



VALTIOVARAINMINISTERIÖ

Hyönteistuholaisen seuranta –pilotti loppuraportti

Luonnonvarakeskus

VM/2378/02.02.03.09/2018

Versio 1.0

13.12.2019

Sisällys

Sisällys	2
Dokumentin versiohistoria	2
1. Yhteenveto	3
2. Kokeilun toteutuminen	3
2.1. Kokeilun tiedot	3
2.2. Kokeilun rahoitus, kustannukset ja henkilötyöpäivät	4
2.3. Hankintakäytännöt	5
2.4. Riskienhallinta	5
2.5. Kokeilun tavoitellut hyödyt ja niiden toteutuminen	6
3. Kokeilun päättäminen	7
3.1. Kokeilun opit	7
3.2. Kokeilun kokemusten jakaminen	7
3.3. Kokeilun hyödyntäminen	8

Dokumentin versiohistoria

Versio	Päiväys	Laatija	Muutoksen kuvaus
0.1	30.9.2019	Tiina Ylioja	30.9.2019 ei vielä lopulliset kustannukset tiedossa
1.0	13.12.2019	Tiina Ylioja	Kustannukset tiedossa

1. Yhteenveto

Tämä dokumentti on uuden toimintamallin tai teknologiaratkaisun toiminnan todentamiseen tähtäävän [Hyönteistuholaisen seuranta –pilotin](#) loppuraportti.

2. Kokeilun toteutuminen

2.1. Kokeilun tiedot

Laissa metsätuhojen torjunnasta (1087/2013) §:ssä 12 määritetään Luonnonvarakeskuksen tehtäväksi ”Suomen metsäkeskuksen avustuksella seurata ja ennakoida metsätuhoja aiheuttavien kasvitautien ja tuhoeläinten esiintymistä ja leviämistä, sekä tutkia tuhojen syy- ja seuraussuhteita sekä tuhojen taloudellista merkitystä”. Kokeilun tarkoituksena oli osaltaan parantaa valtakunnallisesti metsien tuhohyönteisten seurannan tehokkuutta ja ajantasaisuutta automatisoinnin keinoin. Mallisysteeminä käytettiin erityisesti kuusia tappavaa ja kuusipuutavaraa pilaavaa kotoperäistä kirjanpainaja-kaarnakuoriaista, jonka esiintymisrunsautta seurataan systemaattisesti feromoniansoin 32 – 40 paikkakunnalla.

Projektissa lisätään perinteiseen ansaan moderni anturitekniikka sekä digitaalinen tiedon keräys ja prosessointi. Tavoitteena on 1) tuottaa pilottiansa, joka lähettää ajantasaisesti käyttöliittymään tietoa ansaan saapuvista pienistä kova-kuoriaisista sekä 2) testata pilottiansan toimivuus ja kustannustehokkuus vähintään kolmella Luken seurantapaikkakunnalla Etelä-Suomessa.

Kokeilussa kehitettiin tavoitteen mukaisesti kaksi erilaista etäluettavan hyönteisansan mallia kirjanpainajan parveilun seuraamiseksi. Ensimmäinen oli märkämalli, jossa ansoihin kerääntyivät kuoriaiset tippuivat astiaan, jossa oli etanolia ja astian täyttymistä kuvattiin päivittäin kameralla (kuva 1). Toisessa mallissa kuoriaiset tippuivat astiaan, josta ne valokuvattiin (kuva 2). Kuva lähetettiin GSSuite alustalle. Niistä muodostettiin opetusaineisto, jonka perusteella ansoissa olevat hyönteiset pystyttiin laskemaan kuvista syvän neuroverkon avulla (DNN with dynamic U-net architecture). Näin kuvissa näkyvät kirjanpainajat laskettiin automaattisesti. Märkäansan tapauksessa tämä osoittautui epätarkaksi ja tämän vuoksi näiden kahdesta ansasta tulisiikin muodostaa yksi kummankin ominaisuuksia yhdistävä ansa.

