

Piia Pyhälähti

Droonin käyttö metsänojituskohdeiden laskeutusaltaiden kunnan arvioinnissa

Opinnäytetyö

Syksy 2018

SeAMK Ruoka

Metsätalouden koulutusohjelma

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Seinäjoen ammattikorkeakoulu

Tutkinto-ohjelma: Metsätalouden koulutusohjelma

Tekijä: Piia Pyhälähti

Työn nimi: Dronen käyttö metsänojituskohdeiden laskeutusaltaiden kunnan arvioinnissa

Ohjaaja: Juha Tiainen

Vuosi: 2018

Sivumäärä: 27

Liitteiden lukumäärä: 0

Kauko-ohjattavien dronien eli nelikoptereiden lisääntyminen niin ammatti- kuin harrastekäytössä on nopeaa. Myös erilaisten droniin liitettävien sensoreiden määrä on lisääntynyt, mikä kasvattaa dronin käyttömahdollisuuksia eri tarpeisiin.

Opinnäytetyössä tutkittiin dronin käyttömahdollisuuksia laskeutusaltaiden kunnan arvioinnissa. Dronia käytetään jo useilla eri aloilla, perinteisissä talojen ilmakuvauksissa, maataloudessa muun muassa peltojen tarkastuksissa, valvonnassa, mittauksissa sekä harrastuksissa ja elokuvissa. Dronit tuovat helpotusta myös metsätalouteen. Tutkimuksessa tarkasteltiin dronien hyötyjä laskeutusaltaiden kuntoa arvioitaessa. Ojitushankkeen toteutumisen myötä altaiden tarkastaminen jää yleensä vähäiseksi. Dronin avulla ajankäyttöä voidaan tehostaa sekä vähentää perinteistä jalkatyötä.

Opinnäytetyössä kuvattuja altaita oli neljä kappaletta, kahdelta eri-ikäiseltä ojitushankealueelta. Kaksi allasta oli kaksi vuotta vanhoja ja sijaitsee Alajärven Pynttärissä. Toiset kaksi oli kuusi vuotta vanhoja ja sijaitsee Alajärven Lehtimäellä. Tutkimuksessa käytetty aineisto saatiin Metsänhoitoyhdistys Suomenselän Alajärven toimipisteeltä sekä Otso Metsäpalvelut Alajärven toimipisteeltä.

Kuvauslennot toteutettiin syksyllä 2018, DJI Phantom 4 kuvauskopterilla. Kuvauslennot suoritti alan harrastaja Tiitus Pyhälähti. Kuvadatan käsittelyyn käytettiin pilvipohjaista Dronedeploy-sovellusta.

Avainsanat: Droni, laskeutusallas, kunnostusojitus, vesiensuojelu, metsätalous

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Degree programme in forestry

Author/s: Piia Pyhälähti

Title of thesis: Usage of Drones in Evaluation of the Condition of Sedimentation Basins in Forest Ditching Projects

Supervisor(s): Juha Tiainen

Year: 2018

Number of pages: 27

Number of appendices: 0

The usage of drones, the unmanned aircrafts, has increased drastically in professional use as well as a hobby. The amount of different kinds of attachments for the drones has also increased, which will broaden the affordance of the drones for different purposes.

The thesis studied the possibilities and benefits of using drones to observe and evaluate the condition of sedimentation basin. As mentioned, drones have already been used within several different fields, for example in agriculture to inspect control and to measure field and in aerial photography to film houses from the air. They are also used in movies and have become a popular hobby. Drones can also be a facility to forestry. Once a ditching-project gets completed, the consistent check-ups often lack. With the use of drones, the worktime and –load could be decreased.

The thesis describes four sedimentation basins from two different-aged ditching project areas. Two of the basins are two years old and are located in Pynttäri, Alajärvi. The other two are six years old and are located in Lehtimäki, Alajärvi. The sources used for the research were gathered from the Suomenselkä, Alajärvi office of the Forest Management Association and from the Alajärvi office of Otso Metsäpalvelut.

The aerial photography was done in the fall of 2018 with a DJI Phantom 4 drone. The drone flights were done in collaboration with a local drone hobbyist Tiitus Pyhälähti. The data was then processed with a cloud-service based implementation called Dronedeploy.

