

**miehittämättömien ilma-alusten ja
kaukokartoitusmenetelmien hyödyntäminen
maataloushallinnon tukivalvonnoissa**

Tutkimus tarpeista, käyttömahdollisuuksista ja kustannustehokkuudesta.



Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Visamäki, Biotalouden liiketoiminnan kehittäminen

kevät, 2018

Koulutus Biotalousliiketoiminnan kehittäminen
Kampus Hämeenlinna, Visamäki

Tekijä Minna Kolari **Vuosi** 2018

Työn nimi Miehittämättömien ilma-alusten ja kaukokartoitusmenetelmien hyödyntäminen maataloushallinnon tukivalvonnoissa – tutkimus tarpeista, käyttömahdollisuuksista ja kustannustehokkuudesta

Työn ohjaaja/t Antti Peltola

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa tarkasteltiin pienten miehittämättömien ilma-alusten tuottaman kuvausaineiston hyödyntämismahdollisuuksia maatalouden peltoalaperusteisten tukien valvonnassa. Lisäksi työssä selvitettiin kaukokartoitusmenetelmien periaatteita ja niiden mukanaan tuomia mahdollisuuksia tehostaa pinta-alaperusteisten maataloustukien valvontaprosessia.

Työ tehtiin Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskuksen DroneFinland -ryhmän toimeksiannosta ja siinä selvitettiin heidän tutkimuksessa tuottaman aineiston soveltumista nykyiseen maataloushallinnon tukivalvontaan.

Opinnäytetyö lähti tutkijan omasta mielenkiinnosta aihetta kohtaan. Aluehallintouudistus tuo mukanaan mahdollisuuden uusien työskentelytapojen käyttöönottoon. Maataloushallinto voi jatkossa lisätä avoimen datan käyttöä, mikä tehostaa ja monipuolistaa valvonnan menetelmiä.

Työssä tultiin johtopäätökseen, että mikäli tulevalla EU:n ohjelmakaudella halutaan luopua jälkikäteisestä valvonnasta ja edistää reaaliaikaisen monitoroinnin käyttöönottoa, tulee tukijärjestelmän olla nykyistä selvästi yksinkertaisempi. Valvonnasta pitäisi tehdä enemmän ympärivuotista ja teknologiaa sekä kaukokartoitusmenetelmiä pitäisi hyödyntää mahdollisimman reaaliaikaisen ilmakuvan saamiseksi.

Avainsanat maataloustukien valvonta, kauko-ohjattu ilma alus, RPAS, kaukokartoitus, monitorointi

Sivut 70 sivua, joista liitteitä 8 sivua

Degree Programme in Bioeconomy Business Development
Visamäki

Author	Minna Kolari	Year 2018
Subject	The use of remotely controlled unmanned aircraft systems and observation methods to support agricultural administration from the viewpoint of research, possible use cases and cost-effectiveness.	
Supervisors	Antti Peltola	

ABSTRACT

The main purpose of this thesis was to find out new possibilities of remotely piloted aircraft systems and remote observation methods to support agricultural administration functions. In addition, also principles of remote sensing methods and their possible potential to enhance the process of controlling surface-based agricultural subsidies were also studied.

The work was commissioned by the DroneFinland Group of the Finnish Geospatial Research Institute of The National Land Survey where the main focus was to investigate the suitability of the material produced in the research to support agricultural administration and control.

The starting point for the thesis was the researcher's genuine own interest in the topic. The regional government reform brings along the new interesting opportunity to introduce new effective working methods. Thus the agricultural administration would be able to increase in the future the use of open-air data, which would definitely enhance, streamline and diversify control methods used.

The study concluded that if the next Rural Development Programme is to abandon ex-post control and shift the main focus to promoting real-time monitoring, the support system must be simplified and more straightforward. Surveillance should be more extensive and it is crucial that the technology and remote sensing methods obtain as up-to-date and real-time aerial images whenever possible.

Keywords controlling of agricultural support, remotely piloted aircraft system, RPAS, remote sensing, monitoring

Pages 70 pages including appendices 8 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS	2
2.1	Tavoitteet	2
2.2	Työn rajausta	2
3	HALLINNON UUDISTUKSET	4
3.1	Valtionhallinnon tehostamisohjelma	4
3.2	Maakuntaudistus.....	4
3.2.1	Muutokset aluehallinnossa	4
3.2.2	Maakunnan tehtävät maaseutupalveluiden osalta	5
3.2.3	Muutokset maakuntien toimintaresurssien jaossa.....	7
3.3	Ruokaviraston perustaminen	8
4	MAATALOUSTUKIVALVONNAT	10
4.1	Tukivalvonnan kehitys 2000-luvulla	10
4.2	Maatalousvalvonta Suomessa tällä hetkellä.....	11
4.3	Valvonnan kustannukset	13
4.4	Valvonnan kehittäminen	14
4.5	Uuden ohjelmakauden tukipolitiikka	17
5	KAUKOKARTOITUS JA AVOIMET AINEISTOT	19
5.1	Periaatteet.....	19
5.2	Kaukokartoitusvalvontapilotit.....	19
5.3	Paikkatietoalusta	20
5.4	Laserkeilausohjelma	21
5.5	Kansallinen kuvausohjelma	21
5.6	Biomassa-atlas.....	23
6	RPAS ILMAKUVAUKSEN MAHDOLLISUUDET LUONNONVARA-ALALLA.....	24
6.1	Termistö ja toimintaperiaatteet.....	24
6.2	Lainsäädäntö	26
6.3	Hämeen ELY-keskuksen tähänastiset kokemukset	27
6.4	Dronet ja lintuvesien tilan arviointi -luento	30
6.5	Virossa tehty testi.....	30
7	AIEMMAT TUTKIMUKSET AIHEESTA.....	32
7.1	Maanmittauslaitoksen paikkatietokeskuksen DroneFinland-ryhmä	32
7.2	Pienoishelikopteri viljanviljelyn apuna -hanke.....	34
7.3	Pelto-data hyötykäyttöön, Mikä Data -hanke	35
7.4	Diplomityö biomassojen arvioinnista ja korkeusmalleista	36
7.5	Liikkuva laserkeilain.....	36
8	TUTKIMUKSEEN SAADUN AINEISTON ANALYYSI	38

8.1	Aineisto.....	38
8.2	Analyysimenetelmä.....	40
9	OMIA SELVITYKSIÄ AIHEESTA	41
9.1	Pienoislennokkiharrastajan ottamia kuvia.....	41
9.2	Esimerkkilaskelmat.....	42
9.2.1	Kokotilavalvonta	42
9.2.2	Kasvipeitteisyysvalvonta.....	43
9.3	Asiantuntijahaastattelut.....	44
9.3.1	Asiantuntijahaastattelujen periaatteet	44
9.3.2	Valvontapäällikön ja tarkastajien haastattelu	45
9.3.3	Maaseutuviraston asiantuntijan haastattelu	45
9.3.4	Ympäristövastuualueen asiantuntijan haastattelu	46
10	TYÖN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	47
10.1	Triangulaatio tulosten saamiseksi.....	47
10.1.1	Aiempien tutkimusten ja kirjallisuuden pohjalta saadun tulokset.....	47
10.1.2	Paikkatietoaineiston analyysi	48
10.1.3	Kustannuslaskelman ja haastattelujen pohjalta saadut tulokset	51
10.2	Johtopäätökset.....	54
10.2.1	Tutkimuksen luotettavuus.....	54
10.2.2	Riskit ja epävarmuustekijät	55
10.2.3	Pohdintaa.....	56
	LÄHTEET	57

Liitteet

- Liite 1 Koontitaulukko opinnäytetyön viitekehyksestä
- Liite 2 Herkkyysanalyysin lähtötiedot

Työssä käytetyt lyhenteet on esitelty tekstissä kohdassa, jossa niitä käsitellään, mutta alle on listattu keskeisimmät käytetyt lyhenteet:

BVLOS	Beyond Visual Line- of- Sight lennot eli toiminta, jossa kauko-ohjaaja tai lennättäjä pitää apuvälineiden avulla yhteyttä kauko-ohjattuun ilma-alukseen tai lennokkiin
CAP	Common Agricultural Policy, Euroopan unionin yhteinen maatalouspolitiikka
DRONE	Miehittämätön laite, jota usein käytetään yleisterminä puhuttaessa kauko-ohjatuista ilma-aluksista tai lennokeista
GMES	Global Monitoring for Environment and Security, tunnetaan myös nimellä Copernicus, on EU:n ympäristötiedon palveluverkosto
EVIRA	Elintarviketurvallisuusvirasto
ELY	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
JRC	EU-komission tutkimuslaitos Joint Research Centre
MAVI	Maaseutuvirasto
NDVI	Kasvillisuusindeksi, joka perustuu kasvillisuuden heijastamaan valoon
TRAFI	Liikenteen turvallisuusvirasto
RGVI	Red-Green kasvillisuusindeksi
RPAS	Remotely Piloted Aircraft System eli kauko-ohjatut ilma-aluksen käytön kokonaisjärjestelmä
UAV	Unmanned Aerial Vehicle eli miehittämätön ilma-alus; ilma-alus, joka on tarkoitettu lentämään ilman ilma-aluksessa mukana olevaa ohjaaja

1 JOHDANTO

Maataloushallinto elää Suomessa murrosvaiheessa, sillä valmisteilla on tähän asti ehkä suurin uudistus, jossa tukivalvonnat ovat aluehallintouudistuksen johdosta järjestäytymässä uudelleen vuoden 2020 alusta. Aihe on todella ajankohtainen, sillä parhaillaan Brysseliä myöden mietitään uutta maaseudun kehittämissuunnitelmaa, johon myös viljelijätuet ja niiden valvonta sisältyvät. EU:n maatalouspolitiikka, Suomen aluehallintouudistus sekä yleinen tahtotila maaseutuhallinnon keventämiseksi luo valvontaprosesseihin kehittämistarvepainetta tuleville vuosille.

Maa- ja metsätalousministeriön toimialalla on muiden hallinnonalojen tavoin takana tiukka tehostamissuunnitelma. Sen seurauksena henkilöstö on vähennetty minimiin. Uuden teknologian tehokkaampi hyödyntäminen kiinnostaa sekä hallinnon kehittäjiä että konkreettista valvontatyötä tekeviä tarkastajia.

Valvonnoilla varmistetaan, että maataloustuet maksetaan oikein perusteiden ja ajallaan sekä se, että viljelijät saavat maataloustuet mahdollisimman oikeudenmukaisin ja tasapuolisin perusteiden koko maassa. Valvonnalla myös taataan tuenhakijoiden tasapuolinen kohtelu kaikissa EU-maissa. (Maaseutuvirasto, 2017a)

Koska tulevan maakunnan maaseutupalveluiden järjestämisen rahoitusta tullaan aluehallintouudistuksen myötä todennäköisesti vähentämään merkittävästi nykyisestä, on selvä tarve tehostaa ja nykyaikaistaa hallinnon prosesseja. (Hämeen ELY-keskus, 2017)

Kauko-ohjattavien miehittämättömien ilma-alusten käyttö kaukokartoituksessa on lisääntynyt viime vuosina nopealla tahdilla. Niiden etuna on esimerkiksi lentokoneilla tehtyihin ilmakuvauksiin verrattuna laitteiden pieni koko ja edullisuus. Miehittämättömien ilma-alusten tuottamaa ilmakuvaa ja kaukokartoitusaineistoa ei ole vielä hyödynnetty maataloushallinnossa, vaikka käyttökohteita on tutkittu paljon.

Opinnäytetyö on tutkimus miehittämättömien ilma-alusten soveltuvuudesta maatalouden tukivalvonnan käyttöön. Työ tehtiin Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskuksen DroneFinland -ryhmän toimeksiannosta ja siinä selvitettiin heidän tutkimuksessa tuottaman aineiston soveltumista nykyiseen maataloushallinnon tukivalvontaan. Lisäksi työssä vertailtiin valvonnan nykyisiä kustannuksia suhteessa miehittämättömien ilma-alusten tuottaman aineiston hankintakustannuksiin.

2 TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS

2.1 Tavoitteet

Tutkimuksen tavoite oli löytää keinoja alentaa maataloustukivalvontojen kustannuksia nykyisestä. Työssä tarkasteltiin pienten miehittämättömien ilma-alusten tuottaman kuvausaineiston hyödyntämismahdollisuuksia maatalouden peltoalaperusteisten tukien valvonnassa. Lisäksi työssä selvitettiin kaukokartoitusmenetelmien periaatteita ja niiden mukanaan tuomia mahdollisuuksia nykyaikaistaa pinta-alaperusteisten maataloustukien valvontaprosessia.

Opinnäytetyön kannalta oleellimmat tutkimuskysymykset olivat:

- Mitkä ovat maataloushallinnon tarpeet ja mahdollisuudet kehittää valvontaa teknologian avulla?
- Voivatko miehittämättömät ilma-alukset tuoda uusia toimintatapoja maatilavalvontaan?
- Onko miehittämättömien ilma-alusten käyttö maatilavalvonnoissa taloudellisesti järkevää?

Työssä on pyritty konstruktiiiviseen tutkimukseen, jossa olemassa olevan tutkimustiedon pohjalta on luotu uutta teoriaa ja ratkaisuja maatalouden tukivalvontojen kehittämiseksi. Konstruktiiivisessa opinnäytetyössä halutaan muuttaa entisiä käytäntöjä ja toteuttaa uusi innovaatio. Samalla on tärkeää arvioida, mihin muuttujiin voidaan vaikuttaa ja mihin ei eli mitkä ovat rajoittavia tekijöitä. (Järvinen & Järvinen 2000, 40.)

2.2 Työn rajaus

Tutkimuksen kirjallisuuskatsauksen yhteydessä kävi ilmi, että kauko-ohjattujen ilma-alusten hyödyntämistä luonnonvara-alalla on jo tutkittu paljon. Aiheesta löytyy niin opinnäytetöitä, väitöskirjoja, tutkimusraportteja sekä meneillään olevia tutkimuksia.

Hämeen ammattikorkeakoulussa on syksyllä 2017 valmistunut opinnäytetyö, joka kuvaa monipuolisesti tämänhetkisen tilanteen kauko-ohjatut ilma-alusten käyttömahdollisuuksista, tekniikan tarjoamista vaihtoehdoista ja käyttöön liittyvistä osaamistarpeista luonnonvara-alalla. (Lientola 2017.) Tämän työn johdosta tästä tutkimuksesta on rajattu pois itse laitteistojen tarkempi esittely.

Tässä työssä kaukokartoitusta tarkastellaan Sentinel 2 -satelliitin tuottaman aineiston hyödyntämismahdollisuuksien osalta. Lisäksi työssä on tutkittu meneillään olevan Paikkatietohankkeen sekä kansallisten kuvausohjelmien tarjoamia mahdollisuuksia saada avointa kaukokartoitusaineistoa maataloushallinnon käyttöön.

Tutkimuksessa on kuvattu valvonnan nykyhetken tilanne, tulevaisuuden kehittämistarpeet sekä olemassa olevia menetelmiä kuvausaineistojen tuottamiseksi. Työssä ei paneuduta tarkkoihin tukiehtokuvauksiin. Niitä on käsitellyt opinnäytetyössään Björk (2017).

3 HALLINNON UUDISTUKSET

3.1 Valtionhallinnon tehostamisohjelma

Vuoden 2011 lopulla käynnistettiin valtionhallinnon tehostamisohjelma, joka oli nimeltään vaikuttavuus ja tuloksellisuusohjelma (VATU). Sen rooli valtionhallinnon tuottavuuden kehittämisessä on ollut merkittävä. Ohjelman tavoitteena oli talouden kestävyysvajeeseen sekä työmarkkinoiden muutokseen vastaaminen ja sen aikana toteutettiin yli 90 uudistusta. Tehostamisohjelman taloudelliset vaikutukset ovat noin 400 miljoonaa euroa vuoteen 2020 mennessä. (Valtioneuvosto, 2015)

Tehostamisohjelman aikana pyrittiin löytämään uusia tehokkaampia tapoja eri hallinnonalojen sisällä. Esimerkkinä voidaan mainita maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalan paikkatiedon tutkimus- ja kehittämistyön keskittäminen vuoden 2015 alusta Maanmittauslaitokseen. Tavoitteena oli luoda edellytykset ministeriön toimialan palveluiden ja tietoresurssien laajalle sähköistymiselle ja tietotekniselle yhtenäistymiselle. (Valtiovarainministeriö, 2013)

Valtionhallinnossa työskentelevää henkilöstöä on 25 viime vuoden aikana vähennetty alle puoleen. Vuonna 2010 valtion palkkalistoilla oli vajaat 86 400 henkeä, vuonna 2016 henkilöstömäärä laski tehostamisohjelman seurauksena 73 000 henkilötyövuoteen. Työntekijöitä ei nykyisen kaltaisessa valtionhallinnossa enää voida vähentää ilman, että teho ja toimivuus alkaisivat kärsiä. Tehtäviä tulee näin ollen edelleenkin kehittää ja hyödyntää digitalisaation mahdollisuuksia. (Leppänen 2016.)

Maataloushallinnossa ja tukivalvonnoissa tehostamisohjelma on näkynyt tiukentuneina ohjeistuksina ja henkilöresurssien vähenemisellä. YT-menettely koski myös maatalouden tukivalvontoihin osallistuvaa henkilöstöä ja monesta ELY-keskuksesta jouduttiin irtisanomaan tukitarkastajia. Koulutuksiin osallistutaan enää vain esimiehen luvalla ja virkamatkoihin kiinnitetään todella tarkkaan huomiota. Samaan aikaan valvottavien tukiehtojen määrän lisääntyminen pienemmällä henkilöstöllä on aiheuttanut paineita tehostaa valvontaprosessia.

3.2 Maakuntaudistus

3.2.1 Muutokset aluehallinnossa

Sote- ja maakuntaudistus astuu voimaan 1.1.2020. Maakuntaudistuksella luodaan maahan uudenlainen ja kustannustehokas julkinen hallinto ja sillä turvataan tärkeät palvelut ja sujuvoitetaan kansalaisten asiointia. Maakuntaudistuksen tavoitteena on muun muassa palvelujen nykyaikais-

taminen. Aluehallinnon uudistusta tarvitaan, koska palvelujen saatavuudessa ja laadussa on nykyisellään eroja kuntien ja alueiden välillä. Palvelujen rahoittaminen käy tulevaisuudessa vaikeammaksi, kun Suomen väestö ikääntyy ja tarvitsee enemmän palveluja. (Alueuudistus, 2018)

Aluehallintouudistuksen johdosta alueelliset maaseutupalvelut ovat järjestäytymässä uudelleen vuoden 2020 alusta. Maakuntauudistuksessa maakunnan alaisuuteen kootaan muun muassa pelastustoimeen, maaseudun kehittämiseen ja elinkeinoelämän tukemiseen liittyviä tehtäviä, jotka nykyisin kuuluvat kunnille, maakunnan liitolle, aluehallintovirastolle, ELY-keskuksille tai TE-toimistolle. Uudistuksen keskeinen tavoite on luoda selkeä ja rakenteeltaan yhdenmukainen aluehallinto kaikkiin Suomen 18 maakuntaan. Käyttöön tulevat nimet maakunta, maakuntavaltuusto, maakuntahallitus ja maakuntavirasto. (Tarasti 2016, 7.)

3.2.2 Maakunnan tehtävät maaseutupalveluiden osalta

Maakunnat hoitavat niille maakuntalaissa säädettyjä tehtäviä. Lisäksi maakunnan palveluyksiköt voivat ottaa hoitaakseen myös sellaisia kunnan tehtäviä, jotka maakunnan kaikki kunnat sopimuksella antavat niiden hoidettavaksi ja jotka liittyvät maakunnan tehtävälleen. Tällöin kunnat osoittavat myös rahoituksen tehtävän hoitoon maakunnassa. Maakunnan maaseutupalveluiden järjestämisen rahoitusta tullaan vähentämään muutoksesta johtuen merkittävästi nykyisestä. Tästä huolimatta määritetyistä tehtävistä tulee suoriutua tai vaarana voi pahimmillaan olla yksiköiden lakauttamiset maakunnan alueelta. (Valtioneuvosto, 2017)

Aluehallintouudistuksen myötä maakuntien maaseutupalveluihin yhdistyy henkilökuntaa kunnista, kuntayhtymistä, ELY-keskuksista, aluehallintovirastosta sekä mahdollisesti lomituspalveluista. Hallinto yksinkertaistuu merkittävästi, ja hallintoportaiden määrä vähenee. Valmistelutyössä tavoitteena on tällä hetkellä, että maakuntien toiminnan alkaessa organisaatio ja tehtäväjako on saatu selkeäksi sekä henkilökunnan että asiakkaiden näkökulmasta. Uudet sähköiset prosessit sekä digitalisaatio mahdollistavat entistä tehokkaammat työskentelytavat, joita toivottavasti pystytään hyödyntämään paljon nykyistä tehokkaammin. (Hämeen ELY-keskus, 2017)

Maakuntien maaseutupalvelut luovat edellytyksiä maaseudun elinvoimaisille elinkeinoille. Maaseutupalvelut toteuttavat maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalan strategista tavoitetta puhtaan kotimaisen ruuan tuotannon ja uusiutuvien luonnonvarojen kestävästä käytön turvaamisesta. Maaseutupalvelut toimivat tiiviissä yhteistyössä ministeriön ja hallinnonalan muiden toimijoiden kanssa. Maatalouden ja maaseudun kehittämisen tukijärjestelmän toimeenpano on maaseutupalveluiden lakisääteinen ydintehtävä. (Hämeen ELY-keskus, 2017)

Maakunnan tehtäviä koskevissa lainsäädännön luonnoksissa veloitetaan maakunnat järjestämään tiettyjä palveluja yhteistoiminnassa siten, että

palveluista vastaa tietyllä alueella yksi maakunta. Yhteistyöalueisiin kuuluvat maakunnat säädetään valtioneuvoston asetuksella. Yhteistyö perustuu laissa säädettyyn yhteistyösopimukseen, jolla sovitetaan yhteen alueen palvelut. Yhteistyösopimus hyväksytään alueen maakuntien maakuntavaltuustuissa. Valtio rahoittaa maakuntien tehtävien hoidon ja palvelut. Valtion taloudellisella ohjauksella varmistetaan, että maakuntien talous pysyy tasapainossa ja että ne pystyvät huolehtimaan tehtävistään. Lisäksi valtio-ohjauksella varmistetaan, että ihmisten perusoikeudet toteutuvat ja palvelut sovitetaan yhteen asiakaslähtöisesti. Vahvaa ohjausta tarvitaan myös tietohallinnossa ja ICT-palveluissa. Muilta osin valtioneuvoston ohjaus on luonteeltaan sopimuksellista ja perustuu neuvotteluihin maakuntien kanssa. (Hämeen ELY-keskus, 2017)

Aluehallintouudistusta koskevat ajankohtaiset asiat on koottu alueuudistus nettisivuille, jossa asiantuntijat julkaisevat Muutoksessa-blogissa mielipiteitään valmisteilla olevista aiheista. 27.9.2017 sivuilla julkaistiin maa- ja metsätalousministeri Jari Lepän blogi aiheesta ”EU:n maatalousrahastojen maksajavirastotehtävät eivät kuulu liikelaitokseen”. Tämä oli ministeriltä vahva ulostulo julkisessa keskustelussa olevaan tehtävien ulkoistamiseen. Leppä muistuttaa, että maakuntien ruoka- ja luonnonvarasektori vastaa erittäin laajasta ja valtakunnallisesti elintärkeästä tehtäväkokonaisuudesta. (Leppä 2017.)

”Maatalouden suorien EU-tukien ja maaseudun kehittämistarpeiden osuus Suomen kaikista EU-tuloista on yli 70 %, keskimäärin 864 miljoonaa euroa vuodessa. Maa- ja metsätalousministeriön sektorin EU-tuet ja kansalliset tuet ovat yhteensä noin 2 miljardia euroa vuodessa” (Leppä 2017).

Ministeri Leppä jatkaa blogissaan, että suurin osa maakuntien vastuulle siirtyvistä maataloushallinnon tehtävistä on niin sanottuja maksajavirastotehtäviä. Niiden hoitamista ohjaavat yksityiskohtaiset EU-säädökset, jotka asettavat ehdottomat vaatimukset muun muassa sovittuja siirrettyjä tehtäviä hoitavien viranomaisten hallintorakenteelle. Suomessa EU-säädösten mukaisena EU:n maaseuturahaston ja maatalouden tukirahaston maksajavirastona toimii tällä hetkellä Maaseutuvirasto.

Maakuntauudistuksen yhteydessä maksajavirastotehtävien hoitamisen kannalta kriittisiä osa-alueita ovat ministerin blogin mukaan maksajavirastotehtävien ohjaus, laatukriteerien täyttäminen sekä riittävä resursointi. Suomessa tehdään vuosittain useita EU-komission tarkastuksia, joilla valvotaan noudattaako Suomi EU-lainsäädännön velvoitteita. Virheellinen toiminta voi johtaa kymmenien, pahimmillaan satojen miljoonien eurojen rahoituskorjauksiin tai EU voi keskeyttää kokonaan maaseutuohjelman mukaisen tukien maksamisen Suomelle. Näistä syistä johtuen ministeri Leppä toteaa, että maksajavirastotehtävät on hoidettava jatkossakin viranomaistehtävinä. Niitä ei voida EU-lainsäädännöstä tulevien ehtojen nojalla

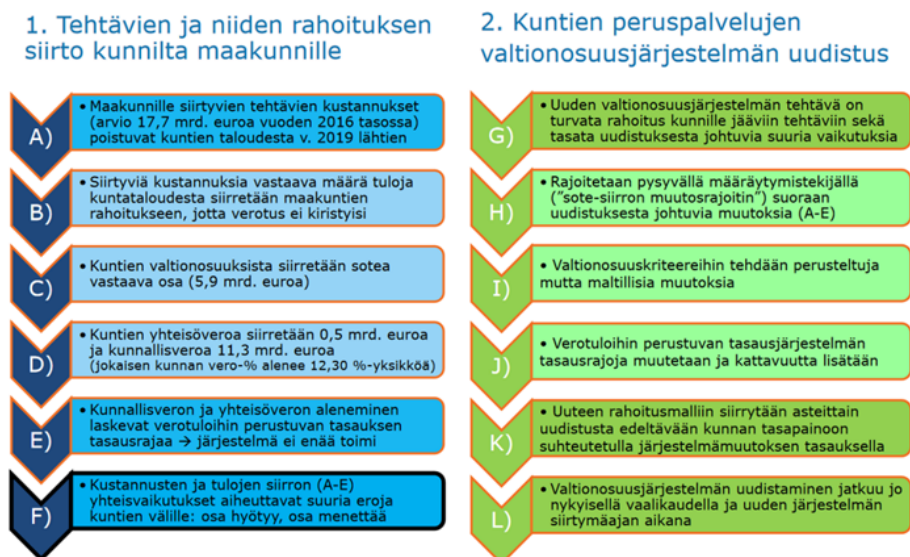
siirtää maakunnan liikelaitoksen kolmannen osapuolen hoidettaviksi. (Leppä 2017.)

