

**PIENTEN HIRVIELÄINTEN KANNAN ARVIOINTI RPAS-
LAITTEISTOLLA**



Ammatikorkeakoulututkinnon opinäytetyö

Evo, metsätalous

Kevät 2021

Juho Erola

TIIVISTELMÄ

Osassa maattamme pienten hirvieläinten kannat ovat nousseet viimevuosina räjähdysmäisesti. Erityisesti valkohäntäpeurakanta on korkea Varsinais-Suomen, Pirkanmaan, Pohjois-Hämeen sekä Etelä-Hämeen alueella. Kasvava peurakanta aiheuttaa ongelmia liikenteelle, viljelyksille ja metsätaloudelle. Peurakannan säätelyyn tarvitaan metsästystä. Järkevän metsästyksen perustana on luotettava kannanarviointi. Lumettomat talvet ja alati kasvava peurakanta luovat tarvetta uusille kannanarviointimenetelmille. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Rpas-laitteiston avulla tehtävän kannanarvioinnin mahdollisuuksista. Työssä perehdyttiin myös käytettävään hirvieläinten kannan arviointi menetelmiin, käytettävään kalustoon, lämpökameratekniikkaan ja kuvaamiseen.

Opinnäytetyö toteutettiin Kanta-Hämeen ja Päijät-Hämeen alueella kolmena isona kartoituslentoa ja useampina pienempinä koelentoina. Tehdyistä lennoista saadut tulokset olivat yhdenmukaisia. Käytettävällä kalustolla oli mahdollista havaita hirvieläimiä maastossa. Lämpökameran ja zoomauskameran yhdistelmällä saatiin selviä kuvia ja havaintoja etsittävästä hirvieläimistä. Suurimmaksi ongelmaksi muodostui dronen akkujen riittämättömyys ja kuvausalueiden pienialaisuus kannan arvioinnin tarpeisiin nähden. Myös selkeän lämpökamerakuvan saaminen eri olosuhteissa koettiin ongelmaksi tehtäessä kannanarviointilentoja.

Avainsanat Rpas, kannanarviointi, lämpökamera

Sivut 44

Forestry

Abstract

Evo

Author Juho Erola

Year 2021

Subject Assessment of deer population using rpa- equipment

Supervisors Esa Lientola

ABSTRACT

Last years, the deer population have grown drastically in many parts of Finland. Especially the population of white-tailed deer, is large in the regions of Southwest- Finland, Pirkanmaa, Northern- Häme and Southern -Häme. The growing deer population is causing problems for traffic, farming and forestry. Hunting is needed to regulate the deer population. Reliable stock assessment is the basis for sensible hunting. Snow-free winters and an ever-growing deer population are creating the need for new stock assessment methods. The purpose of this thesis is to find out whether it is possible to determine the size of a deer population with remotely piloted aircraft systems (RAPAS). The work also presented commonly used deer population assessment methods, equipment used, thermal camera technology and imaging.

The thesis was carried out in the Kanta-Häme and Päijät-Häme areas as three large mapping flights and several smaller test flights. The results from the flights performed were consistent. The equipment used made it possible to detect and identify deer in the terrain. The combination of a thermal camera and a zoom camera provided clear images and observations of searched deer. The main problem in the flights was the inadequacy of the drone's batteries and the small size of the shooting areas in relation to the needs of the deer stock assessment. Obtaining a clear thermal camera image in different conditions was also perceived as a problem when conducting deer population assessment flights.

