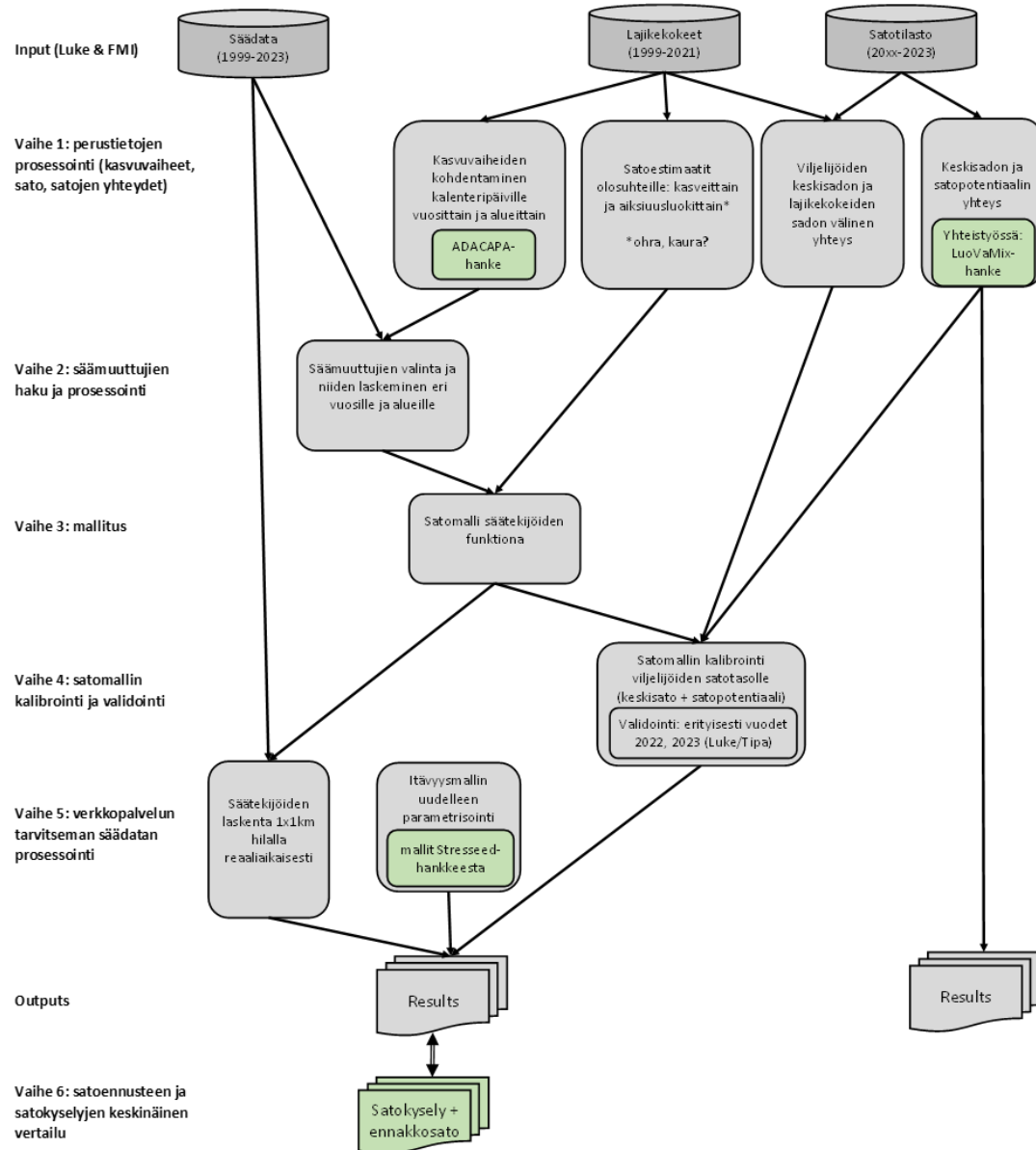
Hankkeessa tehtyjen mallinnusten kannalta tärkein aineisto oli Luken virallisten lajikekokeiden koeaineisto vuosilta 1999-2023. Aineistossa oli lajikekohtaista tietoa yksittäisistä ohran, kauran, kevätvehnän, kevättrypsin ja kevättrapsin lajikekokeista. Koska lajikkeet vaihtelivat kokeesta toiseen, aineistosta mallinnettiin tilastollisesti erilleen kokeen ja lajikkeen vaikutus, joista ensiksi mainittua käytettiin myöhemmissä säävastemallituksissa.