3.2.3 Muutokset maakuntien toimintaresurssien jaossa

Nykyisellään aluehallinnossa Aluehallintovirastoilla ja ELY-keskuksilla on yhteinen strategia-asiakirja ja sen lisäksi kullakin aluehallintovirastolla ja ELY-keskuksella on oma työ- ja elinkeinoministeriön kanssa tehtävä tulossopimus. Strategia-asiakirja ja tulossopimukset laaditaan hallituksen toimikaudeksi ja niiden sisältö tarkistetaan tarvittaessa ottaen huomioon valtiotalouden kehukset ja valtion talousarvio. (Hämeen ELY-keskus, 2016)

Tulevilla maakunnilla on itsehallinto. Maakunnan asukkailla ja heidän valitsemallaan maakuntavaltuustolla on aito mahdollisuus päättää maakunnan taloudesta ja toiminnasta. Tätä toteuttaa myös valtionrahoituksen antaminen yleisenä valtionosuutena ilman korvamerkintää. Maakunnalla on laajasti päätösvaltaa mm. palvelujen tuotantorakenteen organisoimisessa. Maakuntalaisia säädetään maakunnan arviointimenettelyn käynnistämisestä, jos maakunnan taloudellinen tila täyttää laissa säädetyt kriteerit. (Hämeen ELY-keskus, 2017.)

Vuodesta 2020 alkaen läheskään kaikkien maakuntien rahoitukseen siirrettävät tulot eivät kuntakohtaisesti vastaa siirrettäviä kustannuksia sekä verotulojen, että valtionosuuksien osalta. Verotulojen ja yleensä tulojen osalta merkittävin osa siirtyvistä tuloista koostuu kunnallisverosta. Kuntalaisten veroasteiden liiallisen eriytymisen välttämiseksi kaikkien kuntien kunnallisveroasteita alennetaan saman veroprosenttiyksikön verran eli hallituksen esitysluonnoksen mukaan 12,5 prosenttiyksikköä vuoden 2017 tasosta. Näin kaikkien kuntien veroprosenttien vaihteluväli pysyy ennallaan. Kun kunnallisveron tuotto vaihtelee kunnittain huomattavasti, siirtyvän kunnallisveron määräkin vaihtelee huomattavasti. Kuntiin kohdistuvia taloudellisia vaikutuksia maakuntaudistuksen yhteydessä on kuvattu kuvassa 1. (Veronmaksajat, 2017)



Kuva 1. Maakuntauudistuksen taloudellisia vaikutuksia (Alueuudistus, 2016).

3.3 Ruokaviraston perustaminen

Maatalous- ja maaseutuhallinnon tarkoituksena on ruuan tuotannon, huoltovarmuuden ja elintarviketurvallisuuden varmistaminen sekä maa-seudun elinvoimaisuuden ja elinkeinojen kilpailukyvyyn edistäminen rahoituksellisin keinoin ja valvonnan sekä tarkastusten avulla. Tällä hetkellä Maa- ja metsätalousministeriö vastaa maaseutuhallinnon järjestämisestä ja kehittämisestä yhteistyössä Maaseutuviraston (Mavi) ja Elintarviketurvallisuusviraston (Evira) kanssa. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2017b)

Nykyisellään Mavilla ja Eviralla on erilaiset tietokannat, joihin asiakkaiden tukihakemukset ja asiakastiedot tallentuvat. Tietoja on hankala saada siirtymään järjestelmästä toiseen ja osittain tehdään myös päällekkäistä valvontaa.

Maatalous- ja ympäristöministeri Kimmo Tiilikainen ilmoitti 11.11.2016, että Elintarviketurvallisuusvirasto ja Maaseutuvirasto yhdistetään. Samalla arvioidaan, liitetäänkö uuteen virastoon myös Maanmittauslaitoksen tietohallintoyksikkö. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2016a.)

Ministeri Tiilikainen perustelee virastojen yhdistämistä byrokratian karsimisella ja hallinnon sujuvoittamisella, mihin on toivottu uudistusta jo pitkään. Tiilikaisen mukaan Eviran ja Mavin yhdistämisestä syntyy asiakkaan näkökulmasta etuja, kun toimintatapoja ja toimintakulttuuria pystytään uudistamaan kokonaisuutena. Taustalla on myös maakuntauudistus, jossa maataloushallinto keskitetään ELY-keskuksista ja kuntien yhteistoiminta-alueilta maakunnan järjestettäväksi. Maatalouden ja elintarviketurvallisuuden kokoaminen samaan virastoon mahdollistaa maa- ja metsätalousmi-

nisteriön kannalta toimialojen nykyistä tehokkaamman kokonaisuohjauksen sekä asiakkaiden että uusien maakuntien suuntaan. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2016a)

Uuden viraston nimeksi on päätetty Ruokavirastoa ja sen on tarkoitus aloittaa toimintansa vuoden 2019 alusta. Perustamisen aikataulu ei ole sidoksissa maakuntauudistukseen, vaan valmistelu etenee oman aikataulunsa mukaisesti. Valtiovarainministeriön 19.9.2017 julkaistussa tiedotteessa Maa- ja metsätalousministeriö esittää Ruokaviraston päätoimipaikaksi Seinäjokea. Alueellistamisen koordinaatioryhmä puoltaa esitystä ja toteaa ettei päätoimipaikkaan liittyen ei ole aihetta tehdä erillistä sijoittamisselvitystä. (Valtiovarainministeriö, 2017)

Ruokaviraston on tarkoitus olla monipaikkainen keskushallinnon toimija, jonka kaikki toiminta on valtakunnallista. Perustettavan Ruokaviraston organisaatio tulee muodostumaan maksajavirastotehtävistä sekä elintarviketurvallisuuden valvonnasta, tarkastustoiminnasta, laboratoriopalveluista, riskinarvioinnista ja tieteellisestä tutkimuksesta. Olennaisimmat muutokset nykytilaan ovat nykyisten virastojen hallinnon yhdistäminen sekä tietohallinnon selkeyttäminen. Virastojen yhdistämisellä on tavoitteena edistää elintarvikeketjun ja sen toimijoiden näkökulman ottamista yhä vahvemmin viranomais- ja kehitystyön lähtökohdaksi sekä vahvistaa toimialan digitalisaation edellytyksiä. Yhdistäminen mahdollistaa toteutuessaan toimintatapojen uudistamisen, toimintakulttuurin kehittämisen, toiminnan tehokkuuden lisäämisen sekä kustannussäästöt. (Valtiovarainministeriö, 2017)

Ruokaviraston valmistelu jatkuu maa- ja metsätalousministeriössä siten, että hallituksen esitys laiksi Ruokavirastosta ja eräistä siihen liittyvistä laeista annettiin eduskunnalle päätettäväksi 22.2.2018. Tuleva virasto vastaa EU:n maataloustuki- ja maaseuturahaston varojen käytöstä Suomessa, toimii maksajavirastona ja hallinnoi EU- ja kansallisia tukia. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2018)

4 MAATALOUSTUKIVALVONNAT

4.1 Tukivalvonnan kehitys 2000-luvulla

Suomen maataloustukijärjestelmä on osa Euroopan unionin yhteistä maatalouspolitiikkaa CAP:a (Common Agricultural Policy), jonka tavoitteena on muun muassa pyrkiä asetettuihin tavoitteisiin yhteisin keinoin. Maataloustuen tarkoituksena Suomessa, kuten muissakin jäsenmaissa, on mahdollistaa maanviljelyn jatkuvuus maailmanmarkkinahintojen vaihtelusta huolimatta sekä elintarvikkeiden saatavuuden turvaaminen ja kuluttajahintojen pysyminen kohtuullisella tasolla. Suomi on liittymisneuvottelujen yhteydessä sopinut kansallisesta tukijärjestelmästä, joka ottaa huomioon Suomen erityisolosuhteet. Kullakin tukimuodolla on oma tavoite ja tarkoitus. Sen lisäksi Suomi on jaettu maantieteellisesti eri tukialueisiin tukien porrastamisen vuoksi. (Maaseutuvirasto, 2017a)

Maatalouden tukivalvonta on 2000-luvulla muuttunut nopeasti sen jälkeen, kun tukihakemukset on tullut mahdolliseksi jättää Vipu-palvelussa sähköisesti. Samalla maataloushallinnon karttapalvelu on muuttunut paperikartoista sähköiseksi, enää ei pinta-aloja määritetä planimetrillä paperikartalta käsintehtyyn piirroksen pohjalta, vaan pinta-alat mitataan GPS-laitteella ja tiedostot siirretään sähköiseen tukisovellukseen, jossa pinta-alat mitataan joko suoraan ilmakehältä tai GPS-mittausta hyödyntäen.

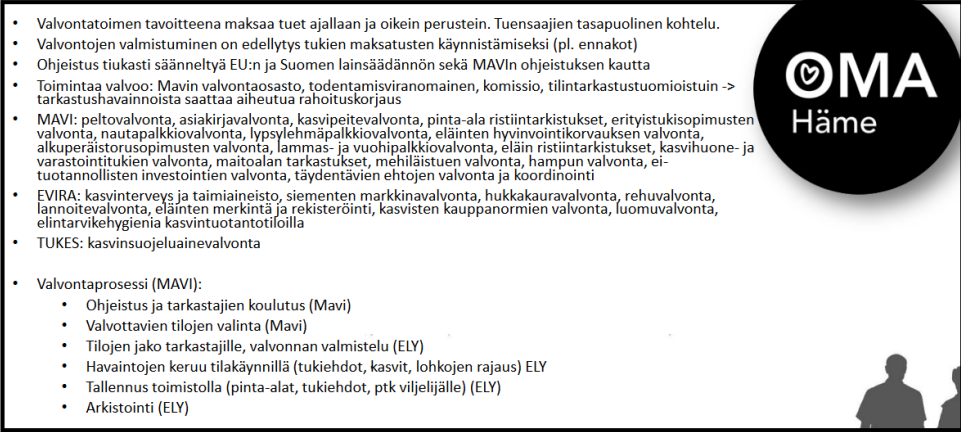
Maatalousvalvontaa on koko EU-ajan myös selvitetty ja pyritty tehostamaan. Vuonna 2007 selvitysmies Kaj Suomela jätti raportin maatalouden tuki- ja valvontajärjestelmien yksinkertaistamisesta. Selvitysmiehen raportissa pyrittiin löytämään parannusehdotuksia, jotka vähentäisivät viljelijälle massiivisen byrokratian aiheutumia rasitteita ja stressiä. (Suomela 2007, 6.)

Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelman edellisellä ohjelmakaudella Maa- ja metsätalousministeriö asetti 18.11.2010 viljelijätukien valvontatoiminnan rationalisointivaihtoehtoja selvittävän työryhmän. Työryhmän loppuraportissa esitettiin muun muassa valvontatoiminnan edelleen kehittämistä huomioon ottaen ELY-keskusten sisäiset ja väliset yhteistyömahdollisuudet. Työryhmä tarkasteli työssään erityisesti sekä valvonnan kenttätöön että erikseen toimistotyön rationalisointimahdollisuuksia. Selvityksessä oli huomioitava myös komission viime vuosina tekemät tarkastushavainnot. Työryhmän tuli myös vuosina 2010 - 2011 kartoittaa valvonnan eri työvaiheiden ulkoistamismahdollisuuksia ja samaa keskustelua on käyty nyt myös tulevan maakuntahallintoon siirtymisen yhteydessä. Työryhmän arvioinnissa oli huomioitava ehdotusten vaikutus valvonnan kokonaiskustannuksiin sekä hyödynnettävä aiemmin tehtyjä valvonnan kehittämiseen liittyvien työryhmien loppuraportteja. (Mikander ym. 2011, 3.)

4.2 Maatalousvalvonta Suomessa tällä hetkellä

Maataloustukivalvontaa säätelevät koko EU:n alueella Euroopan neuvoston ja Euroopan komission yhteiset, kaikkia jäsenvaltioita koskevat säädökset. EU:n kokonaan ja osittain rahoittamien tukien lisäksi valvotaan myös maiden kansallisia tukia. Jäsenmaiden yhteisillä säädöksillä varmistetaan, että kaikissa jäsenvaltioissa valvontaa tehdään riittävässä määrin, samalla tavalla ja samoin menetelmin. EU:n Komissio tarkastaa jäsenmaiden menettelyn ja maksujen oikeellisuutta vuosittaisilla jäsenmaihiin kohdistuvilla tarkastuksilla. (Maaseutuvirasto 2017b.)

Suomessa maataloustukien valvontaa ohjaa ja hallinnoi tällä hetkellä Maaseutuvirasto (Mavi). Elinkeino-, liikenne ja ympäristö - (ELY) keskusten tarkastajat tekevät tilakäynnit kasvukauden aikana vuosittaisen tukihaun päätyttyä, vuonna 2017 päätukihaku päättyi 15.6. Peltoalaperusteisia tukia hakeneista maatiloista valvotaan vuosittain vähintään 5 %. Velvoite tulee komission asetuksesta. Valvontaprosessin nykytila on esitetty kuvassa 2. Valvottavien tilojen määrään vaikuttavat lisäksi edellisen vuoden valvonnoissa aiheutuneet seuraamukset. (Maaseutuvirasto 2017c, 7-10.)



• Valvontatoimen tavoitteena maksaa tuet ajallaan ja oikein perustein. Tuensaajien tasapuolinen kohtelu.

• Valvontojen valmistuminen on edellytys tukien maksatusten käynnistämiseksi (pl. ennakot)

• Ohjeistus tiukasti säänneltyä EU:n ja Suomen lainsäädännön sekä MAVIn ohjeistuksen kautta

• Toimintaa valvoo: Mavin valvontaosasto, todentamisiviranomainen, komissio, tilintarkastustuomioistuin -> tarkastushavainnoista saattaa aiheutua rahoituskorjaus

• MAVI: peltovalvonta, asiakirjavalvonta, kasviesteivalvonta, pinta-ala ristiintarkistukset, erityistukisopimusten valvonta, nautapalkkiovalvonta, lypsylehmäpalkkiovalvonta, eläinten hyvinvointikorvauksen valvonta, alkuperäisturvasopimusten valvonta, lammas- ja vuohipalkkiovalvonta, eläin ristiintarkistukset, kasvihuone- ja varastointitukien valvonta, maitoalan tarkastukset, mehiläistuen valvonta, hampun valvonta, ei-tuotannollisten investointien valvonta, täydentävien ehtojen valvonta ja koordinaointi

• EVIRA: kasvinterveys ja taimiaineisto, siementen markkinavalvonta, hukkakauravalvonta, rehuvalvonta, lannoitevalvonta, eläinten merkintä ja rekisteröinti, kasvien kaupanormien valvonta, luomuvälvonta, elintarvikehygienian kasvintuotantotiloilla

• TUKES: kasvinsuojeluainevalvonta

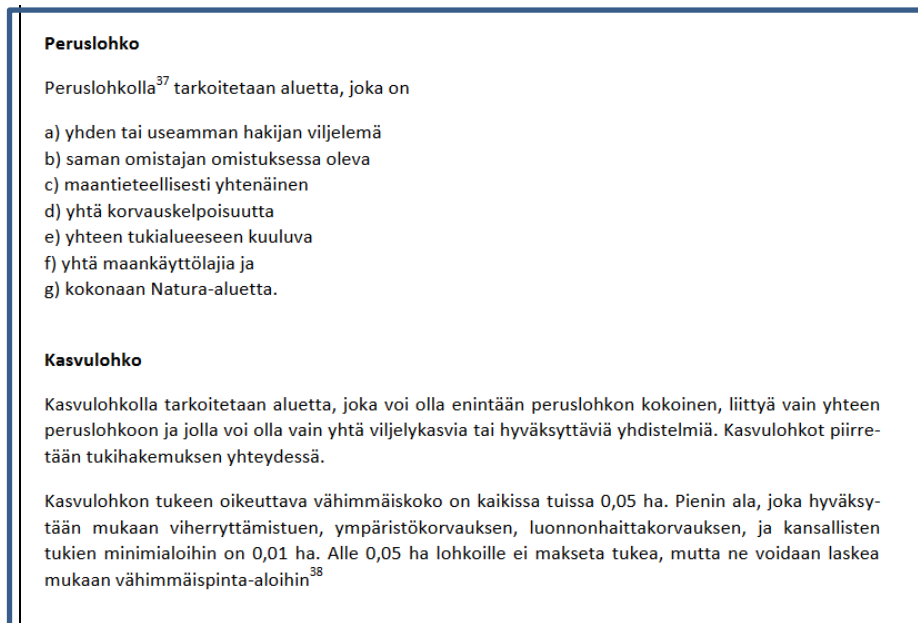
• Valvontaprosessi (MAVI):

- Ohjeistus ja tarkastajien koulutus (Mavi)
- Valvottavien tilojen valinta (Mavi)
- Tilojen jako tarkastajille, valvonnan valmistelu (ELY)
- Havaintojen keruu tilakäynnillä (tukiehdot, kasvit, lohkojen rajaus) ELY
- Tallennus toimistolla (pinta-alat, tukiehdot, ptk viljelijälle) (ELY)
- Arkistointi (ELY)

Kuva 2. Valvontaprosessin nykytilan kuvaus (OmaHäme, 2017).

Suomessa on käytössä geo-spatiaalinen tukihakemus, jossa jokaisen peruslohkon koordinaatit ovat tiedossa. Vuosittaiset maataloustukihakemukset sisältävät kasvulohkot sähköisenä karttapiirroksena, josta muodostuu haettu pinta-ala kullekin kasvilajille ja tukimuodolle.

Termit peruslohko ja kasvulohko on avattu tarkemmin kuvassa 3. Valvontakäynneillä tarkastetaan paikan päällä maastossa kasvulohkojen pinta-alat, viljelykasvit ja yleisesti tukiehtojen sekä lainsäädännön noudattaminen. (Maaseutuvirasto 2017c, 26-27.)



Kuva 3. Lohkojen määrittäminen (Maaseutuvirasto 2017c, 26-27.).

Kokotilavalvonnassa tarkastetaan paikan päällä tilan kaikki kasvulohkot. Niistä valvotaan ilmoitettu kasvi, paikkakunnan tavanomainen viljelytapa eli onko lohkoa muokattu, lannoitettu ja kylvetty ehtojen mukaisesti, onko kasvinsuojelusta huolehdittu ja onko sato korjattu. Kasvulohkojen pinta-ala mitataan tällä hetkellä tarvittaessa joko karttasovelluksen avulla digitaalisen kartta-aineistosta tai maastossa GPS-laitteella. Maastossa havaitut tukikelvottomat alueet rajataan pois pinta-alasta. (Maaseutuvirasto, 2017d)

Kasvulohkon hyväksyty pinta-ala määritetään vertaamalla viljelijän tukihakemuksessa ilmoittamaa ja valvonnassa mitattua kasvulohkon pinta-alaa keskenään. Jos kasvulohkon mitatun ja ilmoitetun pinta-alan ero on enintään sallitun poikkeaman (toleranssin) suuruinen, hyväksytään viljelijän tukihakemuksella ilmoittama kasvulohkon pinta-ala. Jos taas ero on suurempi kuin sallittu poikkeama, lohkon hyväksytyksi alaksi tulee valvonnassa mitattu pinta-ala. Toleranssi oli vuonna 2017 GPS-laitteella mitatuilla kasvulohkoilla 0,5 metriä* kasvulohkon kehämitta ja karttasovelluksella mitatuilla 0,75 metriä* kehämitta. (Maaseutuvirasto 2017c, 37.)

Ympäristökorvauksen tukiehtojen noudattamisen todentamiseksi voidaan tilalle tehdä uusintakäynti, mikäli ehdon noudattamista ei ensimmäisellä käynnillä voida todentaa. Uusintakäynti voi kohdistua esimerkiksi suoja-vyöhykkeen sadonkorjuuvelvoitteen toteuttamiseen. (Maaseutuvirasto, 2016)

Maatilavalvontoihin on otettu tekniseksi apuvälineeksi maastotallennin. Vuonna 2017 niitä on jo käytetty kaikissa ELY-keskuksissa. Tällä hetkellä tarkoitus on, että vuonna 2018 kaikki kokotilavalvonnat toteutetaan paikakatietoteknologiaa hyödyntäen maastotallentimille suoraan tilakäynnin yhteydessä.

4.3 Valvonnan kustannukset

EU:n yhteisen maatalouspolitiikan toimeenpano aiheuttaa maataloustu-
kien valvonta- ja hallintokustannuksia, joista kukin jäsenvaltio vastaa itse.
Maatalouden rakenteen kehityksellä on vaikutuksia viljelijätukivalvontoi-
hin, sillä tilamäärän lasku vähentää suoraan valvottavien kohteiden luku-
määrää. Toisaalta valvottavat tilat ovat pinta-alaltaan entistä suurempia
kokonaisuuksia ja näin valvontakäynnit hidastuvat aiempaan verrattuna.
(Henttu, Lehmusvuori & Lehtiniemi 2017, 48.)

Valvonnan selvityksen mukaan viljelijätukiin kohdistuvien valvontatehtä-
vien vuosittaiset kustannukset ovat ELY-keskuksissa olleet vuonna 2015
noin 14,5 miljoonaa euroa ja valvontaan on koko maassa käytetty noin 250
henkilötyövuotta. Maataloustuotannon valvonnan toimeenpanon resurs-
seja ja kustannuksia on avattu tarkemmin taulukossa 1. Maataloustukival-
vonnan kustannukset ovat siten noin 0,8 % vuosittain maksettavan tuen
määrästä. Edellä mainituissa kustannuksissa ei ole mukana maataloustuki-
hakemusten vastaanottoon tai hakemusten hallinnollisen käsittelyyn kulu-
vaa työaikaa eikä kustannuksia. Nämä ovat yleisiä hallintokustannuksia
eikä niitä voida pitää valvontaan kuuluvana tehtävänä. Lukuihin pitää hal-
lintokustannusten lisätä myös kuntien yhteistoiminta-alueiden tekemät
hukkakauratarkastukset, joihin on käytetty noin 7 henkilötyövuotta ja kus-
tannukset ovat olleet noin 0,4 miljoonaa euroa. (Henttu, Lehmusvuori &
Lehtiniemi 2017, 49.)

Taulukko 1. Maataloustuotannon valvonnan toimeenpanon resurssit ja kustannukset vuonna 2015 (Henttu, Lehmusvuori & Lehtiniemi 2017, 48).

	Taho	Henkilötyövuodet	Kustannukset
Peltotukivalvonta	ELY-keskus	223,5	12 986 000 €
Eläintukivalvonta	ELY-keskus	26,3	1 550 000 €
Kasvinterveyden ja taimiaineistojen tarkastukset, hukkakauravalvonta ja luomutuotannon valvonta	ELY-keskus	29,4	1 665 000 €
Rakennetukien valvonta	ELY-keskus	6,3	374 000 €
Rakennetukien valvonta	Mavi	1	60 000 €
Luomutarkastukset	Valtuutetut tarkastajat ja Evira	30,0	2 204 000 €
Sertifioidun siemenen tarkastukset	Valtuutetut tarkastajat ja Evira	10,7	785 000 €
Kasvinterveyden ja taimiaineistojen tarkastukset	Valtuutetut tarkastajat ja Evira	5,2	341 000 €
Eläinten terveyden ja hyvinvoinnin valvonta	AVI	26,3	1 867 000 €
Elintarviketurvallisuuden valvonta	AVI	5,4	321 000 €
Eläinten terveyden ja hyvinvoinnin valvonta	Kuntien ympäristöterveydenhuollon YTA	33,1	1 969 000 €
Elintarviketurvallisuuden valvonta	Kuntien ympäristöterveydenhuollon YTA	17,3	1 029 000 €
Hukkakauravalvonta	Kuntien maaseutuhallinnon YTA	7	385 000 €
Viljelijätukivalvonta yhteensä **		249,8	14 536 000 €
Rakennetukivalvonta yhteensä		7,3	434 000 €
Substanssivalvonta yhteensä ***		164,4	10 566 000 €
Substanssivalvontojen nettokustannus			7 366 000 €

4.4 Valvonnan kehittäminen

Maa- ja metsätalousministeriön maataloustuotannon valvonnan kehittämisen selvityksessä tarkastellaan ja vertaillaan eri vaihtoehtoja valvonnan järjestämisestä ja annetaan ehdotukset valvontaprosesseista jatkossa. Selvitys tukee osaltaan maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalan rakenteellista kehitystyötä, johon liittyy maakuntaudistus sekä Maaseutuviraston ja Elintarviketurvallisuusviraston yhdistyminen. Selvityksessä kuvataan

maataloustuotannon valvontaprosessien ja tietovirtojen käsittelyn mahdollisia vaihtoehtoja sekä eri vaihtoehtojen vahvuudet, heikkoudet, hallintokustannukset ja toimeenpanon kannalta tarvittavat toimenpiteet.

Valvontaprosessien tulee täyttää EU-säädösten vaatimukset, mutta samalla niiden tulisi olla maatalousyrittäjien sekä maataloushallinnon kannalta toimivia ja taloudellisesti kestäviä. Selvityksen tekivät yksikön päällikkö Timo Lehtiniemi Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksesta, läänineläinlääkäri Kirsi Henttu Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovirastosta ja neuvotteleva virkamies Pia Lehmusvuori maa- ja metsätalousministeriöstä. Työ aloitettiin tammikuun 2017 alussa ja se valmistui toukokuun 2017 lopussa ja luovutettiin kesäkuussa 2017. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2016b)

Selvityksessä todetaan muun muassa maataloustuotannon valvontojen vahvuuksina se, että nykyiset prosessit koetaan vakiintuneiksi ja melko hyvin toimiviksi ja tarkastajien koetaan olevan pääosin ammattitaitoisia. Suurin heikkous on selvityksen mukaan se, että nykyisin valvontoja ohjaavat useat eri keskusvirastot ja valvontakäyntejä maatiloilla tekevät usean eri organisaation tarkastajat. Viranomaisten välillä ei ole riittävästi yhteistyötä eikä tiedonkulkua, sillä yksittäistä valvontaa varten tehtyä tarkastushavaintoa ei hyödynnetä muissa valvonnoissa. Lisäksi valvontatuloksia tallennetaan useaan eri tietojärjestelmään. Selvityksen tekijät toteavat, että maakuntaudistus sekä Mavin ja Eviran yhdistäminen ovat tervetulleita uudistuksia tämän ongelman poistamiseksi. (Henttu, Lehmusvuori & Lehtiniemi 2017, 3-4.)

Selvityshenkilöt tekivät yhteensä 60 ehdotusta valvonnan kehittämiseksi. Keskeisimmät kehitysideat liittyvät tulevien maakuntien organisoitumiseen niin, että kaikki maatalous- ja elintarviketuotantoon, eläinlääkintähuoltoon sekä maaseudun kehittämiseen liittyvät tehtävät keskitettäisiin maakunnassa samaan toimintokokonaisuuteen. Tämä antaisi selvityksen mukaan synergiahyötyjä sekä mahdollistaisi resurssien joustavan ja tehokkaan hyödyntämisen. Samalla toteuttaisi yhden luukun periaatetta, mikä parantaisi asiakaspalvelua.

Valvontoja tulisi selvityksen tekijöiden mukaan tehdä nykyistä enemmän samalla tilakäynnillä ja erityisesti kotieläintuotannon valvonnoissa nähtiin yhdistämismahdollisuuksia. Valvontakäyntien yhdistäminen vähentää kustannuksia. Kotieläintilojen valvontaa tulisi vähentää EU-säädösten mahdollistamalla tavalla, koska koieläintiloille tehdään jo säännöllisesti muiden tahojen toimesta terveydenhuolto- tai auditointikäyntejä.