Keywords Rpa, deer population assessment, thermal camera

Pages 44

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Rpas-laitteisto	2
2.1	Käyttötarkoitus ja historia	2
2.2	Lainsäädäntö.....	3
2.3	Lentoa koskeva säännöstö	4
2.4	EU-dronelainsäädäntö.....	5
2.5	Laitteisto.....	6
3	Lämpökamerat.....	6
3.1	Historia	6
3.2	Käyttö	7
3.3	Lämpökamerateoriaa	7
4	Hirvieläinten kannan arviointi	8
4.1	Hirvi (<i>Alces alces</i>)	8
4.2	Valkohäntäpeura (<i>Odocoileus virginianus</i>)	10
4.3	Metsäkauris (<i>Capreolus capreolus</i>)	13
5	Käytettävä kalusto	14
5.1	Matrice 210 RTK.....	14
5.2	Lämpökamera DJI Zenmuse XT2	15
6	Lennot ja niiden tulokset.....	16
6.1	Koelennot	16
6.2	Kuvausmenetelmät	20
6.3	Kannanarviointilento 1.....	20
6.3.1	Menetelmät.....	21
6.3.2	Olosuhteet.....	22
6.3.3	Tulokset.....	22
6.3.4	Ongelmat.....	22
6.4	Kannan arviointilento 2	23
6.4.1	Menetelmät.....	24
6.4.2	Olosuhteet.....	25
6.4.3	Tulokset.....	25
6.4.4	Ongelmat.....	27
6.5	Kannanarviointilento 3.....	28
6.5.1	Menetelmät.....	30

6.5.2	Olosuhteet.....	30
6.5.3	Tulokset.....	30
6.5.4	Ongelmat.....	34
7	Johtopäätökset	37
8	Pohdinta	39
9	Käytettävyys ja tulevaisuus	40
	Lähteet	42

1 Johdanto

Viimevuosina lumettomat talvet ja leudompi ilmasto ovat aiheuttaneet pienten hirvieläinten kuten metsäkauriin ja valkohäntäpeura kantojen selvää kasvua. Suurimmat kannan tihentymät ovat Lounais-Suomessa. Varsinais-Suomen, Pirkanmaan, Etelä- ja Pohjois-Hämeen maakuntien alueella tavataan maamme suurimpia talvehtivia peurapopulaatioita. Varsinkin näillä alueilla suuret hirvieläinkannat aiheuttavat ongelmia liikenteelle, viljelyksille ja metsätaloudelle. Metsästyksellä säädellään hirvieläinkannan kokoa ja laatua. Kannanhoidollinen metsästys onkin yksi tärkeimmistä keinoista kestävän hirvieläinkannan ylläpitämiseksi. Kannanhoidollinen metsästys perustuu luotettavaan alueelliseen kannan arviointiin. Luotettava talvehtivan kannan arviointi helpottaa lupamäärän hakemista ja sitä kautta kestävän hirvieläinkannan muodostumista alueelle. Viime vuosien ajan räjähdysmäisesti kasvaneen peurakannan suuruus ja kestävän peurakannan koko ovat herättäneet keskustelua ja siksi mm. Maa- ja metsätaloustuottajan keskusliitto (MTK) on vaatinut lisää toimia suuren peurakannan vähentämiseksi ongelma-alueilla.

Ennen työni aloittamista keräsin tietoa erityisesti valkohäntäpeuran ja metsäkauriin kannanarvioinnista. Haastattelin muutamia riistakeskuksen ja luonnonvarakeskuksen työntekijöitä heidän näkemyksestään kannanarvioinnin menetelmistä ja arvioinnin onnistumisesta. Haastatteluista kävi ilmi, että pienten hirvieläinten kannanarviointia on alettu kehittää vasta muutamia vuosia sitten ja kehitystyö on jatkuvasti käynnissä. Pienten hirvieläinten kannanarviointiin tarvitaan tulevaisuudessa uusia menetelmiä. Esitellessäni omaa ideaani siitä oltiin hyvin kiinnostuneita ja sitä pidettiin hyvin kokeilemisen arvoisena ideana pienten hirvieläinten kannanarviointiin.

Nykypäivänä kamera- ja akkutekniikan kehityttyä myös siviilikäyttöön saatavat rpas-laitteistot ovat kehittyneet hyvälle tasolle. Akkujen keston pidennyttyä toimintasäde ja koneen kantokyky ovat sellaisella tasolla, että koneilla voidaan suorittaa isompia lentotehtäviä. Viranomaiskäytössä ja pelastustyössä rpas-laitteistoa on käytetty jo pitkään etsintä- ja pelastustöissä. Käytettäessä droneen lisättävää lämpökameraa voidaan kohteita etsiä maastosta huonoissakin olosuhteissa. Viranomaiskäytössäkin olevassa Matrice 210-dronessa on kaksi erillistä kamerapaikkaa, joten sillä pystytään käyttämään kahta kameraa samanaikaisesti. Tämä ei pienemmillä droneilla ole mahdollista. Hämeen ammattikorkeakoululla on Matrice 210 v2 rtk ja siihen liitettävät Zenmuse

xt2 ja z30 lämpö- ja zoomauskamerat. Näiden laitteiden soveltuvuutta pienten hirvieläinten kannanarviointiin selvitin käytännön tutkimuksella.