Lajikekokeiden satotietoihin liitettiin säätiedot. Sää tietoina käytettiin Ilmatieteen laitoksen Lukelle toimittamia päiväkohtaisia säätietoja vuosilta 1999-2023 niiltä pakkakunnilta, missä lajikekokeita oli tehty. Sää tietojen perusteella laskettiin eri kehitysvaiheisiin liittyvät sadesummat, keskilämpötilat ja maksimilämpötilat kokeittain. Näitä tietoja käytettiin selittämään kokeissa havaittuja keskisatoja. Muutamia poikkeavia kokeita jätettiin pois, erityisesti ohran happaman maan kokeet Ylistaron koeasemalta.

Luken satotilasto kuvaa tärkeimpien viljelykasvien satotietoja Suomessa. Satotiedot ovat erikseen tavanomaisesta ja luomutuotannosta. Viljelykasvien sato on ilmoitettu sekä hehtaaria kohti kiloina että valtakunnan kokonaissatona. Vuosittain tiedot kysytään noin 5500 tavanomaisen tuotannon tilalta ja 700 luomutilalta. Jokaisen tilalla viljellyn kasvin satotieto kysytään erikseen.

Itävyysaineistoja hankkeessa ei varsinaisesti käytetty. Aikaisemman Stressisiemen-hankkeessa tehtyjen mallitusten perusteella tehtiin verkkopalvelu itävyysennusteeksi.

Hankkeen hyödyntämät aineistot löytyvät Kuvasta 1. Kuvassa 1 on lisäksi prosessikaavio, joka esittää kuinka kukin aineisto liittyy lopputuloksiin.



Kuva 1: Hankkeen prosessikaavio. Ylimmäisenä on kolme aineistoa, joita hankkeessa hyödynnettiin. Vihreällä pohjavärillä on vaiheet, missä hyödynnettiin muissa hankkeissa saatuja tuloksia. Prosessikaaviossa tieto etenee nuolien suuntaiseksi, lopputulokset ovat Outputs-rivillä.

2.2. Aikataulu ja resurssit

Hanke oli kokonaan Luken toteuttama. Keskisato ja satopotentiaalien mallituksesta vastasi Luva-yksikön Peltokasvituotanto-ryhmä. Varsinaisista Luken Satotilastoista vastasi Tipa-yksikkö. Verkkopalvelun käyttöliittymästä ja säädädatasta vastasi Luken Digi-ryhmä. Peltokasvituotantoryhmä teki yhteistyötä sekä Digi-ryhmän että Tipa-yksikön kanssa. Yhteistyö oli hedelmällistä ja pääosin epävirallista. Etenkin karttapalvelun osalta olennaista oli jatkuva yhteydenpito palveluiden kehitys- ja käynnistysvaiheissa. Olennaista oli myös, että Peltokasvituotanto -ryhmä pystyi ymmärtämään digitaalisen ympäristön rajoitteet ja mahdollisuudet.

2.3. Kustannukset ja rahoitus

Kokonaiskustannukset	379 098 euroa
MMM:ltä saatu kokonaisrahoitus	260 000 euroa
Hankkeen toteuttajan oma rahoitus	119 098 euroa

2.4. Raportointi, julkaisut ja seuranta

Hankkeen tavoitteena oli julkaista kolme verkkopalvelua, jotka on kuvattu luvussa Tulokset ja niiden arviointi. Lisäksi yhteistyössä ”Luomuviljelyn viljelyvarmuuden ja ilmastokestävyyden parantaminen sekaviljelyn ja syyskylvöisten valkuaiskasvien avulla” -hankkeen kanssa syntyi tieteellinen artikkeli, missä on kuvattu satopotentiaalin määritelmä ja satopotentiaalitietoja sekä luomussa että tavanomaisessa viljelyssä. Samaa satopotentiaalin määritelmää käyttää sekä satopotentiaalin karttapalvelu että Satotilastot.

Julkaistu:

Iivonen, S, Niemeläinen, O, Kokkinen, M & Jauhiainen, L. 2024. Yield variation and yield potential of organic arable crops in Finland derived from statistical data. *Agricultural and Food Science* 33: 212–222, <https://doi.org/10.23986/afsci.146579>

2.5. Toteutusvaiheen arviointi

Satopotentiaalin määritelmä oli ratkaisevassa asemassa hankkeen onnistumisen kannalta. Satopotentiaalia Luke on tutkittu pilotissa (Jauhiainen ja Niemeläinen, 2016), joten ennen hanketta oli tiedossa, miten satopotentiaali kannattanee määritellä. Satopotentiaalilaskelmia pystyimme tekemään ennen hankkeen käynnistystä ”Luomuviljelyn viljelyvarmuuden ja ilmastokestävyyden parantaminen sekaviljelyn ja syyskylvöisten valkuaiskasvien avulla” -hankkeessa, mitä kautta saimme riittävästi tietoa satopotentiaalin ominaisuuksista myös luomutuotannossa ja arvokasta kokemusta satopotentiaalin vaihtelusta Suomessa eri vuosina, eri alueilla ja eri kasveilla. Ilman tätä mahdollisuutta, hankkeen aikataulu ei olisi riittänyt karttapalveluiden toteuttamiseksi.