Vaihtoehtoa, jossa maatilalla tehtävien tarkastushavaintojen tekijä olisi eri henkilö kuin valvonnan lopputuloksen määrittäjä, ei selvityksessä ehdoteta otettavaksi käyttöön, koska useat nykyisen lainsäädännön vaatimuksista ovat monimuotoisesti tulkittavissa ja tarkastajan täytyy tuntea tehtäväkenttä laajasti. Valvontakustannusten säästämiseksi selvityksen mukaan

Suomen tulisi ehdottaa EU:lle, että tulevaisuudessa hallinnollisella eli toimistolla tehtävällä valvonnalla korvattaisiin nykyistä enemmän paikan päällä maatilalla tehtävää valvontaa. Selvityksen mukaan tulevaisuuden tavoitteena tulee olla tilan tietojen ja tarkastushavaintojen tallentaminen vain yhteen kertaan niin, että ne ovat kaikkien niitä tarvitsevien valvontaviranomaisten käytössä. Valvojien ja viljelijöiden tulisi päästä yhtä lailla kaikkiin tarvittaviin maataloushallinnon tietojärjestelmiin. Lisäksi viljelijätukien sähköisestä Vipu-palvelusta tulisi kehittää koko maataloustuotannon asiointijärjestelmä, jolla hallinnoitaisiin tukihaun lisäksi myös valvonnan tietoja ja hoidettaisiin viljelijöiden ja maatalousviranomaisten välistä asiointia. (Henttu, Lehmusvuori & Lehtiniemi 2017, 4.)

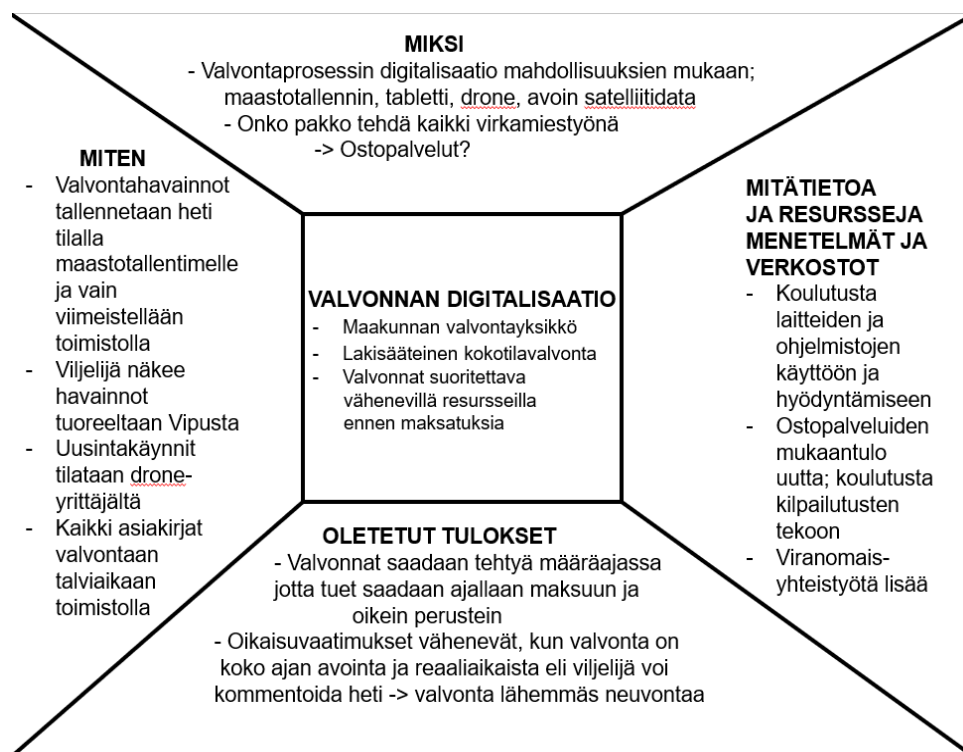
Mavin näkemyksen mukaan mobiilivalvontaan siirtyminen eli tietojen tallentaminen maastotallentimille nopeuttaa nyky muodossaan valvontojen tekemistä. Maastotallentimen avulla valvontatulokset voidaan tallentaa tietojärjestelmiin jo maatilalla ja paperisten pöytäkirjojen täyttämisestä voidaan ainakin osittain luopua. Tämä uudistus tuotiin esiin myös selvityksessä.

Valvontojen määrän vähentämisen lisäksi merkittävin keino kustannussäästöjen saavuttamiseen on selvityksenkin mukaan valvontakäynnillä tarkastettavien vaatimusten vähentäminen, yksinkertaistaminen ja yhdenmukaistaminen. Selvityshenkilöt muistuttavat, että Suomen tulisi vaikuttaa tähän EU-säädösten valmistelussa sekä pyrkiä näitä tavoitteita kohti myös kansallisesti päätettäviä tukijärjestelmiä ja ehtoja valittaessa. Sekä EU- että kansallisten säädösten valmisteluvaiheessa tulisi aina ottaa huomioon vaatimusten valvottavuus ja toimeenpanokustannukset. Vaatimusten vaikuttavuus suhteessa kustannuksiin tulisi laskea ennen ja jälkeen päätöksenteon ja muistettava, että maatalouspolitiikan ja substanssilainsäädännön tavoitteiden toteuttaminen edellyttää aina myös valvontaa. (Henttu, Lehmusvuori & Lehtiniemi 2017, 4.)

Valvonnan kehittämistä käsitellään myös opinnäytetyössä (Björk 2017.), jossa oli teetetty ELY-keskusten tarkastajille kyselytutkimus. Kyselyn perusteella työssä päästiin johtopäätöksiin siitä, miten valvontoja tulisi tarkastajien näkökulmasta kehittää. Kyselyyn vastasi 26 tarkastajaa. Opinnäytetyön tulosten perusteella pinta-alaperusteisten tukien valvonnan ensisijaisia kehittämiskohteita ovat maataloustukijärjestelmän ja tukiehtojen yksinkertaistaminen, tietojärjestelmien ja sovellusten kehittäminen, valvonnan tuominen nykyaikaan ja prosessien sähköistäminen sekä digitalisaation tehokas hyödyntäminen. Opinnäytetyössä saatujen tulosten voidaan katsoa olevan samansuuntaisia vuonna 2011 tehdyn sekä vuoden 2017 selvityksen kanssa.

Biotalousliiketoiminnan kehittämisen moduulissa Palvelut ja tuotteistaminen biotalouden arvoketjuissa innovoitiin tätä tutkimusta varten ku-

vassa 4 esitetty palvelukonsepti valvonnan digitalisaation kehittämisen näkökulmasta. Siinä on otettu huomioon tulevat maataloushallinnon muutokset prosesseissa sekä esitetty vaihtoehtoja tehostamiseksi.



Kuva 4. Maatalousvalvonnan digitalisaation palvelukonsepti.

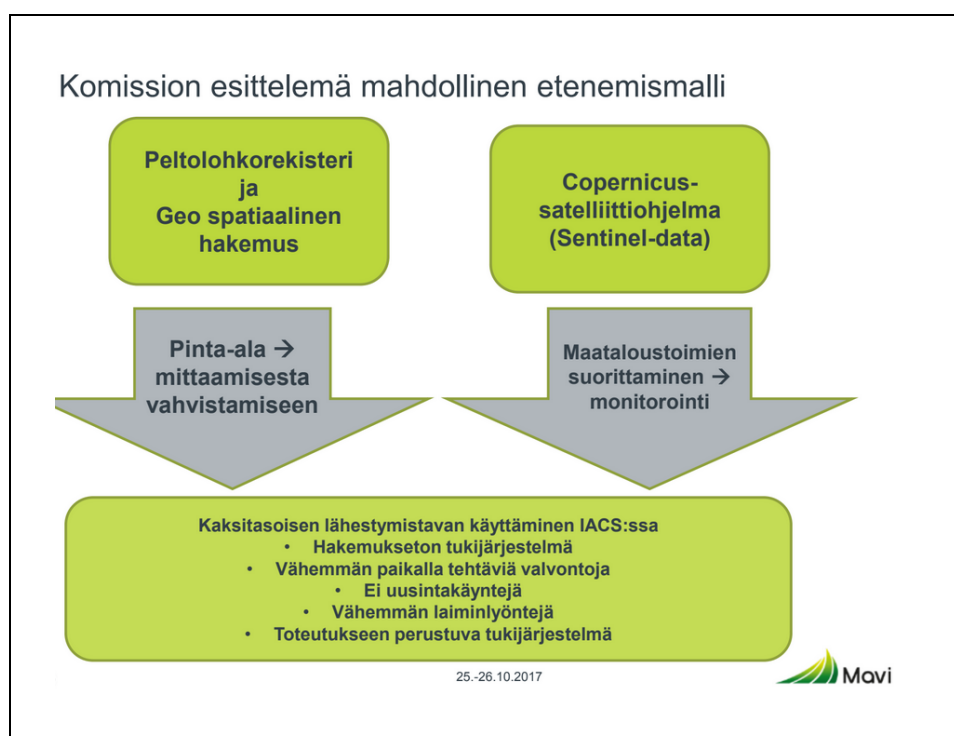
4.5 Uuden ohjelmakauden tukipolitiikka

EU:n nykyistä maatalouspolitiikkaa on usein moitittu monimutkaiseksi. Mikäli tulevan ohjelmakauden politiikalle asetetaan paljon tavoitteita, toivottu tukijärjestelmän yksinkertaistaminen tulee olemaan vaikeaa. Poliitiikka ja koko järjestelmää on mahdoton yksinkertaistaa, jos jäsenmaat asettavat itse uusia poliittisia tavoitteita tai tukiehtoja. Poliittisissa keskusteluissa esille ovat nousseet erilaiset tuotantoon kohdistuvat vakuutukset riskienhallintavälineinä, ilmastonmuutokseen sopeutumiseen ja torjuntaan liittyvät toimet sekä EU:n tarjoamat rahoituskeinot investointien edistämiseksi. Nuorien innostaminen epävarmalle maatalousalalle on eräs keskeinen tulevaisuuden kysymys myös Suomessa. Yksinkertaisuus, tukijärjestelmän läpinäkyvyys ja selkeys ovat keskeisiä tavoitteita rakennettaessa tulevasta maatalouspolitiikasta nykyistä ymmärrettävämpää. (MTK, 2017)

EU:n komission maatalouden ja maaseudun pääosastolla sekä komission tutkimuslaitoksessa JRC:ssä (Joint Research Centre) on suunnitteilla uuden monitorointiteknologian käyttöönottoa viljelijätukivalvonnoissa. Mahdollisesti EU-säädöksiä muutetaan niin, että valvontaa voitaisiin joiltain osin korvata uuden teknologian avulla tapahtuvalla monitoroinnilla jo vuodesta

2018 alkaen. Uuden teknologian käyttöönotto valvonnoissa tapahtuisi laajamittaisemmin tulevan ohjelmakauden alusta alkaen. (Kankaanpää 2017.)

Komission mukaan uudet teknologiat mahdollistavat pinta-alatukien valvonnan automatisointia laajemmin ja eri tavalla kuin nykyisin käytössä oleva kaukokartoitusvalvonta. JRC:n mukaan Sentinel-kuvien aikasarjasta voi todeta kasvuston kehitystä eri aikoina ja tunnistaa kasvilajeja. Komission uusia linjauksia on esitelty kuvassa 5. Sentinel-kuvien avulla voitaisiin luoda järjestelmiä, jotka automaattisesti varoittaisivat viljelijää havaittavissa olevasta virheestä etukäteen. Uuden teknologian käyttöönoton myötä voitaisiin nykyistä paremmin kohdentaa valvontaa riskikohteisiin ja vähentää valvontatyötä ja turhien tilakäyntien määrää. (Kankaanpää 2017.)

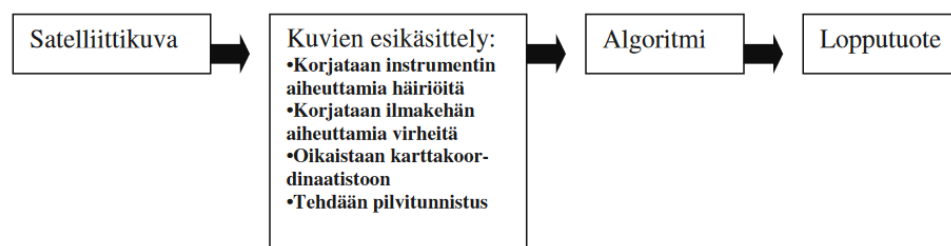


Kuva 5. Valvonnan vaihtoehtoiset mallit. (Kankaanpää 2017.)

5 KAUKOKARTOITUS JA AVOIMET AINEISTOT

5.1 Periaatteet

Kaukokartoituksella (englanniksi remote sensing) tarkoitetaan etämitausta, jossa mittalaite on kiinnitettynä lentokoneeseen, helikopteriin tai satelliittiin. Kaukokartoituslaitteet kuvaavat ja havainnoivat maata sekä mittaavat muun muassa maan magneettikenttää eri aallonpituuksilla. Erilaisilla maastokohteilla on erilaiset sähköiset, fysikaaliset, kemialliset ja geometriset ominaisuudet, jonka takia ne heijastavat eri tavoin sähkömagneettista säteilyä. Kaukokartoituksella pystytään kattamaan suuria alueita nopeasti. Riippuen käytetystä mittalaitteesta, havaintoalueen kohteita pystytään seuraamaan päivittäin ja muodostamaan kattavia aikasarjoja. Havainnoinnin lisäksi kaukokartoitus sisältää myös muita työvaiheita, kuten tiedon siirtoa, arkistointia, prosessointia ja analysointia. Vertaamalla käsiteltyä tietoa kenttämittauksiin tai mallintamalla kohteen ja ilmakehän optisia ominaisuuksia voidaan luoda matemaattisia yhtälöitä eli algoritmeja, joiden avulla kohteesta voidaan mitata haluttu tieto. (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu, 2004)



Kuva 8. Kaukokartoituksen työvaiheet. (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu, 2004)

5.2 Kaukokartoitusvalvontapilotit

Global Monitoring for Environment and Security (GMES) joka tunnetaan myös nimellä Copernicus, on EU:n ympäristötiedon palveluverkosto. Sen tehtävänä on yhdistää satelliittien tuottamaa tietoa maanpinnalta tehtyihin havaintoihin. Euroopan komissio sekä ESA eli Euroopan avaruusjärjestö ovat rahoittaneet satelliittiprojektia, joilla on toimitettu avaruuteen useita kaukokartoitussatelliitteja. Ne ovat nimeltään Sentinel, suomennettuna vartiosotilas. (Copernicus, 2017)

Kaukokartoitusvalvonnalla tarkoitetaan pinta-alojen ja tukiehtojen tarkistamista satelliittikuvien ja/tai ilmakuvien perusteella. Lohkojen pinta-alojen ja kasvien tarkastamista kaukokartoitusvalvonnalla on viimeksi tehty Suomessa vuonna 2003. Tämän lisäksi menetelmää on pilotoitu vuosina 2013–2015. Pilottien tulos oli, että menetelmä on toimiva, mutta Suomen sääolot ja prosessin kesto käytännössä estävät laajemman käyttöönoton. (Kankaanpää 2017.)

Maaseutuviraston järjestämällä valvonnan koulutuspäivillä kesäkuussa 2017 esiteltiin kaukokartoitusvalvonnan nykytilaa. Erityisesti Mavissa selvitetään Sentinel-satelliittien aineistojen käyttöä. Kuvat ovat ilmaisia ja niiden saatavuudessa ei ole rajoitteita. Vuonna 2017 toteutettiin koko maan kattava kasvipeitteisyysvalvonnanpilotti Satellio oy:n kanssa. Kasvipeitteisyyden osalta oli tavoitteena, että kovalta voitaisiin todeta tilan kasvipeitteisyyden täyttyminen eikä erillistä tilakäyntiä tarvittaisi. Pilotissa ei saatu kuitenkaan riittävän kattavia tuloksia eli menetelmää ei suoraan pystytty ottamaan käyttöön. Lähiaikojen tavoitteena on löytää käyttökelpoinen toimintamalli kaukokartoitusvalvonnan käyttöönottoon muussa peltotukivalvonnassa kuin pinta-alojen tarkastamisessa. (Kankaanpää 2017.)

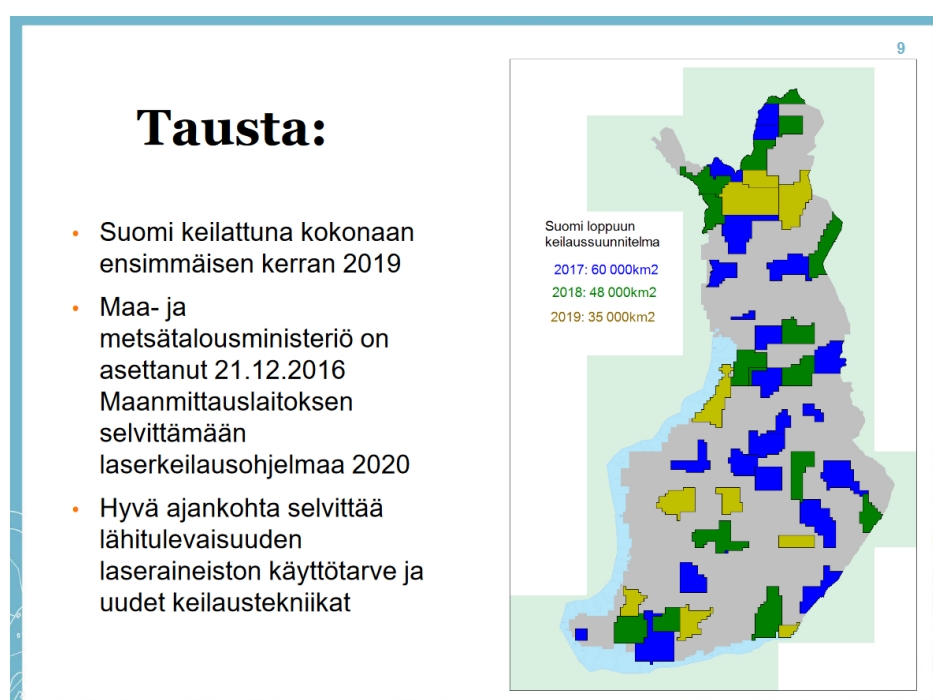
5.3 Paikkatietoalusta

Julkisen hallinnon yhteinen Paikkatietoalusta-hanke on maa- ja metsätalousministeriön rahoittama hallituksen kärkihanke, jonka tavoitteena on luoda uusi tieto- ja palvelukokonaisuus. Paikkatietoalustalla tarkoitetaan järjestelmää, joka mahdollistaa ihmisten, palveluiden ja sovellusten yhteydet toisiinsa. Hanke koostuu kahdeksasta osahankkeesta ja hankekokonaisuuden valmisteluun osallistuu keskeisinä kumppaneina valtiovarainministeriö, ympäristöministeriö, Suomen ympäristökeskus ja Maanmittauslaitos sekä lukuisa joukko muita yhteistyökumppaneita yksityiseltä ja julkiselta sektorilta. Kokonaishankkeen avulla julkisen hallinnon toimijat voivat tuoda keräämänsä paikkatiedon osaksi yhteistä tietovarantoa. Paikkatietoalusta hankkeessa toteutetaan latauspalvelu, jonka kautta Mavi ja muu maaseutuhallinto voi ladata kuvamosaiikkeja. Palvelu yhtenäistää näin valtion, maakuntien ja kuntien paikkatiedot ja tuo datan yleisesti saataville. Paikkatietoalustan tarkoitus on jatkossa parantaa julkisen hallinnon sähköisiä palveluita sekä tehostaa ja tehdä läpinäkyvämmäksi tietopohjaista päätöksentekoa. Samalla on mahdollista säästää julkisen hallinnon kustannuksissa. Kustannussäästöjä syntyy julkisessa hallinnossa, sillä Paikkatietoalustaa hyödyntämällä voidaan poistaa päällekkäisiä toimintoja, ylläpitää tehokasta tietovarantoa sekä yhtenäistää aineistoja. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2017a)

Paikkatietoalustahankkeessa käydään todennäköisesti läpi myös laserkeilausaineistoa. Geologian tutkimuskeskuksen eli GTK:n tuottama Maankamara palvelu tarjoaa tuoreimman karttakuvan Suomen maa- ja kallioperästä. Uusia tarkastelunäkökulmia ja tulkintamahdollisuuksia avautuu yhdistämällä karttakuvaan MML:n laserkeilausaineistosta tuotettu korkeusmalli, jonka avulla tavoitellaan geologisten piirteiden helpompaa hahmotettavuutta ja siten parempaa kartan käytettävyyttä. (Geologian tutkimuskeskus, 2017)

5.4 Laserkeilausohjelma

Maanmittauslaitos kerää maastotietoja tehden laserkeilauksia vuosittain noin 30 000 - 70 000 neliökilometrin verran. Tavoitteena on, että koko maa on laserkeilattu kertaalleen vuoteen 2020 mennessä. Aikataulua on tarkennettu kuvassa 7. Laserkeilausaineisto on maanpintaa ja maanpinnalla olevia kohteita kuvaava kolmiulotteinen pistemäinen aineisto, jossa jokaisella pisteellä on x, y ja z koordinaattitieto. Laserkeilausaineisto on avointa aineistoa, joka on saatavilla automaattisesti maanpintaluokiteltuna tiedostopalvelun hakemistokäyttöliittymästä. Laserkeilauksen avulla voidaan Suomesta kustannustehokkaasti tuottaa 30 cm:n korkeustarkkuudella korkeusmallia. Keilausaineistoa käytetään esimerkiksi karttojen ja useimpien paikkatietoaineistojen päivittämiseen sekä muutosten seurantaan. (Maanmittauslaitos, 2017)



Kuva 7. Valtakunnallinen laserkeilaussuunnitelma (Maanmittauslaitos, 2016).

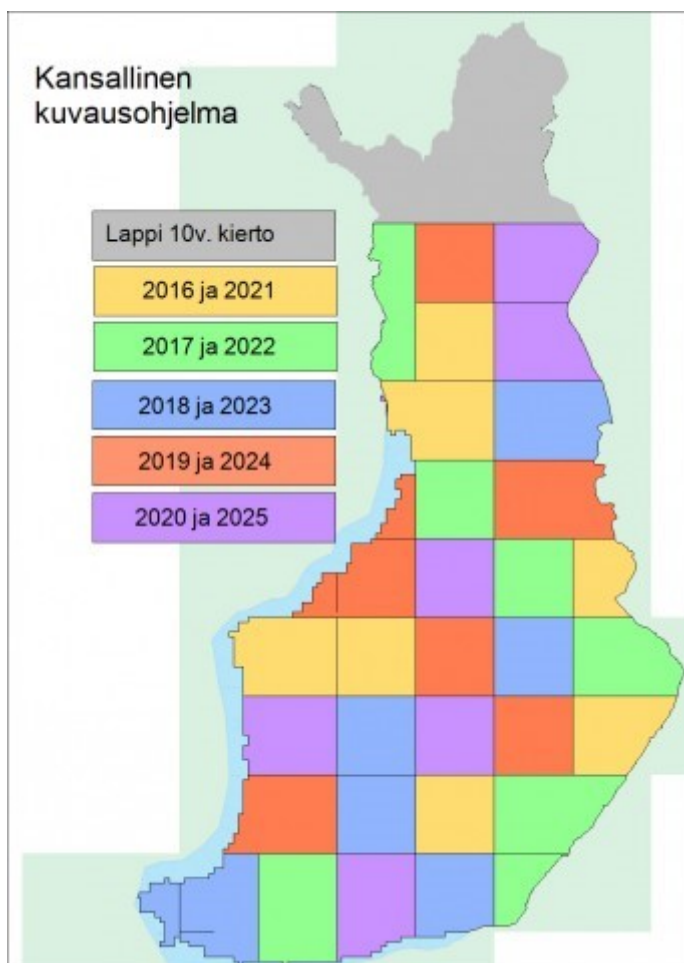
Laserkeilauksen etuna ovat suuri pistetiheys ja menetelmän vähäinen riippuvuus sääolosuhteista. Varsinkin peitteisillä alueilla laserkeilauksen tuottama maan pinnan malli on ylivoimainen verrattaessa perinteiseen fotogrammetriaan eli kohteiden kolmiulotteiseen mittaukseen kohteesta otetuilla valokuvilla. Laserkeilaus ei myöskään vaadi auringonpaistetta ja mittauksia voidaan siten tehdä myös yöaikaan. (Hyyppä & Hyyppä 2007.)

5.5 Kansallinen kuvausohjelma

Ilmakuvaus on tehokas tapa kerätä laajoilta maatalousalueilta tietoa maastossa tapahtuneista muutoksista ja lohkojen muodoista. Kartan tekeminen

alkaa ilmakuvauksesta, jonka perusteella tulkitaan maanpeitettä, rakennuksia, teitä ja peltoja sekä muita haluttuja kohteita. Maanmittauslaitos tilaa vuosittain ilmakuvaa 80 000 - 100 000 neliökilometrin alalta. Kuvattavat alueet valitaan sekä Maastotietokannan alueellisen päivitystarpeen että muiden yhteistyöorganisaatioiden kuten Mavin aineistotarpeiden mukaisesti yhteishankintana. (Maanmittauslaitos, 2016)

Maanmittauslaitos kuvaa osan vuosittaisesta kuvausmäärästä omalla lento- ja kuvauskalustollaan ja kuvaukset suoritetaan digitaalisella ilmakuvauuskameralla. Kuvauksissa saadaan samalla kertaa sekä mustavalkoista kuvaa että väri- ja väri-infrakuvaa ja ilmakuvista tehdään mittatarkkoja ortokuvia. Vuodesta 2016 lähtien Maanmittauslaitoksen ilmakuvaukset tehdään kansallisen kuvausohjelman mukaisesti. Sen mukaan Suomi jaetaan ennalta määriteltyihin kuvassa 8 esitettyihin alueisiin, jotka ilmakuvataan aina viiden vuoden välein. (Maanmittauslaitos, 2016)



Kuva 8. Kansallinen kuvausohjelma (Maanmittauslaitos, 2016).

Mavi ylläpitää ilmakuvien avulla peltolohkokisteriä sekä valvonnassa käytössä olevaa tukisovelluksen karttaosiota, jota on uudistettu vuoden 2017 aikana. Kansallisen kuvausohjelman siirtymäkaudella 2016–2019 Maanmittauslaitoksen, Mavin ja Suomen metsäkeskuksen ydintoimintojen takaamiseksi suoritetaan kuvausohjelman mukaisten alueiden lisäksi mui-

takin tarvittavia ilmakuvauskuksia. Tarkoituksena on, että siirtymäkauden jälkeen eli vuodesta 2020 lähtien ilmakuvaukset voidaan toteuttaa täysin kansallisen ilmakuvauksiohjelman mukaisesti. (Maanmittauslaitos, 2016)

Mavin hallinnoimalla peltolohkokorekisterillä tarkoitetaan maataloushallinnon integroituun tukien hallinta- ja valvontajärjestelmään (IACS) kuuluva sijaintitietokantaa, johon on tallennettu kaikkien pinta-alaperusteista tukea hakeneiden mautilojen talouskeskusten ja peruslohkojen sijaintitiedot ja tunnistetietoja, kuten peruslohkotunnus, pinta-ala, kehämitta ja rajaviivan tyyppi. Peltolohkokorekisteriä käytetään apuna maataloustukien hallinnoinnissa, valvonnassa, suunnittelussa sekä raportoinnissa ja sieltä löytyvät noin 1 150 000 peruslohkon rajat. Maaseutuvirasto päättää myös rekisteritietojen luovuttamisesta eteenpäin. (Maaseutuvirasto, 2016)

5.6 Biomassa-atlas

Biomassa-atlas on Maa- ja metsätalousministeriön rahoittama yhteistyöhanke, jota koordinoi Luonnonvarakeskus (Luke). Biomassa-atlas hankkeessa ovat lisäksi mukana Tapio Oy, Suomen ympäristökeskus (SYKE) sekä Vaasan ja Itä-Suomen yliopistot.