Tutkimuksessa käyn läpi kannanarviointilentoihin liittyvää lainsäädäntöä ja teoriaa. Käyn läpi lämpökameran toimintaa, asetuksia ja kameran säätämistä lentotehtävän mukaan. Opinnäytetyössäni suoritan kannanarviointilentoja ja teen niistä yhteenvedon, jossa teen havaintoja rpas -laitteiston soveltuvuudesta pienten hirvieläinten kannanarviointiin.

Tämän työn tuloksia voidaan hyödyntää rpas-laitteistolla suoritettavien etsintätehtävien suunnittelussa tai se voi toimia ohjeena vastaavanlaisen lentotehtävän suorittamiseen.

2 Rpas-laitteisto

Miehittämättömistä ilma-aluksista käytetään yleisesti monia eri termejä ja lyhenteitä. Lyhenteitä ovat UA, UAV, UAS, RPA, RPAS ja yleisnimityksenä drone. Eri termeillä tarkoitetaan usein samaa ja laitteen käyttötarkoitus ratkaisee kulloinkin käytettävän nimikkeen. Tässä selvityksessä käytetään termiä rpas. Rpas-termi (Remotely Piloted Aircraft System) täsmentää, että miehittämättömä ilma-alusta ohjaa pilotti, eli kyseessä on kauko-ohjattu ilma-alus, eikä esimerkiksi autonominen miehittämätön ilma-alus. (Droneinfo, n.d.)

2.1 Käyttötarkoitus ja historia

Rpas-laitteilla on pitkä historia. Yhdysvaltojen armeijalla on iso merkitys miehittämättömien ilma-alusten kehittämisessä. Yhdysvaltain merivoimat kehittivät ensimmäisen ilman miehistöä lentävät kauko-ohjattavat lentokoneet jo 1900-luvun alussa. Ensimmäinen virallinen käyttökokemus ilma-aluksilla oli kuitenkin vasta toisessa maailman sodassa, jossa Yhdysvallat käyttivät Plywood-ilma-alusta taisteluissa Tyynellämerellä (Kananen, 2007).

Seurasi pitkä aikakausi miehittämättömien ilma-alusten kehittämisessä. Käyttötarkoitukset ovat olleet etupäässä sotilaallisia, mutta viime vuosikymmeninä laitteistoa on alettu hyödyntämään myös siviilikäytössä. Rpas-laitteistot ovat yleistyneet viimeisen vuosikymmenen aikana huomattavasti. Teknologian ja laitteistojen hinnan kehittyessä kuluttajaystävällisempään suuntaan

on rpas-laitteistoa otettu laajalti käyttöön eri käyttötarkoituksiin niin ammattilaisten kuin harrastajienkin toimesta. (Droneinfo, n.d.)

2.2 Lainsäädäntö

Rpas-laitteiden käyttöä säätelee 7.12.2018 voimaan tullut ilmailumääräys OPS M1-32. (Ilmailulaki 864/2014, 5, 9, 57 §) Alkuperäisen suunnitelman mukaan pitkään valmistelussa ollutta EU:n drone-asetusta (EU) (2019/947) piti alkaa soveltamaan Suomessa 1.7.2020. Valloillaan olevan koronaepidemian vuoksi EU- komissio on päättänyt drone asetuksen soveltamisen siirtämisestä myöhempään ajankohtaan. Näillä näkymin 31.12.2020 voimaan astunut asetus yhtenäistää ja selkeyttää miehittämättömien ilma-alusten käytön EU-jäsenmaiden alueella. Ennen 31.12.2020 toimitiin vanhan 7.12.2018 voimaantuleen ilmailumääräyksen mukaan, joten työssäni toimin vanhan ilmailumääräyksen mukaisesti, mutta huomioin uuden EU-säädöksen luomat kriteerit tulevaisuuden kannalta. (Droneinfo, n.d.)