Keywords: drone, sedimentation basin, ditching, water pollution abatement, forestry

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
1 JOHDANTO.....	7
2 TEORIATAUSTA.....	8
2.1 Vesiensuojelu.....	8
2.2 Laskeutusaltat vesiensuojelussa.....	9
2.3 Ilmakuvaus.....	10
2.3.1 Ilmakuvauksen historiaa.....	10
2.3.2 Kaukokartoitus.....	11
2.3.3 UAV-alukset.....	12
2.4 Aikaisemmat tutkimukset.....	12
3 TUTKIMUSAINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄ.....	13
3.1 Kohteet ja yleiskuvaus.....	13
4 TUTKIMUSTULOKSET.....	16
4.1 Tulosten vertailu.....	16
4.2 Kuvien vertaaminen silmämääräiseen arviointiin.....	17
4.3 Altainen muoto ja koko.....	17
4.4 Dronen käyttö laskeutusaltain kunnan arvioinnissa.....	23
5 PÄÄTELMÄT.....	24
LÄHTEET.....	26

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 3. Ojitusalueet kartalla.....	13
Kuva 4. Phantom 4.....	14
Kuva 5. Altaan rajaaminen.....	16
Kuva 6a. Laskeutusallas 1.....	18
Kuva 6b. Laskeutusallas 1.....	18
Kuva 7a. Laskeutusallas 2.....	19
Kuva 7b. Laskeutusallas 2.....	19
Kuva 8a. Laskeutusallas 3.....	21
Kuva 8b. Laskeutusallas 3.....	21
Kuva 9a. Laskeutusallas 4.....	22
Kuva 9b. Laskeutusallas 4.....	22

Käytetyt termit ja lyhenteet

UAV	(Unmanned Aerial Vehicle), miehittämätön ilma-alus.
Drooni	Virallinen nimi englanniksi UAV (Unmanned Aerial Vehicle) eli miehittämätön ilma-alus.
Kaukokartoitus	RS (Remote sensing) on etämittausta lentokoneesta, satelliitista tai helikopterista.
Laserkeilaus	Kaukokartoituksen mittaustapa, jolla saadaan kohteesta mittatietoa lasersäteiden avulla.
Laskeutusallas	Ojitusalueelle kaivettu allas, joka vähentää kiintoaineksen huuhtoutumista vesistöihin. Allas hidastaa veden virtausnopeutta, jolloin ravinnehiukkaset laskeutuvat altaan pohjalle.

1 JOHDANTO

Metsäalan toimihenkilöiden toimenkuvaan kuuluu paljon maastossa liikkumista, joka saattaa olla hidasta ja aikaa vievää. Vaikka mobiilitekniset ratkaisut ovat lisääntyneet metsäalalla, tulee yhä uusia laitteita, jotka luovat uusia mahdollisuuksia ja näkökulmia.

Mielenkiinto dronien hyödyntämiseen metsäalalla on noussut innostuksesta valokuvaukseen ja sen mahdollisuuksiin. Dronin omistaminen helpotti aiheen lopullista päätöstä huomattavasti. Dronin tarjoamat uudet kuvakulmat ja sen myötä uudet tavat havainnoida metsien kuntoa, myrskytuhoja ja taimikoita, on rajattomat. Myös tehokkuuteen ja nopeuteen työtehtävissä, dronien käytöllä saattaisi olla myönteisiä vaikutuksia.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ja vastata kysymykseen ” Voiko dronია hyödyntää laskeutusaltaiden kunnan määrittämisessä? ” Usein uudet keksinnöt, toimintamallit tai laitteet aiheuttavat hämmennystä tai jopa vastarintaa, vanhan hyväksi koetun menetelmän rinnalla. Toivonkin, että tutkimus antaa uusia näkökulmia metsätoimihenkilöille dronin käytöstä ja sen monipuolisuudesta. Näin sen käyttö voisi myös lisääntyä mahdollistaen uusien ideoiden syntymisen dronin käyttökohteista.

Työn edetessä suoritin myös kaksi puhelinhaastattelua, jossa haastattelin Metsäkeskuksen metsän- ja luonnonhoidosta sekä vesiensuojelusta vastaavaa Tapio Kurkikangasta.

Lennot ja kuvamateriaalin käsittelyn toteutti alaa harrastava Tiitus Pyhälähti. Näin varmistin lentojen sekä altain kuvauksien onnistumisen että sujuvuuden.

2 TUTKIMUKSEN TAUSTAA

2.1 Vesiensuojelu

Metsätalouden vesiensuojelun menetelmillä on huomattava merkitys vesistöjen kuormituksen vähenemiseen. Tavoitteena on, että kiintoaine ja ravinnehuuhtoumat saadaan pysähtymään ennen luonnon vesiä. Metsätalouden vesistökuormitus koostuu pääasiassa fosfori, typpi ja kiintoaine- sekä happamuuskuormituksesta. Se kuinka paljon näitä huuhtoutuu, riippuu suoritetusta metsänhoidon toimenpiteestä, maastonmuodoista, maaperästä ja pohjaveden läheisyydestä. Suurimmat huuhtoumat tapahtuvat kunnostusojituksissa, uudistushakkuissa sekä maanmuokkauksessa. Hyvällä suunnittelulla ja toteutuksella on suuri merkitys, varsinkin kun liikutaan lähellä vesistöjä ja maaperää muokataan voimakkaasti. (Joensuu, Kauppila, Linden & Tenhola 2012, 6–7.)