Selvitimme Suomessa aikaisemmin luotujen satomallien määrittelyjä ja toimintakykyä. Tällainen satomalli oli mm. Kotimaisen mallasohran kehittämishankkeessa luotu satomalli mallasohralle. Mallasohran mallissa suurin kompastuskivi oli sateen vaikutus. Sateen vaikutusta oli useassa kasvuvaiheissa mallinnettu toisen asteen polynomilla. Jos sademäärä ylitti selvästi kasvuvaiheen tyypillisen sademäärän, toisen asteen polynomi saattoi johtaa järjettömiin satoihin, jopa negatiivisiin satoihin. Tätä ongelmaa taklattiin RISKIKARTTA-hankkeessa rakentamalla mallit niin, ettei toisen asteen polynomeja tarvittu. Koska säätekijän ja sadon yhteys on usein ei-lineaarinen, ongelma ratkaistiin mm. broken-line tyyliin.

malleilla (segmentoitu regressio) eli regressioanalyysin menetelmällä, jossa riippumaton muuttuja, kuten kasvuvaiheen sademäärä, jaetaan intervaleiksi ja jokaiseen intervalliin sovitetaan erillinen suora. Tällä tavoin malli saadaan toimimaan myös alueella, mistä ei ole havaintoja tai ainakaan malli ei missään tilanteessa johda aivan epärealistiseen ennusteeseen.

Karttapalvelu vaatii paljon laskentaa, etenkin kun ennuste halutaan laskea joka vuorokausi uudestaan ja laskentaan vaikuttaa useat kasvuvaiheet. Jotta laskenta ei vie liikaa tietokoneaikaa, päädyimme koodaamaan algoritmin, joka ei laske joka yö ennusteita täysin uudestaan vaan jatkaa edellisen päivän ennusteesta. Koska ennuste lasketaan erikseen jokaiseen noin 400 000 hilapisteeseen (a 10x10 km). Jokaisen hilapisteen osalta täytyy tietää kuinka montako vuorokautta mallissa parhaillaan laskettavissa olevaa kasvuvaihetta on jo takana ja mikä on näiden vuorokausien aikana toteutunut säätekijän keskiarvo tai summa. Tämän jälkeen joka vuorokausi tulee uusi havainto, jonka avulla säätekijän keskiarvoa tai summaa päivitetään, kuten myös takana olleiden vuorokausien määrää. Kaikki tämä sillä oletuksella, että kyseinen kasvuvaihe on alkanut kyseissä hilapisteissä eikä se ole vielä päättynyt. Kasvuvaiheen alku määräytyy hilapisteen lämpösumman perusteella ottaen huomioon käyttäjän valitsema kylvöviikko. Kasvuvaiheen päätyminen on joko lämpösummasidonomainen tai kesto on etukäteen päätetty (esimerkiksi kaksi viikkoa). Lopuksi joka vuorokausi lasketaan painotettu keskiarvo hilapisteen takana olleiden päivien sekä pitkän ajan keskiarvon tietojen avulla. Kun kasvuvaihe on hilapisteessä ohi, hilapisteeseen jää kyseisen kasvukauden säätietojen mukainen arvo. Ennen kuin kasvuvaihe on hilapisteessä alkanut, käytetään pelkästään pitkän ajan keskiarvotiedon mukaista arvoa.

Hilapisteitä on noin 400 000, erilaisia kasvuvaiheita 3-5 kpl, kylvöaikoja 5 kpl ja kasvilajeja että lajikkeiden aikaisuusluokkia yhteen 7 kpl. Laskettavaa on paljon, kuten myös laskennassa tarvittavia muuttujia. Kasvuvaiheiden alku määräytyy erikseen kullekin kasville, aikaisuusluokalle ja kylvöviikolle. Vaikka laskentaa on paljon, oletus oli, että tällä tavoin toteutettuna yksittäisen päivän laskentatarve on vain muutamia minuutteja ja laskennassa tarvitaan vain uusin säätieto. Jos laskennassa tarvittaisiin koko kasvukauden säätieto ja mallitus tehtäisiin joka vuorokausi aloittaen puhtaalta pöydältä, laskenta veisi ainakin tunteja, pahimmassa tapauksessa siitä tulisi pullonkaula koko palvelulle.