Säännöstössä perehdyin niihin seikkoihin, joita on huomioitava pienten hirvieläinten kannan arvioinnissa lentotyön kannalta. Sen vuoksi en käy tarkemmin läpi määräyksen osia, jotka koskevat kauko-ohjatun aluksen lennättämistä väkijoukon tai asutuskeskuksen yläpuolella. Tällä hetkellä voimassa oleva asetus OPS M1-32 jakaa lennokkitoiminnan harraste- ja lentotyötoimintaan. Käytännössä lentotyötoimintaa on kaikki paitsi harrastus- ja urheilutarkoituksessa lennätettävät laitteet. Näissä tarkoituksissa lennätettäviä laitteita kutsutaan lennokeiksi. Laitteen käyttötarkoitus siis sanelee, kutsutaanko laitetta lennokiksi vai miehittämättömäksi ilma-alukseksi.

Miehittämättömän ilma-aluksen ohjaaja ei tarvitse lentolupakirjaa eikä lentotyölupaa. (Droneinfo, n.d.) Kuitenkin yli 250 g painavien koneiden lennättäjällä on velvollisuus ilmoittaa Liikenteen turvallisuusvirastolle (Traficom) ennen ensimmäistä lentoa seuraavat tiedot:

- tiedot käyttäjästä
- tekniset tiedot ilma-aluksesta
- toiminnan laajuus ja laatu
- tieto, aiotaanko toimintaa harjoittaa asutuksen tiheästi asutuilla alueella
- tieto aiotaanko toimintaa harjoittaa ulkosalle kokoontuneen väkijoukon yläpuolella (Traficom, 2019.)

Kun toiminta luokitellaan lentotyötoimintaan, on toimijan lisäksi hankittava vastuuvakuutus kolmansien osapuolien vahinkojen varalta. Vaaratilanteen tai vahingon sattuessa on lentotyöntoimija velvollinen tekemään Traficomille raportin tapahtumasta.

2.3 Lentoa koskeva säännöstö

Itse lennättämiseen liittyviä rajoitteita koskevat säännökset, kun lennetään alueella, jolla ei ole muu lentotoiminta kielletty tai jota ei ole kauko-ohjattavien ilma-alusten lennättämistä varten erotettu. Tällöin on noudatettava seuraavia ehtoja:

- Kauko-ohjatun ilma-aluksen lentoonlähtömassa saa olla enintään 25 kg. (Traficom, 2019).
Miehittämättömän ilma- aluksen lentäjän tai lennosta vastaavan henkilön on oltava 18 vuotta täyttänyt. Käytön on oltava näköyhteyteen tai avustettuun ilmatilan tarkkailuun perustuvaa toimintaa. Kauko-ohjatun ilma-aluksen on oltava koko ajan ohjattavissa ja sitä on lennätettävä vallitsevan sään ja valoisuuden mukaan riittävän lähellä kauko-ohjaajaa tai kauko-ohjaustähystäjää. (Traficom, 2019)
- Käytettäessä kauko-ohjaustähystäjää on kauko-ohjaajalla ja kauko-ohjaustähystäjällä oltava yhteydenpitoa varten luotettava viestintäväline, mikäli suora puheyhteys ei ole mahdollinen (Traficom, 2019)
- Lennoista tulee merkitä lennon päivämäärä, lähtö- ja laskupaikka, ilma-aluksen päällikkö, aluksen valmistaja ja malli, lennon alkamis- ja päättymisaika sekä se, onko kyseessä suoraan näköyhteyteen vai suoran näköyhteyden ulkopuolella tapahtuva toiminta. Nämä tiedot on säilytettävä kahden vuoden ajan lentojen päättämisestä.
- Lentokorkeuden on oltava alle 150 metriä maan tai veden pinnasta. Korkeusrajoitus ei koske kiinteän esteen läheisyydessä tapahtuvaa lentämistä kohteen omistajan luvalla. (Traficom, 2019)