Alkuperäisistä tavoitteista poiketen pilottiansoja ei rakennettu useita ”kolmelle Luken seurantapaikkakunnalla Etelä-Suomessa” kuten alkuperäisessä hakemuksessa suunniteltiin vaan tekniikkaan liittyvien riskien myötä päädyttiin kahteen ansaan ja niiden toiminnan varmistamiseen kenttäoloissa. Tämän vuoksi pilottiansojen kustannustehokkuuden arvionti siirtyi tulevaisuuteen, kun ansoja ensin kehitetään teknisesti eteenpäin.



Kuva 1. Kaksi erityyppistä pilottiansaa maastotestauksessa Pukarossa ja Liljendahlissa. Ansoissa hyödynnettiin kahta erilaista ”maastokestävää” matkapuhelinmallia, joiden toiminnallisuutta testattiin kuumissa olosuhteissa. Matkapuhelimien virranlähteeksi laitettiin edulliset aurinkopaneelit, jotka lataisivat varavirtalähteitä, joita pystyttiin hoitamaan langattomasti. Kuvat: Simo Seppälä/Yield Systems Oy.

2.2. Kokeilun rahoitus, kustannukset ja henkilötyöpäivät

Kokeilun suunnitellut (käyttö- ja kirjausoikeuspäätöksen mukaiset) ja toteutuneet kustannukset euroina ovat eriteltynä omaan ja ostettuun työhön sekä muihin kustannuksiin seuraavat:

Kustannus	Suunniteltu €	Toteutunut €
Oma työ (nykyresursseilla tehtävä työ)	6 250	8466,02
Oma työ (kokeiluun erikseen palkattavien resursien työ)*	13 000	4081,93
Palvelujen ostot	32 000	43 000,00
Muut kustannukset	22 400	11 959,18
Kokonaiskustannus	73 650	67507,13

* Palkattu henkilö oli Lukessa määräaikaisella työsopimuksella töissä.

Kustannukset eriteltynä rahoituslähteittäin euroina ovat seuraavat:

Rahoituslähde	Suunniteltu €	Toteutunut €
28.70.22 Hallinnon palveluiden digitalisoinnin tuki	50 000	47998.91
30.01.05 Luonnonvarakeskuksen toimintamenot	23 650	19508.21
Kokonaiskustannus	73 650	67507.13

Kokeilun kustannusten ylitys/alitus johtuu pääosin seuraavista tekijöistä:

- Kokeilun kustannuksen alitus johtuu siitä, että etäluettavat ansat toimivat virransaanniltaan ja teknisiltä häiriöiltään paremmin kuin ennakoitiin eikä huoltokäyntejä maastoon tarvittu niin useita kuin oli suunniteltu:
 - Matkakulut pienenivät
 - Henkilökustannukset pienenivät
- Pientä eroa suunniteltuun aiheutti myös, että pakolliset henkilöstösivukulut toteutuivat alhaisempina kuin budjetti laadittaessa (17,7% > 15,48%). Myös Luken yleiskustannuskerroin oli alempi kuin budjetoinnissa käytetty (92% > 88%).

Oman, kokeiluun erikseen palkatun henkilöstön toteutunut kustannus euroina ja henkilötyöpäivinä:

€	htp
4081,93	26,39

2.3. Hankintakäytännöt

Kokeiluun osallistui suurella panoksella yritys Yield Systems Oy. Hankinta toteutettiin suoraan hankintana. Tästä tehtiin Lukessa erillinen päätös ja kokeilusta laadittiin erillinen sopimus Luken ja Yield Systems Oy:n välille. Yield Systems Oy:lla oli heti idea miten ansat voitaisiin toteuttaa nopealla aikataululla ja heidän osaamisprofiilinsa sopi erinomaisesti kokeilun tarpeeseen.

2.4. Riskienhallinta

Kokeilun yleinen riskitaso oli kohtalainen, mutta koska kyseessä oli 1) uuden asian kokeilu 2) eläviin hyönteisiin liittyvä toiminta ja 3) tekniikan oli toimittavan etänä maasto-olosuhteissa, epäonnistuminen oli melko todennäköistä.