Uudistushakkuissa vesistöjen varteen jätettävillä suojakaistaleilla on tärkeä tehtävä ravinnehuuhtoutumien ehkäisemisessä. Sen leveyteen vaikuttavat pinnanmuodot sekä hakkuutapa ja maaperä. Hakkuutähteitä ei saa jättää suojakaistalle, eikä sitä saa käyttää korjuu-urana. Mahdolliset tulvavedet on huomioitava niin, ettei tulva-aluetta lasketa suojakaistaleveyteen, myös pintakasvillisuus tulee säilyttää ehjänä, joka näin sitoo ravinteita pintavalutuksen avulla. (Joensuu, Makkonen & Matila 2007, 6–11.)

Metsämaassa vesi on tärkeä tekijä hiilidioksidin ja auringon lisäksi. Kuitenkin liiallinen veden saanti hidastaa kasvua, aiheuttamalla happivajetta. Ojituksella johdetaan liika vesi pois, jolloin kasvumahdollisuudet ja hapensaanti elpyy. Kunnostusojitusta suunniteltaessa tehdään vesiensuojelusuunnitelma ELY-keskuksen ympäristöviranomaiselle. Suunnitelmassa tulee antaa tiedot kunnostusojitushankkeesta, sen haitoista ja menetelmistä niiden torjunnassa. (Paasonen-Kivekäs, Peltomaa, Vakkilainen & Äijö 2016, 384–385.) Kunnostusojituksen kiintoaineshuuhtouma on huomattavaa ja se on suurimmillaan seuraavat kaksi vuotta ojituksesta. Tämän vuoksi vesiensuojelulle on tärkeää, että pintavalutuskentät, laskeutusalueet, lietekuopat ja kaivukatkot sekä näihin valuvat vedet suunnitellaan huolellises-

ti. Myös pohjavedet sekä metsälain erityisen tärkeät luontokohteet on huomioitava ojitusta suunniteltaessa.

Uudistushakkuun jälkeen maanmuokkaus antaa hyvät mahdollisuudet uuden metsän kasvulle. Maanmuokkauksen tarkoituksena on paljastaa kivennäismaa, jolloin maaperä on otollinen taimen tai siemenen kasvuun lähtemisen osalta. Maanmuokkaus on vesistöjä kuormittava tekijä, jossa tulee huomioida kivennäismaalajin ominaisuudet, kohteen pinnanmuodot sekä vesistöjen läheisyys. Maalajin ominaisuudet ratkaisevat niin muokkausmenetelmän kuin vesiensuojelumenetelmänkin. Pyrkimyksenä on paljastaa kivennäismaata mahdollisimman vähän, mutta kuitenkin riittävästi uuden metsän aikaansaamiseksi. (Joensuu ym. 2012, 29–30.)

2.2 Laskeutusaltaat vesiensuojelussa

Laskeutusaltaat on yksi menetelmä vesiensuojelussa, joita käytetään laajalaisissa kunnostusojitushankkeissa, joissa valuma-alue suurimmillaan on noin 40–50 hehtaaria. Veden virtauksen ja pyörteisyyden hidastuessa maapartikkelit ja niihin sitoutuneet ravintoaineet laskeutuvat altaan pohjalle. Käyttökelpoisimpia altaat ovat pidätettäessä karkeaa tai keskikarkeaa kivennäismaata, hienojakoisella savilajitteella on liian hidastunut laskeutumisenopeus. Tämän vuoksi laskeutusaltaat toimivatkin täydentävinä vesiensuojeluratkaisuinä. (Paasonen-Kivekäs ym. 2016, 278–279.)



Kuva 1. Laskeutusaltaan toimintaperiaate (Joensuu 2013, 11.)



Kuva 2. Laskeutusaltaan toiminnan tehostaminen pintavalutuskentällä (Joensuu 2013, 18.)

Laskeutusaltaiden sijoittamisessa kannattaa hyödyntää maastosta kohdat, joissa veden virtaus hidastuu myös luonnollisesti. Altaat kaivetaan pääasiassa lasku- ja kokoojajoihin vesistön läheisyyteen, ojien suihin ja haarautumiin. Sijoittamisessa on huomioitava myös kulkuyhteydet, altaiden tyhjennys huomioiden. (Joensuu 1994. 13.) Altaan ongelmana voi esiintyä keväällä sulamisvesien virtausta altaan jään päällä. Tähän voi vaikuttaa suunnittelemalla allas aurinkoiseen paikkaan sekä etelä-pohjoissuuntaan.

Laskeutusaltaan toiminnalle on tärkeää altaan oikea virtausnopeuden sekä altaan koon suhde. Altaan teoreettisessa mitoituksessa virtausajan tulee olla sama kuin laskeutumisaika. Todellisuudessa tämä on hyvä tehdä 1,3 - 1,8-kertaiseksi, koska virtaus ei jakaudu tasaisesti altaan pituussuunnassa.