Suurin lentämistä rajoittava seikka kannanarvioinnin kannalta on näköyhteyden ulkopuolella tapahtuvan lennättämisen mahdottomuus nykyisen ja tulevan dronea koskevan lainsäädännön puitteissa. Lennettäessä näköyhteyden ulkopuolella (BVLOS) toiminta on suoritettava tarkoitusta varten erikseen varatulla alueella ja ilma-aluksen käyttäjän on laadittava aiotusta toiminnasta kirjallinen toimintakuvaus, turvallisuusarviointi ja toimintaohjeistus, joka sisältää kuvauksen

normaalitoiminnasta sekä toiminnasta häiriötilanteissa. Asiakirjat tulee toimittaa Liikenteen turvallisuusvirastolle ennen lentojen aloittamista. (Traficom, 2019)

2.4 EU-dronelainsäädäntö

Valmisteilla oleva EU-droneasetus tulee voimaan 1.1.2021. Eri toimijoille ja laitteille on annettu siirtymäajat, joten kokonaisuudessaan asetus tulee voimaan vasta vuonna 2023.

Valmisteilla oleva EU:n droneasetus tulee yhtenäistämään dronesäännökset EU:n jäsenvaltioiden alueella. Kaikilla käyttäjillä ja kauko-ohjaajilla tulee olemaan rekisteröintivelvollisuus.

Rekisteröinnin ulkopuolelle jäävät vain käyttäjät, joilla on alle 250 g painava kameraton drone tai lelulain (laki lelujen turvallisuudesta 1154/2011) mukainen lelu. Kaikille käyttäjille ja kauko-ohjaajille tulee pakolliseksi myös käyttöluokasta riippuen verkkotentti tai valvottu teoriakoe. (Droneinfo, n.d.)

Uudessa dronesäädöksessä miehittämättömillä ilma-aluksilla tapahtuva ilmailu jaetaan kolmeen avoimeen luokkaan sekä erityiseen luokkaan. Avoimet luokat ovat A1, A2 ja A3, jotka eroavat toisistaan lennätyspaikan ja lennätettävän koneen painon mukaan. (taulukko 1, s. 6) Tärkeimpänä muutoksena edelliseen ilmailumääräykseen tulee maksimi lentokorkeuden pudottaminen 150 metristä 120 metriin kaikissa avoimen luokan lennoissa. (Droneinfo, n.d.)

Taulukko 1 Eu-dronemääräykset (Droneinfo, n.d.)

Avoin A1	Avoin A2	Avoin A3
CE merkinnät: C0 ja C1 Maksimipaino: 900 grammaa	CE merkinnät: C2 Maksimipaino: 4 kg	CE merkinnät: C2, C3 ja C4 Maksimipaino: 25 kg
Lentäminen sallittu yksittäisten ihmisten yli, mutta ei ihmisjoukkojen päällä	Lentäminen sallittu turvallisella etäisyydellä ihmisistä	Lentäminen sallittu kaukana ihmisistä ja asutuksesta
Koulutusvaatimus: Yli 250 gramman laitteen kauko-ohjaajan tulee olla suorittanut verkkotentti	Koulutusvaatimus: Verkkotentti ja valvottu lisäteoriakoe	Koulutusvaatimus: Verkkotentti

Mikäli toiminnassa joudutaan poikkeamaan avoimen kategorian säännöstöstä, toiminta muuttuu erityisen kategorian alaiseksi. Erityisessä kategoriassa tulee toiminnalle hakea toimintalupa liikenne- ja viestintävirasto Traficomilta. Hakemuksessa tulee käydä ilmi toiminnan luonne, SORA-riskiarvio ja riskinvähentämiskeinot. (Droneinfo, n.d.)