Suurin yksittäinen riski oli löytää yhteistyökumppani, joka pystyi toteuttamaan kokeilua muuttuneella aikataululla alkuperäisen yhteistyökumppanin vaihtuessa. Riski ei toteutunut ja kokeilussa onnistuttiin. Tila: suljettu.

Pieni riski oli se, että kohdelajin, kuusen kirjanpajan, populaatiotiheydet olisivat olleet alhaisia ja ansasaaliit eivät olisi riittäneet etäluettavien ansojen toiminnan varmistamiseksi. Tähän liittyi mahdollisuus kylmään kesään, jolloin hyönteisten liikkuminen olisi ollut vähäistä. Kesä osoittautui lämpötiloiltaan sopivan vaihtelevaksi. Riski alhaisista esiintymistiheyksistä vältettiin osallistamalla kokeiluun Luken tutkimusmestari, joka työskenteli Itä- ja Etelä-Suomen kirjanpajien seurantapaikoilla. Hänen tuloksensa auttoivat suuntaamaan kokeilun etäseurattavat hyönteisansat paikoille, joissa oli kirjanpajan korkeimmat tiheydet kesällä 2019. Tila: suljettu.

Tekninen toimimattomuus oli iso riski. Eli että ansat eivät pystyisi lähettämään tarvittavaa tietoa. Tämä olisi voinut johtua 1) virran liiallisesta kulutuksesta 2) huonoista 4G-yhteyksistä tai 3) muusta ennakoimattomasta teknisestä ongelmasta. Tätä vältettiin hyödyntämällä jo valmiiksi vesitiiviiksi koteloitua matkapuhelintekniikkaa. Tämä vaatii laajamittaista testausta puhelimiin ominaisuuksista ja kuumuuden kestosta ennen kuin ansoihin sopivat mallit valittiin. Tila: suljettu.

Kokeilun riskien tilanne kokeilun päättyessä:

Riski	Lopullinen tila	Toimenpiteet	Toimenpiteiden vaikutus
Yhteistyökumppani	Yhteistyökumppani vaihtui	Ostopalveluna Yield Systems Oy	Luovuttiin alkuperäisestä opiskelijaryhmä yhteistyökumppanista ja valittiin matkapuhelimien tekniikkaa hyödyntävä linja napakalla aikataululla.
Hyönteisten vähäisyys huonosta säästä tai populaation alhaisuudesta johtuen	Hyönteisiä runsaasti	Etsittiin maastokohteet Luken hyönteisseurannan perusteella myöhemmin kesällä	Onnistuttiin kuvamateriaalin hankinnassa etänä koneoppimisalgoritmillemme
Tekninen toimivuus	Virta riitti, vain yksi häiriö kuvien lähettämässä	Yield Systems Oy:n tekemä etukäteistestaus kameralle, aurinkopaneelille ja laitteiston kuumuuden kestolle ennen ansojen kokoamista maastoon.	Virta ei loppunut maastossa laitteista ja aineistosta pystyttiin automatisoimaan hyönteisten laskenta.

2.5. Kokeilun tavoitellut hyödyt ja niiden toteutuminen

Vuonna 2018 Luken kirjapainaja-kaarnakuoriaisten seurannan kokonaiskustannukset olivat 80 000€, sisältäen 4.9 htkk, joilla Luke on seurannut 16 ansapaikkaa. Seuranta täydentävät Metsäkeskus, mutta myös metsänhoitoyhdistykset ja yksityishenkilöt. Kustannukset sisältävät koepaikkojen valinnan, ansojen pystytyksen, tyhjennyksen (vain 1krt/kk) sekä ansojen poiston. Tulevaisuudessa mm. eläköityminen aiheuttaa haasteen ja kustannusten alentamiseksi ansojen tyhjennysväli on liian pitkä laadukkaasti ajantasaisen tiedon saamiseksi. Ansojen automatisointi vähentäisi turhia tyhjennysmatkoja. Tämän myötä henkilöstökulut alenisivat ja matkakulut pienenisivät. Toisaalta seurannan laatu kasvaisi merkittävästi. Arviolta neljänneksen alemmilla kustannuksilla saataisiin reaaliaikainen palvelu, jonka aikaansaaminen vanhalla menetelmällä maksaisi arviolta 140 000€.