2.3 Ilmakuvaus

2.3.1 Ilmakuvauksen historiaa

Ilmakuvaus on kuvausta lintuperspektiivistä, kuten lentokoneesta. Se sai alkunsa vuonna 1860, kun James Wallace Black ja Samuel Archer King kuvasivat Bostonin 630 metrin korkeudelta. Keijo Kääriäinen aloitti ilmakuvaustoiminnan omalla Leivo

- koneellaan vuonna 1956. Kääriäiseltä ovat tuttuja mm. maaseutukuvat, jotka keskittyvät Etelä-, Itä- ja Keski-Suomeen. Hänen ajatuksensa oli kuvata kohde omassa lähiympäristössään hiukan etäämmältä. Muita merkittäviä ilmakuvauksia arkkivoivat Koistisen veljekset 400 000 ilmakuvallaan. Myös Koistisen veljekset kuvasivat maaseutukuvia, mutta ympäri Suomen 50-luvulta aina 80-luvulle saakka. (Suomen ilmakuvat Oy. [Viitattu 25.10.2018].)

2.3.2 Kaukokartoitus

Kaukokartoitus on sähkömagneettista säteilyä hyväkseen käytävä tietojen keruumuoto, ilman fyysistä kosketusta mitattavaan kohteeseen. Kaukokartoituksessa on säteilylaite, esimerkiksi tutka, jonka lähettämän sähkömagneettisen säteilyn takaisin heijastuman kaukokartoitussensori rekisteröi. (Kangas, Päivinen, Holopainen & Maltamo 2011, 129.) Kaukokartoitusmenetelmiä on kehitetty ensin sotilaskäyttöön ja myöhemmin siviilisovelluksiin. Vuonna 1990 tehtyjä ilmakuvauksen ja laserkeilauksen tutkimuksia, Stuttgartin yliopistossa voidaan pitää siviilisovelluksen lähtökohtana.

Lentolaserkeilaus (eng. Airborne laser scanning) on yksi kaukokartoituksen muoto. Laser on ollut käytössä sotilastiedustelussa jo 1960-luvulta saakka. Laserin ja lentokonemittauksiin perustuva menetelmä luotiin 1970-luvulla Nasan toimesta. Sen tarkoitus oli määrittää klorofylli – eli lehtivihreäkertymiä. 1980-luvulla tehtiin Pohjois-Amerikassa aktiivista lasertutkimusta, jonka mukaan laseria apuna käyttäen voitiin määrittää metsän latvuspeittoa sekä pituutta. (Holopainen, Hyyppä & Vastarinta 2013. 10.)

Laserkeilauksen toiminta perustuu laserpulssin kulku-aikaan laserin ja kohteen välillä. Tästä muodostuu korkeuspistetiedosto, jonka prosessoinnissa käytetään erilaisia malleja apuna.

2.3.3 UAV-alukset

Miehittämätön ilma-alus, englanniksi UAV (Unmanned Aerial Vehicle) lennokeilla ja koptereilla on pitkä historia, joka johtaa Yhdysvaltoihin ja aina ensimmäiseen maailmansotaan saakka. Miehittämättömät ilma-alukset liittyvätkin tiiviisti sotilaskäyttöön ja vasta kameroiden koon pienentyessä, pienten lennokkien ja koptereiden käyttö on yleistynyt. Usein ne ovat varustettuna erilaisilla sensoreilla käyttökohteen ja tarpeen mukaan.

Miehittämätön alus eli kansankielellä drooni on parhaimmillaan hyödyllinen teknologinen keksintö, jota voi varustaa erilaisilla sensoreilla käyttökohteen ja tarpeen mukaan. Näitä ovat mm. kamera, lämpökamera, infrapunakamera, laserkeilain ja säteilymittari. Näiden avulla droonin käyttömahdollisuudet laajenevat ja mahdollistavat sen hyödyntämisen eri ammattiryhmille. Nyt, vasta droonien yleistyessä tutkijat ovat alkaneet miettiä mihin kaikkeen näitä voisi hyödyntää. (Ruotuväki. 2018. [Viitattu 1.10.2018].) Tärkeitä kohteita ovat maanmittaus, maatalous ja metsätalous, lainvalvonta ja turvallisuus. Ne ovat kustannustehokkaita ja korvaavat osin ihmistyön.

Droonin myötä on ilmailualan harrastajamäärä moninkertaistunut. Koptereiden suorituskyvyn kasvaessa koetaan ne myös uhkana väärinkäytettynä. Dronien lainsäädäntö kuuluu Liikenteen turvallisuusvirastolle eli Trafille. Koptereille on määritelty maksimi lentokorkeus sekä tarkat alueet missä ei voi lentää. Myös julkisissa tapahtumissa yleisön päällä lentämiseen tarvitaan erillinen lupa.

2.4 Aikaisemmat tutkimukset

Droonin käyttöä metsäalalla koskevia tutkimuksia on melko vähän. Tutkimukset painottuvat pääasiassa maanmittauspuolelle. Kirjallisuutta on myös niukasti ja pääpaino olikin internetistä saatava tieto, koskien lehtiartikkeleita tai tutkimuksia, joissa droonin käyttöä oli hyödynnetty tai mietitty kuinka voisi hyödyntää.