Hankeen aikataulu oli todella tiukka, alun perin hanke oli suunniteltu vuotta pidemmäksi. Aikataulu olisi pettänyt varmasti, mikäli alkuperäinen suunnitelma ei olisi ollut niin toimiva kuin se lopulta oli. Silti luodun algoritmin ohjelmakoodista, noin 4000 riviä koodia, löytyi useita virheitä kasvukauden 2024 aikana ja koko kasvukauden ennusteet piti laskea uudestaan kolme kertaa. Järjestelmässä oli varauduttu uudelleenlaskentaan ja se toimi suunnitellusti eikä häirinnyt palvelun toimintaa. Jatkossakin uudelleenlaskentaan voi tulla tarpeita, erityisesti jos Ilmatieteen laitokselta tulevassa säädatassa on selkeitä virheitä tai aineisto jää jonain päivänä tulematta. Tämmöisiä ongelmia ei ollut kasvukaudella 2024, mikä lupaa hyvää tuleville vuosille, mutta tämmöisiin ongelmiin on järjestelmässä varauduttu ja sitä päästiin testaamaan kasvukaudella 2024.

3. Tulokset ja niiden arviointi

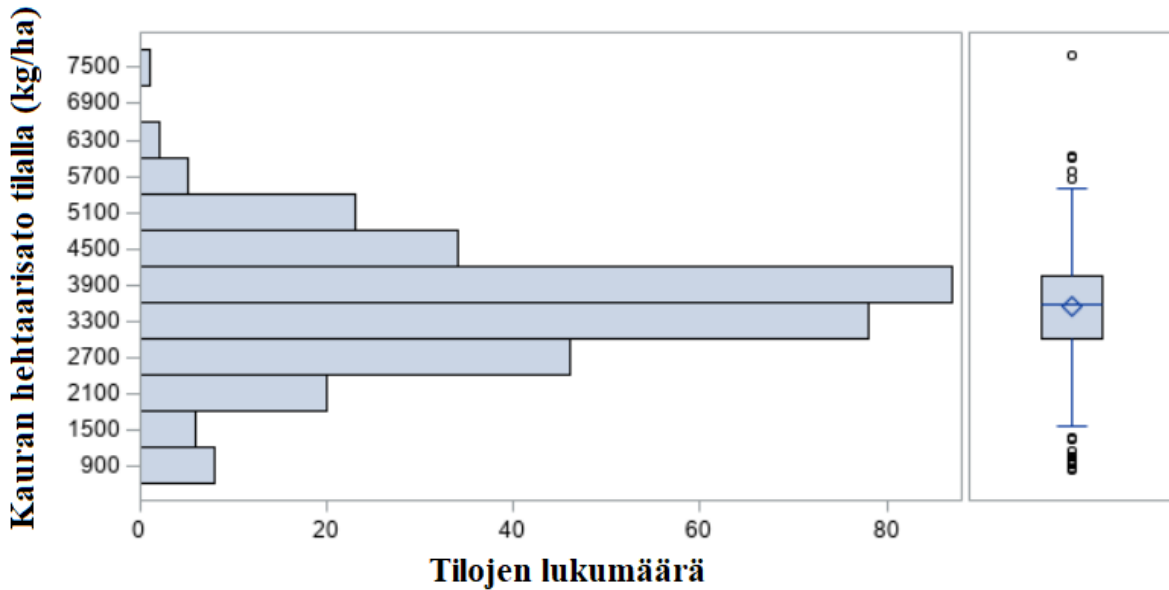
3.1. Tulosten esittely

Hankkeen tavoitteena oli tuottaa kolme palvelua: kaksi karttapalvelua sekä yksi laajennus olemassa olevaan Luken tilastoyksikön Satotilastoon.

3.1.1. Satotilasto

Julkisesti käytössä olevien satotilastojen avulla ei saada käsitystä satojen vaihtelusta tilojen välillä. Tämä vaihtelu on suurta (Kuva 2). Satopotentiaalin ja viljelyvarmuuden arvioimiseksi tarvitaan satotilastojen tarkempaa tarkastelua. Luken tilastotietokannassa on satotilastoja ELY-keskusalueittain vuosilta 1999 - 2022. Vuodesta 2023 satotilastot esitetään maakunnittain. Satotilasto on laskettu viljelijöiden ilmoittamien maatilakohtaisten satotietojen perusteella, josta tilastotietokannassa on julkisesti saatavilla kasvikohtaiset keskiarvot (kg/ha). Tavanomaisesta viljelystä tiedetään, että mediaanitilan satotaso on 30-34 % matalampi kuin parhaiden tilojen, kun parhaiksi tiloiksi valitaan sellaiset tilat, joiden keskisato on 10 % parhaan joukossa omalla alueella. Nurmella mediaanitila jää parhaista jopa 40-45 % (Jauhiainen & Niemeläinen, 2016). Satovaihtelu luomussa on hieman suurempaa ja sitä selvitettiin toisessa Hiilestä Kiinni-hankkeessa: "Luomuviljelyn viljelyvarmuuden ja ilmastokestävyyden parantaminen sekaviljelyn ja syyskylvöisten valkuaiskasvien avulla". Satopotentiaalin julkaiseminen antaa viljelijälle tarkemman kuvan siitä, onko hänen saavuttama satotaso oman alueensa parhaimmistoa tai kuinka paljon satotasoa voi realistisesti kasvattaa. Keinot satopotentiaalin saavuttamiseksi jää viljelijälle, mahdollisia keinoja ovat mm. siirtyminen uusiin lajikkeisiin, peltomaan kasvukunnon parantaminen ja monipuoliset viljelykierrot.