Hakemuksessa kaavailtiin, että kokeilun onnistuessa hyödyt realisoituvat tulevina vuosina. Aluksi uudet ansatyypit vaatisivat investointeja vuonna 2020, minkä jälkeen vuonna 2021 taloudellista hyötyä alkaisi kertyä. Kokeilun perusteella hyötyjen realisoituminen ei tapahdu näin nopeasti. Ansat vaativat jatkokehittelyä ja Luken oman henkilökunnan palkkoihin käytettävää rahoitusta. Näyttäisi siltä, että tämän kokeilun perusteella rakennettaisiin uusi pilottiansa vuodelle 2020, sitä parannettaisiin 2021 ja mahdollisesti sen jälkeen sitä voitaisiin kokeilla laaja-alaisemmin käytännön seurantatyössä. Tuolloin saatavan tiedon tarkkuus ja sen saannin automatisointi suoraan Luken sivustolta löytyvälle karttapohjalle toteutuisivat.

Yield Systems Oy:tä ohjeistettiin, että pilotin ansa pitäisi toteuttaa edullisesti. Kustannukset olivat 400 euroa per ansa. Arvioitiin, että itse komponenteista rakennettava ansa ei tulisi tätä kalliimmaksi ja tämän vuoksi seuraavana on tarkoitus toteuttaa vastaavanlainen tiedonsiirto ja etäluettava ansa, mutta rakentaen se itse erikseen tilattavista komponenteista ja Raspberry Pi tietokonee-

seen. Kokeilussa ansojen teknisestä laadusta saatiin runsaasti tietoa, jotka huomioidaan jatkokehityksessä.

Taulukko kuvaa kehitettävän prosessin vaikuttavuus- ja asiakashyötypotentialiaali hakemuksen mukaan ja arvioi sen toteutumista kokeilun jälkeen:

Arvio kehitettävän prosessin vaikuttavuus- ja asiakashyötypotentialista		
Tavoiteltava yhteiskunnallinen vaikuttavuus	Hyötyjen realisoituminen hakemuksen mukaan (keskeiset toimenpiteet ja vastuutahot vaikuttavuushyötyjen realisoimiseksi)	Arvio hyötyjen realisoitumisen toteutumisesta, jos kokeilussa rakennettu muutos otetaan tuotantoon
Palvelun laadun parantuminen: metsätuhoihin varautuminen	Saadaan ajantasaisesti tieto, mikäli jokin metsäalue on suuremmassa riskissä kirjanpajien tuhoille.	Ansa vaatii kehittämistä, mutta tämä on mahdollista 2 v tähtämällä.

Kuvaa alla olevaan taulukkoon kehitettävän prosessin vaikuttavuus- ja asiakashyötypotentialiaali hakemuksen mukaan ja arvioi sen toteutumista kokeilun jälkeen:

Arvio kehitettävän prosessin tuottavuuspotentialista		
Taloudelliset hyödyt	Hyötyjen realisoituminen (keskeiset toimenpiteet ja vastuutahot vaikuttavuushyötyjen realisoimiseksi)	Arvio hyötyjen realisoitumisen toteutumisesta, jos kokeilussa rakennettu muutos otetaan tuotantoon
Henkilöstön palkkaustarpeen pienentyminen	Eläköityvien maastotyöntekijöiden tilalle ei palkata yhtä monta kun aiemmin.	Tekniikan lisääntymien voi vaatia erilaista osaamista lisää, jolloin hyöty jää saavuttamatta.
Matkakulujen vähentyminen	Turhat ansojen tarkastusmatkat poistuvat	Ansa vaatii kehittämistä, mutta tämä on mahdollista 2 v tähtämällä.

