



Drone-kuvauspalveluiden lähitulevaisuus metsäalalla

Santeri Karte

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2020

Metsätalous

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Metsätalous

KARTE, SANTERI

Drone-kuvauspalveluiden lähitulevaisuus metsäalalla

Opinnäytetyö 33 sivua, joista liitteitä 4 sivua
Huhtikuu 2020

Opinnäytetyön aihe tuli tilaajalta, Metsälinkki Oy:ltä. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, millaisessa roolissa alan asiantuntijat näkevät drone-kuvauspalvelut lähitulevaisuudessa. Tutkimusmenetelmänä oli viiden eri organisaation asiantuntijoiden teemahaastattelu sähköpostin välityksellä. Asiantuntijat olivat organisaatioissaan merkittäviä henkilöitä drone-aiheisissa projekteissa tai olivat muuten tutkimusongelmaan vastaamiseen sopivia. Tulosten perusteella oli pääasiallisena tarkoituksena tehdä johtopäätöksiä ja arvioita siitä, millaiseen toimintaan drone-kuvauspalvelut ovat mahdollisesti laajentumassa ja millaisia ratkaisuja aiemmissä prosesseissa havaittuihin ongelmiin on olemassa. Tarkoituksena oli myös arvioida, mitkä tutkimuksen tuloksista ovat yleistettävissä ja pohtia, mitä muuta tulokset mahdollisesti implikoivat toiminnan tulevaisuudesta pääasiallisten tarkoitusten lisäksi.

Tuloksina saatiin selvitettyä mm. organisaatioiden näkemyksiä drone-kuvauksen ja sen jatkoprosessien suurimmista haasteista ja pullonkaloista, miten niihin tulisi varautua, aiotaanko drone-kuvaukset ulkoistaa jatkossa ja millaisia uusia käyttökohteita organisaatioilla on droneille tulevaisuudessa. Tutkimuksessa selvitettiin myös haastateltujen näkemyksiä dronejen käytön yleistymisen vaikutuksista metsätoimihenkilön työnkuvaan, millainen maastotyö ei heidän mielestään ole korvattavissa droneilla, miten tiheämmällä laserpulssilla tuotettu metsäinventointitieto mahdollisesti muuttaa metsäalaa ja millä muilla tavoilla he uskovat metsäalan muuttuvan lähitulevaisuudessa. Osa tuloksista vahvisti jo tiedossa olevaa käsitystä alan tilanteesta.

Suurimmassa osassa haastatelluista organisaatioista ainakin osa drone-toiminnasta aiotaan ulkoistaa myös jatkossa. Drone-kuvauspalveluille riittää siis liiketoimintaa myös lähitulevaisuudessa. Toiminnan voidaan olettaa laajenevan ainakin suurimmassa osassa haastatelluista organisaatioista, koska haastatteluissa mainittiin suunnitelmia uusista käyttökohteista droneille. Haastatteluissa ei mainittu suunnitelmia luopua aiemmin ostetuista palveluista. Toiminnassa havaituista haasteista huolimatta toiminta uskotaan saatavan tehokkaammaksi paremmalla suunnittelulla, toiminnan laajentamisesta johtuvilla kustannussäästöillä ja prosessien suoraviivaistamisella. Kehittämisehdotuksina voidaan mainita laajempi otos, vielä syväluotaavammat kysymykset haastatteluihin ja palvelun liiketoimintapuolen tarkempi käsittely.

Asiasanat: metsätalous, drone, drone-palvelut, drone-kuvaus

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Forestry

KARTE, SANTERI

The Near Future of Drone Imaging Services in Forestry

Bachelor's thesis 33 pages, appendices 4 pages
April 2020

The subject of the thesis came from the client, Metsälinkki Oy. The purpose of the study was to find out where experts in the field will see drone imaging services in the near future. The research method consisted of a theme interview via e-mail with experts from five different organizations. The experts in their organizations were prominent figures in drone-related projects or were otherwise suited to responding to the research problem. The main purpose of the research was to use the results to draw conclusions and estimates on the type of activity that drone imaging services are potentially expanding to and the solutions to the problems identified in previous processes. It was also intended to evaluate which of the results of the study can be generalized and to consider what else the results might implicate in the future of the business, in addition to the main purposes of the research.

The most prominent results were the organizations' views on the major bottlenecks in drone operations, how they should be prepared for, whether they intend to outsource drone imaging in the future and what new uses organizations plan to have for drones in the future. The study also explored the views of the interviewees on the effects of increasing the use of drones on foresters' job descriptions, what kind of field work they consider to be non-substitutable by drones, how denser laser pulse forest inventory data might change the forestry sector, and in what other ways they believe the forestry sector will change in the near future.

In most of the organizations interviewed, at least some of the drone imaging will continue to be outsourced. Therefore, it can be concluded that there will be business for drone imaging services in the near future. Drone-related operations are expected to expand in at least most of the organizations interviewed, as plans for new applications for drones were mentioned in the interviews. No plans to discontinue previously utilized services were mentioned. Despite operational bottlenecks, it is believed that operations will be made more efficient through better planning, cost savings due to expansion and streamlining of said operations.

Key words: forestry, drone, drone services, drone imaging

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TIETOPERUSTA	8
	2.1 Perustietoa droneista	8
	2.2 Drone-kuvaustoimintaa koskeva lainsäädäntö	10
	2.3 Fotogrammetria ja drone-kaukokartoitus.....	12
3	TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO	14
	3.1 Aineisto ja toteutus.....	14
	3.2 Teemahaastattelu	16
4	TULOKSET	18
	4.1 Nykyinen drone-kuvauspalveluiden hyödyntäminen	18
	4.2 Drone-kuvauspalveluiden hyödyntäminen tulevaisuudessa	20
	4.3 Muita kysymyksiä	22
5	POHDINTA	24
	LÄHTEET	27
	LIITTEET	30
	Liite 1. Haastattelulomake.....	30
	Liite 2. Taulukko haastattelujen tuloksista.....	32

LYHENTEET JA TERMIT

BVLOS	Beyond Visual Line of Sight
FPV	First Person View
GLONASS	Global Navigation Satellite System
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
IMU	Inertial Measurement Unit
MK	Metsäkeskus
MML	Maanmittauslaitos
RC	Radio Control
UA	Unmanned Aircraft
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
VTOL	Vertical Take-off and Landing

1 JOHDANTO

Tutkimusongelma opinnäytetyöhön tuli tilaajalta, Metsälinkki Oy:ltä - ”Missä drone-kuvauspalveluiden rajapinnassa toimivien organisaatioiden asiantuntijat näkevät toiminnan lähivuosina?”. Aiheen saatua tilaajalta, aloin etsiä materiaalia, jolla kartoittaa dronejen käytön nykytilan tietoperustaa. Droneteknologian kehityksestä ja nykytilasta löysin muutamia kattavia artikkeleita. Dronetoimintaa sääntelevästä lainsäädännöstä löysin hyvin tietoa droneinfo.fi:n sivuilta ja 2020 heinäkuussa voimaan astuvista EU:n laajuisista lakimuutoksista dronetoimintaan löysin tietoa eur-lex.europa.eu-sivuston kautta. Droneihin ja niiden käyttöön liittyviä perustietoja sisältävien lähteiden lisäksi tutkin, että millaisia opinnäytetöitä aiheesta on tehty viime aikoina. Dronejen hyödyntäminen metsätaloudessa (Alaruusi, A 2019, opinnäytetyö) ja Miehittämättömien ilma-alusten tuotteistaminen metsätalouden käyttöön (Sironen, S 2017, opinnäytetyö) olivat kaksi työtä, joihin koin oman työni olevan jatkumossa. Löysin myös monia muita droneihin liittyviä opinnäytetöitä, jotka käsittelivät mm. fotogrammetriaa tarkemmin.

Alaruusin opinnäytetyössä käsiteltiin mm. Metsä Groupin vuonna 2018 aloittamaa dronekuvattujen metsäsuunnitelmien tuotteistamista. Metsälinkki oli tässä projektissa olennaisena tahona mukana, joten tämä opinnäytetyö on senkin takia hyvää jatkoa tälle tutkimukselle. Sironen opinnäytetyössä selvitettiin, miten metsäammattilaiset hyödyntäisivät dronea omassa työssään. Sironen haastatteleminen asiantuntijoiden mukaan kopteripalveluita ei ostettaisi ulkoiselta toimijalta, vaan kopteri olisi aina metsäammattilaisen itsensä käytettävissä, kun sitä tarvittaisiin. (Sironen 2017). Tämä aspekti tuo hyvän vastakkainasettelun Sironen työn ja tämän tutkimuksen välille. Yksi kysymys tämän tutkimuksen haastatteluissa oli nimenomaan se, että aiotaanko tulevaisuudessa drone-kuvauspalvelut ulkoistaa vai tuottaa itse.