Satotilaston laajennus eli satopotentiaalin lisääminen keskisadon rinnalle toteutui suunnitellusti 14.2.2024 alkaen. Tästä tehtiin myös uutinen 22.2.2024 Luken julkisena blogina.



Kuva 2: Kauran sato vaihtelee paljon alueen sisällä. Kuvassa yhden vuoden ja alueen tavanomaisten tilojen kaurasatojen jakauma.

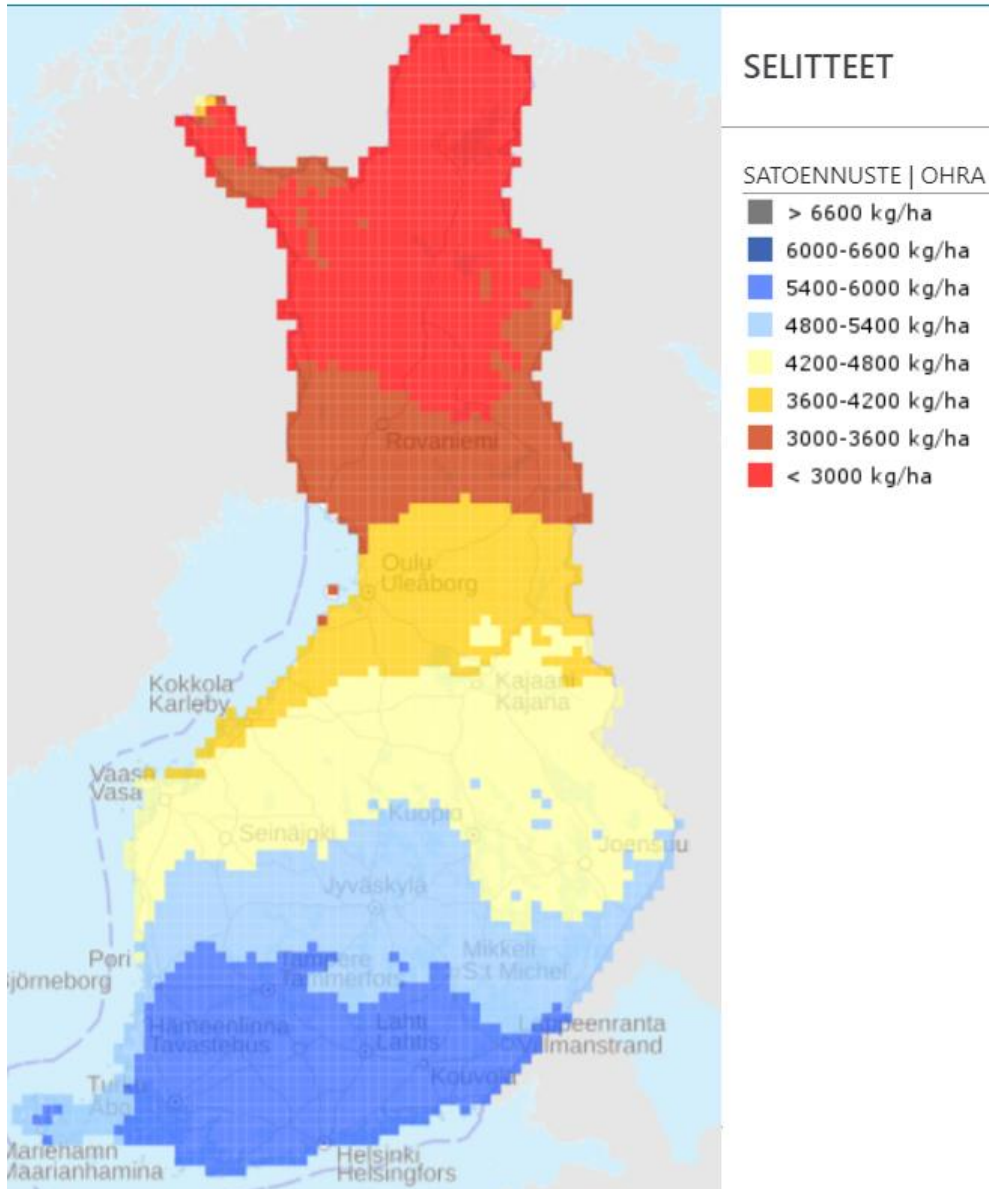
3.1.2. Karttapalvelu sadosta

Tavoitteena oli tuottaa ennustepalvelu kevätmuotoisten viljojen ja öljykasvien sadolle. Palvelun tulisi ennustaa keskisadon lisäksi satopotentiaalia tai matalan sadon riskiä.