3. Kokeilun päättäminen

3.1. Kokeilun opit

Teknologiaa hyväksikäyttäen on mahdollista saada ajantasaista tietoa hyönteisten esiintymisestä perinteistä ansaseurantaa tarkemmin ja laadukkaammin. Työt teetettiin paljolti ostopalveluina, mutta tutkimusyhteistyöhenkisesti ja Yield Systems Oy:n kanssa yhdessä tehden. Jotta tällainen uusi menetelmä ja sille karttapohjainen ajantasainen käyttöliittymä luotaisiin Lukeen täytyy suurempi joukko Luken vakituksia teknisiä asiantuntijoita olla kokeilussa mukana. Nyt se oli mahdotonta rahoitusinstrumentin vuoksi.

Kokeilun perusteella uskomme, että etäluettava ansa kirjanpajin (ja muiden hyönteistuholaisten torjuntaan) on suunniteltavissa ilman, että kustannukset karkaavat.

3.2. Kokeilun kokemusten jakaminen

Kyseessä on erityinen menetelmä, jonka soveltaminen rajoittuu sellaisten hyönteisten seurantaan, jotka reagoivat feromoneihin. Luonnonvarakeskuses-

sa kokeilu liittyy myös muiden metsä- ja ruoantuotannon tuhonaiheuttajien seurantaan ja kuva-analyysin kautta myös kasvitautien seurantaan. Koneoppimisalgoritmien käyttöä sovelletaan myös riista- ja kalakantojen seurantaan.

Kokeilusta laaditaan pilottikokeilun päätyttyä erillinen raportti, jota käyttää edelleen jatkokehityksen pohjana. Aiheesta kerrotaan myös kirjanpainaajaan liittyvien esitelmien osana laajasti eri yleisölle. Kokeilusta kirjoitetaan lehtiartikkeli esimerkiksi Kasvinsuojeluseuran julkaisemaan Kasvinsuojelulehteen.

Kokeilun päätteeksi järjestettiin 27.9. loppuseminaari Aalto-yliopiston tiloissa Espoossa. Paikalle kutsuttiin Luken omia IoT-asiantuntijoita, koneoppimisalgoritmien asiantuntija, tietojärjestelmien asiantuntija sekä ruoantuotannon puolelta hyönteisansojen etäluentaa suunnittelevat tutkijat. Keskusteluissa pohdittiin tulevaa ja sitä kuinka nyt tehtyä pilottia kehitetään edelleen.

Ruokavirastossa seurataan erilaisia vaarallisia kasvintuhoojia, joista osaa hyönteisistä etsitään myös feromoniansoja hyödyntäen. Heitä tiedotetaan kokeilun lupaavista tuloksista yhteisissä palaveriessamme. Samoin huolehditaan tiedotuksesta myös maa- ja metsätalousministeriössä. Kokeilun kokemusten jakamisesta vastaa kokeilun vetäjä.

3.3. Kokeilun hyödyntäminen

Kokeilun tulokset eivät vielä tässä vaiheessa tue menetelmän käyttöönottoa. Projektissa tuotettiin kaksi erityyppistä ansaratkaisua ja nähtiin, että tulevaisuudessa niiden ominaisuudet on yhdistettävä. Nyt toteutettu matkapuhelin versio on tarkoitus kokeilun pohjalta haettavalla tutkimusrahoituksella korvata komponenteista rakennettavalla ansalla.

Kokeilu ei 6 kk:n pilottina tuottanut vielä laitetta, joka sellaisenaan sopisi käytännön testaukseen Lukea laajemmin. Pilotti toi kuitenkin tärkeää tietoa, jota hyödynnetään ansojen jatkosuunnittelussa. Tavoitteena on, että lähitulevaisuudessa kirjanpainaajien päivittäiset määrät päivittyvät automaattisesti Luken metsainfo.luke.fi sivuille tuleville karttapohjille.