Opinnäytetyön tietoperustaosuudessa lukija johdatellaan tutkittuun aiheeseen käsittelemällä perustietoa droneista, niihin liittyvästä lainsäädännöstä, fotogrammetriasta ja missä droneja hyödynnetään. Tietoteoriaosuudessa yrityssalaisuuksien säilyttämiseksi ei käsitellä metsän drone-kuvauksen

prosessia erityisen tarkasti. Opinnäytetyön tarkoitus on selvittää drone-kuvauspalveluiden rajapinnassa toimivien erilaisten organisaatioiden asiantuntijoiden näkemyksiä toiminnan tulevaisuudesta ja mielipiteitä nykyisestä toiminnasta. Tulosten perusteella on tarkoituksena pystyä tekemään johtopäätöksiä siitä, että millaiseen toimintaan drone-kuvauspalvelut ovat mahdollisesti laajentumassa, kuinka yleistettävissä tutkimuksen tulokset ovat, mistä dronejen heikkoudet johtuvat, miten esiintyneitä haasteita voitaisiin ratkaista ja pohtia mitä muuta tulokset mahdollisesti implikoivat toiminnan tulevaisuudesta.

Tutkimusmenetelmä on laadullinen tutkimus ja puolistrukturoitu haastattelu. Haastattelun alussa kartoitetaan, että miten haastateltavat organisaatiot ovat hyödyntäneet droneja toiminnassaan. Nykyinen toiminta kartoitetaan haastattelussa myös, jotta sitä voidaan vertailla tulevaisuuden suunnitelmiin saman haastattelun pohjalta. Toinen syy nykyisten käyttökohteiden kartoittamiseen on se, että ala muuttuu niin nopeasti, että pari vuotta vanhoissa tutkimuksissa saattaa olla jo vanhentunutta tietoa. Haastattelun toisessa osiossa kartoitan, että miten droneja aiotaan/voitaisiin hyödyntää tulevaisuudessa. Kolmannessa osiossa esitän muita aiheeseen liittyviä kysymyksiä. Vaikka aiheen yksi tärkeä osa-alue on drone-kuvaustoiminnan liiketoiminnallisen puolen tulevaisuus, en sitä käsittele opinnäytetyössäni ulkoistamiskysymystä tarkemmin. Drone-kuvauspalvelulla tarkoitan kuvadatan tuottamista dronella asiakkaalle/datankäsittelyorganisaatiolle ja tämä opinnäytetyö on tehty kuvausorganisaation näkökulmasta. Datan käsittely ja tuotteistaminen esimerkiksi virtuaalimetsäksi, metsäsuunnitelmaksi tms. tapahtuu kuvauspalvelun tuottavan organisaation kumppanien toimesta.

2 TIETOPERUSTA

2.1 Perustietoa droneista

Dronesta käytetään usein nimeä UAV, joka on kuitenkin vanhentunut termi. Vastaava nykyinen termi on UA. Dronet voidaan jakaa mekaanisilta ominaisuuksiltaan kahteen eri kategoriaan: lennokkeihin ja multikoptereihin. (Droneinfo.fi 2018) Ennen Trafi jakoi dronet lennokkeihin ja kauko-ohjattuihin ilma-aluksiin. Mutta Trafin jako miehittämättömien ilma-alusten ja lennokkien välillä poistuu 1.7.2020 voimaan astuvien uusien asetusten myötä ja kaikille sovelletaan jatkossa samaa sääntelyä. Samalla poistuu pitkään jatkunut sääntelyn epävarmuus, joka on saattanut hidastaa alan investointeja. (Trafi 2020)

Harrastustoiminnassa lennokeissa käytetään monenlaisia ohjausjärjestelmiä. Lennokkeja on vapaastilentäviä, siimaohjattuja, FPV-ohjattuja ja radio-ohjattuja. Radio-ohjaus on kuitenkin suosituin ja yleisin lennokkien ohjaustapa niin ammattikäytössä kuin harrastelijoillakin. RC-lennokeissa käytetään voimalähteenä sähkö- tai polttomoottoria. Joissakin malleissa voi kuitenkin olla jopa suihkuturbiini voimalähteenä. Radio-ohjaus ja sähkömoottori- sekä akkutekniikka on kehittynyt niin pitkälle, että kevyitä ja vakaita RC-lennokkeja voidaan rakentaa jopa sisäkäyttöön. (Ilmailuliitto 2020)

Multikopterit ovat neljällä sähkömoottorilla ja potkurilla varustettuja suhteellisen uusia laitteita, joita on saatavilla useissa eri koko- ja hintaluokissa. Ne ovat radio-ohjattuja, mutta niiden autonominen ohjausjärjestelmä mahdollistaa helpon lennättämisen, koska niitä ei tarvitse aktiivisesti lennättää koko ajan perinteisten RC-lennokkien tapaan. Ne voidaan myös ohjelmoida lentämään halutulla tavalla näköalueen ulkopuolella. Yksityiskäytössä multikoptereita käytetään lähinnä valokuvaukseen tai huvilennätykseen, ammattikäytössä multikoptereilla voidaan tehdä valokuvauksen lisäksi erilaisia tarkastus- ja valvontatehtäviä. Multikoptereihin saa monenlaisia sensoreita ja kameroita kiinni, mikä mahdollistaa monenlaisen tutkimustyön ilmasta käsin. Lennokkeja perinteisellä

tavalla harrastavat eivät juurikaan suosi multikoptereita, koska ne eivät tarjoa riittävästi haastetta niiden helpon lennätettävyytensä takia. (Ilmailuliitto 2020).

Dronejen tekniikka kehittyy jatkuvasti. Dronejen akut kehittyvät ja tulevaisuudessa lentoajat ovat entistä pidempiä (Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta 2018,18.) Uusimmat dronet voivat hyödyntää kahta maailmanlaajuista satelliittipaikannusjärjestelmää (GNSS): GPS:ää ja GLONASS:ia. Tarkka drone-navigointi on erittäin tärkeää 3D-mallien muodostamisessa. VTOL-dronet voivat suorittaa ilmaannousun ja laskeutumisen vertikaalisesti. Dronejen vakautta on lisännyt gyroskooppi- ja IMU-tekniikan kehittyminen. Gyroskooppi reagoi lähes välittömästi droneen vaikuttaviin voimiin, pitäen dronen vakaana. IMU toimii havaitsemalla dronen kiihtyvyyden tilan käyttämällä yhtä tai useampaa kiihtyvyyssanturia. IMU havaitsee myös dronen kallistuskulmia käyttäen yhtä tai useampaa gyroskooppia. Gyroskooppi on IMU:n komponentti, joka on merkittävä osa dronen lentojärjestelmää. (Corrigan 2020).

Dronen sisäisen kompassin avulla se tietää sijaintinsa tarkalleen. Asettamalla kotipisteen, drone voi hätätilanteessa ohjata itsensä takaisin kotipisteeseen. Tätä ominaisuutta kutsutaan vikaturvatoiminnoksi. Kantamassa on myös tapahtunut kehitystä. Uusimmat DJI:n dronet voivat lentää 8 km kantaman päähän. Gimbaalin eli vakaajan tarkoitus on pitää kamera paikallaan. Gimbaalitekniologia on tärkeää, kun halutaan muodostaa laadukasta kuvadataa tai 3D-malleja. Käytännössä kaikissa droneissa tulee nykyään mukana integroitu gimbaali ja kamera. (Corrigan 2020).

Dronet kehitettiin alun perin sotatarkoitukseen monien maiden armeijoiden toimesta. Multikoptereita käytetään yhä myös armeijan tarkoituksiin taistelu- ja tiedustelutehtävissä. Poliisityössä multikoptereita hyödynnetään pelastustehtävissä, esim. lennättäen kopteri katastrofialueelle etsimään eloonjääneitä. Tutkimustyössä multikoptereita hyödynnetään monella tapaa. Ne ovat hyviä testialustoja suhteellisen pienen koon ja halvan hinnan ansiosta. Ne ovat myös helppoja lennättää, joten ne ovat senkin takia kätevä työkalu tutkijoille. Lisäksi, kopteri pääsee tutkimaan vaarallisia ympäristöjä tutkijoiden sijaan. Koptereista on hyötyä myös luonnonsuojelussa, koska ne voivat tutkia luontokappaleita aiheuttamatta suurta haittaa. (Quadcopterarena.com 2018).

Metsäalalla droneja on lähihistoriassa hyödynnetty monella tapaa. Etenkin Metsäkeskus on kehittänyt dronejen moipuolista käyttöä. Droneilla voidaan nopeasti kartoittaa rajattu alue ja täten määrittää myrskytuhoalueen rajaus ja tuhon laajuus. Lentojen hallinnan ja näkyvyyden puolesta hyvä sovelluskohde on taimikoiden tilan ja hoitotarpeen kartoitus. Ilmasta kuvattuna työn laadun ja työjäljen seuranta on suhteellisen tarkkaa, koska dronella voi kuvata niin matalalla. Yksittäisillä kohteilla voidaan tehdä metsälakien valvontaa ja tarkastuksia. Viestintä- ja koulutusmateriaalin tuottaminen erilaisten dronekuvausten avulla on myös yksi käyttökohde. (Metsäkeskus 2019). Myös hyönteistuhojen arviointi dronella kuvatuista ilmakuvista on mahdollista (Yrjönen 2017, 26). Droneilla voidaan myös tehdä tilavuusmittauksia puu-, hake- ja energiapuupinoista fotogrammetrian avulla. Fotogrammetria tarkoittaa kohteesta otettujen kuvien avulla tehtävää kohteen muotojen ja ominaisuuksien tulkintaa. Kun samasta kohteesta otetaan useampia kuvia eri kuvakulmista, voidaan kohteesta luoda kolmiulotteinen malli etsimällä kuvista yhteisiä pisteitä vertailemalla kuvia keskenään. (Vinni 2003).