Hanke kokoaa eri biomassoja koskevan paikkatiedon yhteen käyttöliittymään avoimesti kaikkien käytettäväksi. Helppokäyttöisestä palvelusta voidaan hakea tietoa esimerkiksi maankäytöstä, metsävaroista, peltokasvien tuotannosta, lannoista sekä teollisuuden ja yhdyskuntien biohajoavista jätteilistä ja lietteistä. Tätäkin tietoa voitaisiin hyödyntää yhtenä tasona valvonnan riskikohteita selvitettäessä. (Luonnonvarakeskus, 2018)

6 RPAS ILMAKUVAUKSEN MAHDOLLISUUDET LUONNONVARA-ALALLA

6.1 Termistö ja toimintaperiaatteet

RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) tarkoittaa kauko-ohjatun ilma-aluksen käytönjärjestelmää ja sen kehittämistä. Tässä voidaan yhdistää mm. drone eli pienoislennokki, josta käytetään myös nimitystä UAV eli lyhenne sanoista Unmanned Aerial Vehicle, tietokoneen sovellusohjelmisto, radiolinkki, digikamera ja mittalaite kuten laserkeilain. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi suosittelee käyttämään järjestelmästä nimitystä RPAS. (Trafi, 2017a)

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi on koonnut verkkosivustolleen Usein kysyttyä -vastauspalstan, jossa termistö luokitellaan näin:

UA (Unmanned Aircraft): miehittämätön ilma-alus; ilma-alus, joka on tarkoitettu lentämään ilman ilma-aluksessa mukana olevaa ohjaajaa; tällä ei tarkoiteta lennokkia.

UAS (Unmanned Aircraft System): miehittämättömän ilma-aluksen käytön kokonaisjärjestelmä; miehittämätön ilma-alus ja sen käytön edellyttämät järjestelmän osat.

UAV (Unmanned Aerial Vehicle): katso edellinen

RPA (Remotely Piloted Aircraft): kauko-ohjattu ilma-alus; miehittämätön ilma-alus, jota ohjataan kauko-ohjauspaikasta ja käytetään lentotyöhön.

RPAS (Remotely Piloted Aircraft System): kauko-ohjatun ilma-aluksen käytön kokonaisjärjestelmä, johon sisältyy: kauko-ohjattu ilma-alus, sen kauko-ohjauspaikat, tarvittavat ohjaus- ja seurantayhteydet ja muut erikseen määrätyt käytön edellyttämät järjestelmän osat.

Drone: Kansanomainen ilmaisu, jolla tarkoitetaan kaikkia miehittämättömiä laitteita maalla, merellä ja ilmassa.

Lennokki: lentämään tarkoitettu laite, jonka mukana ei ole ohjaajaa ja jota käytetään harraste- tai urheilutarkoitukseen.

(Trafi 2017c)

Liikenteen turvallisuusviraston ylläpitämälle Droneinfo.fi -verkkosivustolle on koottu kauko-ohjatun ilma-aluksen turvallisuuteen, säädöksiin ja yksityisyydensuojaan liittyviä ohjeita:

- Droneen on oltava suora näköyhteys ja sen on oltava koko ajan ohjattavissa.
- Lähempänä kuin 5 km lentoasemasta lennättäminen ei ole sallittua ilman lennonjohdon lupaa.
- Lennätyskorkeuden on oltava alle 150 m. Lentoaseman lähialueella (yli 5 km etäisyydellä kiitoteistä) lennätyskorkeus enintään 50 m, suurempi korkeus vain lennonjohdon luvalla.
- Dronejen lennättäminen ulkosalle kokoontuneen väkijoukon yläpuolella ei ole sallittua.
- Lennätykset eivät saa vaarantaa, haitata eikä estää pelastushelikopterin toimintaa.
- Pienten lentokenttien ja helikopteripaikkojen läheisyydessä lennättämisessä on oltava erityisen varovainen. Ota huomioon myös mahdolliset paikalliset ohjeet.
- Lennättäminen asutuskeskuksen yllä ei ole sallittua lentoonlähtömassaltaan yli 3 kg dronella. Lentoonlähtömassaltaan enintään 3 kg dronen lennättäminen asutuskeskuksen yllä on sallittua vain silloin, kun lennättäjä on tutustunut alueeseen, varmistunut laitteen teknisestä kunnosta ja arvioinut, että lennättäminen voidaan suorittaa turvallisesti.
- Lennätykset eivät saa aiheutua vaaraa tai meluhaittaa ulkopuolisille ihmisille ja heidän omaisuudelleen.
- Lennokin on aina väistettävä kaikkia ilma-aluksia.
- Dronesta on käytävä ilmi sen käyttäjän nimi ja yhteystiedot.
- Vastuuvakuutuksen ottaminen on erittäin suositeltavaa. Kotivakuutukset yleensä kattavat vain laitteen vauriot, jos niitäkään

(Droneinfo 2017)

Ilmakuvausta miehittämättömillä lennokeilla on Lientolan (2017) lisäksi käsitelty omassa opinnäytetyössään Oesch (2015) Lientola esittelee RPAS-laitteiden jaottelua laitteen teknisten ominaisuuksien, toimintaperiaatteen tai käyttötarkoituksen mukaan.

Kauko-ohjattujen ilma-alusten käyttö- ja sovellusmahdollisuuksia ovat muun muassa kuvaus-, kartoitus- ja tarkastustoiminta. Kuvattaessa voidaan ottaa still- tai videokuvaa ja kartoitettaessa kuvien tai muun kerätyn aineiston avulla laaditaan karttoja tai muita malleja myöhempää tarkastelua varten. (Lientola 2017.)

Erilaiset RPAS-laitteet ovat yleistyneet viime vuosina kaukokartoituksessa. Lennokkien hintojen lasku on nostanut kilpailukykyiseksi vaihtoehtoista ilmakuvauksessa. Lennokit voidaan jakaa ulkonäön perusteella kiinteäsiipisiin perinteistä lentokonetta muistuttaviin, helikoptereihin ja moniroottoriin multikoptereihin. (Oesch 2015.)

6.2 Lainsäädäntö

RPAS-laitteistoja säädellään eri maissa niiden ilmailulakien mukaan. Suomessa käyttöä koskevista säädöksistä ja niiden valvonnasta vastaa Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. Suomessa RPAS-kuvauslaitteistot kuuluvat Ilmailulakien piiriin ja jokainen RPAS-laitteisto tulee tästä syystä rekisteröidä Trafin ylläpitämään rekisteriin (Trafi, 2017a).

Nykyisin miehittämättömässä ilmailussa kansainvälinen yhteinen lainsäädäntö puuttuu ja Suomessa toimintaa säädellään omalla kansallisella lainsäädännöllä tai määräyksillä. RPAS-laitteiden määräykset tiukentuvat jatkossa todennäköisesti Suomessakin, sillä Euroopan unioni valmistelee laitteille uusia rajoituksia. Vielä tällä hetkellä Suomessa RPAS-toimintaa ohjaa Ilmailulaki (864/2014) sekä Trafin OPS M1-32 määräys, joista ensimmäinen määräys tuli voimaan 9.10.2015 ja tämän määräyksen korvaava uusi määräys 1.1.2017. (Lientola 2017.)

Mikäli EU:n kaavailemat lakimuutokset toteutuvat, ei Suomessa saa lennättää miehittämättömiä lennokkeja yhtä korkealla kuin nykyisin, isokokoisimmat laitteet on rekisteröitävä viranomaisille ja osan lennättäjistä on hankittava koulutus. Tekniikka ja talous -lehden artikkelissa Lennokkien määräykset tiukentuvat Suomessakin – EU valmistelee droneille uusia rajoituksia 19.7.2017 on haastateltu tarkastajaa liikenteen turvallisuusvirasto Trafista. Suomessa on kaiketi EU-maiden kevyin ja vapaamielisin RPAS-toimintaa koskeva lainsäädäntö. Suomen sääntely on tällä hetkellä noin kahdeksan sivua, kun taas EU:n valmistelema lakipaketti on nykyluonnoksessaan noin 130 sivua ja monille määräyksille on poikkeuksia. Lainsäädännön muutos jättää jonkin verran paikallista sopimusvaraa, joten RPAS-toimintaa koskevan sääntelyn ei tarvitse välttämättä tiukentua merkittävästi nykyisestä Suomessa. (Lehto 2017.)

Ammattitoimijoiden tulee tehdä Trafille ilmoitus RPAS-toiminnasta ja kauko-ohjatulla ilma-aluksella on oltava ilmailun vakuutusasetuksen mukainen vakuutus. Valtion ilmailussa noudatetaan Trafin OPS M1-32 määräyksen yleisiä vaatimuksia. Kuitenkin jos viranomaistyö on luonteeltaan sen kaltaista, ettei kaikkia vaatimuksia voida virkatehtävissä noudattaa, voidaan määräyksestä poiketa. Nämä viranomaistilanteet vaativat ilma-aluksen käyttäjältä aiotusta toiminnasta kirjallisen turvallisuusarvioinnin, joka sisältää vaaratekijöiden tunnistamisen, riskien arvioinnin ja riskien vähentämisen. Lisäksi erityistapauksista on laadittava kirjallinen toimintaohjeistus. Valtion ilmailun osalta määräyksestä poikkeamisesta on sovittavissa pitkäkestoinen ja pysyväisluonteinen menettely lennonvarmistuspalvelun tarjoajan ja Puolustusvoimien kanssa. (Trafi, 2017b)

6.3 Hämeen ELY-keskuksen tähänastiset kokemukset

Hämeen ELY-keskuksen luonnonvarayksikkö on tilannut RPAS-laitteilla tehtyä kuvausta tiettyjen vesistökohteiden eli järvien ja niiden valuma-alueiden tilan selvittämiseksi. Kuvia käytetään apuna vesistöjen kunnostussuunnittelussa sekä vesikasvillisuuden määrään ja vesistön umpeenkasvuun perustuvassa järven tilan arvioinnissa. Ilmakuvissa näkyy myös maatalousvaltaisia alueita sekä ympäristösopimuskohteita, joille ELY-keskus on myöntänyt tuen.

RPAS-kuvien hankinta on toteutettu ELY-keskuksessa nyt kaksi kertaa. Molemmilla kerroilla luonnonvarayksikkö on kilpailuttanut kuvaukset. Ensimmäisen kerralla tarjouksia pyydettiin kolmelta konsultilta ja määräaikaan mennessä jätettiin 2 tarjousta, joista valittiin edullisempi. Hankintasopimus laadittiin tarjouspyynnössä mainituin ehdoin ja muilta osin kuvauksessa sovellettiin julkisten hankintojen yleisiä sopimusehtoja palvelunhankinnoissa (JYSE 2014) sekä yleisiä konsulttisopimusehtoja (KSE 2013). Hankintamenettelynä kuvauksissa on ollut rajoitettu menettely. Pienoishelikopterikuvaus hankintana alittaa kansallisen kynnyksarvon, joten hankinnoissa ei ole kummallakaan kerralla ollut tarvetta noudattaa lakia julkisista hankinnoista (348/2007). Hämeen ELY-keskus noudattaa hankintamenettelyissä ELY-keskuksen pienhankintaohjetta. Hankinta-asiakirjat ovat asiakirjojen julkisuutta koskevan lainsäädännön mukaan pääsääntöisesti julkisia ja tarjoukset on pyrittävä laatimaan niin, etteivät ne sisällä ammatti- ja liikesalaisuuksia. (Hämeen ELY-keskus 2016.)

Ensimmäisen kuvauksen suoritti Elfhill Oy. Kuvaukset suoritettiin aikavälillä 1.8.-12.8.2016. Sen jälkeen kuvat jatkokäsiteltiin ja muunnettiin ELY-keskuksen toivomaan formaattiin eli jpg- ja pdf-muotoon sekä videokuvaan. Kuvauksessa käytettiin DJI Phantom 4 -kuvauksopteria, joka tuottaa 12 megapikselin raw-kuvia, kuten kuvassa 9 ja 4K videota. Hankinta käsitti 7 järven ilmakuvauksen ja sen kokonaiskustannus oli 1800 euroa (alv 0 %) arvonlisäverollinen hinta 2232 euroa (alv 24 %). Hinta sisälsi matkakustannukset. Elfhill oy on rekisteröity Trafiin ammatti-ilmakuvausten tarjoajana ja noudattaa tarjouksensa mukaan kuvaustoimintaan liittyviä määräyksiä ja asetuksia. Yritys on tehnyt yhteistyötä myös muun muassa eri järvien suojeluyhdistysten kanssa tuottaen niille ilmakuvaa eri vuodenaikoina. (Elfhill 2016.)



Kuva 9. Ansiojärven valuma-aluetta (Elfhill oy Hämeen ELY-keskukselle tuottama kuva 2016).

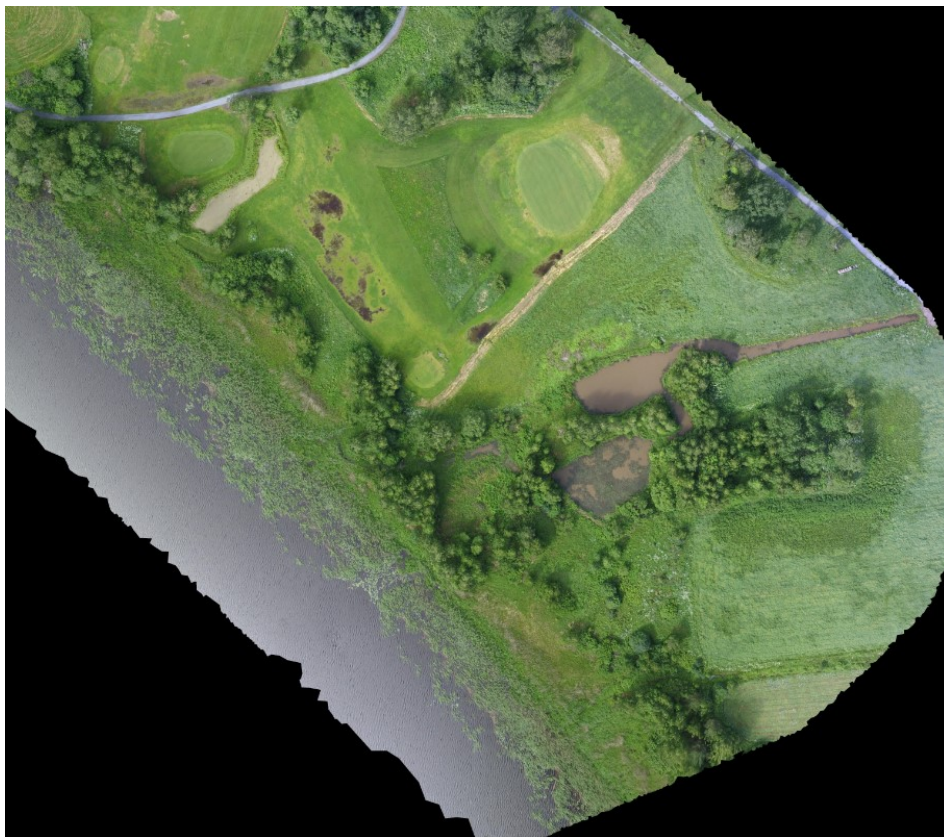
Toisen ilmakuvauksen suoritti Lammin biologisen aseman opetus- ja tutkimuskoordinaattori yhdessä kenttäapulaisen kanssa. Lammin biologinen asema on käyttänyt jo usean vuoden ajan koptereita apuna opetuksessa ja tutkimuksessa. Hankinta käsitti tällä kertaa Tuuloksen Pannujärven ja sen lähivaluma-alueen sekä erikseen määritellyt Vanajaveden rantavyöhykekohteet lähivaluma-alueineen. Tämän hankinnan veroton kokonaishinta oli 1274 euroa (alv 0 %) ja arvonlisäverollinen hinta 1580 euroa (alv 24 %). Hinta sisälsi kuvaustyön ja kuvien käsittelyn lisäksi matkakustannukset. (Lammin biologinen asema 2017.)

Tämän lisäksi ELY-keskus päätti lisähankinnasta eli edellä mainittujen kuvausalueiden ortokuvien tilaamisesta. Lisähankinnan veroton kokonaishinta oli 820 euroa ja arvonlisäverollinen hinta 1017 euroa (alv 24%). Tilaus tehtiin loppusyksyllä 2016 ja kuvaukset oli tarkoitus suorittaa loppuvuoden 2016 aikana ja nimenomaan sellaisena ajankohtana, jolloin vesikasvillisuus on jo haipunut ja vain niin sanottu tiivis rantavyöhyke näkyvissä. (Lammin biologinen asema 2017.)

Kuvassa 10 olevan esimerkkiortokuvan kaltaisen aineiston perusteella luonnonvarayksikön vesistönkunnostustiimi pystyi hahmottamaan sellaisen kasvillisuusvyöhykkeen, joka ei ole nitolla poistettavissa sekä Vanajaveden tapauksessa vieraslaji isosorsimon muodostamien luhtien rajat.

Talvi kuitenkin yllätti ja lunta satoi kesken kuvausten, joten ne piti keskeyttää, koska kuvista ei enää pystynyt näkemään tarvittavia kohteita. ELY-keskus toivoi, että kuvaukset olisivat voineet jatkua keväällä lumen sullettua. Lammin biologisen aseman aikatauluihin eivät kuitenkaan enää

mahtuneet kuvaukset loppukeväällä, koska kuvausaikataulun venymiseen ei oltu osattu varautua. Yhteisestä sopimuksesta päätettiin, että kuvausajankohdaksi tulee loppukesä, jolloin vesikasvillisuus on laajimmillaan. Eli sääolosuhteiden takia kuvauksen alkuperäinen ajankohta muuttui, mutta valittu uusi kuvausajankohta toi toisenlaista tärkeää tietoa.



Kuva 10. Vanajaveden rantaa Lepaan kohdalta, kuvassa näkyy myös kosteikko (Lammin biologisen aseman tuottama kuva 2017).

Hämeen ELY-keskuksen luonnonvarayksikön vesistönkunnostustiimi oli tyytyväinen Elfhillin toimittamaan aineistoon. Se täytti ne tarpeet, joita kuville oli ajateltu. Kuvista pystyi arvioimaan vesikasvillisuuden levinneisyyden ja sijoittumisen vesialueella eli vesialueen umpeenkasvun sekä osittain jopa lajiston tai ainakin elomuototyypin. Videoita käytettiin samaan tarkoitukseen eli yleiskuvan saamiseen vesialueesta ja vesikasvillisuudesta sekä lisäksi videoita on tarkoitus käyttää esittelymateriaalina muun muassa yleisötilaisuuksissa.

Vesistönkunnostustiimi totesi kuvausten jälkeen, että kun verrataan Elfhillin kuvia ja videoita sekä Lammin biologisen aseman tuottamia kuvia ja videoita voidaan todeta, että tilaajan kannattaa heti tarjouskilpailuvaiheessa tiedostaa eri tyyppisten toimittajien vahvuudet ja painotukset. Eri tyyppiset toimittajat painottivat hieman eri näkökulmia materiaalin tuotannossa. Lisäksi vesistönkunnostustiimi teki muun muassa sen huomioita, että Lammin biologisen aseman kuvien ja videoiden rajaukset eivät aina olleet niin

visuaalisia kuin ELfhillin vastaavassa materiaalissa. Biologisen aseman kuvat panostivat mieluummin tieteellisempiin katsantoihin ja tämä toimitaja suosi ensisijaisesti pelkästään ortokuvia. (Hulkko 2017.)

6.4 Dronet ja lintuvesien tilan arviointi -luento

Pohjois-Karjalan ELY-keskus toteutti yhteistyössä Luonnonvarakeskuksen kanssa ympäristöministeriön OHKE-hanke rahoituksella lintuvesien tilan ja kunnostusten vaikutusten arviointihankkeen vuonna 2016. Hankkeen seminaarissa pidettiin luento aiheesta dronet ja lintuvesien tilan arviointi. Luennolla todettiin, että RPAS-laitteiden tuottaman materiaalin, kuten muidenkin kaukokartoitusmenetelmien, kehittämisessä ja käyttöönotossa tulisi edetä tehtävien sisältö edellä. Ennen uusien menetelmien käyttöönottoa tulisi aina tarkoin selvittää mitä teknologiaa hyödyntämällä voidaan korvata ja lisätäänkö ylipäätään tuotettavan tiedon määrää, kattavuutta vai laatua. Vaikka paineita kustannussäästöihin on, se ei saisi olla ainoa kriteeri ympäristön tilasta koottavan tiedon keräämisen kehittämiseen. Tieto on perusta ympäristön- ja luonnonsuojelulle, mutta myös taloudelliselle toiminnalle, etenkin puhuttaessa pitkän aikavälin muutoksista ympäristön tilassa. (Luotonen 2016.)

6.5 Virossa tehty testi

Maksajavirastopäivillä keväällä 2016 Viron maksajaviraston edustaja esitelti vuonna 2015 toteutettua testausta, jossa haluttiin selvittää UAV-laitteiden soveltumista pinta-alamittaukseen. Esityksen aluksi muistutettiin, että dronien käyttö on jatkuvasti lisääntymässä ja niiden sekä pienoislennokkeihin liitettävien lisälaitteistoiden hinnat ovat tulossa alaspäin. Teoriassa pinta-alojen määrittäminen UAV-laitteen tuottamasta kuvasta on jo mahdollista ja maksajaviraston kokema kustannussäästö kannusti testaukseen. (Bleive 2016.)

Testauksesta päätettiin toukokuussa 2015 ja testilennot suoritettiin 12.-13. elokuuta 2015. Testialue oli 654 hehtaaria ja UAV-laitteistona oli pienoislennokki, johon oli kiinnitettynä NIRGB sekä RGB kamerat. Lentokorkeus oli 400 metriä. Kaikkiaan testissä otettiin noin 1500 kuvaa. Kuvat käsiteltiin sekä orto-oikaistiin ja niistä tulkittiin pinta-aloja. Tuloksia vertailtiin suhteessa maksajaviraston suorittamiin paikan päällä tehtyihin pinta-alamittauksiin. Maksajavirastossa esimerkkikohteen mittauksen esivalmisteluihin toimistolla meni virkamieheltä aikaa 4 tuntia. Mittaus maastossa GPS-laitteella kesti 24 tuntia ja aineiston jatkokäsittely toimistolla vei 12 tuntia. Kokonaisaika virkamiestyönä vei siis noin 40 tuntia ja Viron kustannustasolla työ maksoi esitelmän mukaan 600 euroa. (Bleive 2016.)

UAV:llä tehtynä kuvauksiin käytetty aika oli 24 tuntia, kuvien jälkikäsittely kesti 12 tuntia ja työ toimistolla vei aikaa 3 tuntia, eli yhteensä kului 38 tuntia, jonka kustannuksesi ilmoitettiin 2200 euroa.

Esitelmän loppupäätelmänä todettiin, että UAV-laitteella suoritettuna pinta-alojen määrittäminen ei tutkimushetkellä ollut vielä kustannustehokasta verrattuna maastossa suoritettaviin mittauksiin. Testissä oli kuitenkin todettu, että UAV:lla voidaan jo valvoa joidenkin tukiehtojen täyttymistä ja Virossa ollaan jatkamassa testausta. (Bleive 2016.)

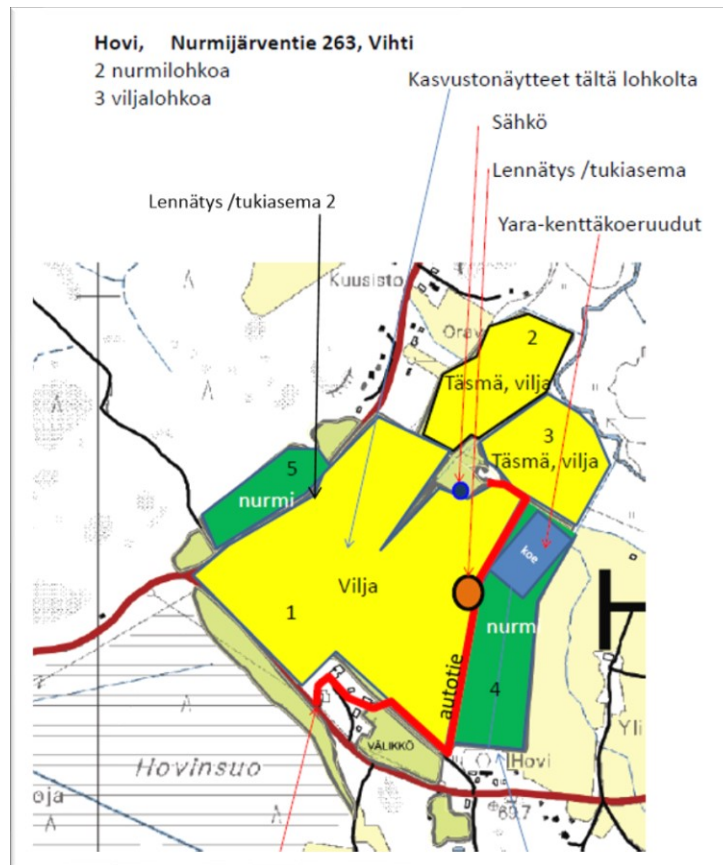
7 AIEMMAT TUTKIMUKSET AIHEESTA

7.1 Maanmittauslaitoksen paikkatietokeskuksen DroneFinland-ryhmä

Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskus on tutkinut RPAS-kaukokartoituksen sensoreita ja menetelmiä jo lähes 10 vuotta ja tullut tutkimustuloksissa päätelmiin, että mittauskaluston avulla voitaisiin nopeuttaa ja helpottaa maataloushallinnon valvontatyötä. DroneFinland on vuonna 2016 perustettu kaukokartoitusteknologian tutkimus- ja innovaatiokeskus Paikkatietokeskuksessa. Sen tutkijat ovat selvittäneet RPAS-tekniikan käyttöä täsmämaatalouden sovelluksissa, kuten biomassarviossa ja lannoituksen optimoinnissa. Mittauskalustoina ovat olleet hyperspektrikamera, lämpökamera sekä suuren resoluution värikamera. Näiden avulla pystytään määrittämään kasvuston korkeus sekä mittaamaan sen hyperspektrisiä eli säteilyn eri aallonpituuksisia piirteitä. Tehokkaiden ja tarkkojen kaukokartoituksen prosessointi- ja analysointimenetelmien avulla Drone-Finland ryhmä on saavuttanut hyviä korrelaatioita kasvuston biomassan ja UAV-mittausten välille. Tutkimusyhteistyötä on tehty VTT:n, Luonnonvarakeskuksen ja Jyväskylän yliopiston kanssa. (DroneFinland, 2016a)

Drone-Finland ryhmällä on menossa myös uusia tutkimushankkeita. Luonnonolosuhteissa kerättyyn hyperspektriseen dataan kohdistuu monia häiriöitä, jotka pitää korjata, jotta saatua aineistoa voidaan analysoida kvantitatiivisesti ja automaattisesti. Erään meneillään olevan Suomen Akatemian kärkihankerahoitus-projektin tavoitteena on kehittää ja arvioida aikaisemmassa hankkeessa kehitettyjä kvantitatiivisia hyperspektraalin UAV datan kalibrointi-, prosessointi- ja analysointitekniikoita sekä niiden kaupallistamismahdollisuuksia yhteistyössä suomalaisten sensorivalmistajien ja teollisuuden kanssa. Hankkeen tapaustutkimukset käsittelevät täsmämaataloutta sekä vedenlaadun ja metsän kunnon mittauksia. (DroneFinland, 2017)

Paikkatietokeskus on rakentanut ja ylläpitänyt jo kymmeniä vuosia kaukokartoituksen ja fotogrammetrian testikenttiä Suomessa. DroneFinland-ryhmä ja Luonnonvarakeskus rakensivat kesällä 2016 kuvassa 11 esitetyn maatalouden kaukokartoituksen testikentän Vihtiin Hovin testialueelle. Kenttä oli avoimessa käytössä myös muille testaajille koko kesän 2016. Testikentällä on pystynyt mittaamaan RPAS-laitteistojen geometristä ja radiometristä tarkkuutta sekä kaukokartoitusjärjestelmien suorituskykyä kasvuston ominaisuuksien kuten biomassan mittauksessa.