2.5 Laitteisto

Nykyaikaista rpas-laitteistoa kutsutaan usein multikopteriksi. Multikopterit ovat erittäin yksinkertaisia ilma-aluksia, sillä niissä käytetään usein kiinteälapakulmaisia potkureita ja ilma-aluksen ohjaus tapahtuu moottorien kierroslukuja muuttamalla. Potkureiden lukumäärä vaihtelee neljästä kahdeksaan laitteen koon ja kannateltavan kuorman mukaan. Eniten käytettyjä koptereita ovat nelisiipiset quadkopterit. Quadkopterit ovat helposti ohjattavia ja edullisia, sekä ne soveltuvat hyvin erilaisiin kuvaustöihin. Ammattilaisten käytössä suositumpia ovat kuusi- ja kahdeksansiipiset kopterit niiden kantokyvyn ja toimintasäteen vuoksi.

3 Lämpökamerat

Keskeisessä osassa opinnäytetyön käytännön osuutta on lämpökamera ja sen soveltuvuus pienten hirvieläinten kannanarvioinnissa yhdessä miehittämättömän ilma-aluksen kanssa.

Lämpökamerajärjestelmät ovat yleisesti käytössä erilaisissa etsintätehtävissä poliisilla, pelastuslaitoksella ja rajavartiolaitoksella. Tämänkaltaiset etsintätehtävät ovat hyvin samantyyppisiä, kuin omassa työssäni tekemät kannanarvointilennot.

3.1 Historia

Lämpökamera on itsessään vanha keksintö ja sen juuret juontavat sotilaalliseen käyttöön. Jo ensimmäisen maailmansodan aikana yritettiin kehittää lämpökameraa, jolla osapuolet pystyisivät erottamaan toisensa pimeässä. Yhdysvaltojen armeija rakensi ensimmäisen termografisen lämpökameran vuonna 1952. Tällaiset kamerat tallensivat kuvat valokuvafilmille. Vuosina 1956–1960 lämpökameroiden nopea kehitys mahdollisti lämpökameroiden siirtymisen myös siviilikäyttöön. Vuonna 1958 AGA infrared AB aloitti ensimmäisen sarjavalmisteisen lämpökameran valmistuksen siviilikäyttöön. 1960-luvun puolivälissä lämpökuvaus yleistyi

rakennusten energiatehokkuuden arvioinnissa ja tuli yleiseksi työkaluksi energiatehokkaaseen rakentamiseen. (Hakolahti, 2011)

3.2 Käyttö

Nykyään lämpökamerajärjestelmät ovat käytössä sotilaallisen käytön lisäksi rakennusten lämpötarkastuksissa, eläinten hoidossa, etsintä- ja pelastustöissä sekä maataloudessa peltojen pintalämpötilojen mittaamisessa. Lämpökamera soveltuu myös erittäin hyvin villieläinten havainnointiin, koska sillä pystytään kuvaamaan ja havainnoimaan myös täysin pimeässä häiritsemättä eläimiä niiden normaalissa ympäristössä.

3.3 Lämpökamerateoriaa

Lämpökameran toimintamekanismi perustuu infrapuna-alueella tapahtuvan säteilyn mittaamiseen. Se ei tarvitse valoa toimiakseen, vaan lämpökamera vastaanottaa kuvattavasta kohteesta lähtevää lämpösäteilyä ja muuttaa sen voimakkuuden numeroarvoksi ja lämpötilatiedoksi. Tästä muodostuu tallennettava tai reaaliaikaisesti havainnoitava digitaalinen lämpökuvakuva. (Hakolahti, 2011)

Lämpökameroita on kahta päätyyppiä: mittaavia ja ei-mittaavia. Mittaavat kamerat ovat usein käytössä toimissa, joissa kohteen lämpötilalla on suuri merkitys kuvauksen kannalta, kuten lämpöprosessien tutkimisessa ja lämpökorreloivien vikojen paikantamisessa. Ei-mittaavia kameroita on yleisesti käytössä etsintä- ja valvontalaitteissa. Lämpökamerat toimivat valmiiksi spesifioidulla mittauskaistalla, lyhyt- tai pitkäaaltoisella kaistalla ja lämpötila-alueella, joka on noin -40...+1500 astetta. (infradex, 2020)

Riippuen lämpökameran käyttötarkoituksesta on käyttäjän perehdyttävä lämpökameran ominaisuuksiin ja säätöihin. Seuraavassa on lista lämpökameran säädöistä ja niiden merkityksestä lämpökuvauksen kannalta:

Scene Emissivity = kuvattavan kohteen emissiivisyys

Emissiivisyys tarkoittaa kappaleen säteilemän energian osuutta kappaleen kokonaisenergian määrästä. Mitä suurempi emissiivisyys, sitä vähemmän kappale heijastaa ympäristön energiaa ja sitä enemmän kappale säteilee lämpöä. Erilaisten materiaalien emissiivisyys tarkastetaan erillisestä emissiivisyystaulukosta. (Infradex, 2020)

Atmosphere Transmission Coefficient = ilmakehän siirtokerroin

Lämpökameran ja kohteen välinen ilma vaimentaa kohteen lähettämää infrapunasäteilyä. Käytännössä se tarkoittaa vallitsevaa ilmankosteutta ja sen vaikutusta lämpötilan mittaustulokseen, etenkin pidemmiltä matkoilta.

Atmosphere Temperature = vallitseva lämpötila

Kuvausaikana vallitseva ilman lämpötila.

Background Temperature = kuvattavan kohteen taustan lämpötila

Kuvattavan kohteen taustan lämpötila vaikuttaa huomattavasti oikean lämpötilatuloksen saamiseksi.

4 Hirvieläinten kannan arviointi

Merkittävimmät hirvieläimemme ovat hirvi, valkohäntäpeura ja metsäkauris. Näiden lajien vaikutukset maataloudelle, metsätaloudelle ja liikenteelle ovat suuret, joten niiden kannan säätely on välttämätöntä. Samalla nämä lajit ovat metsästyksellisesti tärkeimmät riistaeläimemme ja niiden kantojen säilyminen elinvoimaisena ja terveenä on hyvin tärkeää. Järkevän hirvieläinkannan säätelyn ja metsästyksen suunnittelun perustana on luotettava kannan arviointi.

4.1 Hirvi (*Alces alces*)

Taloudellisestikin tärkeimmän riistalajimme hirven metsästys on luvanvaraista ja hirviluvista päättää Suomen riistakeskus. Samalla hirvikannan arviointi kuuluu Suomen riistakeskuksen alaisuuteen. Suomessa onkin pitkät perinteet hirvikannan arvioinnista. Hirvikannan arviointi

perustuu neljään päätekijään: metsästyksen yhteydessä tapahtuvaan hirvihavaintoihin, metsästyksen jälkeen jäävän kannan arviointiin, kolariaineistoihin ja lentolaskentoihin.

Vuonna 2016 Riistakeskus otti käyttöönsä sähköisen hirvihavaintokortin, joka toimii mobiilissa omariista-palvelun kautta. Tässä järjestelmässä metsästyksen johtaja kirjaa saadut havainnot hivistä metsästyspäivän jälkeen. Tällä keinoin saadaan reaaliaikaista tietoa hirvikannan tiheydestä metsästyksen yhteydessä. Tämä järjestelmä on osoittautunut tehokkaaksi välineeksi hirvikannan arvioinnissa. Tällä keinoin pystytään toteamaan hirvikannan laatu eli uros-, naaras- ja vasasuhteet kohtuullisen luotettavasti.

Hirvihavaintokortti on uusi kannanarviointimetodi ja sen luotettavuudessa saattaa olla pitkällä aikavälillä ongelmia. Etelä-Hämeen riistasuunnittelijan Marko Muuttolan (haastateltu 4.5.2020) mukaan, vaikka havaintotieto on hirvihohtajan varmistamaa, siinä ilmenee usein epäluotettavuuksia. Riistakeskuksen järjestelmä laskee annettujen tietojen perusteella suhdeluvusta jonkin tietyn arvon. Vaihtuvia tekijöitä ovat metsästyspäivän metsästäjien määrä, metsästysaika ja hirvihavainnot. Mikäli jokin näistä tiedoista ei ole oikea, se vääristää tulosta pitkällä aikavälillä.

Samana suuntaista havaintojärjestelmää on suunniteltu myös pienten hirvieläinten osalta. Ongelmaksi pienten hirvieläinten kohdalla muodostuu metsästyksen erilaisuus. Metsästys on painottunut enemmän yksin tapahtuvaan metsästyksen, jossa metsästyksen johtaja ei välttämättä ole paikalla. Jokaisen metsästäjän itse kirjaamissa havainnoissa on huomattu olevan liikaa epävarmuustekijöitä tiedon oikeellisuudessa.