Kuten jo johdannossa mainittiin, Metsä Group on hyödyntänyt dronekuvauspalveluita metsien inventointiin ja tilakohtaisten metsäsuunnitelmien tekemiseen. Menetelmän valtti on erityisesti totuttua täsmällisemmät puustotiedot. Aiempaa tarkemmin saadaan selville puuston määrä kuutioissa sekä puuston rahallinen arvo. Puulajeja menetelmä tunnistaa tällä hetkellä kolme: mänty, kuusi ja koivu. Muut puulajit kirjautuvat muut lehtipuut -kategoriaan. Tarkempien puustotietojen lisäksi dronen avulla tuotetulla metsäsuunnitelmalla on nopeampi toimitusaika kuin perinteisellä. (Metsä Group 2019).

2.2 Drone-kuvaustoimintaa koskeva lainsäädäntö

Dronen lennättämisessä pääsee aika pitkälle ihan maalaisjärjellä, muutama sääntö on kuitenkin hyvä tietää tarkkaan, ennen toiminnan aloittamista. Vaikka dronen voi laittaa lentämään autopilotilla ennakkoon määritellylle reitille näköalueen ulkopuolelle, täytyy pilotilla olla koko ajan näköyhteys droneen.

Lentoaseman lähellä (etäisyys alle 1 km) lennättäminen ei ole sallittua ilman lennonjohdon lupaa. Yli 3 km päässä kiitotiestä 50 metrin lentokorkeuteen ei tarvitse lennonjohdon lupaa. Ihmisjoukkojen yläpuolella lennättäminen ei myöskään ole sallittua, minimietäisyys tulee olla vähintään 50 metriä. Tiheän asutuksen yllä lennättämisellä on myös rajoituksia. Lennättäminen asutuskeskuksen yllä ei ole sallittua lentoonlähtömassaltaan yli 3 kg dronella. Painavamman dronen lennättäminen asutuskeskuksen yllä vaatii, että lennättäjä on tutustunut alueeseen, varmistunut dronen teknisestä kunnosta ja arvioinut, että lennättäminen voidaan suorittaa turvallisesti. Turvallisuuden lisäksi dronen lennättämisestä ei saa aiheutua vaaraa tai meluhaittaa ulkopuolisille ihmisille tai heidän omaisuudelleen. Ihmisten varomisen lisäksi dronen on aina väistettävä kaikkia muita ilma-aluksia. (Droneinfo.fi).

Suomen droneja koskeva lainsäädäntö oli pitkään paljon löyhempää kuin muualla EU:ssa. 2020 tammikuussa astui kuitenkin voimaan koko EU:ta koskeva dronesääntely. Sen eduksi luetellaan mm. sen selkeys harraste- ja ammattikäyttäjille, koska erottelua näiden käyttäjien välillä ei enää lain silmissä tehdä. Tämä aiempi erottelu on Suomessa mahdollisesti hidastanut alalle tehtäviä investointeja sääntelyn epäselvyyden takia (Trafi 2019). Toiminta on nyt myös mahdollista ulkomailla samoilla säännöillä. Tämä mahdollistaa drone-liiketoiminnan kehittämisen ympäri Eurooppaa toimivaksi. Uudet säännöt sisältävät tämän lisäksi toiminnallisia ja teknisiä rajoituksia droneille. Uusien dronejen tulee esimerkiksi olla yksittäisesti tunnistettavissa, jotta viranomaiset voivat tarpeen tullen jäljittää yksittäisen dronen. Uudet säännöt käyvät läpi ja erittelevät eri operaatiotyypit, jotka vaativat tunnistautumista ja tiettyä koulutustasoa pilotilta. (EASA 2019).

Yksi merkittävimmistä muutoksista oli maksimilentokorkeuteen tehty muutos. Aiempi 150 metrin maksimilentokorkeus laskettiin 120 metriin, eikä tällä rajoituksella enää erotella ammatti- ja harrastekäyttäjää. (Eur-lex 2019.) Tähän voi kuitenkin hakea poikkeuslupaa, jolla voi poiketa normaalisti sallitusta lentokorkeudesta ja kopterin enimmäismassasta. Poikkeusluvan saamiseksi on hakijan laadittava kirjallinen toimintakuvaus. Toimintakuvauksen tulee sisältää tiedot toiminta-alueesta, toiminta-ajasta, käytettävistä lentokorkeuksista ja ilma-aluksista. Lisäksi hakemukseen tulee sisällyttää turvallisuusarviointi ja

toimintaohjeistus normaali- ja häiriötilanteille. Poikkeuslupa voidaan myöntää 6 kuukaudeksi kerrallaan. (Droneinfo.fi).

2.3 Fotogrammetria ja drone-kaukokartoitus

Fotogrammetria tai kuvamittaus tarkoittaa menetelmiä, joilla kohteen muotoa ja ominaisuuksia tutkitaan ottamalla kohteesta valokuvia ja suorittamalla mittauksia niiltä sen sijaan, että mitattaisiin itse kohde suoraan paikan päällä. Perinteisesti menetelmät ovat tarkoittaneet valokuvien ottamista kohteesta, mutta teknologian kehityksen ansiosta fotogrammetriaa voidaan hyödyntää myös sähkömagneettisen ja digitaalisen kuvamateriaalin kanssa. Fotogrammetrinen mittaus ei häiritse haurastakaan mittauskohdetta, mikä on yksi sen suurista eduista. Fotogrammetria näkee myös kuvattavan kohteen sisään oikeilla työkaluilla; esim. röntgenaallot, ääniaallot tai elektronimikroskooppi. (Vinni 2003).

Drone-kaukokartoitus fotogrammetriaa hyödyntäen on kustannustehokkain menetelmä, kun kohde on liian suuri maastokartoitukselle ja liian pieni helikopterilla tehtävälle laserkeilaukselle ja ilmakuvaukselle. Palvelun rajapinnassa toimivat yrittäjät ovat jakaantuneet lentopalvelun tuottajiin, laitevalmistajiin ja datankäsittelyohjelmistojen kehittäjiin. Tyypillisesti järjestelmä koostuu kuvauksen suunnitteluohjelmistosta, itse dronesta, sitä ohjaavasta autopilotista ja maa-asemasta radiolinkkeineen, sekä tietenkin kamerasta/kameroista. Lento- ja laskeutumisympäristöt vaihtelevat valmistajittain. Molemmat työvaiheet voi pilotti hoitaa manuaalivälinein tai antaa autopilotin ohjata laite automaattisesti ilmaan ja takaisin maahan. (Sippo 2013, 33).

Lento kestää drone-mallista, sääolosuhteista ja järjestelmän kokonaispainosta riippuen 30-90 minuuttia, jonka aikana voidaan kuvata 0,5-1,5 km²:n kokoinen alue. Dronen paino kameroineen vaihtelee puolesta kilosta vajaaseen kymmeneen kiloon. Kameroina toimivat hyvälaatuiset pokkari- ja järjestelmäkamerat. (Sippo 2013, 33.) Kaarnakuoriaistuhon kartoituksessa käytetään fotogrammetrisen UAV-kuvadatan lisäksi hyperspektriaineistoa

(Honkavaara 2017, 29.) Hyperspektrikuvaus on äärimmäisen tarkka menetelmä, jolla voidaan havaita ja erotella eri materiaalit niiden kemiallisten ainesosien erilaisten valon heijastusominaisuuksien perusteella. Hyperspektrikuvantaminen näkee mitä silmä ei, kuten kasvien stressitilan tai aiemmin mainitut hyönteistuhot. (VTT 2018).

Kartoituslento noudattaa perinteisen fotogrammetrian periaatteita eli dronella lennetään kartoitusjonoja. Jonojen kuvat peittävät toisiaan pituussuunnassa ja jonot vastaavasti peittävät toisiaan sivusuunnassa. Peittoprosentit ovat tavallisesti 75–85 % välillä. Kuvapeittojen hallittu toteutuminen edellyttää lennokilta suorituskykyistä autopilottia. Suurien kuvapeittojen avulla saadaan aikaan vankka kuvablokki, jonka laskennassa voidaan kompensoida lennokeissa käytettyjen sijaintitietolaitteistojen suorituskyvyn puutteita. Kehittyneen jälkilaskentaohjelmiston avulla lennokkidatasta voidaan siten saada aikaan korkealaatuisia lopputuloksia. Tyypillinen lentokorkeus on noin 150 m, jolloin kuvapikselin koko on maastossa kamerasta riippuen 2,5–5 cm. Laadukkaan kuvadatan tuottaminen vaatii riittävät valaistusolosuhteet. Lentäminen on mahdollista jopa noin 10 m/s:n tuulennopeuksilla. (Sippo 2013, 33, 34).