Kuva 11. Testikentän kasvustot. (DroneFinland, 2016b)

DroneFinland-ryhmän kopterit keräsivät kaukokartoitustietoa kasvukauden 2016 aikana. Lentoja tehtiin yli sata ja maatalouden monitorointikuvauksia kertyi 60, joissa tärkeimpiä painopisteitä olivat tarkkuustestauksen kehittäminen sekä maatalouden kaukokartoitusmenetelmien tutkiminen. (DroneFinland, 2016b)

Kuvaslentojen suunnittelu sekä lentotapahtuma voidaan nykyisin tehdä pitkälle automatisoiden. Lisäksi myös BVLOS (Beyond Visual Line-of-Sight) lennot eli toiminta, jossa kauko-ohjaaja tai lennättäjä pitää apuvälineiden avulla yhteyttä kauko-ohjattuun ilma-alukseen tai lennokkiin tulevat mahdollisiksi lähitulevaisuudessa. Tätä hyödyntämällä voidaan kattaa laajojakin kartoitusalueita yhdellä lennolla. DroneFinland-ryhmä on mukana myös Tekesin Challenge Finland -rahoituksella toteutetussa DroneKnowledge-hankeessa, jossa kehitellään reaaliaikatekniikkaa. Se tarkoittaa RPAS-laitteistolla kerätyn datan siirtoa suoraan pilvipalveluun, joka laskee valmiiksi korkeusmallit ja tuottaa tarvittavat mosaiikit. Näin data on välittömästi tarkasteltavissa esimerkiksi maataloushallinnon käyttöön toimistolla. Tarkastaja voi maastotyön sijaan istua omassa työpisteessä ja seurata reaaliaikaista datan keruun etenemistä ja pyytää tarvittaessa välittömästi lisätarkastuksia. (Honkavaara 2018.)

7.2 Pienoishelikopteri viljanviljelyn apuna -hanke

Turun yliopiston hallinnoima Pienoishelikopteri viljanviljelyn apuna -hanke tutkii kauko-ohjattavan helikopterin käyttöä viljanviljelyssä hukkakauran ja muiden rikkakasvien paikallistamiseen sekä viljelykasvien kunnon arvioimiseen. Hanketta koordinoi Maaseudun innovaatioryhmä (EIP), josta yliopiston puolelta vastaavat Biokemian laitoksen kasvibiologian osaston ja Tulevaisuuden teknologioiden laitoksen tutkijat. Hankkeessa on mukana myös paikallisia maanviljelijöitä ja paikallinen pienoishelikopteriyrittäjä. Hankkeessa kehitetään menetelmiä peltojen kuvaamiseen sekä kuvien automaattiseen analysointiin. Peltojen kuvaukset tehdään useampana kesänä Nousiaisten-Mynämäen alueella, keskuspaikkana on tarkemmin Valpperin kylä. (Turun yliopisto, 2017)

Hankkeen tähänastisten kokemusten pohjalta hukkakauran etsiminen kopterikuvasta on monta kertaa hankalampaa kuin kasvillisuusindeksien määrittäminen. Hukkakauran etsintälento suoritetaan matalalla (kevällä 10 m, kesällä 15 m) ja kuvaus tehdään hyvällä resoluutiolla (tällä hetkellä 30 megapikseliä). Kuvauksen jälkeen tehdään ortomosaiikki aivan kuten Paikkatietokeskuksen hankkeessakin, mutta resoluution täytyy olla aivan toista luokkaa kuin mitä kasvillisuusindeksin määrittämiseen tarvitaan. Tämä johtaa siihen, että kuva-aineistoa on paljon. (Tyystjärvi 2017.)

Turun yliopiston projektilla on ensimmäinen kesä takana ja ensikokemuksen mukaan aika paljon on jo opittu, erityisesti koptereista ja kuvaamisesta. Hankkeessa ostetaan kopteripalvelu pienyritykseltä, joka ei aluksi saanut automattiohjausta toimimaan. Sen johdosta suuri osa kuvista on otettu käsiohjauksella, jolloin kuviin jää helposti isoja katvealueita. Kaiken lisäksi kopteri putosi kesken kuvausten teknisen vian vuoksi, joten suurin osa hukkakaurakuvista on otettu varakopterilla aiottua huonommalla resoluutiolla. Hankkeella on myös kesällä otettuja multispektrikuvia, jotka onnistuivat teknisesti paremmin, mutta niistä ei haeta hukkakauraa.

Projektin kuvat käsitellään siten, että ensin todetaan hukkakaurayksilöiden tai -esiintymien paikat kuvissa käyttäen kitkettäessä otettua GPS-informaatiota apuna ja esiintymät merkitään kuviin. Sen jälkeen kehitetään automaattista algoritmia hukkakauran tunnistamiseksi ja paikantamiseksi. (Tyystjärvi 2017.)

Vielä tällä hetkellä kopterikuvista ei hukkakauraa voi havaita niin helposti, että hukkakauravalvonta voisi siitä hyötyä. Projekti kuitenkin jatkuu ja ensi kesänä saadaan parempia kuvia, kun kunnon kopteri asianmukaisella kameralla on taas käyttövalmis.

Projektissa oli jo havaittu pari lisänäkökohtaa. Ensinnäkin on todennäköistä, ettei hukkakauraa pystytä koskaan aivan minkä tahansa viljelykasvin kasvuston seasta erottamaan kopterikuvia tulkitsemalla, mutta hyötyä olisi jo siitä, jos tunnistus pystyttäisiin tekemään edes joihinkin viljalajeihin.

Kuvassa 12 hukkakaura on tunnistettu ohrakasvuston seasta. Toinen asia on ajoitus. Hukkakaura on helpoimmin tunnistettavassa muodossa vain vähän aikaa ennen kuin se täytyy kitkeä, joten jos koptereita halutaan hyödyntää tunnistukseen, niitä tarvitaan paljon. Hankkeen tavoitteena on yrittää tunnistaa hukkakaura jo keväällä, mutta tämän onnistumisesta eivät viime kesän kuvat valitettavasti teknisten ongelmien vuoksi tuoneet lisätietoa. (Tyystjärvi 2017.)



Kuva 12. Kesäisen ohrakasvuston seasta havaittua hukkakauraa. (Turun yliopisto, Pienoiskopteri viljanviljelyn apuna –hankkeen aineistoa, 2017)

Kaikkia RGB-kuvia ei vielä ollut työstetty, ja multispektrikuvien käsittelytapaa vasta testattiin eri ohjelmilla. Alustavien tulosten perusteella hukkakauraa näkyy ehkä alle kymmenesosassa kesän RGB-materiaalista, kevät-kuvista ei ole vielä löytynyt havaintoja. (Porkka 2017.)

7.3 Peltodata hyötykäyttöön, Mikä Data -hanke

Peltodata hyötykäyttöön, Mikä Data -EIP hanke on Hämeen ELY-keskuksen rahoittama hanke, jonka toteuttajana ovat Tampereen teknillinen yliopisto (pää toteuttaja) sekä ProAgria Länsi-Suomi (osatoteuttaja). Hankkeen kesto on 1.5.2016 - 30.4.2019. Projektissa on tarkoituksena luoda palvelu, jolla hyödynnetään pelloista saatavaa kattavaa datamäärää ja siten tehostetaan viljelyä, vähennetään ympäristökuormitusta sekä parannetaan tilojen kannattavuutta. Hankkeessa kehitettävä analytiikkapalvelu mahdollistaa data-aineistojen, kuten satelliiteista saatavan hyperspektrikameradatan sekä puimureista saatavaa satotietojen, hallinnan ja analysoinnin. Ajatuksena on, että analytiikkapalvelu tulee kiihdyttämään maatalouden siirtymistä uusien teknologioiden käyttöön ja samalla se tarjoaa uusia markkinoita laitteiden toimittajille. Lisäksi hanke tukee maatalouden siirtymistä hyödyntämään saatavilla olevaa avointa dataa eri tavoin sekä avointen rajapintojen käyttöä maatalouden ohjelmistoissa. Hankkeen esittelysivuilla kerrotaan, että yhä tarkempi tietämys pelloista lisää myös laatu- ja ympäristö- ja mahdollisuuksia ruuan alkuperän puhtauden todentamiseen, millä

uskotaan olevan merkitystä kansainväliseen myyntiin. (Tampereen teknillinen yliopisto, 2017)

7.4 Diplomityö biomassojen arvioinnista ja korkeusmalleista

Keväällä 2017 Aalto-yliopiston rakennetun ympäristön laitoksella valmistui diplomityön aiheesta Ympäristön 3D fotogrammetriset hyperspektri- ja RGB-mittaukset keveillä kauko-ohjattavilla ilma-alusjärjestelmillä. Työ tehtiin yhteistyössä Paikkatietokeskuksen Drone-Finland ryhmän kanssa. Diplomityötutkimuksessa käytettiin Paikkatietokeskuksen RPAS-laitteistolla kerättyjä FPI- eli Fabry-Pérot –interferometri ja RGB-kuvia Vihdin testikentällä sijaitsevista pelloista ja Mustila Arboretumin metsästä. RGB-kuvilla tarkoitetaan Red, Green, Blue värikuvaa, joka sisältää punaisen (R:red), vihreän (G:green) ja sinisen (B: blue) aallonpituuden. (Viljanen 2017.)

Tutkimuksessa muodostettiin kerätyistä aineistoista SfM-tekniikalla 3D-pistepilvet, joista laskettiin digitaalinen korkeusmalli (DSM) ja digitaalinen maanpinnankorkeusmalli (DTM) sekä ortomosaiikit. Saatua viljakasvien korkeusmalleja verrattiin näytteenottoruutujen vastaaviin referensseihin. Työssä tultiin johtopäätökseen, että eri ympäristöjen FPI- ja RGB-kuvaukset ja geometrinen prosessointi sisältävät omat haasteensa. Peltoaineistojen korkeusmallit ja ortomosaiikit olivat Viljasen mukaan tarkkuuksiltaan hyviä ja näin ollen niiden hyödyntäminen biomassojen arvioinnissa olisi mahdollista. (Viljanen 2017.)

7.5 Liikkuva laserkeilain

Aalto-yliopistossa julkaistiin vuonna 2015 väitöskirja aiheesta Edullinen liikkuva laserkeilaus ja sen soveltuvuus ympäristön kartoitussovelluksiin. Liikkuvan laitteen avulla tehtävä laserkeilaus on mittaustekniikka, joka yhdistää satelliitti- ja inertipaikannuslaitteiston tarjoaman tarkan paikka- ja asentotiedon sekä laserkeilaimelta saatavat etäisyysmittaukset pistepilveksi, joka kuvaa tarkasti mittausalustan ympäristön geometrian eli tuloksesta saadaan hahmotettua kohteen kolmiulotteinen pinta. Inertiapaikannin on paikannusmenetelmä, joka tunnistaa laserkeilaimen asennon samalla, kun GPS-paikannin määrittää keilaimen sijainnin satelliittien perusteella. Saatua geometriatietoa voidaan hyödyntää erilaisissa sovelluksissa ja ympäristön seurantaan. (Jaakkola 2015, 3.)

Tutkimuksessa kehitettiin edullinen, monisensorinen liikkuva laserkeilausjärjestelmä, jota voidaan käyttää sekä auto- että lennokkialustalla ja soveltuvuutta testattiin erilaisiin ympäristön kartoitussovelluksiin. Tutkimuksessa todettiin myös, että UAV-laitteistoon kiinnitettynä kevyellä laserkeilaimella voitiin saavuttaa perinteistä lentokonelaserkeilausta parempi tarkkuus sekä pistepilven että kasvuston tunnistuksen osalta.

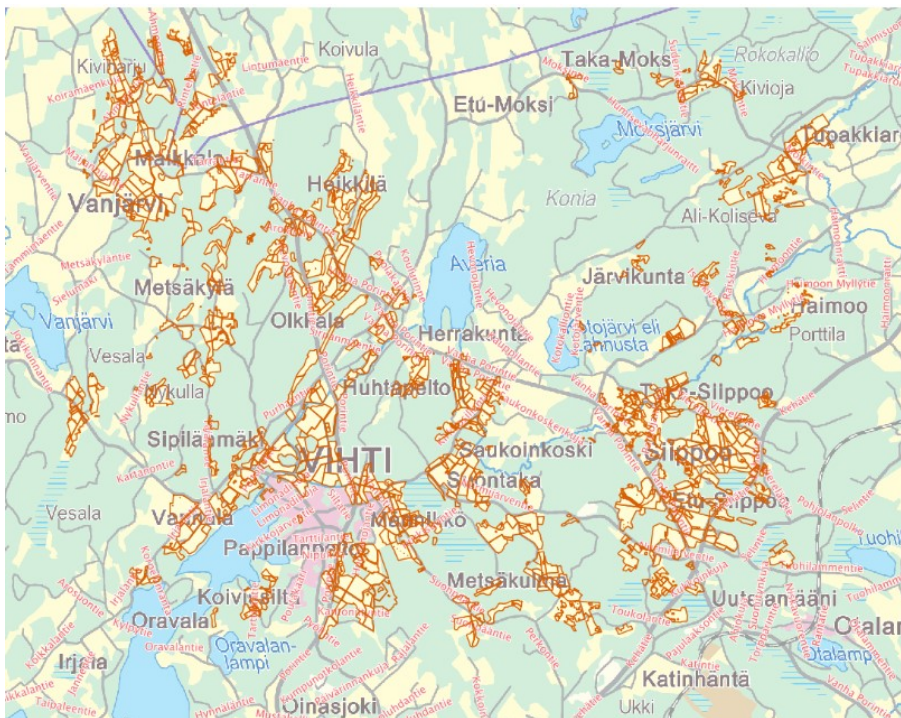
Väitöskirjassa todetaan, että laserkeilaus- ja paikannustekniikoiden kehityksen myötä on odotettavissa, että laitteistojen hinnat tulevat laskemaan tulevaisuudessa merkittävästi. Hintojen laskun myötä on odotettavissa, että liikkuvan laserkeilauksen sovellusalueet tulevat laajenemaan ja yhä useampi voi hankkia tarvittavan laitteiston ja sovelluskohteita voidaan löytää myös maataloushallinnon alalta. (Jaakkola 2015, 3.)

8 TUTKIMUKSEEN SAADUN AINEISTON ANALYYSI

8.1 Aineisto

Paikkatietokeskuksen DroneFinland-ryhmä luovutti tämän opinnäytetyön tutkimuskäyttöön uudenlaisia georeferoituja kaukokartoitusaineistoja, jotka käsittivät satelliittikuvia, ilmakuvia ja UAV-kuvia sekä ESA:lle laaditun loppuraportti tuloksista. Materiaali on Europan avaruusjärjestön kanssa toteutetusta BoostSat-projektista, jonka tavoitteena oli tehostaa avointen satelliittiaineistojen hyödyntämistä täsmämaataloudessa yhdistämällä uusia mittaustekniikoita, kuten UAV-mittaukset, satelliittimittauksiin. (DroneFinland, 2017)

Kuvat ovat vuodelta 2016 Vihdin alueelta sekä tarkemmin Hovin testikentältä. Vuonna 2015 testikentällä viljeltiin vilja- ja nurmikasvustoja, joista projektissa tehtiin erilaisia indeksivertailuja. Hankkeessa käytetty satelliittikuva käsitti 10 km x 10 km alan, joka näkyy kuvassa 13. Saadussa aineistossa oli lukuisia eri päivinä kuvattuja Sentinel-2 satelliittikuvia. Satelliitin tuottamaa kuvaa käytettiin Paikkatietokeskuksen hankkeessa systemaattisesti 1.5.-15.10.2016 välisenä aikana. Kuvat saatiin hankkeen aikana <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home> -sivustolta. (Näsi ym. 2017, 5.)



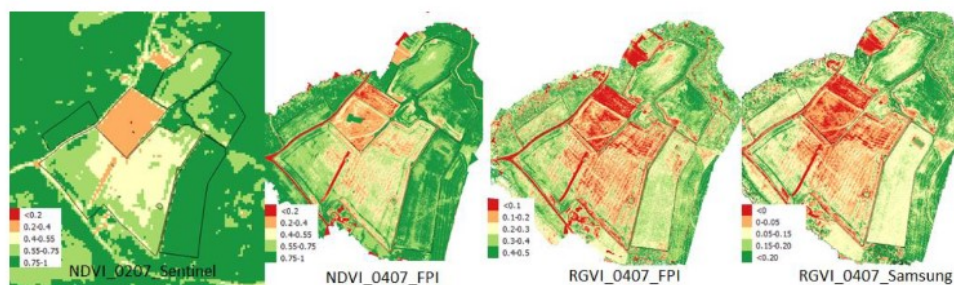
Kuva 13. Hankkeessa käytetty Sentinel-2 satelliitin tarkastelualue peruskartalla (DroneFinland 2016b).

Kasvukauden 2016 aikana hankkeessa suoritettiin satelliittikuvien tarkastelun lisäksi ilmakuvasta UAV-laitteistolla, joka käsitti muun muassa koptereihin kiinnitetyn hyperspektikameran sekä RGB-kameran.

Satelliittikuvista tutkittiin Paikkatietokeskuksen hankkeessa kasvukauden ajalta muun muassa kasvillisuusindeksiä (NDVI), viherindeksiä (GRVI) sekä pilvisyyden vaikutusta kuvien tulkittavuuteen. Kasvillisuusindeksiä pystyttiin tulkitsemaan vain, jos näkyvyys oli 90 % tai parempi. (Näsi ym. 2017, 1-3.)

NDVI on kasvillisuusindeksi, joka perustuu kasvillisuuden heijastamaan valoon ja se voidaan laskea kaukokartoituksen, kuten satelliittikuvauksen, avulla saatavan materiaalin perusteella. NDVI ilmoittaa vihreän kasvillisuuden määrän alueella. Kasvien lehtivihreä absorboi voimakkaasti näkyvää valoa yhteyttämistä varten ja näin olen näkyvän valon satelliittikuvissa kasvillisuuspeite näyttää tummalta ja infrapunakuvissa vaalealta. RGVI tarkoittaa NDVI:n tyypistä kasvillisuusindeksiä, jossa vertaillaan vihreällä ja punaisella näkyvää heijastusta. (Nasa, 2017)

Kuvassa 14 on esitelty DroneFinland ryhmän tutkimuksen eri lähteistä saatuja NDVI ja RGVI indeksikarttoja. Kuvissa matalammat NDVI-arvot näkyvät punaisella, ja ne viittaavat vähäiseen lehtivihreän määrään. Korkeammat arvot näkyvät kartassa vihreänä ja niissä lehtivihreän määrä on lähellä maksimia. Maataloushallinnolla ei ole käytössä ohjelmistoja, joilla voitaisiin tuottaa tai tulkita indeksitietoja.

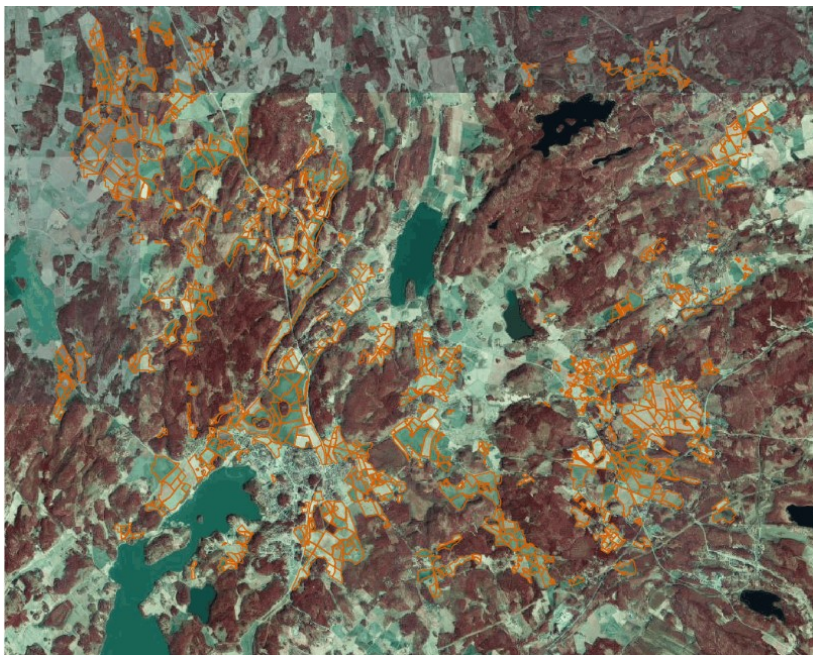


Kuva 14. Satelliitin ja UAV-kuvauksen tuottamia kasvillisuus- ja viherindeksikuvia. (Näsi ym. 2017, 10.)

DroneFinland ryhmä päätyi omissa tutkimuksissa tuloksiin, että varsinkin biomassan osalta etähavainnoilla saadaan melko luotettavia tuloksia kasvuston laadun tulkitsemiseksi. Satelliitin tuottaman aineiston tarkkuus ei vastaa UAV-laitteistolla saatua tarkkuutta, mutta satelliitilla pystytään tarkastelemaan kerralla laajoja alueita, mikäli pilvisuus ei ole haittana. Indeksien perusteella tutkimus osoitti muun muassa, että sadonkorjuu sekä kasvuston muutokset näkyvät pitkän aikavälin kuvissa. Kasvillisuus- ja viherindeksin lisäksi kasvustokuvista pitää tulkita myös korkeusmalli (CHM), joka lasketaan digitaalisen pintamallin ja digitaalisen maastomallin avulla. (Näsi ym. 2017, 14-19.)

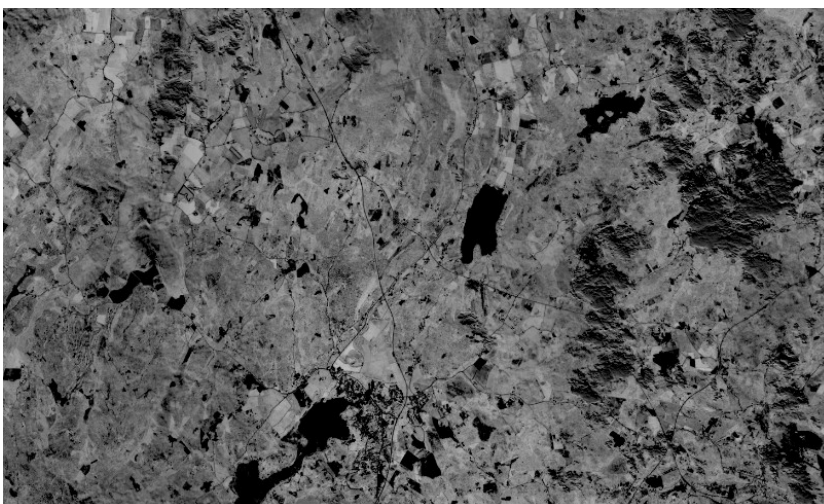
8.2 Analyysimenetelmä

Opinnäytetyön tutkimuskäyttöön saatu aineisto redusoitiin tarkastelemalla Paikkatietokeskuksesta saatua aineistoa maataloushallinnon käyttämässä Kartturi -paikkatieto-ohjelmassa. Kuvassa 15 on esitetty Kartturiin tuotu satelliittiaineisto shapefile-tyyppisenä tiedostona, joka on avoin vektoripohjainen formaatti geospaatialisen alue-, viiva- ja pistemuotoisen geometriatiedon tallentamiseen paikkatietojärjestelmissä.



Kuva 15. Sentinel satelliitin tuottama peruslohkojen shapefile-tiedosto vietynä Kartturiin (Maataloushallinnon Kartturi-ohjelma, 2017)

Sentinel-2 satelliitin tuottaman aineiston ongelmana on pilvisyys sekä varjostumat, joita esiintyi testiaikana runsaasti. Kuvassa 16 on nähtävissä pilvetön Sentinel-2 satelliitin kuva. Tilastollisesti pilviä oli vähiten toukuussa, jolloin kasvustoja ei kuitenkaan ole edes välttämättä kylvetty vielä. (DroneFinland 2017)



Kuva 16. Pilvetön satelliitin tuottama kuva. (Honkavaara, 2017)

9 OMIA SELVITYKSIÄ AIHEESTA

9.1 Pienoislennokkiharrastajan ottamia kuvia

Pienoislennokkiharrastaja lensi opinnäytetutkimusta varten syksyllä 2017 Etelä-Suomessa viljeltyjen peltolohkojen yläpuolella. Kuvauksessa käytettiin DJI Spark -dronea, joka kahdella akulla ja radio-ohjaimella maksaa tällä hetkellä 799 €. Alla on tutkimuksessa otettuja kuvia, ensin kuvassa 17 sänkipellostä, missä näkyy myös valtaojaa ja sen varrella olevaa piennarta, toisena kuvassa 18 kynnettyä peltoa, jolla voi todeta, ettei lohko täytä kasvi-
peitteisyyden ehtoja.



Kuva 17. Sänkipeltoa, josta voi todeta sadonkorjuun (Halme, opinnäytetyötä varten tuotettu kuva, 2017).

Tutkimuksessa lennon suorittanut kuvaaja on harrastanut pienoislennokkikuvausta vajaan vuoden. Kuvaus on hänen mukaansa helppoa eli laitteen käytön oppii nopeasti. Valokuvien purku tietokoneelle onnistuu ilman maksullisia ohjelmistoja.



Kuva 18. Kynnetty pelto, kuvasta voi todeta, ettei aito kasvipeitteisyys täyty. (Halme, opinnäytetyötä varten tuotettu kuva 2017).

9.2 Esimerkkilaskelmat

9.2.1 Kokotilavalvonta

Tutkimusta varten tehtiin vertailu yhden keskikokoisen maatilan kokotilavalvonnan kustannuksista. Tila valvottiin vuonna 2016 eli kilometrikorvaus ynnä muut kustannukset ovat sen hetkisen kustannustason mukaisia. Valvottavan tilan talouskeskus sijaitsi Hämeenlinnan Rengossa ja tilalla on lohkoja myös Lopella. Tilan kokonaispinta-ala oli valvontahetkellä 30,51 ha. Valvonta tehtiin parityönä eli tarkastukseen osallistui kaksi Hämeen ELY-keskuksen tarkastajaa. Työaikaa kului matkoineen kahdeksan tuntia kummaltakin. Valvonta tehtiin toisen tarkastajan omalla autolla ja hänelle maksettiin kilometrikorvauksia kyseisestä tarkastuksesta 44,16 euroa. Kummallekin tarkastajalle maksettiin kuukausipalkan lisäksi maastotyön mukainen kotimaan osapäiväraha á 19 euroa. Tarkastajan tuntipalkka on 21,37 euroa, johon lisätään sivukuluja 50 %. Kokonaiskustannus valvontatapahtumasta on esitettyä taulukossa 2.