3 TUTKIMUSAINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄ

3.1 Kohteet ja yleiskuvaus

Metsänhoitoyhdistys Suomenselkä Alajärven toimipiste antoi yhden ojitushankkeen suunnitelmadokumentit allastietoineen. Tämä sisälsi kaksi allasta iältään kaksi vuotta vanhoja. Otso Metsäpalvelut Alajärven toimipiste antoi ojitushankkeen suunnitelmadokumentit joka sisälsi seitsemän kuusi vuotta vanhaa allasta. Näistä altaista valitsin kaksi allasta työhöni.

Valinnassa etsin tietoisesti eri-ikäisiä altaita, jolloin on mahdollista myös verrata altaiden kuntoa huomioiden niiden ikäero. Altaista kaksi nuorempaa sijaitsevat Alajärven Pynntärissä ja hanke on toteutettu vuonna 2016. Vanhemmat kaksi allasta sijaitsee Alajärven Lehtimäellä ja hanke on toteutettu vuonna 2012.



Kuva 3. Ojitusalueet, punainen pallo Pynntäri ja sininen Lehtimäki. (Paikkatietokunta, [viitattu 14.11.2018]).

3.2 Tutkimusmenetelmä

Tutkimustehtäväni oli selvittää kuinka tehokkaasti droonia voi hyödyntää laskeutusaltaiden kunnan arvioinnissa. Onko droonia käyttämällä mahdollista tehostaa ajankäyttöä sekä työtehoa ilman tulosten laadun heikkenemistä.

Kyseessä on tapaustutkimus, jossa pyrin tuottamaan mahdollisimman tarkkaa tietoa altaiden kunnosta lintuperspektiivistä käsin. Tutkimuksen tarkoitus on kartoittaa uusia näkökulmia droonin käyttöön (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2016. 138.) Koska kyseessä Drooni kaukokartoitus, tehtiin mittaukset ilman fyysistä kosketusta mitattavaan altaaseen. Kuvauslennot suoritettiin marraskuussa 2018, mikä aiheutti omat haasteensa sään pilvisyyden, harmauden ja sumuisuuden vuoksi. Kuvauslennoissa käytettiin Dronedeploy-sovellusta, joka on maksullisena melko kallis, mutta tutkimukseen hyödynsimme heidän kahden viikon ilmaista kokeilujaksoa ja näin saimme prosessoitua aineistomme altaista. Kuvien prosessointi tapahtuu pilvessä, joten tähän riittää drooni ja nettiliittymällä varustettu älypuhelin.

Käytössämme oli DJI Phantom 4 kuvauskooperi, sovellusta käytettiin iPhone 8+ matkapuhelimella ja lisäkuvat altaista otettiin myös iPhone8+ matkapuhelimella. Jokainen allas kuvattiin sekä droonilla että puhelimen kameralla.



Kuva 4. Phantom 4 kuvauskooperi, jota käytimme altaiden kuvauksissa. (Pyhälähti 2018.)

Dronedeploy-ohjelman avulla drooniin määritellään alue, joka halutaan kuvattavan. Ohjelman avulla voidaan määrittää lentokorkeus sekä kuinka paljon halutaan kuvien menevän päällekkäin, tällöin puhutaan kuvien peittoprosentista. Mitä suurempi on peittoprosentti, sitä suurempi on kuvien lukumäärä. Tämän myötä myös lentoaika ja kuvien prosessointiaika kasvaa. Näistä useista, jopa sadoista kuvista, ohjelma muodostaa yhden kokonaisen kuvan, jonka tarkkuus on todella hyvä.

Kohde kartoitettiin ja ohjelma suunnitteli lentoreitin, tarvittavien kuvien määrän ja kuvauskohdat pyydettyjen peittoprosenttien, lentokorkeuden ja alueen koon perusteella. Drooni lensi alueen omatoimisesti, kuvasi ja palasi takaisin lähtöpaikkaansa.

4 TUTKIMUSTULOKSET

4.1 Tulosten vertailu

Droonilla saatuja kuvia sekä Dronedeploy-ohjelmalla tehtyjä mittauksia verrattiin silmämääräisesti tehtyihin havaintoihin altaiden kunnosta sekä Otsolta ja Metsänhoitoyhdistykseltä saamiini vesiensuojelusuunnitelmiin.

Suunnitelmat olivat hiukan erilaiset, Alajärven Pynttärin altaan suunnitelmat sisälsivät altaiden mitoituksesta valuma-alueen, altaan leveyden, pituuden ja syvyyden, kokonaistilavuuden, lietevaran ja luiskan kaltevuuden. Alajärven Lehtimäen altaat sisälsivät allasnumeroinnin, altaan mitat maan pinnalta, lietetilavuuden, lietevaran, purkuojan syvyyden, altaan kokonaistilavuuden, altaan seinän kaltevuuden ja valuma-alueen.