3 TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO

3.1 Aineisto ja toteutus

Aloitin opinnäytetyön tekemisen lukemalla aiheesta aiemmin tehtyjä opinnäytetöitä, artikkeleita ja muuta kirjallisuutta. Näiden aineistojen ja tilaajan toiveiden pohjalta kehitin haastattelujen aiheet ja aloin suunnitella tarkemmin opinnäytetyöni toteuttamisprosessia. Sopivaksi tutkimusmenetelmäksi valitsin laadullisen tutkimuksen. Koin, että asiantuntijoiden haastatteluun soveltuu hyvin sähköpostihaastattelu. Haastatteluun osallistui viisi asiantuntijaa viidestä eri organisaatiosta: UPM, Metsäkeskus, Maanmittauslaitos, A. Ahlström Kiinteistöt Oy ja Simosol Oy. Organisaatiot ovat keskenään niin erilaisia, että kaikki eivät pystyneet vastaamaan haastattelulomakkeen kaikkiin kysymyksiin. Lähetin kuitenkin kaikille saman haastattelulomakkeen (Liite 1), lisäten lomakkeen loppuun myös organisaatiospesifejä kysymyksiä, jos koin niin tarpeelliseksi. Ilmoitin haastateltaville, että kohtia voi huoletta jättää tyhjäksi, jos kokee ettei pysty antamaan vastausta. Alkuperäinen suunnitelma oli pitää haastattelut anonyymeinä, mutta tulosten uskottavuuden vuoksi päätin viitata haastatteluihin nimillä. Pyysin haastateltavien suostumusta nimien julkaisuun ja kaikki suostuivat. Lähetin kaikille haastattelulomakkeet joulukuussa 2019 ja viimeiset vastaukset sain helmikuussa 2020. Kokosin havainnollistavan taulukon kysymyksistä ja vastaajista (Liite 2).

Internetin kautta haetulla tiedolla tein itselleni kartoituksen alan organisaatioista. Metsäalalla drone-palveluiden rajapinnassa toimivia organisaatioita voi jakaa seuraaviin luokkiin: kuvausorganisaatio, kaluston valmistaja ja huoltaja, datan jatkokäsittelyorganisaatio, sekä erilaiset asiakasorganisaatiot. Asiakasorganisaatiot voi jakaa vielä yksityisyrittäjiin ja valtion organisaatioihin. Drone-palveluiden hyödyntämistavat ja hyödyntämistavat vaihtelevat asiakkaasta toiseen. Toiset organisaatiot ovat ulkoistaneet toiminnan lähes kokonaan ja toiset hyödyntävät ulkoisia palveluita harvemmin, käyttäen pääasiassa omia laitteita. Tällä hetkellä metsäalalla droneilla tuotetaan metsäsuunnitelmia, ilmakuvia, puuston inventointitietoa ja muuta paikkatietoa. Haastattelemani organisaatiot sijoittuvat näihin luokkiin seuraavasti: yksityiset

asiakasyritykset (UPM, A. Ahlström Kiinteistöt Oy), valtion organisaatiot (Maanmittauslaitos, Metsäkeskus) ja datan jatkokäsittelyorganisaatio (Simosol Oy).

UPM:ää halusin haastatella, koska se on suuri yritys, jonka resurssit ovat omaa luokkaansa drone-kuvauspalveluiden hyödyntämiseen. Heillä dronet voivat toimia osana liiketoiminnan tehostamista tai palveluiden tuottamista metsänomistajille (esim. drone-metsäsuunnitelmat). Metsäkeskuksen valitsin, koska he eivät tuota drone-kuvauspalveluilla myytävää tuotetta, vaan tehostavat omaa inventointitoimintaansa ym. Maanmittauslaitoksella uskoin olevan omanlainen näkemys palveluiden mahdollisuuksista, koska heidän drone-kuvaustoimintansa pääpaino on muussa kuin puuston kuvantamisessa. A. Ahlström Kiinteistöt Oy:tä halusin haastatella, koska halusin selvittää, että miten suuri metsänomistaja kokisi voivan hyötyä drone-kuvauspalveluista metsäomaisuuden hallinnassa. Simosol Oy:tä haastattelin, koska he ovat organisaatio, joka tuottaa metsäsuunnitelmia drone-kuvadatasta. Haastateltuja henkilöitä voi pitää tutkittavan aiheen asiantuntijoina, koska he ovat merkittävässä asemassa organisaatioidensa droneihin liittyvässä toiminnassa. Haastateltavana oli A. Ahlström Kiinteistöt Oy:n operaatiopäällikkö, Simosol Oy:n toimitusjohtaja, Maanmittauslaitoksen fotogrammetria-asiantuntija, UPM:n metsävaratietopäällikkö ja Metsäkeskuksen Tarkastusten digitalisointi -projektin projektipäällikkö.

Puolistrukturoidun haastattelun lisäksi pyysin sähköpostiviestissä vielä avoimesti jakamaan ajatuksia aihepiiristä haastattelulomakkeen loppuun, jos kysymysten ulkopuolelta löytyi haastateltavalta sanottavaa. Haastattelulomake koostuu kolmesta aihealueesta: nykyinen drone-kuvauspalveluiden hyödyntäminen, drone-kuvauspalveluiden hyödyntäminen tulevaisuudessa ja vielä kolmannessa aihepiirissä esitin muita kysymyksiä liittyen metsäalan tulevaisuuteen (Liite 1).

Ensimmäisen osion kysymykset ovat: Miten organisaationne käyttää/on käyttänyt drone-kuvauspalveluita? (Vai onko kuvaustoiminta tuotettu itse?) Miten käyttämiänne/tuottamiänne palveluita voisi parantaa/tehostaa? Havaitut pullonkaulat ja niihin varautuminen? Palveluntarjoajat, joiden kanssa olette

tehneet yhteistyötä? Pysin tässä osiossa siis pääasiassa kartoittamaan, että mitä on tehty ja millaisia ongelmia toiminnassa on havaittu.

Toisen osion kysymykset ovat: Millä osa-alueilla drone-kuvauspalvelut voisivat parantaa/tehostaa organisaation toimintaa? Tulevaisuuden toiminnan mahdolliset pullonkaulat ja niihin varautuminen? Aiotaanko lähitulevaisuudessa drone-kuvauspalvelut ostaa ulkoiselta palveluntarjoajalta vai tuottaa itse? Mihin toivotte drone-kuvausteknologian pystyvän lähitulevaisuudessa ja miten kehittynyt teknologia näkyisi organisaation toiminnassa? Toisessa osiossa halusin selvittää, että millaista toimintaa organisaatiot toivovat tulevaisuudessa pystyvän tekemään dronejen avulla ja millaisia ongelmia/mahdollisuuksia tulevaisuudessa uskotaan ilmenevän. Kysymyksillä saaduilla tiedoilla halusin pystyä tekemään johtopäätöksiä drone-kuvaustoiminnan tulevaisuuden laajuudesta ja mahdollisista uusista käyttömahdollisuuksista metsäalalla.

Kolmannen osion kysymyksillä halusin selvittää mm. asiantuntijoiden yleisiä näkemyksiä metsäalan kehityksestä. Osio sisälsi myös kysymyksiä siitä, miten dronejen yleistyminen tulee vaikuttamaan metsätoimihenkilöiden työhön.

Kolmannen osion kysymykset ovat: Millainen maastotyö ei mielestänne ole korvattavissa drone-kuvauspalveluilla? Miten uskotte dronejen yleistymisen muuttavan metsäasiantuntijan työnkuvaa lähitulevaisuudessa? Millä muilla tavoilla uskotte metsäalan muuttuvan lähitulevaisuudessa? Miten koette tiheämmällä laserpulssilla tuotetun metsäinventointitiedon muuttavan metsäalaa?

3.2 Teemahaastattelu

Kvalitatiivisella eli laadullisella tutkimuksella on useita määritelmiä. Laadulliselle tutkimukselle olennaista on, että tutkija osallistuu tutkimusprosessiin eikä ole ulkopuolinen tarkkailija ja että tutkimusprosessi on joustava ja voi muuttua tutkimuksen aikana. Laadullisen tutkimuksen aineisto kerätään todellisessa kontekstissa ja tilanteissa, joista kerätään tietoa, jotta voidaan ymmärtää monimutkaisia ilmiöitä ja prosesseja, ilmiöitä, joita ei tunneta hyvin sekä ilmiöitä, joita ei voida tutkia kokeellisesti käytännöllisistä tai eettisistä syistä.

Laadullisessa tutkimuksessa tutkittavien näkökulma on keskeinen, eikä tutkimukselle aseteta hypoteesia. Tutkimuskysymysten ei tule olla liian fokusoituja, ettei tärkeitä asioita jää tarkastelun ulkopuolelle. (Järvenpää 2006).

Haastattelu laadullisen tutkimuksen osana on vuorovaikutustilanne, jolle on ominaista seuraavat piirteet: haastattelu on ennalta suunniteltu ja haastattelija on tutustunut tutkimuksen kohteeseen, haastattelu on haastattelijan alulle panema ja ohjaama haastateltavan on voitava luottaa siihen, että annettuja tietoja käsitellään luottamuksellisesti, haastattelija joutuu myös tavallisesti motivoimaan haastateltavaa. Tiivistetysti, haastattelu tähtää informaation keräämiseen ja on siis ennalta suunniteltua päämäärähakuista toimintaa. (Hirsjärvi & Hurme 2009, 42, 43).