Karttapalvelua varten toteutettiin satomallitukset. Käytettävät mallit perustuivat pitkälti aikaisemmin julkaistuihin tuloksiin siitä, millä kasvuvaiheilla ja millä sääolosuhteilla on merkitys sadonmuodostuksessa Suomessa vallitsevassa ilmastossa. Mallit rakennetaan Luken virallisten lajikekokeiden datan ja Ilmatieteen laitoksen säädatojen perusteella. Koetoiminnan sadot ovat usein korkeampia kuin mitä viljelijöillä. Täten Luken Satotilaston avulla koetoiminnan satomallit kalibroitiin a) keskimääräisen viljelijän satotasolle, sekä b) satopotentiaaliksi eli parhaan 10 % viljelijöiden satotasoksi.

Varsinainen palvelu julkaistiin Luonnonvaratieto-portaalissa (Kuva 3)

(<https://luonnonvaratieto.luke.fi/kartat?panel=peltomaat>). Alkuperäinen suunnitelma oli julkaista karttapalvelu Maatalousinfossa, mutta Luke siirsi kaikki Maatalousinfon palvelut sellaisenaan Luonnonvaratieto-palveluun. Nyt luotu karttapalvelu on jatkossa kaikkien saatavilla, eikä palvelun käyttö edellytä kirjautumista ja se on maksuton. Palvelu tuottaa uuden päivitetyn kartan joka päivä alkaen siitä, kun viljakasvustot ovat tulleet tähkälle ja öljykasvien kukinta alkaa. Keskivertovuosina ensimmäiset ennustepalvelun tiedot ovat saatavilla 10.7. viljoille ja 28.6. öljykasveille. Vuonna 2024 alkukasvikausi oli poikkeuksellisen lämmin ja palvelut käynnistyivät 19.6.2024.