Taulukko 2. Kokotilavalvonnan maastotyön kustannukset.

Kustannus	Määrä	Kappaletta	Yhteensä
Tuntipalkka	32,05	2 x 8	512,8
Kotimaan osapäiväraha	19	2	38
Kilometrikorvaus	96	0,43 + 0,03 kyydissä olevasta	44,16
			594,96

Valvottavan tilan pinta-alan ollessa 30,51 ha hehtaarikohtaiseksi kustannukseksi muodostui laskelmassa 19,50 euroa ($594,96 : 30,51 = 19,50$).

Laskelmassa ei ole mukana esivalmistelua, joka tehdään toimistolla ennen maastokäyntiä ja vie yleensä muutaman tunnin. Siihen kuuluu esimerkiksi paperisten valvontapöytäkirjojen tulostaminen sekä valvottavaan tilaan tutustuminen tukisovelluksesta saatavien tietojen perusteella. Laskelma ei myöskään ota huomioon jälkityötä eli valvontahavaintojen tallennusta järjestelmään. Tässä työssä on otettu vertailuun ainoastaan maastossa tapahtuva työ.

Vertailukohteeksi otettiin tässä työssä aiemmin esitelty Hämeen ELY-keskuksen teettämä RPAS-kuvaus ja sen pohjalta saatu kustannusarvio. Vuonna 2017 miehittämättömällä ilma-aluksella tehty kuvaus kattoi yhteisalana noin 930 hehtaaria. Kuvauksen kokonaiskustannus ilman arvonlisäveroa oli 2094 euroa ja toteuttajana oli Helsingin yliopiston Lammin biologinen asema. Hinta sisälsi työhön, matkustamiseen sekä kuvien käsittelyyn liittyvät kustannukset ja ortokuvat koko kuvausalueesta. Hehtaarikohtainen hinta oli näin ollen 2,25 euroa.

9.2.2 Kasvipeitteisyysvalvonta

Tutkimukseen tehtiin lisäksi toinen kustannusten vertailu koskien kasvipeitteisyysvalvontaa. Ympäristökorvaukseen sisältyvässä peltojen talviaikaista kasvipeitteisyyttä koskevassa toimenpiteessä tuenhakijan on vuosittain pidettävä vähintään 20, 40, 60 tai 80 % maatilankorvauskelpoisten peruslohkojen kokonaispinta-alasta kasvukauden ulkopuolella kasvipeitteisenä. Kasvipeitteisyyden 20 % vaatimusta saa halutessaan täyttää myös kevennetyllä sänkimuokkauksella tiettyjen kasvilajien osalta. Kaikki tilat, jotka ovat osuneet kesällä kokotilavalvonnan otantaan ja jotka ovat valinneet ympäristökorvauksen peltojen talviaikainen kasvipeitteisyystoimenpiteen, valvotaan paikan päällä tiläkynnein. Talviaikaisesta kasvipeitteisyydestä voidaan lisäksi tehdä tarpeen mukaan oma erillinen otantansa. (Maaseutuvirasto 2017c, 97-98.)

Vertailua varten valittiin maastopäivä vuodelta 2017, jolloin koko työpäivä oli käytetty yhden tilan kasvipeitteisyysvalvontaan. Kyseisellä tilalla oli 280 hehtaaria kasvipeitteiseksi ilmoitettua tarkastettavaa alaa. Valvonta tehtiin yksin ja työaika kului matkoineen kahdensa tuntia. Matkat tehtiin tarkastajan omalla autolla ja hänelle maksettiin vuoden 2017 kustannustason mukaisesti kilometrikorvauksia kyseisestä tarkastuksesta 50,46 euroa. Tarkastajalle maksettiin kyseiseltä päivältä kuukausipalkan lisäksi maastotyön mukainen kotimaan osapäiväraha 19 euroa. Tarkastajan tuntipalkka on 21,37 euroa, johon lisätään sivukuluja 50 %. Kokonaiskustannus valvontatapahtumasta on esitettyä taulukossa 3.

Taulukko 3. Kasvipeitteisyysvalvonnan maastotyön kustannukset.

Kustannus	Määrä	Kappaletta	Yhteensä
Tuntipalkka	32,05	8	256,4
Kotimaan osapäiväraha	19	1	19
Kilometrikorvaus	123	0,41	50,43
			325,83

Yhden tilan kasvipeitteisyysvalvonta havaintojen keruun osalta tuli näin laskettuna maksamaan siis 325,83 euroa. Esimerkkiin valittu tilanne on melko harvinainen, sillä yleensä yhden päivän aikana ehditään valvomaan useamman tilan kasvipeitteisyysvaatimuksen täyttyminen.

Esimerkkitalalla valvottava pinta-ala oli suuri ja kasvipeitteiset lohkot sijaittivat etäällä toisistaan. Laskelmassa ei ole mukana esivalmistelua, joka tehdään toimistolla ennen maastokäyntiä ja vie yleensä kasvipeitteisyysvalvonnan ollessa kyseessä noin tunnin per tila. Laskelma ei myöskään ota huomioon jälkityötä eli valvontahavaintojen tallennusta järjestelmään.

Esimerkkivalvonta on tehty ilman maastotallenninta eli valvonnassa on käytetty paperisia valvontakarttoja ja kasvipeitteisyysvalvonnan paperista pöytäkirjaa. Havaintoja on verrattu viljelijän Vipu-palvelussa ilmoittamiin kasvipeitteisiin aloihin. Tarkastushavainnot on kirjattu ensin maastossa käsin karttoihin ja pöytäkirjan liitteeseen ja tarvittaessa kasvipeitteisiä lohkoja on tarkastusmitattu maastossa gps-laitteella. Vuodesta 2018 alkaen on tarkoitus hyödyntää maastotallenninta enemmän juuri kasvipeitteisyysvalvonnoissa.

Käytettäessä samaa kustannustasoa kuin kokotilavalvonnan esimerkissä lentokuvauksen hinnaksi kyseisen tilan kasvipeitteisyyden kartoittamiseksi tulisi 630 euroa ($280 \times 2,25 = 630$). Yksittäisen tilan kohdalla kustannustaso muodostuu niin korkeaksi, ettei miehittämättömillä ilma-aluksilla saada aikaan merkittäviä säästöjä. Kasvipeitteisyysvalvontaa onkin jatkossa kustannustehokkaampaa kehittää havaintojen keruun osalta kaukokartoitusvalvonnan menetelmiä hyödyntämällä.

9.3 Asiantuntijahaastattelut

9.3.1 Asiantuntijahaastattelujen periaatteet

Asiantuntijahaastattelussa haastateltavat ovat erityisesti valittuja alallaan tunnustettuja asiantuntijoita. Haastattelun tarkoitus on koota heidän erikoistietämyksensä tutkittavasta aiheesta. Haastatteluun valituilla asiantuntijoilla on asemansa vuoksi mahdollisuus antaa tietoa tutkimuskohteen laajoista kysymyksistä, organisaatiosta, historiallisesta kehityksestä, tulevaisuuden suuntaviivoista ja niin edelleen. (Anttila 1996, 233.)

Tässä työssä asiantuntijahaastattelut valittiin erääksi tutkimusmetodiksi, sillä niistä saatiin tutkimuksen tulosten pohjaksi alan viimeisin tieto. Haastattelut olivat lyhyitä ja niissä keskityttiin tutkimuksen kannalta olennaisiin kysymyksiin.

9.3.2 Valvontapäällikön ja tarkastajien haastattelu

Opinnäytetyötä vasten tehtiin asiantuntijahaastattelu marraskuussa 2017 Hämeen ELY-keskuksen valvontapäällikön sekä 2 kokeneen tarkastajan kanssa. Haastateltavien mukaan nykyinen maataloushallinnon käyttämä peltolohkokorekisteri voitaisiin liitospisteillä yhdistää ilmakuva-aineistoon. ELY-keskuksen asiantuntijat eivät näe hyvänä vaihtoehtona RPAS-aineiston tilaamista ulkopuoliselta konsultilta, sillä ostopalvelun toimittaja ei välttämättä tiedä tarkasti mistä pitäisi kuvata. RPAS-laitteiden tuottamalle videokuvalle he eivät nähneet lisäarvoa.

Jos RPAS-kuvaus toteutettaisiin kilpailutettuna hankintana, Maaseutuviraston tai myöhemmin Ruokaviraston rooli hankintojen valvonnassa ja ohjeistuksessa kasvaisi. Tällä hetkellä katsotaan, että ELY-keskusten tarkastajat ovat akkreditoitu tekemään maataloushallinnon mittauksia eli tarkastaja tietää täsmällisesti mistä ja miten mittaa peltolohkoja. Haastateltavat myös muistuttivat, että valvonnoista saadun palautekyselyn perusteella viljelijät pitävät viranomaistoimintaa valvontatapahtumassa laadukkaana ja luotettavana.

9.3.3 Maaseutuviraston asiantuntijan haastattelu

Maaseutuviraston johtavaa paikkatietoasiantuntijaa haastateltiin sähköpostin välityksellä. Haastattelussa kysyttiin miten maataloushallinto saa käyttöönsä avointa satelliittiaineistoa, miten vertailla kustannuksia ja kannattaako tarkastajien käyttöön hankkia UAV-laitteita.

Haastateltava on mukana kehittämässä pinta-alaperusteisten tukien valvontaa ja hänellä on laaja kokemus sekä tähänastisista valvontamenetelmistä että ajantasaista tietoa siitä, mihin suuntaan Suomessa ollaan menossa. Maaseutuvirastossa ei ole selvitetty UAV-laitteista saatavia hyötyjä, koska pienoislennokkeja ei ole ollut maataloushallinnon käytössä ja ne näyttäisivät jäävän väliin laitteiden kehitysketjussa. Paikkatietoalustahankkeessa toteutetaan latauspalvelu, jonka kautta Mavi ja muu aluehallinto sekä asiakkaat suoraan voivat ladata Sentinel 2-satelliitin tuottamia kuvamosaiikkeja. (Möller 2017.)

Kustannusten vertailusta todettiin sen olevan todella hankalaa, koska ei ole olemassa valmiita vertailukohteita. Sentinel-data on ilmaista, mutta kuvien oikaisu, luokittelu ja tulosten analysointi vaativat asiantuntijatyötä. Sen lisäksi ei ole vielä tietoa, kuinka kattavia satelliittitulokset ovat ja paljonko manuaalista työtä tulkinta vaatii. RPAS-laitteistot ovat asiantuntijan

mukaan vielä melko pienen mittakaavan työkaluja, koneet kalliita ja analysointi työlästä, koska kaikki ilmakuvauksen työvaiheet on tehtävä oikaisusta lähtien.

Haastattelussa kävi ilmi, että pienoislennokki ei yksin riitä, pitää olla myös hyvä kamera ja tarkat ilmakuvauksen sensorit ja kyky osata tulkita indeksikuvia, mikäli teknologiaa halutaan hyödyntää kunnolla. Mavin oletuksen mukaan tällä hetkellä ei kannata hankkia RPAS-laitteita, koska suuntaus on kokonaan pois maastokäynneistä. Monitoroinnissa siirrytään suoraan satelliittikuviin ja niiden tulkintaan. Lisäksi tuleva ajatus on, että tuottaja itse voisi ottaa kuvia ja lähettää niitä tarvittaessa maataloushallinnolle todistena tehdyistä toimenpiteistä. (Möller 2017.)

9.3.4 Ympäristövastuualueen asiantuntijan haastattelu

Hämeen ELY-keskuksen luonnonvarayksikön ylitarkastajaa haastateltiin marraskuussa 2017. Haastattelun aiheena oli yhteistyömahdollisuuksien kartoittaminen eri vastuualueiden välille hyödyntämällä olemassa olevien paikkatieto-ohjelmien tiedostoja. Hämeen ELY-keskuksen ympäristövastuualueella on käytössä ArcGis sekä ArcMap paikkatieto-ohjelmat. Lisäksi ympäristövastuualueen paikkatietoasiantuntijat selvittävät ilmaisen QGIS ohjelman soveltuvuutta. Haastattelussa kävi ilmi, että tulevassa maakunnassa QGIS voisi olla pääsääntöinen hallinnon käyttämä paikkatieto-ohjelma, koska se ei vaadi kalliita lisenssejä ja se olisi kaikkien yksiköiden käytettävissä.

Avoimen lähdekoodin QGIS (Quantum GIS) -paikkatieto-ohjelma tarkoittaa nimensä mukaisesti sitä, että ohjelmisto ja sen lähdekoodi ovat avoimia ja kaikkien saatavilla. Avoimeksi julkaistu lähdekoodi antaa käyttäjille mahdollisuuden muokata sitä omien tarpeidensa mukaisesti sekä lisätä ominaisuuksia selaamiseen ja analysointiin. Avoimen lähdekoodien ratkaisut ovat jo yleistyneet yritysten ja julkisen sektorin organisaatioiden käytössä kaupallisten ohjelmistojen rinnalla. (Hulkko 2017.)

10 TYÖN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

10.1 Triangulaatio tulosten saamiseksi

Realistisessa evaluaatiossa triangulaatiolla eli ristiinvalidioidinnalla pyritään käyttämään useampia kuin vain yhtä menetelmää tulosten saavuttamiseksi. Näin tuloksissa päästään suurempaan luotettavuuteen. (Anttila 2007, 143.) Tässä tutkimuksessa tulokset esitetään useasta näkökulmasta eli aiheesta olevien tutkimustulosten tarkastelulla, Paikkatietokeskuksen DroneFinland -ryhmältä saadun aineiston analysoinnilla, kustannuslaskelmavertailulla sekä asiantuntijahaastattelujen analysoinnilla.

Tutkimuksen teoreettiseen viitekehykseen valittiin laajasti erilaisia alan julkaisuja sekä taustoitettiin meneillään olevia hankkeita. Näin saatiin käsitys alan tämänhetkisestä tilanteesta. Lisäksi työssä on pyritty löytämään maataloustukivalvontojen kannalta tärkeimmät meneillään olevat kehityshankkeet. Opinnäytetyön pohjatietona olevat hankkeet ja tutkimukset on koottu tiivistetyksi liitteenä 1 olevaan taulukkoon.

Vertailemalla nykyisiä valvonnan kustannuksia siihen, mitä valvontahavaintojen kokoaminen voisi maksaa miehittämättömiä ilma-aluksia hyödyntämällä, on saatu johtopäätöksiä olisiko niiden käyttö jatkossa taloudellisesti kannattavaa. Asiantuntijahaastatteluilla on syvennetty tutkimuksen tuloksia ja saatu tulosten pohjaksi alan viimeisin tieto.

10.1.1 Aiempien tutkimusten ja kirjallisuuden pohjalta saadun tulokset

Tieteellisessä tutkimuksessa noudatetaan tieteellisen tutkimuksen perinteitä, jossa olennaisia ovat tutkimusongelman asettaminen, tutkimuskysymykset ja niihin vastaaminen yleisesti hyväksytyjä menetelmiä käyttäen. Tieteellisessä tutkimuksessa teoreettisen viitekehyksen avulla osoitetaan, mihin tieteelliseen osa-alueeseen tutkimus sijoittuu ja mihin tutkimus tuottaa uutta tietoa. (Ojasalo ym. 2009, 18-19.) Tässä luvussa esitetään tutkimuksen teoreettisen viitekehyksen perusteella saadut tulokset.

Suomessa on tehty jo vuosia kehittämistyötä optisten sensoreiden parissa, mutta tehty työ on jätetty hyväksikäyttämättä. Kotimaassa on siis paljon teknistä osaamista tältä alalta, joka pitäisi siirtää maataloushallinnolle käyttökelpoiseen muotoon. Maatalousvalvonnan näkökulmasta pinta-alojen mittausta voisi jo tekniikan puolesta suorittaa opinnäytetyössä kuvattujen menetelmien avulla.

Olemassa olevaa paikkatietoaineistoa ei ole hyödynnetty maataloushallinnossa vielä tähän asti keskitetysti. Lähes koko Suomi on jo laserkeilattu eli Suomen kaikki peruslohkot on pian kartoitettu. Tästä aineistosta pystyttäisiin havainnoimaan esimerkiksi metsänvarjostumien alta ojien pohjat ja lohkojen painaumakohdat. Paikkatietoalustasta muodostuu toivottavasti

jatkossa tärkeä tiedon koontipaikka, jossa avointa paikkatietoa voidaan hyödyntää tehokkaasti.

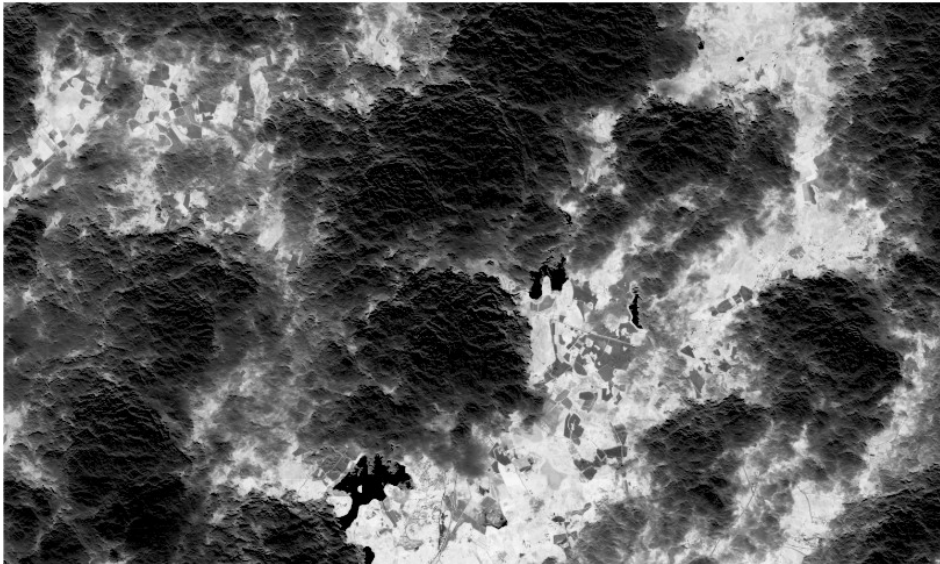
Siirtyminen satelliittien tuottamien ilmakuvien käyttöön ja niiden tulkintaan eli monitorointiin vähentää todennäköisesti maastotyötä merkittävästi jatkossa. Valvonnan rooli on siis muuttumassa ja tilalla tapahtuva työ siirtyy nykyisestä peltolohkojen gps-mittaamisesta ja tukiehtojen valvonasta aineistojen tulkintaan toimistotyönä.

Valvontojen ulkoistaminen ei ole tarkoituksenmukaista, koska maksajavirastosopimuksen sanelemia julkisen vallan käyttöä sisältäviä tehtäviä voidaan antaa vain viranomaiselle. Tietyissä tapauksissa voidaan kuitenkin nähdä tarpeellisenä ilmakehän aineiston hankkiminen ostopalveluna ammattitaitoiselta toimijalta. Näissä tapauksissa hankinnat on kuitenkin yleensä tehtävä kilpailutuksen kautta ja toimittajaksi saattaa valikoitua taho, jolla ei ole riittävän tarkkoja kuvaus- ja analysointivälineitä eikä tietotaitoa oikeantyyppisten kuvien tuottamiseen. Sen takia ostopalveluiden käytössä tulee kiinnittää erityistä huomiota tarjousten yksityiskohtien laadintaan ja turvata maataloushallinnon riittävä resurssi, jotta ostopalvelun tuottajaan voidaan olla riittävästi yhteydessä laadukkaan lopputuloksen aikaansaamiseksi. Opinnäytetyössä esitellyissä tutkimuksissa on havaittu jo tutkimusvaiheessa, että laadukkaiden havaintojen saamiseksi on oltava oikeanlainen välineistö sekä riittävästi ammattitaitoa tulosten analysoimiseen.

10.1.2 Paikkatietoaineiston analyysi

Tutkimusaineiston kuvaus on aineiston dokumentointia teorian pohjaksi ja aineiston analysointi johtaa tutkimustulosten saamiseen. Tutkimuksessa yhdistetään yksittäisiä aineistoja laajempiin kokonaisuuksiin, jolloin tutkimusaineisto on mahdollista tiivistää helposti käsiteltävään ja hallittavaan muotoon. (Ojasalo ym. 2009, 107.) Tässä luvussa esitetään tutkimuksen käyttöön saadun paikkatietoaineiston perusteella saadut tulokset.

Opinnäytetyötä varten saadun satelliittiaineiston ilmakuvista pystyi silmämääräisesti tulkitsemaan lohkon rajauksen karkean paikkansapitävyyden, lohkon kylvetyt ja kylvämättömät kohdat sekä alustavan kasvilajiryhmän. Osa kuvista oli liian pilvisiä, kuten kuvassa 19 tai pilvien varjostumien peittämiä analyysiin tekemiseksi.



Kuva 19. Liian pilvinen kuva analyysikäyttöä varten. (Honkavaara, 2017)

Kartturi paikkatieto-ohjelmasta ollaan vähitellen luopumassa ja maataloushallinnossa siirrytään pelkästään tukisovelluksen karttaosioon, joka on suoraan yhteydessä viljelijöiden Vipu-verkkoasiointipalveluun. Karttaosiossa tai Kartturissa ei ole analysointityökaluja, joilla voisi tulkita esimerkiksi kasvillisuusindeksiä.

Maataloushallinnon käytössä on tällä hetkellä päivitystilanteesta riippuen osin useita vuosia vanhaa ilmakehuvausaineistoa eli tarve tuoreemman tai jopa reaaliaikaisen ilmakehuvan saamiseen on suuri. Saadun aineiston perusteella ainakin kasvustojen kasvilajimääritys ajantasaisesta aineistosta olisi mahdollista RPAS-menetelmillä, kun hyödynnetään silmämääräisen tarkastelun lisäksi erilaisia biomassan ja korkeusmallien analysointityökaluja. Tämä edellyttäisi tietenkin, että maataloushallinnon käytössä olisi avoimen paikkatiedon lisäksi maksullisia analysointiohjelmistoja sekä ammattitaitoa niiden tulkintaan. Silmämääräistä tarkastelua on mahdollista tehdä kuvassa 20 esitetystä ortokuvasta.



Kuva 20. DroneFinlandin testiaineiston ortokuvaa, jolta pystyi määrittämään muun muassa kasvulohkojen pinta-alat (DroneFinland, 2016b).

Nykyisen ohjelmakauden vaatimusten valvonnan näkökulmasta miehittömän ilma-aluksen tuottamasta kuvasta pystyi määrittämään lohkon pinta-alan, tukikasvin tai ainakin kasvilajiryhmän sekä useita tukiehtoja. Tällä hetkellä nämä valvotaan paikan päällä suoritettavan tilakäynnin tai uusintakäynnin yhteydessä.

Valvottavista tukiehdoista voidaan mainita esimerkiksi suojakaista- sekä piennarvaatimuksen täyttyminen. Viherindeksin perusteella pystyttäisiin selvittämään, onko lohkolle jätetty riittävän leveä nurmipeitteinen suoja-kaista. Kasvillisuusindeksi taas kertoo, onko lohkolla täyttynyt paikkakunnan tavanomainen viljelytapa eli onko kasvusto perustettu ehtojen mukaisesti viimeiseen kylöpäivään mennessä.

Ilmakuvasta olisi analysoitavissa valvonnan kannalta myös kasvinsuojeluruiskutusurat, rikkakasviesiintymät, itämättömät alat sekä tukikasvin sadonkorjuu sekä lohkon muokkaus. Myös karjanlannan levitys ehtojen sallimien ajankohtien sisällä pysyttäisiin havainnoimaan jopa satelliittiaineistosta. Nämä havainnot edellyttäisivät ympärivuotista automaattianalysointivälineillä tehtyä tiedonkeruuta. Valvontaan päätyisivät tällöin vain tilat, jossa monitorointi ei vastaa ilmoitettua tilannetta tai etähavainnointi ilmoittaa selkeän tukiehtojen rikkeen vertailtaessa havaittua peltolohko-rekisterin tuottamaan pohjatietoon.

Etähavainnon riskinä ovat aina kuitenkin virhetulkinnat ja esimerkiksi heti kylvövaiheen jälkeen nousevat rikkakasvit pitäisi pystyä erottamaan tukikasvin biomassasta. Tässä auttaa muun muassa käynnissä oleva Turun yliopiston hukkakaurahanke, jossa etsitään uusia tekniikoita kasvien taimivaiheen tunnistukseen.

10.1.3 Kustannuslaskelman ja haastattelujen pohjalta saadut tulokset

Ilmakuvauksen avulla pystytään mahdollisesti jatkossa välttämään päällekkäistä työtä ja esimerkiksi vähentämään tarkastajien turhaa matkustamista, kun miehittämättömät ilma-alukset voisivat suorittaa ainakin osan maastotyöstä, jolloin virkamies pystyy toimistolta käsin tekemään kuvausaineistosta tulkintoja ja työajan säästö mahdollistaa entistä tarkempaa työskentelyä yksittäistä tilaa kohden. Kaukokartoitusaineistoja on jatkossa saatavilla myös eri vuodenaikoina ja valvonta onkin siirtymässä maastokäynneistä kohti monitorointia. Avoimen lähdekoodin paikkatieto-ohjelmisto voi tuoda myös uusia mahdollisuuksia saatavilla olevan tiedon analysointiin ja näin omalta osaltaan siirtää havaintojen tekemistä maastokäynneistä toimistotyöhön.

Kuten Mavin asiantuntija tutkimuksen haastattelussa totesi, kustannusten suora vertailu on hankalaa. Tällä hetkellä ei ole laajamittaisia valmiita vertailukohteita virkamiestyönä tehtävän maastohavainnoin ja kaukokartoitusmenetelmin kerätyn tiedonkeruun välillä. Sentinel-data on ilmaista, mutta kuvien oikaisu, luokittelu ja tulosten analysointi vaativat asiantuntijatyötä. Tarkkaan ei vielä tiedetä, kuinka kattavia tuloksia satelliittiaineistosta saadaan ja paljonko manuaalista työtä tulkinta edelleen vaatii, varsinkin pilvisyyden takia. Kasvipeitteisyyspilotti sekä aiemmat maaseutuhallinnon kaukokartoituskokeilut eivät ole olleet koko valtakunnan kattavia eikä tuloksista ole saatu riittävän kustannustehokkaita, jotta ne olisivat tätä ennen otettu käyttöön.