Teemahaastattelu on puolistrukturoitu haastattelumenetelmä. Puolistrukturoiduille menetelmille on ominaista, että jokin haastattelun näkökohta on lyöty lukkoon muttei kaikkia. Haastattelija voi muuttaa kysymysten asettelua ja järjestystä haastateltavan henkilön mukaan. Puolistrukturoidun haastattelun määritelmästä ollaan montaa eri mieltä. Teemahaastattelu on puolistrukturoitu menetelmä siksi, että sen aihepiirit ovat kaikille samat, mutta vastausvaihtoehdot eivät ole strukturoituja kuten lomakehaastattelussa. Tämä vapauttaa pääosin haastattelun tutkijan näkökulmasta ja tuot tutkittavan äänen kuuluviin. Teemahaastattelu ottaa huomioon haastateltavien erilaiset tulkinnat ja lähtökohdat. (Hirsjärvi & Hurme 2009, 47, 48).

Haastattelun ei tarvitse välttämättä tapahtua kasvotusten. Henkilökohtaiset haastattelut ja sähköpostihaastattelut soveltuvat hyvin asiantuntijoiden haastatteluihin. Sähköpostin avulla voidaan haastatella eri puolilla maailmaa tai Suomea asuvia asiantuntijoita joustavasti. Sähköpostihaastattelu on vaivaton menetelmä kaikille osapuolille. Haastattelupohjaa on mahdollista räätälöidä haastateltavan mukaan, joten kysymyspatteriin voidaan tehdä tarvittavia muutoksia vastaajasta riippuen. (Liikenteen tutkimuskeskus Verne 2020).

4 TULOKSET

4.1 Nykyinen drone-kuvauspalveluiden hyödyntäminen

Haastattelun ensimmäinen kysymys oli ”Miten organisaationne käyttää/on käyttänyt drone-kuvauspalveluita?” Neljä viidestä organisaatiosta on suurimmaksi osaksi ostaneet drone-kuvaukset alan yrityksiltä. Simosol Oy ei kuitenkaan osta kuvauspalveluita suoraan, vaan toimii asiakkaalle kuvatun datan käsittelijänä metsäsuunnitelmaksi. Palveluita ostavat organisaatiot mainitsivat seuraavia käyttökohteita kuvauspalveluille: UPM metsäsuunnittelun, A. Ahlström Kiinteistöt Oy kartoituksen ja Metsäkeskus metsä- ja kemeralain mukaisen tarkastustoiminnan. UPM on tuottanut itse drone-kuvauksia markkinointitarkoituksiin. MML tuottaa drone-kuvausdatan suurimmaksi osaksi itse, mutta tekee yhteistyötä myös kuvauksia tuottavien yritysten kanssa:

Pääosin tuotamme itse. Joissakin tutkimushankkeissa olemme hyödyntäneet myös drone-palveluita tuottavia yrityksiä, esim. laajojen alueiden BVLOS lennot. (Honkavaara 2020).

Toinen kysymys koski käytettyjen/tuotettujen palveluiden parantamista. A. Ahlström Kiinteistöt Oy:n kokemuksen mukaan drone-kuvauspalveluissa toimitusaika on ollut liian pitkä ja kustannus liian suuri. Useammassa kohtaa haastatteluja mainittiin, että toiminnan mittakaavan kasvaessa uskotaan saatavan lisää kannattavuutta ja paremman suunnittelun kautta tehokkuutta. Simosol Oy, joka tuottaa aineiston pohjalta metsäsuunnitelmat, vastasi kysymykseen palvelun parantamisesta seuraavasti:

Aineiston tarkkuuteen ja metsäsuunnitelmien kuviointiin tahdotaan myös parannuksia. Aineistoa hyödyntävissä kuvaus- ja puustonlaskentamenetelmissä riittää vielä vakioitavaa. Käytetyt menetelmät on kuitenkin todettu hyväiksi. (Rasinmäki 2020).

Metsäkeskus mainitsi yhtenä tavoitteenaan saada vertailukelpoista drone-dataa joka puolelta Suomea riippumatta kuvaajasta ja puustotulkitsijasta. Tämä toisi lisää kaivattua tehokkuutta prosesseihin:

Tämä myös auttaa ”putken” nopeuttamista. Eli tärkeää on nopeuttaa sitä aikaa, mikä menee drone-kuvauksesta käyttövalmiin puustotiedon valmistumiseen. Automaatiota kaivataan. (Haataja 2020).

Kolmas kysymys koski toiminnassa havaittuja pullonkauloja, muita haasteita ja niihin varautumista. Havaittuja haasteita mainittiinkin jo aiemman kysymyksen kohdalla. Metsäkeskus mainitsi taas lisätyn automaation tarpeen:

”Puustolaskennassa on vielä manuaalisesti tehtäviä työvaiheita, joita olisi syytä automatisoida ja nopeuttaa.” (Haataja 2020.) UPM mainitsi yhtenä haasteena sen, että kuvadatan toimittajat eivät ole varautuneet kalustorikkoihin. Ja ratkaisuna UPM näki taas, että toiminnan mittakaavan suurentaminen poistaisi tämänkin ongelman. UPM mainitsi näkyvyyden säilyttämisen droneen myös yhtenä haasteena. Sääntelyä tulisi siis löysätä, jotta saataisiin lisää tehokkuutta ja kustannussäästöjä. MML on havainnut sääolosuhteet (tuuli ja sade) ja ulkomailta tilattujen laitteistojen myöhästymisen pullonkauloina heidän toiminnassaan. MML:n mukaan toiminnan tarkempi ja järjestelmällisempi suunnitteleminen on tärkeää, jos toimintaa halutaan tehostaa: ”Aikataulujen laatiminen, päivitys ja joustavuus sekä toimittajan että tilaajan suunnalta ovat välttämättömiä.” (Honkavaara 2020.)

Ensimmäisen osion viimeisessä kysymyksessä pyysin haastateltavia luettelemaan drone-kuvaustoimintaan liittyviä yhteistyökumppaneitaan. Haastatteluissa lueteltuja yrityksiä olivat Arboanut, CareliaForest Consulting, MosaicMill, Bitcomp, Avaratek Ky, BVDrone/Robot.Experts, Hytönen Engineering, Maanmittauslaitos ja Luonnonvarakeskus. Kaksi viidestä vastaajasta ei halunnut/voinut kertoa keiden kanssa ovat tehneet yhteistyötä droneihin liittyvissä projekteissa. Annetuissa vastauksissa ei ilmennyt päällekkäisyyksiä luetelluissa yhteistyökumppaneissa, joten tämän kysymyksen vastauksista ei voi tehdä luotettavia johtopäätöksiä esim. alalla hallitsevasta drone-kuvauspalveluiden tarjoajasta. Luetellut yritykset ovat data-analyysiryhtiä, tietotekniikkayrityksiä, drone-palveluita tuottavia yrityksiä ja tutkimus- ja asiantuntijaorganisaatioita.

4.2 Drone-kuvauspalveluiden hyödyntäminen tulevaisuudessa

Toisen osion ensimmäinen kysymys oli ”Millä osa-alueilla drone-kuvauspalvelut voisivat parantaa/tehostaa organisaationne toimintaa”. MML luetteli muutamia tärkeitä käyttökohteita droneille tulvaisuudessa: maanmittaus, kansallisten paikkatietoainestojen luominen ja ylläpito, kiinteistömittaukset sekä tilusjärjestelytoiminta. Dronet ovat myös tärkeä tutkimusalusta paikkatietokeskukselle mm. sensori-, metrologia- ja algoritmitutkimukseen. Metsäkeskus on suunnitellut ottavan dronet osaksi virallista tarkastustoimintaa vuonna 2020 ja kehitellyt drone-menetelmiä metsien terveyden seurantaan. Metsäkeskuksella on myös tavoitteena kerätä huomattavasti aiempaa tarkempaa ja kattavampaa puusto- ja luontotietoa. UPM suunnittelee tekevän droneilla taimikoninventointia, tuhoalueiden rajausta ja inventointia sekä kohdennettua maastoinventointia. A. Ahlström Kiinteistöt Oy pohti haastattelussa tuhoalueiden kuvaamiseen liittyvää hinta-hyötysuhdetta. Metsäkeskus mainitsi, että tulevaisuudella pyritään myös keräämään säästöpuista tarkempaa tietoa, niin pystyssä olevista kuin maalahopuistakin. Metsäkeskus mainitsi myös tuhoalueiden kuvaamisen ja miten siinä olisi mahdollisuuksia suuriin kehitysaskeliin:

Droneja kehitetään myös metsätuhojen laajuuden ja volyymin nopeaan selvittämiseen. Suuri kehitysaskel olisi, jos esimerkiksi tuoreet kirjanpainajaiskemät havaittaisiin droneilla jopa ennen kuin ihmissilmä erottaa puiden kunnan heikkenemistä. (Haataja 2020).