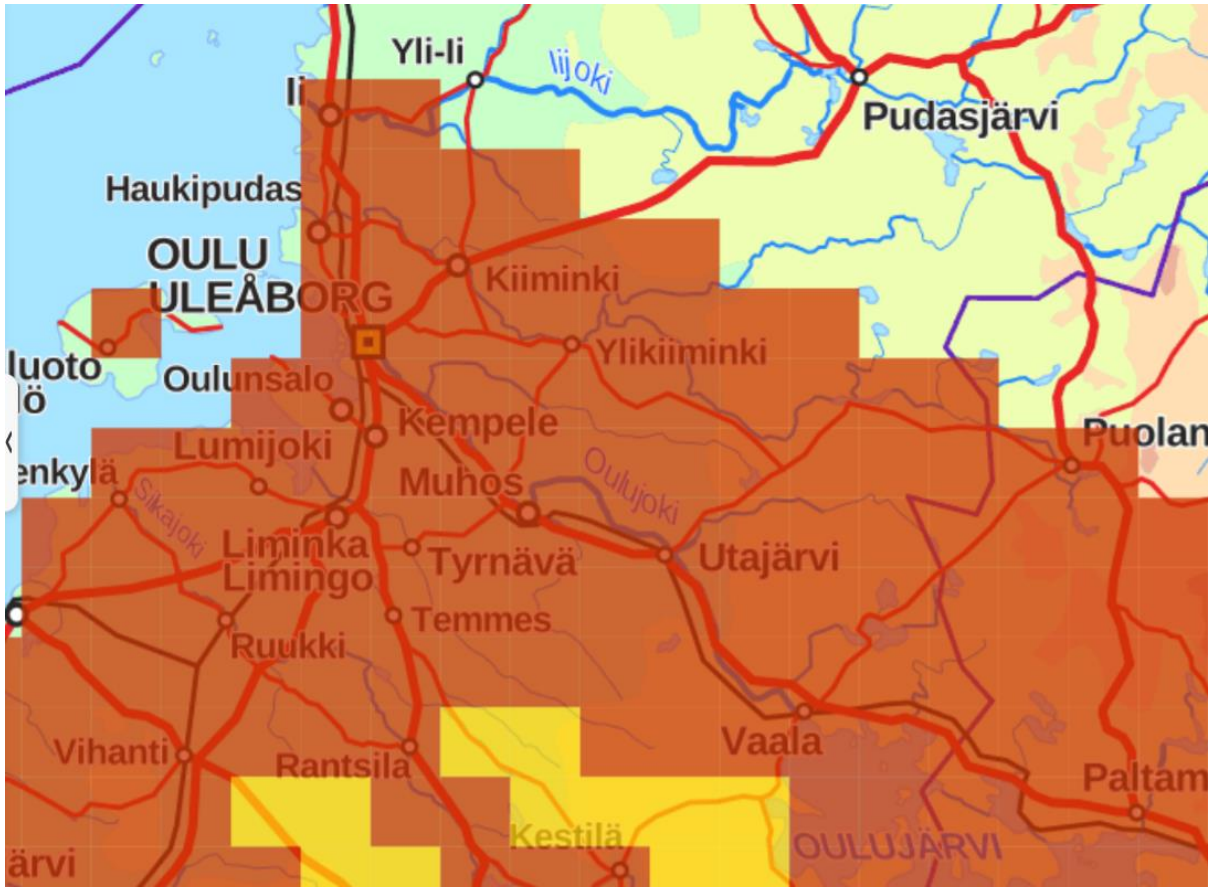


Kuva 3: Havainnekuva karttapalvelusta. Myöhäisen ohran ennuste kylvöviikolle 15.5.-21.5.2024.

Kuvassa on satopotentialin ennuste, kirkkaan punainen väri ennustaa alle 3000 kg/ha satopotentialia, vastaavasti tumman sininen ennustaa 6000-6600 kg/ha satopotentialia.

Palvelussa käyttäjä valitsee kasvin (ohra, kaura, kevätvehnä, kevättrypsi, kevättrapsi). Lisäksi ohraa ja kauraa on valittava aikaisempi tai myöhäisempi lajike. Tämän jälkeen palvelussa valitaan, halutaanko kartalla esitettävän keskisato vai satopotentialia. Lopuksi käyttäjä valitsee kylvöviikon. Valittavia kylvöviikkoja oli kasvukauden 2024 alussa neljä kappaletta, syyskuussa palveluun koodattiin viides kylvöviikko touko-kesäkuun vaihteeseen. Historian valossa näiden viiden kylvöviikon pitäisi kattaa lähes kaikki sääolosuhteiltaan erilaiset kevät.

Karttapalvelun ulkoasua kohennettiin syksyllä 2024. Osa muutoksista näkyy vasta kasvukaudella 2025: ennusteita ei tulla tekemään merialueille ja maa-alueilla ennusteita ei etenkään kevätvehnällä ja öljyasveilla viedä Oulua pohjoisemmaksi (Kuva 3 ja Kuva 4). Myös karttapalvelun selitysosuuksia tullaan laajentamaan ja täsmentämään.



Kuva 4: Karttapalvelussa kuvaa voi zoomata ja taustakartan voi valita useammasta mahdollisesta. Syksyllä 2024 palvelua on hiottu niin, ettei ennusteita tule jatkossa merialueille, minkä lisäksi on alueellisia rajoituksia, esimerkiksi kuvassa kevättrypsin ennuste päättyy lännessä Ouluun, itäisessä Suomessa 100 km etelämpänä.

3.1.2. Karttapalvelu itävyydestä

Tavoitteena oli tuottaa ennustepalvelu viljojen itävyydestä. Palvelun taustalla olevat mallit oli luotu Stressisiemen-hankkeessa.

Itävyydelle tehtiin vastaavanlainen karttapalvelu kuin keskisadolle ja satopotentiaali. Aikaisemmin luodut mallit muunnetaan sellaiseen muotoon, mikä oli karttapalvelun kannalta toimiva. Esimerkiksi kategoriset selittäjän (kuiva/normaali/sateinen) muutetaan jatkuviksi selittäjiksi. Palvelu alkoi 19.6.2024 ja toimi moitteettomasti koko kasvukauden.

Syksyllä 2024 karttapalvelua muokattiin siten, että kasvukaudella 2025 palvelu ei tuota ennusteita erilaisilla lajikkeille vaan erilaisille siemenerille. Samalla karttojen väritystä kehitetään, jotta alueelliset erot tulevat paremmin näkyviin. Kasvukaudella 2024 kartassa kukin väri kattoi 2 %-yksikköä itävyyttä (... , 94-96 %, 96-98 % ja >98 %), kasvukaudelle 2025 kukin väri tulee kattamaan vain 1 %-yksikön itävyyttä (... , 94-95 %, 95-96 %, ...).