Droonin ja Dronedeploy ohjelman avulla saatiin altaan pinta-ala maan pinnalta. Tätä alaa vertasin suunniteltuun pinta-alaan. Kuvasta rajattiin altaan reunat, jolloin ohjelma laski pinta-alan.



Kuva 5. Dronedeploy ohjelmalla altaan pinta-alan rajaaminen ja laskeminen. (Pyhälähti 2018.)

4.2 Kuvien vertaaminen silmämääräiseen arviointiin

Altaan silmämääräinen arviointi vastasi hyvin kuvista saatua tietoa. Kuvat ovat tarkkoja ja ohjelman ottamista kuvista voi arvioida muun muassa alueen vesimäärää ja toteutuneen ojitushankkeen laatua. Altaan täyttyneisyyttä tai toimivuutta ei kuvista pysty arvioimaan. Tilanne olisi saattanut olla toinen jos altaat olisi kuvattu kesällä auringon paistaessa korkeammalta. Tällöin varsinkin altaisiin kasaantunut vaalea kiintoaines kivennäismaa-alueilla olisi saattanut erottua.

Kuvista selvisi hyvin toteutetut ojat, altaan muoto, mitoitus ja sijainnit. Kokonaisuudessaan kuvien avulla saatiin hyvää tietoa kunnostusojituksen toteutuksesta ja sen laadullisista ominaisuuksista. Kuvien myötä peratuista ojista ja koko alueesta syntyi kokonaiskuva mitä ei pysty luomaan maasta käsin.

4.3 Altaiden muoto ja koko

Altaat 3 ja 4 olivat kaksi vuotta vanhoja ja altaat 1 ja 2 olivat kuusi vuotta vanhoja. Altaita arvioitiin droonin ottamien kuvien avulla silmämääräisesti. Lisäksi altaat tarkistettiin paikanpäällä, jotta pystyttiin arvioimaan kuvien tarkkuutta ja todenmukaisuutta. Kuvat olivat tarkkoja ja yhdestä altaasta ohjelma otti aina noin sata kuvaa, joita yksittäinkin tarkkailemalla sai lisäinformaatiota.

Altaat 1 ja 2 sijaitsivat Alajärven Lehtimäellä ja olivat kuusi vuotta vanhoja. Allas 2 poikkesi pinta-alaltaan 37 m^2 suunnitellusta, joka oli 20 m^2 , kun mitattaessa droonilla se oli 57 m^2 . Allas oli vähävesinen, kuten myös toinen tulo-oja. Tulo-ojia oli kaksi, muodoltaan allas oli kohtalainen. Allas 1 oli pinta-alaltaan droonilla mitattaessa 102 m^2 ja suunnitelmassa 69 m^2 , eroa näiden välillä oli 33 m^2 . Allas oli malliltaan hyvä, perustuen altaan reiluun pituuteen. Altaan toimivuutta paransi pituuden lisäksi myös purkuoja, jonka alkupää oli jätetty perkaamatta. Tämä vähentää myös osaltaan kiintoainesta ja ravinteita huuhtoutumasta eteenpäin.



Kuva 6 a. Laskeutusallas 1, Alajärven Lehtimäellä. Puhelimen kameralla. (Pyhälähti 2018.)



Kuva 6 b. Laskeutusallas 1, Alajärven Lehtimäellä. Phantom 4 (Pyhälähti 2018.)



Kuva 7 a. Laskeutusallas 2, Alajärven Lehtimäellä. Kuvattu puhelimen kameralla. (Pyhälähti 2018.)



Kuva 7 b. Laskeutusallas 2, Alajärven Lehtimäellä. Kuvattu Phantom 4. (Pyhälähti 2018.)

Verratessa dronin pinta-alatuloksia vesiensuojelusuunnitelmien pinta-aloihin, voidaan huomata Pynttärin altaiden vastanneen hyvin suunniteltuja pinta-aloja. Allas 3 on kaksi vuotta vanha. Allas on suunniteltua allasta 13 m² pienempi, kun taas allas 4 oli vain 5 m² suurempi. Altaan 3 (Kuva 8) muoto on huono ja tulo-ojia on kaksi, kun suositusten mukaan saisi olla vain yksi. Allas oli myös kooltaan pieni, dronella kuvattuna vain 77 m² suunnitelman 90 m² sijasta. Altaan maanpinnan reunat hahmottuivat kuviin tarkasti näin uusissa altaissa, mikä helpotti pinta-alan laskemista ja rajaamista. Hahmottamisongelmia kuvissa aiheutti altaassa 3 altaan päälle kaareutunut koivu. Allas 4 (kuva 9) on myös kaksi vuotta vanha ja oli muodoltaan kohtalainen, tässä tulo-ojia oli myös kaksi, joista yksi oli altaan päässä ja toinen oli reunimmaisena kolmen ojan ryhmästä. Tämä sijaitti lähellä lähtevää ojaa heikentäen altaan ihanteellista toimivuutta ja luovuttaen kiintoaineshuuttoutumia alempiin vesistöihin. Tätä tulo-ojaa ei ollut ojitussuunnitelmaan myöskään merkattu. Kooltaan allas oli 95 m², 5m² suurempi kuin suunnitelmassa.