Toisen osion toinen kysymys koski tulevaisuuden toiminnan pullonkauloja, haasteita ja niihin varautumista. Tulevaisuuden toiminnassa esiintyviksi haasteiksi luettiin hyvin paljon samoja ongelmia kuin nykyisessä toiminnassa; kustannukset, drone-toimintaa säätelevä lainsäädäntö ja yrittäjien reagointinopeus. Lainsäädäntö mainittiin kolmessa haastattelussa (Ahlström, UPM ja MML). Metsäkeskus mainitsi, että toiminnan laajentaminen olisi ratkaisu suurimpaan osaan ongelmista. Metsäkeskus mainitsi miten tulevaisuudessa mm. logistiikan tehokkuus ja kerätystä datasta hyötyvien tahojen määrä tulisi ottaa huomioon:

Kun drone-toimintaa laajennetaan, korostuu edelleen automatisoinnin tärkeys ja puustotiedon tuotannon nopeuttaminen.

Suurin kustannus drone-kuvauksessa tulee logistiikasta, eli laitteiston kuljettaminen kohteelle, kuvaus, ja laitteiston poiskuljetus. Siksi on huolehdittava, että kuvauskohteella on riittävästi kuvattavaa ja että kuvattavaa materiaalia voidaan hyödyntää mahdollisimman monipuolisesti, ja että hyötyjiä on mahdollisimman paljon (maanomistajat, alan toimijat, viranomaiset jne. (Haataja 2020).

Toisen osion kolmas kysymys oli ”Aiotaanko lähitulevaisuudessa drone-kuvauspalvelut ostaa ulkoiselta palveluntarjoajalta vai tuottaa itse?” Suurin osa haastatelluista organisaatioista aikoo tulevaisuudessakin ostaa ainakin osan drone-kuvauksista ulkoiselta palveluntuottajalta, mutta omaakin dataa aiotaan tuottaa. Metsäkeskus ja Simosol aikovat ostaa kaikki drone-kuvauspalvelut ulkoa.

MML aikoo jatkaa samalla linjalla, eli ulkoistaa osan kuvaustoiminnasta. UPM aikoo tuottaa taimikoiden- ja tuhoalueinventointien drone-kuvadatan itse, mutta ostaa metsäsuunnittelussa käytettävän drone-kuvadatan tulkintapalvelun yhteydessä. A. Ahlström Kiinteistöt Oy ei ole vielä varma, miten tulevat drone-kuvadatan tulevaisuudessa hankkimaan.

Toisen osion viimeisessä kysymyksessä tiedustelin organisaatioiden toiveita tulevaisuuden drone-kuvausteknologian mahdollisuuksista ja miten kehittynyt teknologia näkyisi organisaation toiminnassa. UPM toivoo tulevaisuuden drone-kuvaukselta tulevaisuudessa mm. selkeää lisäarvoa maastoinventoinnin yli:

Drone-kuvauksella tulisi saada selkeää lisäarvoa, jota ei maastoinventoinnilla saa, koska siinä on myös puutteensa verrattuna maastoinventointiin (esim. lakikohteet ja sertifiointikriteerien mukaiset aina suojeltavat kohteet). (Uuttera 2020).

Tulevaisuudessa tulisi siis pystyä kuvantamaan koko puusto (nyt vain osa puustosta pystytään mittaamaan), jotta saataisiin drone-kuvaukselle selkeää lisäarvoa verrattuna maastotyöhön. UPM mainitsi myös, että drone-kuvauksella täytyisi saada mitattua uusia tunnuksia, kuten metsän terveys tai puuston kasvukunto. Metsäkeskus kaipaa tarkempaa puusto- ja luontotietoa, jotta pystyvät tulevaisuudessa tiedottamaan ja palvelemaan entistä paremmin maanomistajia ja alan toimijoita. Metsäkeskus mainitsi tarkemman puustotiedon lisäksi puiden terveydentilan kartoittamisen:

Tarkan puusto- ja luontotiedon nopea kerääminen ja tuottaminen. Spektrikuvalta havaittava muutos puun terveydentilassa, eli oma ”sormenjälki” millä aallonpituudella puun neulaset/lehdet heijastavat valoa, kun on kyse esim. hyönteisiskemästä, lahottajasienestä tai ravinnepuutoksesta. (Haataja 2020).

4.3 Muita kysymyksiä

Kolmannen osion ensimmäisessä kysymyksessä tiedustelin, että millainen maastotyö ei haastateltavien henkilöiden mielestä ole korvattavissa droneilla. Vastausten perusteella voidaan päätellä, että dronet eivät ole vielä lähitulevaisuudessa korvaamassa kaikkea maastotyötä. UPM luetteli droneille haastaviksi työlajeiksi suojele/luontokohteet, erityisinventoinnin (riistakohteet tai uhanalaiset lajit) ja laadunseurannan (korjuuvauriot). Metsäkeskus mainitsi myös luontokohteet. Ahlström Kiinteistöt Oy mainitsi hakkuutöiden rajatapausten tulkinnan. Simosolin mainitsi yleisesti kaiken maastotyön, jonka korvaamiseen drone ei ”näe” tarvittavia tunnuksia. Dronen mittalaitteisto ei siis vielä näe kaikkia haluttuja tunnuksia riittävän tarkasti. MML mainitsi, että mittauksia täytyy tehdä lisää, jotta tulkinta kehittyy:

Referenssimittauksia tarvitaan mallien kehittämistä varten. Kaukokartoitushavainnot saattavat paljastaa oireita (esim. kellastuminen) mutta eivät välttämättä kerro mikä tekijä aiheuttaa ko. oireen. Tutkittavaa riittää ja siihen tarvitaan maastotöitä. (Honkavaara 2020).

Kolmannen osion toinen kysymys oli: ”Miten uskotte dronejen yleistymisen muuttavan metsäasiantuntijan työnkuvaa lähitulevaisuudessa?” Dronejen käytön yleistymisen myötä metsäasiantuntijoiden työpanoksen uskotaan kohdistuvan työlajeihin, joihin drone ei vielä pysty (Rasinmäki 2020.) UPM uskoo, että tulevaisuudessa drone on metsäasiantuntijan mittaväline, jota käytetään lähinnä kokonaiskuvan nopeaan kartoitukseen (Uttera 2020.) Rutiininomaiset puustomittaukset maastossa vähenevät, kun luotettavat mittaukset voidaan tehdä kaukokartoituksella, kuten dronella (Haataja 2020.) Kolmannen osion kolmas kysymys oli: ”Millä muilla tavoilla uskotte metsäalan

muuttuvan tulevaisuudessa?” Vastaukset liittyivät vahvasti kahteen edelliseen kysymykseen. Maastokäynnit tulevat keskittymään kohteille, joilla tarvitaan ammattilaisen tulkintaa (Haataja 2020.) Dronet tuottavat paljon dataa, joka mahdollistaa kohteen paremman ymmärtämisen ja paremmat palvelut (Honkavaara 2020.) Dronejen tuottama yksityiskohtainen tieto voisi olla avuksi säästöpuuryhmien sijoittelun suunnittelussa (Haataja 2020.) Metsäalan uskotaan muuttuvan muun yhteiskunnan mukaisesti yhä digitaalisempaan suuntaan (Rasinmäki 2020.) A. Ahlström Kiinteistöt Oy pohti tämän kysymyksen kohdalla myös metsänkasvatuksen saralla tapahtuvaa murrosta: ”Jatkuva kasvatusta ja suometsät murrosvaiheessa. Metsänkasvatusta muuttunee niiden kautta – hyödyt?” (Kivimäki 2020.)

Haastattelun viimeinen kysymys oli: ”Miten koette tiheämmällä laserpulssilla tuotetun metsäinventointitiedon muuttavan metsäalaa?” UPM on skeptinen tiheämmällä laserpulssilla tuotetun metsäinventointitiedon vaikutuksista kokonaispuustotulkinnan tarkkuuteen. Sen toivotaan kuitenkin parantavan hieman puulajikohtaisia tunnuksia ja taimikoninventointituloksia (esim. valtapituus). Ahlström Kiinteistöt Oy uskoo sen vähentävän maastotyön tarvetta entisestään. MML uskoo sen lisäävän tietoa ja ymmärrystä, mikä mahdollistaa paremman metsänhoidon, huomioiden kestävä kehityksen eri ulottuvuudet. Simosoliin mukaan varsinainen muutos tarvitsee kuitenkin vielä kertaluokkaa isomman teknologiamuutoksen. Metsäkeskus vertasi vielä tässä osiossa droneilla tuotettua dataa laserkeilausdataan:

[Tiheämmällä laserpulssilla tuotettu metsäinventointitieto] helpottaa töiden suunnittelua ja kustannusten ennakoimista monessa organisaatiossa. Tarkemman metsävaratiedon ansiosta siirrytään suuntaa-antavista arvioista lähemmäs tietoa. Jos saadaan luotettavaa tietoa esim. ekologisesti tärkeistä järeistä lehtipuista, voidaan niitä suunnitella jätettäväksi hakkuiden ulkopuolelle entistä paremmin, jolloin monimuotoisuus lisääntyy maanlaajuisesti. Droneilla saadaan tarkkaa tietoa täsmäkohteilta, laserkeilauksella ei saada ihan niin tarkkaa tietoa, mutta laajuus on aivan toista luokkaa. (Haataja 2020).