3.2. Tulosten vieminen käytäntöön

Hankkeessa tuotetut ennustemallit tuottavat viljelijöille alueellisen tason ennusteita satotasosta ja siemenen itävyydestä. Lisäksi raaka-ainetta käyttävää teollisuus ja maatalouskauppa pystyvät varautumaan alueellisiin tai valtakuntatason tuotantotasopoikkeamiin. Hankkeessa perustetut palvelut ovat tarkoitettu pitkäikäiseksi, jolloin ne tulevat tuottamaan vuosien saatossa yhä tarkentuvia ennusteita, siitä miten säätekijät vaikuttavat satotasoon. Lisäksi uusien lajikkeiden ja uusien mallien ja datalähteiden (mm. kaukokartoitus) integrointi osaksi palvelua tulee olemaan mahdollista erillisten kehitysprojektien kautta.

Ennustemallit tuottavat ennusteen säätekijöiden, erityisesti sään ääri-ilmiöiden, kuten pitkittyneiden kuivuusjaksojen vaikutuksen yleisimpien viljelykasvien satotasoon ja sitä kautta hiilensidontaan. Kuivuudesta johtuvat sato- ja hiilensidontamenetykset olisivat monessa tapauksessa estettävissä oikea-aikaisilla sadetuksilla. Tällöin myös pinta-ala- ja tuotantopanoskohtainen käytöntehtokkuus nousisivat, kun tuotantopanakset ohjautuisivat mahdollisimman täysimääräisesti kasvin kasvun edistämiseen. Ennustepalvelu palvelee lähinnä maankäyttösektorin ilmastotoimenpidekokonaisuuden tavoitetta hiilinielujen ja -varastojen säilyttämisestä ja sääriskien vaikutuksesta niihin.

3.3. Tulosten merkitys ja jatkotoimenpiteet

Hankkeen pääasialliset tulokset olivat kaksi uutta verkkopalvelua sekä Satotilastopalvelun laajentaminen. Satotilastopalvelun osalta 22.2.2024 uudistuksesta tehtiin uutinen Luken blogeihin. Uudet verkkopalvelut ovat olleet kasvukauden 2024 ajan kokeellisena versiona eikä niitä ole laajamittaisesti markkinoitu. Tulevina vuosina palvelua tullaan markkinoimaan esimerkiksi Kestävä Vilja-hankkeen viljelijätilaisuuksissa ja Farmari-messuilla. Ennustepalvelun esittely ProAgrian neuvojille on sovittu pidettäväksi 16.1.2025. Heidän kautta tietoisuus palvelusta välittyy tehokkaasti viljelijöille. Ennustemalleja voivat hyödyntää viljelijät, neuvojat, raaka-ainetta käyttävää teollisuus sekä maatalouskauppa. Ennustemalleja voidaan tulevina vuosina edelleen kehittää ja tarkentaa, esimerkiksi hyödyntämällä satelliittidataa. Tämä tulee tapahtumaan erillisten kehitysprojektien kautta.

Yhdessä ”Luomuviljelyn viljelyvarmuuden ja ilmastokestävyyden parantaminen sekaviljelyn ja syyskylvöisten valkuaiskasvien avulla”-hankkeen kanssa tehty artikkeli ja siihen liittyvä viestintä on herättänyt kiinnostusta tavastamme määritellä satopotentiaali. Tällä hetkellä ainakin yksi tieteellinen artikkeli on julkaistu, missä puutarhakasveilla hyödynnetään kehittämäämme tapaa määritellä satopotentiaali. Satopotentiaalin tulkinnallisesti mielekäs määritelmä on olennainen osa kokonaisuutta, kun puhutaan tuotannon kestävästä tehostamisesta. Tätä tietoa ja määritelmää voi hyödyntää niin tutkijat kuin yksittäinen

viljelijäkin, joka tavoittelee samanaikaisesti tuotantokyvyn kasvua, ympäristöhyötyjen saavuttamista sekä parempaa taloudellista kannattavuutta.

Lähteet:

Iivonen, S, Niemeläinen, O, Kokkinen, M & Jauhiainen, L. 2024. Yield variation and yield potential of organic arable crops in Finland derived from statistical data. *Agricultural and Food Science* 33: 212–222, <https://doi.org/10.23986/afsci.146579>

Jauhiainen ja Niemeläinen, 2016. Alustavaa nurmen satotilastotietojen tarkastelua, Suomen Nurmijhdistyksen vuosikokous 30.8.2016.
https://www.nurmijhdistys.fi/files/ugd/faea11_9c15e48e258f4fc983e5e17b46c71075.pdf

Partala, A, Jauhiainen, L ja Kokkinen, M. 2024. Blogi Luken sivuilla: Satopotentiaalin voi nyt tarkastaa satotilastosta. <https://www.luke.fi/fi/blogit/satopotentiaalin-voi-nyt-tarkastaa-satotilastosta>