Kuva 8 a. Laskeutusallas 3, Alajärven Pynttärissä. Kuvattu puhelimen kameralla. (Pyhälähti 2018.)



Kuva 8 b. Laskeutusallas 3, Alajärven Pynttärissä. Kuvattu Phantom 4. (Pyhälähti 2018.)



Kuva 9 a. Laskeutusallas 4, Alajärven Pynttärissä. Kuvattu puhelimen kameralla. (Pyhälähti 2018.)



Kuva 9 b. Laskeutusallas 4b. Alajärven Pynttärissä. Kuvattu Phantom 4. (Pyhälähti 2018.)

4.4 Droonin käyttö laskeutusaltaiden kunnan arvioinnissa

Droonin käyttö ei sovellu siihen tarkoitukseen ja vastaa kysymykseen laskeutusaltaiden kunnosta, mihin ensisijaisesti odotin vastauksia. Altaan täyttyneisyyteen droonilla ei saa varmoja vastauksia. Altaiden muotoja sekä tulo-ojien ja purku-ojien tarkistuksen droonilla voi tehdä. Vielä lisämahdollisuuksia tuo Dronedeploy ohjelma muun muassa altaan koon tarkastuksessa. Laadullisiin arviointeihin drooni on toimiva apuväline, kuten esimerkiksi ojitushankkeen toteutuksen tarkastuksessa.

Kuitenkin tutkimuksen edetessä huomasin saavani sen avulla enemmän tietoa kokonaisesta ojitushankkeesta ja valuma-alueista. Myös yhden altaan kohdalla olisi altaan voinut sijoittaa huomattavasti parempaan kohtaan maastossa ja näin välttää altaan huonon muodon sekä kaksi tulo-ojaa. Kuvat lintuperspektiivistä auttavat hahmottamaan kokonaisuuksia. Myös Dronedeploy antaa mahdollisuuden tarkastella alueen korkeusvaihteluita, jolloin myös ojitussuunnitelman teko helpottuu.

5 PÄÄTELMÄT

Tämän luvun tarkoituksena on pohtia tutkimustuloksia, niiden nostattamia ajatuksia sekä käydä läpi tutkimuksen aikana nousseita toteutettuja ja toteuttamattomia tutkimusideoita. Ilman vastoinkäymisiä ja haasteita ei työtä tehty eli käyn myös niitä tässä läpi.

Tavoitteeni oli tutkia, kuinka droonia voi hyödyntää laskeutusaltaiden kunnon arvioinnissa. Teoriapohjaa keräsin vesiensuojelusta sekä drooneista. Vesiensuojelussa tärkeäksi nousi vesiensuojelulliset toimenpiteet, varsinkin uudistushakkuun ja maanmuokkauksen yhteydessä. Drooni kuului toisena tärkeänä osana tutkimukseeni, ilmakuviin kerääjänä, joten se oli myös oleellinen osa teoriaosuutta. Kuitenkaan tietoa drooneista ei ollut kovin helppo löytää, sillä ne ovat laitteina vielä varsin uusia yksityishenkilöiden käytössä. Teoriaosuuden tarkoitus oli selvittää lukijalle myös droonin hyödyllisyyttä ja käyttömahdollisuuksia. Usein droonin käyttö on hupikäyttöä ja kuvien ottamista ilman, että niillä olisi sen suurempaa merkitystä. Kuitenkin drooni on hyvinkin kehittämiskelpoinen laite, jonka hyödyntämisessä eri aloille ja eri sensoreilla varustettuna on vain mielikuvitus rajana.

Ajatuksena droonin käyttö opinnäytetyössä oli minulle hyvinkin selvä jo hyvissä ajoin. Aihe, mihin ja kuinka droonia hyödyntäisin työssäni selkeytyi pikkuhiljaa. Koska lopullinen aikatauluni työn suorittamiseen oli tiukka halusin olla vakuuttunut, että kuvauslennot onnistuvat. Näin päädyin pyytämään apua kuvauslentoihin sekä kuvienkäsittelyyn alan harrastajalta.

Työni sijoittui syksylle, joten myös kuvauslennot suoritettiin myöhään syksyllä, mikä osoittautui haastavaksi sumuisuuden ja vähäisten aurinkoisien päivien vuoksi. Paineita sään ohella aiheutti myös Dronedeploy-sovelluksen rajoittunut käyttömahdollisuus vain kahden viikon ajalle, johtuen ilmaisesta kahden viikon kokeilujaksosta, jota hyödynsin työssäni. Sovellus oli myös uusi kuvauslennot suorittaneelle, joten jo siihen perehtyminen vaati hiukan ylimääräistä aikaa.