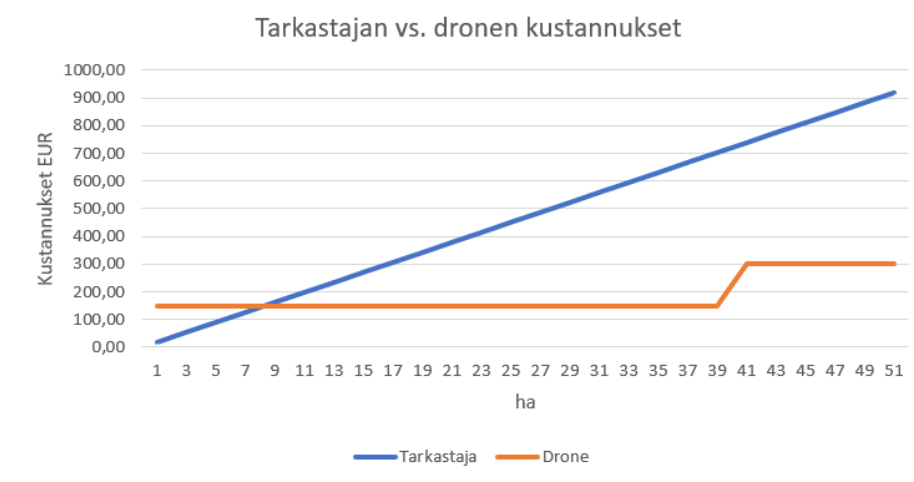
Tutkimuksen erimerkkitulilla, joka on esitelty kappaleessa 9.2.1, nykyisillä menetelmillä kotilavalvonta tuli maksamaan havaintojen keräämiseen osalta 19,50 euroa tunnilta. Jos taas nykymuotoiseen valvontaan olisi käytetty ulkopuolista ilmakuvan toimittajaa, havaintojen keräämiseen maastosta kustannus hehtaaria kohti olisi ollut 2,25 euroa. Ero tuntuu suurelta ja korostuu entisestään, mikäli peruslohkot ovat fyysisesti kaukana toisistaan, lohkoja on määrällisesti paljon ja niissä on paljon pinta-alan mittausta vaativia reunoja ja kasvulohkoja. Mitä suurempi etäisyys tilan peruslohkojen välillä on, sitä kauemmin nykymuotoinen valvonta kestää, sillä tarkastajilla kuluu aikaa lohkoilta toiselle siirtymiseen. Hankittaessa maastohavainnot RPS-tekniikkaa hyödyntämällä voitaisiin minimoida siirtymiset ja vähentää näin valvontaan kuluva aikaa.

Laskelma on erittäin kärjistetty ja se ei perustu todelliseen tilanteeseen, mutta on suuntaa antava. Mikäli samat havainnot kerättäisiin sekä virka-

miestyönä, että esimerkkitapauksen RPAS-toimijalta ostopalveluna hankittuna, olisi kustannus ollut 17,25 euroa per tunti halvempi. Laskelma ei kuitenkaan ota huomioon uusintavalvonnan tarvetta, mikäli kaikkia tarvittavia tukiehtoja ei pystyttäisi valvomaan samalla käyntikerralla.

Tutkimusta varten tehtiin herkkyysanalyysi, jossa verrattiin RPAS-laitteella tehtävää havaintojen keruuta tarkastajien tekemään maastotyöhön. Analyysin havainnot on kuvattu taulukossa 4. Herkkyysanalyysissä käytetyt lähtötiedot on kuvattu tarkemmin liitteessä 2.

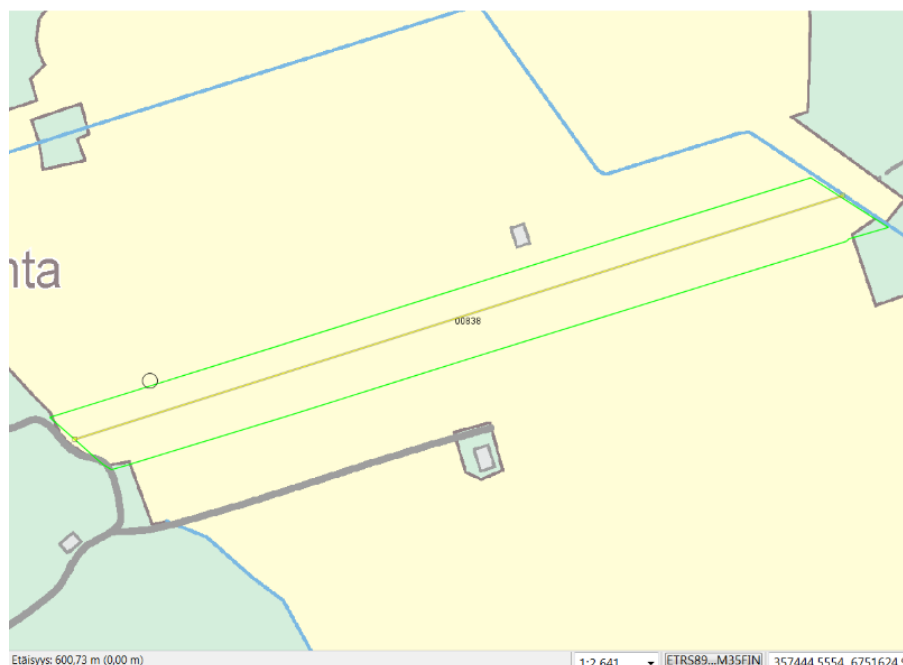
Taulukko 4. Herkkyysanalyysi kustannusten vertailusta.



Herkkyysanalyysin perusteella esimerkkitapauksen kaltaisissa valvonnissa havaintojen keruu on edullisempää tarkastajan suorittamana alle kahdeksan hehtaarin tiloilla. Sitä suuremmilla pinta-aloilla valvontahavaintojen keruu tulisi esimerkkitilan kaltaisilla tiloilla edullisemmaksi RPAS-laitteella toteutettuna. RPAS-laitteella pystytään tällä hetkellä keräämään dataa tunnissa noin 40 hehtaarin alalta olosuhteista riippuen. Drone-mittauksen osalta laskelmassa oletetaan, että korvaus on alkavalta tunnilta, tästä syystä kustannus nousee joka 40. hehtaari. Kuvien käsittely- ja analysointikustannukset ovat arvio keskimääräisen tapauksen mukaa, sillä ne voivat vaihdella tapauskohtaisesti. Yhden akun lentoaika on noin 45 minuuttia. Mikäli valvottavan tilan lohkot sijaitsevat etäällä toisistaan tulisi kuvauslentojen suunnittelu sekä lentotapahtuma pystyä toteuttamaan pitkälle automatisoiden. Lisäksi viranomaisvalvonnassa tulisi voida hyödyntää BVLOS (Beyond Visual Line-of-Sight) -toimintaa, jolloin siirtymisiin kuluisi mahdollisimman vähän aikaa.

Kuvassa 21 on esitetty peltolohkorekisterin ristiintarkastuksessa ollut peruslohko, jonka pituus on 600 metriä. Lohkon toisessa päässä kulkee peltotie, jota pitkin lohkolle kuljetaan. Toisessa päässä lohko rajoittuu valtaojaan eli lohkon sille reunalle on ehtojen mukaan jätettävä vähintään metrin levyinen muokkaamaton viherpeitteinen piennar, jota ei saa lannoittaa

eikä käsitellä kasvinsuojeluaineilla. Tarkastajan on käveltävä kasvuston reunaa pitkin lohkon toiseen päähän toteamaan piennarvaatimuksen täyttyminen, vaikka lohko muuten ei vaatisi lähempää maastotarkastelua. Lohkon valvonta edellyttää siis vähimmillään 1,2 kilometrin kävelyä. Jos loholla kasvaa korkea ja vaikeakulkuista kasvia kuten rypsiä, ruista tai härkäpapua eteneminen kasvuston seassa lohko reunassa on todella hidasta. Varsinkin tämäntyyppisissä tilanteissa ELY-keskuksen omasta UAV-laitteesta olisi suuri hyöty, sillä tarkastaja voisi suorittaa valvonnan peltoieltä käsin ja miehittämätön lentoalus voisi kiertää koko lohkon annettujen koordinaattien mukaisesti säilyttäen koko ajan näköyhteys. Samalla laitteen seurantakuvaruudulta pystyisi havaitsemaan mahdolliset viljelemättömät kohdat sekä hukkakauraesiintymät, jotka varsinkin korkeasta kasvustosta on lähes mahdotonta havaita.



Kuva 21. Kapean peruslohkon toisessa päässä on valtaoja, jonka reunassa olevan piennar pitää valvonnassa todeta. Paikalle ei ole tietä eikä polkua, joten matka pitää tehdä nykyvalvonnassa jalkaisin. (Maataloushallinnon Kartturi-ohjelma, 2017)

Tarkastajan mukana kulkevan pienoislennokin avulla voitaisiin valvoa hankalasti saavutettavia kohteita ja säästää näin maastossa kuluvaa aikaa. Aika- ja paikkaleimalla varustetut kuvat helpottavat myös mahdollisessa oikaisuvaatimuskäsittelyssä seuraamusten määrittämistä myöhemminkin. Tällaiseen havaintojenkeruuseen olisi riittävä luvussa 8.5 esitelty laitteisto.

RPAS-laitteella voisi siis valvoa kokotilavalvonnassa olevan maatilän kaikki perus- ja kasvulohkot kasvukaudella sekä peltolohkorekisterin ristiintarkastukseen osuneet epäselvät yksittäiset lohkot. Myös lakisääteistä hukka-

kauravalvontaa voitaisiin suorittaa pienoislennokin avulla. Erityisen hyödyllinen RPAS-menetelmä olisi talviaikaisen kasvipeitteisyyden valvonnassa, varsinkin jos valvontaan osuneet lohkot vaatisivat muuten paljon jalkautumista lohkoille. Ilmasta kuvattuna silmämääräinen tarkkuus riittäisi heti tarvittavan havainnon tekemiseen onko lohko kasvipeitteinen, kevytmuokattu vai kynnetty eli täyttyvätkö tukiehdot. Tällaisessa valvonnassa pienoislennokin ilmakuvaan tulkinta ei vaatisi edes erillistä purkuohjelmaa tai jälkikäteen suoritettavaa analysointia toimistolla.

Satelliittimonitorointiin siirtyminen mahdollistaisi 5 prosentin vuosittaisesta valvontavelvoitteesta luopumisen. Reaaliaikainen satelliittikuva täydennettynä tarvittaessa RPAS-laitteella tuotettuun täsmäilmakuvaan pois-sulkisi uusintavalvontatarpeen. Nykyinen Maaseutuviraston työläs otanta-järjestelmä voitaisiin poistaa, jolloin maataloushallinnon kustannukset pienenevät merkittävästi ja valvonnoista johtuvat seuraamukset ja takautuvuudet tuenhakijoille vähenevät, varsinkin jos ennen varsinaisen seuraamisen määrittämistä viljelijää voitaisiin neuvoa ja kehottaa korjaamaan havaittu tukiehtojen noudattamatta jättäminen. Näin ollen valvonta voitaisiin kohdentaa aiempaa riskiperusteisemmin.

Kaukokartoituksen laaja käyttöönotto edellyttää kuitenkin maataloustukisovellukseen tarvittavien muutosten toteuttamista. Nämä muutokset taas kustannuksena voi tulla maksamaan enemmän kuin valvonnan tehostumisesta saatava hyöty toisi säästöjä.

10.2 Johtopäätökset

10.2.1 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuustarkastelussa tutkija pohtii kuinka hyvin tutkimusote, siinä käytetyt menetelmät ja saadut tutkimustulokset vastaavat tutkimukselle asetettuja kysymyksiä. (Anttila 2007, 146.) Reliabiliteetti tarkastelee tutkimuksen laajuutta, jolla samaa aihetta tutkivien tutkijoiden tutkimukset tuottavat suunnilleen samoja tuloksia. (Järvinen & Järvinen 2000, 172.)

Ristiinvalidoinnilla eli triangulaatiolla tuloksille saadaan suurempi luotettavuusaste, jos samaan tulokseen päädytään useampien menetelmien avulla. Vain yhtä menetelmää käyttämällä voi olla houkutus uskoa saatuihin tuloksiin ilman kritiikkiä. Kun tutkimuksen aihetta lähestytään samanaikaisesti monelta suunnalta ja suoritetaan sekä ulkoista että sisäistä arviointia, päästään tuloksissa huomattavasti parempaan luotettavuuteen ja uskottavuuteen. (Anttila 2007, 143.)

Opinnäytetyö lähti tutkijan omasta mielenkiinnosta aihetta kohtaan. Saatu aineisto sekä oman virkatyön puolesta monipuolisesti saatavilla oleva tieto

vastaa valitun tutkimusstrategian näkökulmasta tutkijan mielestä parhaalla mahdollisella tavalla opinnäytteelle asetettuja tavoitteita ja vastaa siinä esitettyihin kysymyksiin.

Tutkijalla oli ammattinsa puolesta käytössä maataloushallinnon tämänhetkinen karttasovellus ja Kartturi paikkatieto-ohjelma, jossa saatua aineistoa pystyi testaamaan. Lisäksi tutkija sai käyttöönsä uusimpia alan tutkimustuloksia eri toimijoilta.

Eri tutkimuksissa oli päästy suunnilleen samoihin johtopäätöksiin eli saadaksesen joko satelliitti- tai RPAS -kaukokartoitusmenetelmistä täyden hyödyn, maataloushallinnon tulisi pystyä tulkitsemaan ajantasaisista aineistoista automaation avulla ainakin kasvillisuusindeksi, viherindeksi sekä korkeusmalli. Näistä kartoitetun alueen tiedoista kertyisi hyvin tarkka kuva mitä missäkin kasvaa ja miten kasvusto kehittyy. Vaatii rohkeutta muuttaa totuttuja toimintatapoja kokonaan uusiksi, mutta opinnäytetyö osoittaa, että teknisesti kasvustoja voidaan jo tulkita hyvinkin tarkasti kaukokartoitustietoa analysoimalla. Paikkatietoalusta olisi jatkossa kaiken avoimen ja saatavissa olevan tiedon koontipaikka. Osa tekniikasta vaatii vielä tarkempia jatkotutkimuksia ja testaamista käytännössä.

10.2.2 Riskit ja epävarmuustekijät

Työ on kuvaus tämän hetkisestä tilanteesta, jossa maakuntauudistusta sekä Euroopan unionin maatalouspolitiikan uutta ohjelmakautta valmistellaan kovaa vauhtia. Mikäli maakuntauudistus ei toteudu aiotun suunnitelman mukaisesti ollaan jälleen uuden tilanteen äärellä. Jatkuuko silloin vielä aluehallinto nykyisellään eli ELY-keskukset ja kuntien maaseutuviranomaiset erillisissä yksiköissä jää nähtäväksi. Kustannussäästöjen paine ja digitalisaation lisääminen maataloushallinnossa kuitenkin todennäköisesti kasvaa, vaikka uudistus jäisi toteutumatta tällä hetkellä tiedossa olevalla aikataululla.

EU:n tulevasta maatalouspolitiikasta on tihkunut ensimmäisiä arvioista. Pinnalla ovat erityisesti tukien vaikuttavuus ja ilmastonmuutoksen torjuminen. Tukiehtojen määräytymisen radikaali muutos tuotantoon sidottujen tukien kohdentamisesta enemmän investointeihin tuo myös maataloustukien valvontaan uusia kehittämispaineita.

Satelliittikuvatulkintaan perustuva monitorointi voi tuoda mukanaan yllätyksiä, joita ei vielä osata ottaa edes huomioon. Pilvisyys voi entisestään lisääntyä ilmaston lämpenemisen myötä, jolloin kuvatulkinta voi kärsiä.

10.2.3 Pohdintaa

Aluehallintouudistus tuo mukanaan mahdollisuuden uusien työskentelytapojen käyttöönottoon. Maatalousvalvontaa ei voi eikä kannata maksajavirastosopimuksen mukaisesti ulkoistaa kolmannelle osapuolelle, mutta hallinto voi lisätä avoimen datan käyttöä, mikä tehostaa ja monipuolistaa valvonnan menetelmiä.

Nykyisen otantamenetelmän ollessa vielä käytössä RPAS-laitteistolla voisi kerätä havainnot ainakin kookkaimpien tilojen kaukaisimmilta lohkoilta. Lentokuvattu aineisto pitäisi saada hallinnon tukisovellukseen erillisenä tasona, jota valvoja voisi hyödyntää saatuja tietoja tallennusvaiheessa. Pelkän silmämääräisen tarkastelun lisäksi maataloushallinnolla tulisi olla ainakin orto-oikaisuun tarkoitettu ohjelmisto. Näin ilmasta kuvatusta aineistosta pystyisi määrittämään myös pinta-aloja.

Tässä tutkimuksessa ei ollut käytössä RPAS-laitteistoa eli tutkija ei pystynyt tekemään konkreettista vertailua, paljonko aikaa säästyisi, jos osa kokotilavalvonnan havainnoista tehtäisiin pienoislennokin avulla. Tämä vaatisi ELY-keskuksille myönnettävän valvontapilotti kokeilun eli Maaseutuviraston pitäisi hyväksyä säädös, jonka perusteella RPAS-laitteella kerätyt havainnot kelpaavat valvontatuloksen määrittämiseen. Tässä olisi näin ollen aihetta jatkotutkimukseen. ELY-keskuksilla ei ole tällä hetkellä laitteistoja eli ensin pitäisi tehdä kilpailutuksen kautta hankinnat, sen jälkeen kouluttaa valvoja käyttämään RPAS-laitteita sekä kehittää tukisovellusta, jotta laitteista saatu tieto saadaan hyödynnettyä täysimääräisesti. Toisena vaihtoehtona uudelle tutkimukselle voisi olla RPAS-aineiston hankkiminen pilottivalvonta-alueelta ostopalveluna alan ammattitaitoiselta toimijalta.

Jos tulevalla ohjelmakaudella halutaan luopua jälkikäteisestä valvonnasta ja edistää reaaliaikaisen monitoroinnin käyttöönottoa, tulee tukijärjestelmän olla nykyistä selvästi yksinkertaisempi. Valvonnasta pitäisi tehdä enemmän ympärivuotista ja teknologiaa sekä kaukokartoitusmenetelmiä pitäisi hyödyntää mahdollisimman reaaliaikaisen ilmakuvan saamiseksi. Tulevalla tukikaudella paikkatietoon pohjautuvan tiedon määrä ja rooli kasvaa merkittävästi.

Ennen kaikkea tukiehdot pitää lähtökohtaisesti rakentaa sellaiseksi, että monitorointi on mahdollista. Nykyisin maataloustukien haussa on käytössä paljon kasvikoodeja, vaikka käytännössä tukitaso on esimerkiksi monilla erilaisilla nurmilla sama. Nykyisen ympäristökorvauksen ehtojen noudattamisen valvontaa ei ole järkevää siirtää sellaisenaan monitorointiin. Uudella ohjelmakaudella tulisi ainakin vähentää kasvikoodeja ja yhdenmukaistaa tukitasoja, mikä yksinkertaistaa koko tukijärjestelmää. Monitoroitavuus tukisi jopa olla koko uuden tukijärjestelmien suunnittelun yhtenä kriteerinä.

LÄHTEET

Anttila, P. (2007). Realistinen evaluaatio ja tuloksellinen kehittämistyö. Hamina: Akatiimi oy.

Anttila, P. (1996). Tutkimisen taito ja tiedon hankinta. Helsinki: Akatiimi oy.

Alueuudistus (2016). Kuntiin kohdistuvat taloudelliset vaikutukset sote- ja maakuntauudistuksen yhteydessä. Haettu 4.12.2016 osoitteesta <http://alueuudistus.fi/documents/1477425/3118184/Kuntiin+kohdistuvat+taloudelliset+vaikutukset+310816.pdf/5c4f4876-9943-442e-8b64-f6a2f54a66b6>

Alueuudistus (2018). Mikä on maakuntauudistus. Haettu 14.2.2018 osoitteesta <http://alueuudistus.fi/mika-on-maakuntauudistus>

Bleive, A. (2016) Testing drones for inspection of area based measures. Maksajavirastoseminaarin luent 5.5.2016. Helsinki.

Björk, S. (2017). *Ohjelmakauden 2014–2020 vaikutukset pinta-alaperusteisten tukien valvontaan*. Opinnäytetyö. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Hämeen ammattikorkeakoulu.

Copernicus (2017). What is Copernicus? Haettu 2.10.2017 osoitteesta <http://www.copernicus.eu/>

DroneFinland (2016a). Dronet auttavat maanviljelijää. Haettu 6.11.2016 osoitteesta <http://dronefinland.fi/tarina/dronet-auttavat-maanviljelijaa/>

DroneFinland (2017). Kavantitatiivista 3D hyperspektristä kaukokartoitusta miehittämättömillä ilma-aluksilla – Teoriasta käytäntöön. Haettu 12.12.2017 osoitteesta <http://dronefinland.fi/projektit/>

DroneFinland (2016b). DroneFinland teki kesällä 60 maatalouden kuvauslentoa. Haettu 6.11.2016 osoitteesta <http://www.maanmittauslaitos.fi/ajankohtaista/dronefinland-teki-kesalla-60-maatalouden-kuvauslentoa>

Droneinfo (2017). Ohjeita turvalliseen lennättämiseen. Haettu 30.1.2018 osoitteesta https://www.droneinfo.fi/fi/nain_lennatat_turvallisesti

Elfhill (2016). Tarjous 30.6.2016.

Geologian tutkimuskeskus (2017). Maankamara. Haettu 10.11.2017 osoitteesta <http://www.gtk.fi/tietopalvelut/palvelukuvaukset/maankamara.html>

Henttu, K., Lehmusvuori, P. & Lehtiniemi, T. (2017). *Selvitys maatalous-tuotannon valvonnan kehittämisestä*. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriön työryhmämuistio 2/2017.

Honkavaata, E. (2018). Kommentteja opinnäytetyöhön. Sähköpostiviesti tekijälle 18.2.2018.

Honkavaara, E. (2017). Novel enabling IT technologies boosting efficient utilization of open satellite data in precision agriculture (BoostSat). Maanmittauslaitoksen ja Luonnonvarakeskuksen yhteishanke.

Hulkko, H-M. (2017). Tutkimusta varten tehty haastattelu 2.11.2017.

Hyyppä, J. & Hyyppä, H. (2007). Kansallisen laserkeilauksen mahdollisuudet. *Maankäyttö* 1/2007, 6-8.

Hämeen ELY-keskus (2016). Suunnittelun ja seurannan asiakirjat. Haettu 28.1.2018 osoitteesta http://www.ely-keskus.fi/web/ely/ely-hame-suunnittelu-ja-seuranta;jsessionid=F4EB60528DE5E00A1EA0A0A88D909044?p_p_id=122_INSTANCE_aluevalinta&p_p_lifecycle=0&p_p_state=nor-mal&p_p_mode=view&p_r_p_564233524_reset-Cur=true&p_r_p_564233524_categoryId=14254#.Wm2-jzftPY

Hämeen ELY-keskus (2017). Ajankohtaista aluehallintouudistuksessa. Haettu 1.2.2017 osoitteesta www.ely-keskus.fi/web/ely/aiheet

Hämeen ELY-keskus (2016.) Tarjouspyyntö 16.6.2016.

Jaakkola, A. (2015) *Edullinen liikkuva laserkeilaus ja sen soveltuvuus ympäristön kartoitussovelluksiin*. Väitöskirja. Aalto University publication series DOCTORAL DISSERTATIONS, 65/2015. Haettu 11.1.2018 osoitteesta <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/16212?locale-attribute=fi>

Järvinen, P. & Järvinen, A. (2000). *Tutkimustyön metodeista*. Tampere: Opinpajan kirja.

Kankaanpää, K. (2017). Maaseutuviraston valvontakoulutus. Avoin luento 6.6.2017, Naantalın kylpylä.

Lammin biologinen asema (2017). Tarjous 15.6.2017.

Lientola, E. (2017). *Kauko-ohjatut ilma-alukset luonnonvara-alalla*. Opinäytetyö. Biotalousliiketoiminnan kehittäminen YAMK. Hämeen ammattikorkeakoulu.

Lehto, T. (2017). Lennokkien määräykset tiukentuvat Suomessakin – EU valmistelelee droneille uusia rajoituksia. *Tekniikka & Talous*. Haettu

11.2.2018 ositteesta https://www.tekniikkatalous.fi/talous_uutiset/lennokkien-maaraykset-tiukentuvat-suomessakin-eu-valmistelee-droneille-uusia-rajoituksia-6663835

Leppä, J. (2017). EU:n maatalousrahastojen maksajavirastotehtävät eivät kuulu liikelaitokseen. Blogijulkaisu 27.9.2017. Haettu 30.9.2017 osoitteesta http://alueuudistus.fi/blogi/-/blogs/eu-n-maatalousrahastojen-maksajavirastotehtavat-eivat-kuulu-liikelaitokseen?_33_redirect=http%3A%2F%2Falueuudistus.fi%2Fblogi%3Fp_p_id%3D33%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_count%3D2

Leppänen, K. (2016). Valtionhallinnon resurssit turvattava myös säästöpainneissa. *Kansan Uutiset*. 7.7.2016. Haettu 28.1.2018 osoitteesta <https://www.kansanuutiset.fi/artikkeli/3570230-valtionhallinnon-resurssit-turvattava-myos-saastopaineissa>

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi (2017a). Ilmailu säädökset. Haettu 12.5.2017 osoitteesta <https://www.trafi.fi/ilmailu/saadokset>

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi (2017b). Määräys OPS M1-32. Haettu 11.2.2018 osoitteesta https://www.trafi.fi/file-bank/a/1482415412/c34a1bef37860a2559d61acf4fdebb3a/23514-OPS_M1-32_VALMIS_maarays_RPAS_fi.pdf

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi (2017c). Usein kysyttyä. Haettu 11.2.2018 ositteesta https://www.trafi.fi/tietopalvelut/usein_kysyttya/ilmailu_-_miehittamattomat_ilma-alukset_ja_lennokit

Luonnonvarakeskus (2018). Biomassa-atlas. Haettu 11.1.2018 osoitteesta <https://www.luke.fi/biomassa-atlas/>

Luotonen, H. (2016). Dronet ja lintuvesien tilan arviointi. Luento 28.11.2016

Maa- ja metsätalousministeriö (2016a). Ministerin tiedote. Haettu 11.11.2016 osoitteesta http://mmm.fi/artikkeli/-/asset_publisher/ministeri-tiilikainen-uuden-vahvan-viraston-rakentaminen-aloitetaan

Maa- ja metsätalousministeriö (2017a). Julkisen hallinnon yhteinen paikkatietoalusta. Haettu 9.9.2017 osoitteesta <http://mmm.fi/paikkatietoalusta>

Maa- ja metsätalousministeriö (2017b). Talousarvioesitys 2018, Ministeriön ehdotus. Haettu 18.12.2017 osoitteesta <http://mmm.fi/documents/1410837/1538052/TAE+2018+PL30.pdf/56d058bb-5ed4-49f5-a523-4d99be74f1f2>

Maa- ja metsätalousministeriö (2016b). Tiedote. Haettu 28.11.2016 osoitteesta http://mmm.fi/artikkeli/-/asset_publisher/maa-ja-metsatalousministerio-kehittaa-maataloustuotannon-valvontaa

Maa- ja metsätalousministeriö (2018). Tiedote. Haettu 3.3.2018 osoitteesta http://mmm.fi/artikkeli/-/asset_publisher/esitys-ruokaviraston-perustamisesta-eduskunnalle

Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto (2017). EU:n yhteisen maatalouspolitiikan uudistaminen ja yksinkertaistaminen. Haettu 24.10.2017 osoitteesta https://www.mtk.fi/reppu/repun_jasenpalvelut/reppu_uutiset/reppu_uutiset_2017/fi/Fl/eu_yhteisen_maatalouspolitiikan/

Maanmittauslaitos (2016). Kansallinen kuvausohjelma. Haettu 5.12.2016 osoitteesta <http://www.maanmittauslaitos.fi/ammattilaisille/maastotiedot/kaukokartoitus/ilmakuvat/kansallinen-kuvausohjelma>

Maanmittauslaitos (2017). Laserkeilausaineisto. Haettu 2.10.2017 osoitteesta <http://maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/asiantuntevalle-kayttajalle/tuotekuvaukset/laserkeilausaineisto>

Maaseutuvirasto (2017a). Hakuopas 2017. Haettu 20.11.2017 osoitteesta <http://www.mavi.fi/fi/opaat-ja-lomakkeet/viljeliija/Sivut/Hakuopas.aspx>

Maaseutuvirasto (2017b). Miksi viljelijän pelto- ja eläintukia valvotaan? Haettu 20.5.2017 osoitteesta <http://www.mavi.fi/fi/maksut-ja-valvonta/valvonta/viljeliija/Sivut/miksi-tukia-valvotaan.aspx>

Maaseutuvirasto (2016). Peltolohkorekisteri. Haettu 5.12.2016 osoitteesta <http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/fi/peltolohkorekisteri>

Maaseutuvirasto (2017c). *Peltovalvontaohje 2017*. Haettu 20.11.2017 osoitteesta <http://www.mavi.fi/fi/opaat-ja-lomakkeet/viljeliija/Documents/Peltovalvontaohje2017.pdf>

Maaseutuvirasto (2017d). Tiedote valvonnasta 2017. Haettu Maataloushallinnon Aitta-palvelusta osoitteesta <https://aitta.mavi.fi/fi/valvonta/Sivut/default.aspx>

Mikander, C-G. ym. (2011). *Viljelijätukien valvonnan rationalisointivaihtoehtoja selvittävän työryhmän loppuraportti*. Haettu 5.12.2016 osoitteesta http://mmm.fi/documents/1410837/1724539/trm2011_9.pdf/22120941-3525-497c-a237-99497fc766db

Möller, Å. (2017). Tukivalvontojen tehostaminen. Avoin haastattelu. Sähköpostiviesti tekijälle 10.11.2017.