5 POHDINTA

Haastateltavien tahojen määrä voi laadullisessa tutkimuksessa tietty olla aina suurempi, mutta koen, että tässä opinnäytetyössä viisi organisaatiota riitti hyvin, koska tahot olivat monipuolisesti valittu metsäalaaan liittyvän drone-kuvaustoiminnan eri osa-alueilta. Vastausten laajuus saattoi kärsiä, koska haastatteluja ei suoritettu kasvotusten, vaan sähköisesti. Suurin osa haastatelluista kirjoitti kuitenkin hyviä, kattavia vastauksia. Mielestäni merkittävimmät kehitysehdotukset tutkimukselleni ovat: aiemmin mainittu laajempi otos, vielä syväluotaavammat kysymykset haastatteluihin, ja palvelun liiketoimintapuolen tarkempi käsittely. Palvelun mahdollisuuksia ulkomailla olisi myös voinut käsitellä.

Haastattelujen perusteella voidaan olettaa, että toiminta tulee laajenemaan lähivuosina organisaatioiden uusien projektien myötä. Metsäkeskus vaikuttaa ainakin erittäin halukkaalta vakiinnuttaa dronet osaksi tarkastustoimintaansa. Drone-kuvaustoiminta säilyy haastattelujen tulosten perusteella todennäköisesti myös suureksi osaksi ulkoistettuna eli drone-kuvauspalveluita tuottavilla yrityksillä on liiketoimintaa luvassa metsäalalla. Haastatteluissa mainittiin lahopuun määrän tarkka määrittäminen dronella. Tämä helpottaisi esim. kohteen suojeluarvon määrittämisessä, kun lahopuun määrästä saataisiin tarkkaa tietoa. Kerätyn datan monipuolisempi hyödyntäminen ja useampien hyötyvien tahojen löytäminen tuovat toiminnalle vielä lisää kannattavuutta.

Hankaliksi mainitut työläjit kuten korjuuvaurioiden laadunseuranta ja arvokkaiden luontokohteiden erityispiirteiden havaitseminen tulevat todennäköisesti pysymään hankalina myös lähitulevaisuudessa. Ilmakuvista ei pysty tulkitsemaan pieniä indikaattorikasveja tiheän puuston alta, sama koskee runkovaurioita. Urapainaumien tulkintaankaan ei ole riittävää tarkkuutta. Haastatteluissa mainittu ”lisätty automaatio” viittaa datankäsittelyn/puustotulkinnan automaatioon. Nykyään datankäsittely vaatii vielä jonkin verran manuaalista työtä. Automaatio lisääntyy ohjelmistojen kehittyessä. Tulevaisuudessa prosessia voitaisiin automatisoida seuraavasti: drone-pilotti lataa kuva- ja sijaintidatan palvelimelle, tietokone sitten

automaattisesti yhdistää kuvat oikealle kohteelle, tekee laskennan ja puustotunnuksista tehtävät päätelmät, perustuen kohteelta haluttuun tietoon. Täysin autonomiset kopterit ja autot, jotka eliminoisivat ihmispilotin tarpeen, näen vielä aika kaukaisena haaveena.

Liiallisen manuaalisen työn lisäksi merkittävimpinä lähitulevaisuuden haasteina mainittiin kuvaustoiminnan logistiset kustannukset, tarve koko prosessin suoraviivaistamiselle ja lainsäädännön asettamat rajoitukset. Haastattelujen perusteella yleistettäviä ratkaisuja toiminnan tehostamiseksi ovat toiminnan laajentaminen ja parempi suunnittelutyö, koska ne toistuivat useammassa haastattelussa, koskien nykyistä ja tulevaa toimintaa. Drone-kuvaustoiminnan laajentamisella päästään ainakin kustannussäästöihin ja myös prosessien suoraviivaistamiseen, kunhan prosessit kehittyvät kokemuksen myötä. Samanlainen kehitys pätee varmasti lähes mihin tahansa uuteen alaan. Logistiikasta aiheutuvien kulujen merkityksellisyyttä saadaan vähennettyä, kun yhdellä kuvausreissulla saadaan mahdollisimman paljon kuvattua. Tarve toiminnan laajentamiselle ja paremmalle suunnittelulle toistuu taas. Lainsäädäntöön näkyvyyden säilyttämisestä en usko tulevan muutoksia, koska on kyse lentoturvallisuudesta. Yhtenä pullonkaulana UPM mainitsi sen, että yrittäjät eivät ole varautuneet laiterikkoihin. Ratkaisuna mainittiin toiminnan laajentaminen. Ammattikäyttöön soveltuvat dronet ovat niin kalliita, että varadroneen investointi ei kuulosta nykyisen skaalan yrittäjälle kovin houkuttelevalta. Ehkä laitevalmistajan kanssa olisi mahdollista tehdä sopimus sijaisdronesta, kun päädrone on huollossa. Sijaisdronen saamisen nopeudesta en osaa sanoa.

Kuvailemani drone-kuvauksen prosessi ja alan organisaatiodynamiikka tulevat pysymään kutakuinkin samoina. Lentokorkeuksiin saattaa tulla muutoksia uuden lainsäädännön ja poikkeuslupien kautta. Kovin korkealta ei kuitenkaan ole kaikilla kohteilla järkevää kuvata, jotta maaresoluutio pysyy riittävän tiheänä. Fotogrammetrialla tuotettu aineisto on tarkkaa, mutta siihen kaivataan kehitystä myös. Kun kysyin tulevaisuuden teknologian mahdollisuuksista, haastatteluissa ei kukaan maininnut, että droneilla alettaisiin tuottamaan laserkeilausdataa tai että se olisi edes toivottavaa lähitulevaisuudessa. Fotogrammetrian voidaan siis olettaa olevan vallitseva menetelmä myös lähitulevaisuudessa. Mielestäni

arvokkain tutkimukseni tulos oli kokoelma asiantuntijoiden havaitsemia drone-kuvaksen ja sen jatkoprosessien haasteita. Niitä on varmasti pohdittu yritysten sisällä, mutta vastaavaa kokoavaa tutkimusta alan eri toimijoiden näkemyksistä ei ole tehty. Muut tulokset lähinnä vahvistivat jo tiedossa olevaa käsitystä alan tilanteesta. Akkuteknologia ja sääolosuhteet ovat tietty itsestäänselvyksiä rajoittavien ominaisuuksiensa osalta.

Jatkotutkimusaihe voisi olla tarkka selvitys siitä, miten drone-kuvauspalveluja tuottavan yhtiön toiminta kannattaa organisoida, jotta päästäisiin haastatteluissa mainitun suunnittelun kautta kaivattuihin kustannussäästöihin. Hyödyllistä olisi myös tehdä talouslaskelmia ja arvioida millaisella skaalalla toiminta alkaa olla erityisen kustannustehokasta verrattuna nykyhetkeen. Dronet ovat varmasti suosittu opinnäytetyöaihe muutenkin lähivuosina. Dronejen hyödyntäminen puustotunnusten laskemisesta johdettujen sovellusten lisäksi esim. hyönteistuhojen kartoituksessa ovat mielenkiitaisia ja niissä riittää varmasti myös opinnäytetyöaiheita. Drone-kuvauspalveluiden mahdollisuudet/rajoitukset ulkomailla toimimiseen on myös yksi hyvä jatkotutkimusaihe. Esim. joidenkin metsien latvuserros on niin sulkeutunut, että fotogrammetrialla ei saa käyttökelpoista dataa, koska menetelmä vaatii maanpinnan vertauskohdaksi, jotta puiden pituus voidaan määrittää. Missä maantieteellisissä sijainneissa drone-kuvauspalveluilla siis olisi mahdollisuuksia ja millaiset organisaatiot voisivat olla kiinnostuneita?

LÄHTEET

Alaruusi, A. 2019. Dronejen hyödyntäminen metsätaloudessa. Metsätalouden koulutusohjelma Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Corrigan, F. 2020. How do drones work and what is drone technology. Luettu 11.3.2020.

<https://www.dronezon.com/learn-about-drones-quadcopters/what-is-drone-technology-or-how-does-drone-technology-work/>

Droneinfo. 2019. Poikkeusluvut ja ilmatilavaraukset. Luettu 12.1.2020.

https://www.droneinfo.fi/fi/lentotyopoikkeusluvut_ja_ilmatilavaraukset

Droneinfo. 2018. Usein kysyttyä. Luettu 12.1.2020.

https://www.droneinfo.fi/fi/usein_kysyttya/ilmailu_-_miehittamattomat_ilma-alukset_ja_lennokit

EASA. 2019. EU-wide drone rules published. Luettu 12.1.2020.

<https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/press-releases/eu-wide-rules-drones-published>

Eur-Lex. 2019. Commission delegated regulation on unmanned aircraft systems and on third-country operators of unmanned aircraft systems. Luettu 12.1.2020.

https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2019/945/oj

Haataja, L. Tarkastusten digitalisointi -hankkeen projektipäällikkö, Metsäkeskus. 2019. Sähköpostihaastattelu 19.2.2020. Haastattelija Karte, S.

Hakala, T. 2019. Täsmätietoa metsästä. Koneviesti 1/2019, 56-61.

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2009. Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino. 42-43, 47-48.