Tapaustudkimuksen tulosten perusteella drooni ei ole luotettavin altaan lietettyneisyyden mittaaja, koska tilavuuden mittaaminen ei onnistu ilmakuviin perusteella edes sovellusta hyödyntämällä. Droonilla tuleekin olemaan käyttöä toteutetun

hankkeen laadun määrittämisessä. Myös sovelluksen lisäominaisuuksia käyttämällä sitä voisi hyödyntää ojitushankkeen suunnitteluvaiheessa.

Toivon että tutkimuksestani on hyötyä metsätoimihenkilöille ja synnyttämässä uusia ajatuksia dronin käytön hyödyistä ja mahdollisuuksista. Laitteisto tulee kehittymään jatkuvasti ja näen dronien tulevaisuuden metsäalalla hyvinkin kiinnostavana.

Hyviä käyttökohteita dronille metsässä on taimikon tarkastukset ja hoidon tarve, hakkuiden korjuujäljen tarkistus, rajalinjat, myrskytuhot, tykkylumituhot, sähkölinjat (mhy. 2017. [Viitattu 23.11.2018].)

LÄHTEET

- Holopainen, M., Hyyppä, J. & Vastarinta, M. 2013. Laserkeilaus metsävarojen hallinnassa. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Helsingin yliopiston metsätieteiden laitos. [viitattu 12.11.2018]. Saatavana: [www.file:///C:/Users/Pyhis/Documets/Laserkirja_painettu%20\(5\).pdf](http://www.file:///C:/Users/Pyhis/Documets/Laserkirja_painettu%20(5).pdf)
- Hirsjärvi, S., Remes, P & Sajavaara, P. 2016. Tutki ja kirjoita. 21. painos. Porvoo: Bookwell oy
- Joensuu, S. 1994. Laskeutusaltaiden täyttyminen ja täyttymisnopeuteen vaikuttavat tekijät metsänojitusaluilla. Helsingin yliopisto. Metsäekologian laitos. Tutkielma. Julkaisematon
- Joensuu, S., Makkonen, T & Matila, A. 2007. Metsätalouden vesiensuojelu. Helsinki: Metsäkeskus Oy
- Joensuu, S., Hynninen, P., Heikkinen, K., Tenhola, T., Saari, P., Kauppila, M., Leinonen, A., Ripatti, H., Jämsen, J., Nilsson, S. & Vuollekoski, M. 2012. Metsätalouden vesiensuojelu – Metsätalouden vesiensuojelu – kouluttajan aineisto. [Verkkojulkaisu]. Jyväskylä: Taso-hanke. [Viitattu 19.9.2018]. Saatavana: https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/metsatalouden_vesiensuojelu_kouluttajan_aineisto.pdf
- Joensuu, S., Kauppila, M., Lindén, M. & Tenhola, T. 2012. Hyvän metsänhoidon suositukset – Vesiensuojelu. [verkkojulkaisu]. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja. [viitattu 18.9.2018]. Saatavana: www.tapio.fi/wp-content/uploads/2015/06/vesiensuojeluopas-nettin1.pdf
- Joensuu, S. 2013 Vesiensuojeluratkaisut; lannoitus, maanmuokkaus ja kunnostusojitus [verkkojulkaisu]. [viitattu 21.9.2018]. Saatavana: <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/vesiensuojeluratkaisut-web.pdf>
- Juhola, A. 2017. Metsä ilmasta - drone uusi metsäneuvoja. [Verkkojulkaisu]. Metsänhoitoyhdistys Päijät-Häme. [Viitattu 23.11.2018]. Saatavana: www2.mhy.fi/paijathame/Kotimetsa_1_2017/files/assets/common/downloads/page0003.pdf
- Kangas, A., Päivinen, R., Holopainen, M., & Maltamo, M. 2011. Metsän mittaus ja kartoitus. 3. uud. p. Kopijyvä oy.
- Kouzmitchen, K. 2018. Humisevat nelikopterit keräävät tutkimusdataa. [verkkoleh-tiartikkeli]. Ruotuväki-puolustusvoimien uutislehti. [viitattu 1.10.2018]. Saatavana: https://ruotuvaki.fi/uutinen/-/asset_publisher/humisevat-nelikopterit-keräävat-tutkimusdataa

Kurkikangas, T. 2018. Metsäkeskus. Puhelinhaastattelu 27.11.2018.

Paasonen-Kivekäs, M., Peltomaa, R., Vakkilainen, P. & Äijö, J. 2016. Maan vesi- ja ravinnetalous: Ojitus, kastelu ja ympäristö. 2. täydennetty painos. Helsinki: Grano Oy.

Suomen Ilmakuva Oy. Historia. [Verkkosivu]. [Viitattu 25.10.2018]. Saatavana: www.suomenilmakuva.fi/artikkelit/historia/