Nasa (2017). Earth observatory. Haettu 21.1.2018 osoitteesta https://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_2.php

Näsi, R., Kaivosoja, J., Litkey, P., Pandzic, M., Viljanen, N., Rosnell, T. & Honkavaara, E. (2017). Novel enabling IT technologies boosting efficient utilization of open satellite data in precision agriculture. Loppuraportti. Maanmittauslaitos ja Luonnonvarakeskus.

Ojasalo, K., Moilanen, T. & Ritalahti, J. (2009). *Kehittämistyön menetelmät*. Helsinki: WSOYpro oy.

OmaHäme (2017). Tehtävien nykytilan kartoitus. Haettu 11.11.2017 osoitteesta http://omahame.fi/wp-content/uploads/2017/03/Maaseutu_tyoryhma_Tehtavien_kartoitus_ELY_maaseututehtavat.pdf

Porkka, K. (2017). Kuvia minihelikopterihankkeeseen liittyen. Sähköpostiviesti tekijälle 31.10.2017.

Suomela, K. (2007). *Selvitysmiehen raportti, Maatalouden tuki- ja valvontajärjestelmien yksinkertaistaminen*. Haettu 2.12.2016 osoitteesta <http://docplayer.fi/3315165-Selvitysmiehen-raportti-maatalouden-tuki-ja-valvonta-jarjestelmien-yksinkertaistaminen.html>

Tampereen teknillinen yliopisto (2017). Mikä data-hanke, Maatalouden kehittäminen data-analyysien avulla. Haettu 11.10.2017 osoitteesta <http://www.tut.fi/fi/pori/kehittamishankkeet/mika-data/index.htm>

Tarasti, L. (2016). Valtion aluehallinnon ja maakuntahallinnon uudistaminen - lukuun ottamatta sosiaali- ja terveydenhuollon uudistusta. Valtiovarainministeriön julkaisu 3/2016.

Tyystjärvi, E. (2017). Miehittämättömien ilma-alusten hyödyntäminen maataloushallinnon tukivalvonnoissa. Sähköpostiviesti tekijälle 25.10.2017.

Turun yliopisto (2017). Pienoishelikopteri viljanviljelyn apuna. Haettu 10.10.2017 osoitteesta <http://www.utu.fi/fi/sivustot/pienoishelikopteri/Sivut/home.aspx>

Valtioneuvosto (2017). Hallituksen linjaus maakunnille siirrettävistä tehtävistä. Haettu 31.1.2017 osoitteesta <http://valtioneuvosto.fi/documents/10616/2287640/Hallituksen+linjaus+maakuntahallinnon+tehtävät+5.4.2016/101bc0ea-ca53-43a8-9252-c66e073bfe80>

Valtioneuvosto (2015). Vaikuttavuus- ja tuloksellisuusohjelman osuus valtionhallinnon toiminnan kehittämässä oli merkittävä. Tiedote. Haettu 26.1.2018 osoitteesta http://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/10616/vaikuttavuus-ja-tuloksellisuusohjelman-osuus-valtionhallinnon-toiminnan-kehittamisessa-oli-merkittava

Valtiovarainministeriö (2013). Maa- ja metsätalousministeriön hallinnon-alan VATU-ohjelma. Haettu 26.1.2018 osoitteesta http://vm.fi/documents/10623/1221516/8_MMM_VATU_OHJELMA_2013.pdf/419850b5-8e9d-4185-982e-1c43fe0e89ab

Valtiovarainministeriö (2017). Alueellistamisen koordinaatioryhmä puoltaa Ruokaviraston päätoimipaikan sijoittamista Seinäjoelle. Haettu 25.9.2017 osoitteesta http://vm.fi/artikkeli/-/asset_publisher/alueellistamisen-koordinaatioryhman-puoltaa-ruokaviraston-paatoimipaikan-sijoittamista-seinajoelle

Veronmaksajat (2017). Kuntaverovertailu 2017. Haettu 4.2.2017 osoitteesta https://www.veronmaksajat.fi/globalassets/lehdistotiedotteet/kuntaverovertailu-2017/kuntaverovertailu-2017_netti.pdf

Viljanen, N. (2017). Ympäristön 3D fotogrammetriset hyperspektri- ja RGB-mittaukset keveillä kauko-ohjattavilla ilma-alusjärjestelmillä. Opinäytetyö. Rakennetun ympäristön laitos. Insinööritieteiden korkeakoulu Aalto-yliopisto.

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu (2004). Tietopaketti kaukokartoituksesta. Haettu 2.10.2017 osoitteesta [http://www.i4.ymparisto.fi/i4/fin/tuotteet/Kaukokartoituksen_tietopaketti_\(2004\).pdf](http://www.i4.ymparisto.fi/i4/fin/tuotteet/Kaukokartoituksen_tietopaketti_(2004).pdf)

KOONTITAUUKKO OPINNÄYTETYÖN VIITEKEHYKSESTÄ

Tutkimuksessa esitelty aiempi tai meneillään oleva hanke	Keskeisimmät huomiot tutkimuksen kannalta
Valtionhallinnon tehostamisohjelma	Maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalan paikkatiedon tutkimus- ja kehittämistyön keskittäminen siirtyi vuoden 2015 alusta Maanmittauslaitokseen. Tavoitteena oli luoda edellytykset ministeriön toimialan palveluiden ja tietoresurssien laajalle sähköistymiselle ja tietotekniselle yhtenäistymiselle. Maataloushallinnossa ja tukivalvonnoissa tehostamisohjelma on näkynyt tiukentuneina ohjeistuksina ja henkilöresurssien vähenemisellä. Samaan aikaan valvottavien tukiehtojen määrän lisääntyminen pienemmällä henkilöstöllä on aiheuttanut paineita tehostaa valvontaprosessia.
Maakuntauudistus	Maakunnan maaseutupalveluiden järjestämisen rahoitusta tullaan aluehallintouudistuksen myötä todennäköisesti vähentämään merkittävästi nykyisestä, joten on selvä tarve tehostaa ja nykyaikaistaa hallinnon prosesseja. Tavoitteena on, että maakuntien toiminnan alkaessa organisaatio ja tehtäväjako on saatu selkeäksi sekä henkilökunnan että asiakkaiden näkökulmasta. Uudet sähköiset prosessit sekä digitalisaatio mahdollistavat entistä tehokkaammat työskentelytavat.
Ruokaviraston perustaminen	Eviran ja Mavin yhdistämisestä syntyy asiakkaan näkökulmasta etuja, kun toimintatapoja ja toimintakulttuuria pystytään uudistamaan kokonaisuutena. Taustalla on myös maakuntauudistus, jossa maataloushallinto keskitetään ELY-keskuksista ja kuntien yhteistoiminta-alueilta maakuntan järjestettäväksi. Maatalouden ja elintarviketurvallisuuden koaminen samaan virastoon mahdollistaa maa- ja metsätalousministeriön kannalta toimialojen nykyistä tehokkaamman kokonaisuohjauksen sekä asiakkaiden että uusien maakuntien suuntaan.
Maataloustukivalvontojen kehittäminen	Valvontakustannusten säästämiseksi selvityksen mukaan Suomen tulisi ehdottaa EU:lle, että tulevaisuudessa hallinnollisella eli toimistolla tehtävällä valvonnalla korvattaisiin nykyistä enemmän paikan päällä maatilalla tehtävää valvontaa. Selvityksen mukaan tulevaisuuden tavoitteena tulee olla tilan tietojen ja tarkastushavaintojen tallentaminen vain yhteen kertaan niin, että ne ovat kaikkien niitä tarvitsevien valvontaviranomaisten käytössä. Valvontojen määrän vähentämisen lisäksi merkittävin keino kustannussäästöjen saavuttamiseen on valvonnan selvityksen mukaan valvontakäynnillä tarkastettavien vaatimusten vähentäminen, yksinkertaistaminen ja yhdenmukaistaminen.

Tuleva EU:n ohjelmakausi	Yksinkertaisuus, tukijärjestelmän läpinäkyvyys ja selkeys ovat keskeisiä tavoitteita rakennettaessa tulevasta maatalouspolitiikasta nykyistä ymmärrettävämpää. EU-säädöksiä muutetaan mahdollisesti niin, että valvontaa voitaisiin joiltain osin korvata uuden teknologian avulla tulevan ohjelmakauden alusta alkaen.
Global Monitoring for Environment and Security (GMES) eli Copernicus	Euroopan komissio ja Euroopan avaruusjärjestö ovat rahoittaneet satelliittiprojektia, joilla on toimitettu avaruuteen useita kaukokartoitus satelliitteja. Ne ovat nimeltään Sentinel, eri aikaan lähetetyt laitteet erotellaan perään liitettävällä numerolla. Mavissa selvitetään Sentinel-satelliittien aineistojen käyttöä. Sentinel-kuvien aikasarjasta voi todeta kasvuston kehitystä eri aikoina ja tunnistaa kasvilajeja. Sentinel-kuvien avulla voitaisiin luoda järjestelmiä, jotka automaattisesti varoittaisivat viljelijää havaittavissa olevasta virheestä etukäteen. Uuden teknologian käyttöönoton myötä voitaisiin nykyistä paremmin kohdentaa valvontaa riskikohteisiin ja vähentää valvontatyötä ja turhien tilakäyntien määrää.
Paikkatietoalusta	Julkisen hallinnon yhteinen Paikkatietoalusta-hanke on maaja metsätalousministeriön rahoittama hallituksen kärkihanke, jonka tavoitteena on luoda uusi tieto- ja palvelukokonaisuus. Paikkatietoalustalla tarkoitetaan järjestelmää, joka mahdollistaa ihmisten, palveluiden ja sovellusten yhteydet toisiinsa. Paikkatietoalusta hankkeessa toteutetaan latauspalvelu, jonka kautta Mavi ja muu maaseutuhallinto voi ladata satelliittikuvamosaiikkeja. Palvelu yhtenäistää näin valtion, maakuntien ja kuntien paikkatiedot ja tuo datan yleisesti saataville. Samalla on mahdollista säästää julkisen hallinnon kustannuksissa. Kustannussäästöjä syntyy julkisessa hallinnossa, sillä Paikkatietoalustaa hyödyntämällä voidaan poistaa päällekkäisiä toimintoja, ylläpitää tehokasta tietovarantoa sekä yhtenäistää aineistoja.
Laserkeilausohjelma	Maanmittauslaitos kerää maastotietoja tehden laserkeilauksia vuosittain noin 30 000 - 70 000 neliökilometrin verran. Tavoitteena on, että koko maa on laserkeilattu kertaalleen vuoteen 2020 mennessä. Laserkeilauksen avulla voidaan Suomesta kustannustehokkaasti tuottaa 30 cm:n korkeustarkkuudella korkeusmallia. Keilausaineistoa käytetään esimerkiksi karttojen ja useimpien paikkatietoaineistojen päivittämiseen sekä muutosten seurantaan.
Kansallinen kuvausohjelma	Mavi ylläpitää ilmakuvien avulla peltolohkokesteriä sekä valvonnassa käytössä olevaa tukisovelluksen karttaosiota. Vuodesta 2016 lähtien Maanmittauslaitoksen ilmakuvaukset tehdään kansallisen kuvausohjelman mukaisesti. Sen mukaan Suomi jaetaan ennalta määriteltäviin alueisiin, jotka ilmakuvataan aina viiden vuoden välein.

Biomassa-atlas	Hanke kokoaa eri biomassoja koskevan paikkatiedon yhteen käyttöliittymään avoimesti kaikkien käytettäväksi. Helppo-käyttöisestä palvelusta voidaan hakea tietoa esimerkiksi maankäytöstä, metsävaroista, peltokasvien tuotannosta, lannoista sekä teollisuuden ja yhdyskuntien biohajoavista jätteistä ja lietteistä. Tätäkin tietoa voitaisiin hyödyntää yhtenä tasona valvonnan riskikohteita selvitetessä.
DroneFinland	Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskus on tutkinut RPAS-kaukokartoituksen sensoreita ja menetelmiä ja lähes 10 vuotta ja tullut tutkimustuloksissa päätelmiin, että mittauskaluston avulla voitaisiin nopeuttaa ja helpottaa maataloushallinnon valvontatyötä. DroneFinland on vuonna 2016 perustettu kaukokartoitusteknologian tutkimus- ja innovaatiokeskus MML:n Paikkatietokeskuksessa. Sen tutkijat ovat selvittäneet RPAS-tekniikan käyttöä täsmämaatalouden sovelluksissa, kuten biomassa-arviossa ja lannoituksen optimoinnissa. Mittauskalustoina ovat olleet hyperspektrikamera, lämpökamera sekä suuren resoluution värikamera. Näiden avulla pystytään määrittämään kasvuston korkeus sekä mittaamaan sen hyperspektrisiä eli säteilyn eri aallonpituuksisia piirteitä. Tehokkaiden ja tarkkojen kaukokartoituksen prosessointi- ja analysointimenetelmien avulla DroneFinland ryhmä on saavuttanut hyviä korrelaatioita kasvuston biomassan ja RPAS mittauksen välille.
Vihdin testikenttä	Paikkatietokeskus on rakentanut ja ylläpitänyt jo kymmeniä vuosia kaukokartoituksen ja fotogrammetrian testikenttiä Suomessa. DroneFinland-ryhmä ja Luonnonvarakeskus rakensivat kesällä 2016 maatalouden kaukokartoituksen testikentän Vihtiin Hovin testialueelle. Testikentällä on pystynyt mittaamaan RPAS-laitteistojen geometristä ja radiometristä tarkkuutta sekä kaukokartoitusjärjestelmän suorituskykyä kasvuston ominaisuuksien mittauksessa. DroneFinland-ryhmän kopterit keräsivät kaukokartoitustietoa kasvukauden 2016 aikana. Lentoja tehtiin yli sata ja maatalouden monitorintikuvauksia kertyi 60, joissa tärkeimpiä painopisteitä olivat tarkkuustestauksen kehittäminen sekä maatalouden kaukokartoitusmenetelmien tutkiminen.
Pienoishelikopteri viljanviljelyn apuna	Turun yliopiston hallinnoima Pienoishelikopteri viljanviljelyn apuna -hanke tutkii kauko-ohjattavan helikopterin käyttöä viljanviljelyssä hukkakauran ja muiden rikkakasvien paikallistamiseen sekä viljelykasvien kunnon arvioimiseen. Hankkeessa kehitetään menetelmiä peltojen kuvaamiseen sekä kuvien automaattiseen analysointiin. Tutkimuksen tähänastisen kokemuksen perusteella hukkakauran etsiminen kopterikuvasta on monta kertaa hankalampaa kuin kasvillisuusindeksien määrittäminen. Hankkeessa ostetaan kopteripalvelu pienyritykseltä, joka ei aluksi saanut automattiohjausta toi-

	<p>mimaan ja sen takia suuri osa kuvista on otettu käsiohjauksella, jolloin jää helposti isoja katvealueita. Projektin kuvat käsitellään siten, että ensin todetaan hukkakaurayksilöiden tai -esiintymien paikat kuvissa käyttäen kitkettäessä otettua GPS-informaatiota apuna ja esiintymät merkitään kuviin. Sen jälkeen kehitetään automaattista algoritmia hukkakauran tunnistamiseksi ja paikantamiseksi. Haasteita tuo hukkakauran tunnistaminen ajoissa eri kasvustojen seasta.</p>
<p>Pelto-data hyötykäyttöön</p>	<p>Hämeen ELY-keskuksen rahoittama hanke, jonka toteuttajana ovat Tampereen teknillinen yliopisto sekä ProAgria Länsi-Suomi. Projektissa on tarkoituksena luoda palvelu, jolla hyödynnetään pelloista saatavaa kattavaa datamäärää ja siten tehostetaan viljelyä, vähennetään ympäristökuormitusta sekä parannetaan tilojen kannattavuutta. Hankkeessa kehitettävä analytiikkapalvelu mahdollistaa data-aineistojen, kuten satelliiteista saatavan hyperspektrikameradatan sekä puimureista saatavaa satotietojen, hallinnan ja analysoinnin.</p>
<p>Diplomityö biomassojen arvioinnista ja korkeusmalleista</p>	<p>Niko Viljanen on tehnyt keväällä 2017 Aalto-yliopiston rakennetun ympäristön laitokselle diplomityön aiheesta Ympäristön 3D fotogrammetriset hyperspektri- ja RGB-mittaukset keveillä kauko-ohjattavilla ilma-alusjärjestelmillä. Diplomityötutkimuksessa käytettiin Paikkatietokeskuksen RPAS-laitteistolla kerättyjä FPI- eli Fabry-Pérot –interferometri ja RGB-kuvia Paikkatietokeskuksen Vihdin testikentällä sijaitsevista pelloista ja Mustila Arboretumin metsästä. Työssä tulittiin johtopäätöksiin, että eri ympäristöjen FPI- ja RGB-kuvaukset ja geometrinen prosessointi sisältävät omat haasteensa. Peltoaineistojen korkeusmallit ja ortomosaiikit olivat Viljasen mukaan tarkkuuksiltaan hyviä ja näin ollen niiden hyödyntäminen biomassojen arvioinnissa olisi mahdollista.</p>
<p>Liikkuva laserkeilain</p>	<p>Aalto yliopiston tutkija Anttoni Jaakkola on julkaissut vuonna 2015 väitöskirjan aiheesta Edullinen liikkuva laserkeilaus ja sen soveltuvuus ympäristön kartoitussovelluksiin. Liikkuvan laitteen avulla tehtävä laserkeilaus on mittaustekniikka, joka yhdistää satelliitti- ja inertiaipaikannuslaitteiston tarjoaman tarkan paikka- ja asentotiedon sekä laserkeilaimelta saatavat etäisyysmittaukset pistepilveksi. Se kuvaa tarkasti mittausalustan ympäristön geometrian eli tuloksena saadaan hahmotettua kohteen kolmiulotteinen pinta. Saatua geometriatietoa voidaan hyödyntää erilaisissa sovelluksissa ja ympäristön seurantaan. Jaakkolan tutkimuksessa kehitettiin edullinen, monisensorinen liikkuva laserkeilausjärjestelmä, jota voidaan käyttää sekä auto- että lennokkialustalla ja soveltuvuutta testattiin erilaisiin ympäristön kartoitussovelluksiin. Tutkimuksessa todettiin myös, että UAV-laitteistoon kiinnitettynä kevyellä laserkeilaimella voitiin saavuttaa perinteistä lentokonelaserkeilausta parempi tarkkuus sekä pistepilven että kasvuston tunnistuksen osalta. Väitöskirjassa todetaan,</p>

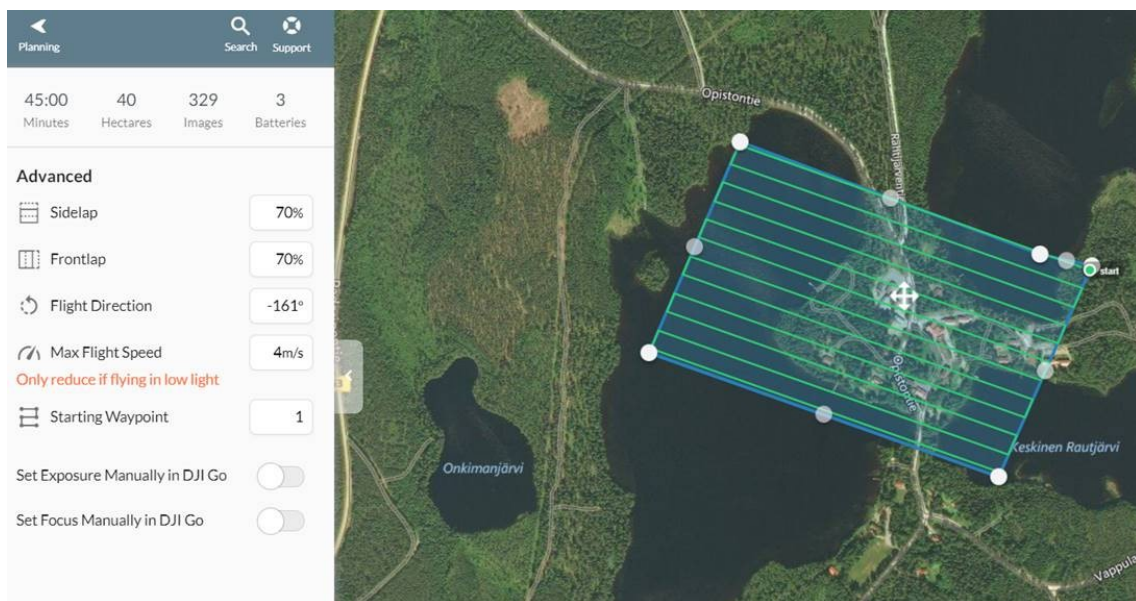
	<p>että laserkeilaus- ja paikannustekniikoiden kehityksen myötä on odotettavissa, että laitteistojen hinnat tulevat laskemaan tulevaisuudessa merkittävästi. Hintojen laskun myötä on odotettavissa, että liikkuvan laserkeilauksen sovellusalueet tulevat laajenemaan ja yhä useampi voi hankkia tarvittavan laitteiston ja sovelluskohteita voidaan löytää myös maataloushallinnon alalta.</p>
--	--

HERKKYYSANALYYSIN LÄHTÖTIEDOT

Dronen kustannustason laskentaan on käytetty RS Ilmakuvaus nettisivustolta saatuja tietoja täältä: <https://rsilmakuvaus.com/hinnasto/> eli hinta on 90e/tunti ja yhdelle valvontatapaukselle täytyy laskea ainakin tunti (á 60 eur) kuvankäsittelyä. Kilometrikorvaus on 0,39 eur/km.

Laskelmaa varten kysyin Esa Lientolalta montako hehtaaria dronella ehtisi varmuudella lentää. Tässä on sähköpostilla 8.3.2018 saatu vastaus:

Tuo tuntituotos on aika haasteellinen, mutta jos ajattelisi asian näin lentosuunnitelman kannalta. 40 hehtaaria, 100 metrin korkeudesta, 70 % sivuttais- ja pitkittäispeitolla (minimisuositukset) ja 4 m/s maksiminopeudella. Lentoaika 45 minuuttia ja kolme akkua. Jokaisen akun vaihto vie pari ylimääräistä minuuttia. Tähän kun laitetaan nopea lennon valmistelu maastossa, niin aika kiire tulee, että tuntiin saadaan tuo mahtumaan. Hyvällä paikalla (joita pellot ovat) ja nopealla toiminnalla, voisi 40 hehtaaria tunnissa olla ihan mahdollinen. Varsinkin, jos päästään lentämään nopeammin tai korkeammalla. 120m korkeudesta, 6 m/s muuten samoilla arvoilla, päästään 45 min lentoajalla jo 72 hehtaariin.



Esa Lientola
Metsätalouden koulutus / Evo

Vertailukohteeksi otettiin tämän tutkimuksen luvussa 9.2.1 esitelty kokotilavalvonnan kustannukset.

2	14,75	17,05	19,35	21,65	23,95	26,25	28,55	30,85	33,15	35,45
4	13,60	14,75	15,90	17,05	18,20	19,35	20,50	21,65	22,80	23,95
6	13,22	13,99	14,75	15,52	16,29	17,05	17,82	18,59	19,35	20,12
8	13,03	13,60	14,18	14,75	15,33	15,90	16,48	17,05	17,63	18,20
10	12,91	13,37	13,83	14,29	14,75	15,21	15,67	16,13	16,59	17,05
12	12,84	13,22	13,60	13,99	14,37	14,75	15,14	15,52	15,90	16,29
14	12,78	13,11	13,44	13,77	14,10	14,42	14,75	15,08	15,41	15,74
16	12,74	13,03	13,31	13,60	13,89	14,18	14,46	14,75	15,04	15,33
18	12,71	12,96	13,22	13,47	13,73	13,99	14,24	14,50	14,75	15,01
20	12,68	12,91	13,14	13,37	13,60	13,83	14,06	14,29	14,52	14,75
22	12,66	12,87	13,08	13,29	13,50	13,71	13,92	14,13	14,33	14,54
24	12,64	12,84	13,03	13,22	13,41	13,60	13,79	13,99	14,18	14,37
26	12,63	12,81	12,98	13,16	13,34	13,51	13,69	13,87	14,04	14,22
28	12,62	12,78	12,95	13,11	13,27	13,44	13,60	13,77	13,93	14,10
30	12,61	12,76	12,91	13,07	13,22	13,37	13,53	13,68	13,83	13,99
32	12,60	12,74	12,88	13,03	13,17	13,31	13,46	13,60	13,75	13,89
34	12,59	12,72	12,86	12,99	13,13	13,26	13,40	13,53	13,67	13,81
36	12,58	12,71	12,84	12,96	13,09	13,22	13,35	13,47	13,60	13,73
38	12,57	12,69	12,82	12,94	13,06	13,18	13,30	13,42	13,54	13,66
40	12,57	12,68	12,80	12,91	13,03	13,14	13,26	13,37	13,49	13,60
42	12,56	12,67	12,78	12,89	13,00	13,11	13,22	13,33	13,44	13,55
44	12,56	12,66	12,77	12,87	12,98	13,08	13,18	13,29	13,39	13,50
46	12,55	12,65	12,75	12,85	12,95	13,05	13,15	13,25	13,35	13,45
48	12,55	12,64	12,74	12,84	12,93	13,03	13,12	13,22	13,31	13,41
50	12,54	12,64	12,73	12,82	12,91	13,00	13,10	13,19	13,28	13,37
52	12,54	12,63	12,72	12,81	12,89	12,98	13,07	13,16	13,25	13,34
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

1	18,05	150,00
3	54,16	150,00
5	90,27	150,00
7	126,37	150,00
9	162,48	150,00
11	198,58	150,00
13	234,69	150,00
15	270,80	150,00
17	306,90	150,00
19	343,01	150,00
21	379,11	150,00
23	415,22	150,00
25	451,33	150,00
27	487,43	150,00
29	523,54	150,00
31	559,64	150,00
33	595,75	150,00
35	631,86	150,00
37	667,96	150,00
39	704,07	150,00
41	740,17	300,00
43	776,28	300,00
45	812,39	300,00
47	848,49	300,00
49	884,60	300,00
51	920,70	300,00
	Tarkastaja	Drone