Honkavaara, E. Fotogrammetria-asiantuntija, Maanmittauslaitos. 2020. Sähköpostihaastattelu 18.2.2020. Haastattelija Karte, S.

Honkavaara, E. Paikkatietojen hyödyntämismahdollisuudet ja kehitysnäkymät. Diaesitys. Luettu 10.2.2020.

<https://www.slideshare.net/mmmviestinta/paikkatietojen-hydyntmismahdollisuudet-ja-kehitysnkymt-eija-honkavaara>

Ilmailuliitto. Lennokkien tyyppejä. Luettu 5.2.2020.

<https://www.ilmailuliitto.fi/laji/lennokit/lennokkien-tyyppeja/>

Järvenpää, E. 2006. Laadullinen tutkimus. Luento. Luettu 22.2.2020.

<http://www.cs.tut.fi/~ihtesem/k2007/materiaali/luento4.pdf>

Kivimäki, K. Projektipäällikkö, A. Ahlström Kiinteistöt Oy. 2020. Sähköpostihaastattelu 22.1.2020. Haastattelija Karte, S.

Metsä Forest. 2019. Metsä Group: Drone-metsäsuunnitelma haastaa perinteisen metsäsuunnittelun. Luettu 19.1.2020.

<https://www.metsaforest.com/fi/Yritys/Tiedotteet/Pages/Tiedote.aspx?EncryptedId=D4A1DE7C0E797C64&Title=MetsaGroup:Drone-metsasuunnitelmahaastaaperinteisenmetsasuunnittelun>

Metsäkeskus. 2019. Dronekuvaukset metsätaloudessa – taustaa ja tulevaisuuden näkymiä. Diaesitys. Luettu 5.2.2020.

<https://www.slideshare.net/Metsakeskus/dronekuvaukset-metstaloudessa-taustaa-ja-tulevaisuuden-nkymi>

Quadcopter arena. The history of drones and quadcopters. Artikkel. Luettu 20.1.2020.

<https://quadcopterarena.com/the-history-of-drones-and-quadcopters/>

Rasinmäki, J. Toimitusjohtaja, Simosol Oy. 2020. Sähköpostihaastattelu 3.2.2020. Haastattelija Karte, S.

Sippo, M. Lennokkikartoitus – uusia näkymiä ilmasta. Artikkel. Luettu 5.2.2020.

http://www.maankaytto.fi/arkisto/mk213/mk213_1647_sippo.pdf

Sironen, S. 2017. Miehitettävien ilma-alusten tuotteistaminen metsätalouden käyttöön. Metsätalouden koulutusohjelma. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Trafi. Miehitettävien ilma-alusten käyttö. Luettu 15.1.2020.

https://www.trafi.fi/ilmailu/miehitettavien_ilmailu

Utter, J. Metsävaratietopäällikkö, UPM. 2020. Sähköpostihaastattelu 17.1.2020. Haastattelija Karte, S.

Vinni, P. 2003. Kuva kertoo enemmän kuin tuhat sanaa - Mitä on fotogrammetria?. Luettu 18.1.2020.

<http://www.kotikone.fi/faryan/Teksteja/JatkokurssiB.htm>

VTT. Kasvitaudit löytyvät uudella teknologialla aiemmin, tarkemmin ja nopeammin. Artikkel. Luettu 11.2.2020.

<https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/kasvitaudit-loytyvat-uudella-teknologialla-aiemmin-tarkemmin-ja-nopeammin>

Yrjönen, J. 2017. Metsä linnun silmin. Terve Metsä 1/2017, 26.

<https://www.lukusali.fi/index.html?p=Terve%20Metsa&i=60f5481c-03fe-11e7-986e-00155d64030a>

LIITTEET

Liite 1. Haastattelulomake

1 (2)

Haastattelu: Drone-kuvauspalveluiden lähitulevaisuus metsäalalla

Tässä haastattelun ensimmäisessä osassa esitän yleisempiä kysymyksiä, joista kaikki eivät välttämättä koske juuri Teidän organisaationne toimintaa. Kohtia voi siis luonnollisesti jättää tyhjiksi, jos ette halua/voi antaa vastausta. Haastattelussa on mahdollisesti vielä toinen vaihe, jos vastauksista herää haastattelijalle lisäkysymyksiä.

Kiitos vielä osallistumisesta!

1. Nykyinen drone-kuvauspalveluiden hyödyntäminen:

- a. Miten organisaationne käyttää/on käyttänyt drone-kuvauspalveluita? (Vai onko kuvaustoiminta tuotettu itse?)
 -
- b. Miten käyttämiänne/tuottamiänne palveluita voisi parantaa/tehostaa?
 -
- c. Havaitut pullonkaulat ja niihin varautuminen?
 -
- d. Palveluntarjoajat, joiden kanssa olette tehneet yhteistyötä?
 -

2. Tulevaisuuden toiminta:

- a. Millä osa-alueilla drone-kuvauspalvelut voisivat parantaa/tehostaa organisaationne toimintaa?
 -
- b. Tulevaisuuden toiminnan mahdolliset pullonkaulat ja niihin varautuminen?
 -
- c. Aiotaanko lähitulevaisuudessa drone-kuvauspalvelut ostaa ulkoiselta palveluntarjoajalta vai tuottaa itse?
 -

- d. Mihin toivotte drone-kuvausteknologian pystyvän lähitulevaisuudessa ja miten kehittynyt teknologia näkyisi organisaationne toiminnassa?

-

3. Muita kysymyksiä:

- a. Millainen maastotyö ei mielestänne ole korvattavissa drone-kuvauspalveluilla?

-

- b. Miten uskotte dronejen yleistymisen muuttavan metsäasiantuntijan työnkuvaa lähitulevaisuudessa?

-

- c. Millä muilla tavoilla uskotte metsäalan muuttuvan lähitulevaisuudessa?

-

- d. Miten koette tiheämmällä laserpulssilla tuotetun metsäinventointitiedon muuttavan metsäalaa?

-

Liite 2. Taulukko haastattelujen tuloksista

Kysymys	Vastaajat	Yhteenveto	1 (2)
Miten organisaationne käyttää/on käyttänyt dronekuvauspalveluita? (Vai onko kuvaustoiminta tuotettu itse?)	Kaikki paitsi Simosol	Organisaatiosta riippuen erilaisia tapoja dronella kerätyn puustotiedon hyödyntämiselle. Toiminta hyvin pitkälti ulkoistettua.	
Miten käyttämiänne/tuottamiänne palveluita voisi parantaa/tehostaa?	Kaikki	Toistuneet kehitystarpeet: Automaation lisääminen (MK, UPM) ja aineiston tarkkuus (Simosol, MK,	
Havaitut pullonkaulat ja niihin varautuminen?	Kaikki paitsi Ahlström	Toistuneena pullonkaulana automaation tarve/toimitusaika (UPM,	
Palveluntarjoajat, joiden kanssa olette tehneet yhteistyötä?	MK, Simosol, MML	Ei päällekkäisyyksiä haastatteluissa ilmoitetuissa yhteistyökumppaneissa. Lueteltu muitakin kuin kuvausorganisaatioita.	
Millä osa-alueilla dronekuvauspalvelut voisivat parantaa/tehostaa organisaationne toimintaa?	Kaikki paitsi Simosol	Organisaatiosta riippuen eri tapoja dronella tuotetun puustotiedon hyödyntämiselle.	
Tulevaisuuden toiminnan mahdolliset pullonkaulat ja niihin varautuminen?	Kaikki paitsi Simosol	Toistuneena pullonkaulana lainsäädäntö (Ahlström, UPM, MML).	
Aiotaanko lähitulevaisuudessa dronekuvauspalvelut ostaa ulkoiselta palveluntarjoajalta vai	Kaikki	Palvelut ostetaan ainakin osaksi ulkoa (UPM, MK, Simosol, MML). Ei ole vielä varma (Ahlström).	

2 (2)

Drone-kuvausteknologia tulevaisuudessa? Miten näkyy organisaation toiminnassa?	Kaikki paitsi Ahlström	Toistuneena toiveena uudet puustotunnukset (MK, UPM, Simosol).
Millainen maastotyö ei mielestänne ole korvattavissa dronekuvauspalveluilla?	Kaikki	Toistuneena maastotyönä luontokohteisiin liittyvät asiat (MK, UPM).
Miten uskotte dronejen yleistymisen muuttavan metsäasiantuntijan työnkuvaa lähitulevaisuudessa?	MK, UPM, Simosol	Dronedata toimii metsäasiantuntijan työkaluna suunnittelussa ym. (MK, UPM). Työ keskittyy kohteisiin/työvaiheisiin, joihin drone ei pysty
Millä muilla tavoilla uskotte metsäalan muuttuvan lähitulevaisuudessa?	MK, Ahlström, Simosol	Lisääntynyt digitalisaatio ja automaatio (MK, Simosol). Maastokäynnit keskitetään erikoiskohteille (MK).
Miten koette tiheämmällä laserpulssilla tuotetun metsäinventointitiedon muuttavan metsäalaa?	Kaikki	Kaikilla vastaajilla jonkinlaista optimismia tiheämmän laserpulssin aineiston hyödyllisyydestä. Simosol ja UPM skeptisempiä.