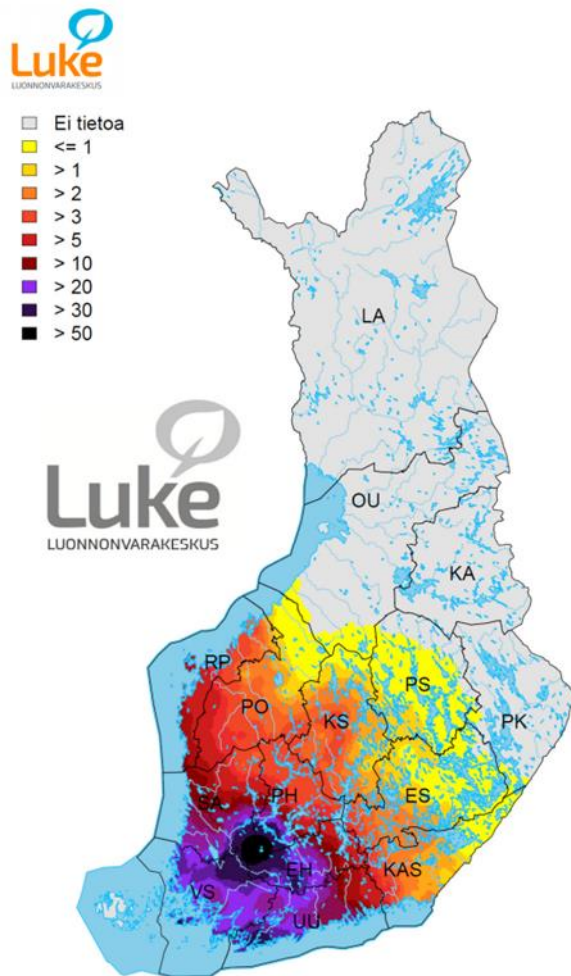
Luotettavin ja ehkä tehokkain kannanarviointimenetelmä on hirvien lentolaskenta. Laskennassa käytetään yleensä pienlentokonetta tai helikopteria. Laskenta suoritetaan kevättalvella lumen aikaan, jolloin hirvet on helppo havaita. Lennettäessä ei tallenneta kuvausmateriaalia, vaan laskenta perustuu näköhavaintojen kirjaamiseen eli koneessa olevat henkilöt laskevat havaitut hirvet. Laskenta perustuu etäisyysmenetelmään, joka sopeutuu joustavasti erilaisiin laskentaolosuhteisiin. Menetelmällä havainnoidaan hirvilaumojen ja yksittäisten hirvien etäisyyksiä laskentalinjasta, tämän avulla pystytään arvioimaan laskennassa esiintyvää havaittavuutta. Lentolaskentaa ei suoriteta kaikilla hirvitalousalueilla joka vuosi, vaan lennot keskitetään etupäässä Pohjois- ja Itä-Suomen suurille hirvitalousalueille. Etelä-Suomessa

lentolaskentoja tehdään satunnaisesti. Ongelmaksi lentolaskennoissa nousevat sen korkeat kustannukset laskentalennot suurilla hirvitalousalueilla saattavat kestää useita viikkoja, jolloin hinta hirvien kannan arvioinnille nousee hyvin korkeaksi. Täytyy kuitenkin muistaa, että lentolaskenta ei itsessään tuo luotettavaa arviota hirvikannan määrästä, vaan sillä tuetaan hirvikannan arvioinnin muita aineistoja ja järjestelmiä, kuten sähköistä hirvikorttijärjestelmää ja Luonnonvarakeskuksen (Luke) käyttämää matemaattista hirvikannan arviointimallia. (Luonnonvarakeskus, 2020)

4.2 Valkohäntäpeura (*Odocoileus virginianus*)

Toinen tärkeimmistä hirvieläimistämme, niin kannan kuin saalistilastojenkin osalta, on valkohäntäpeura eli viralliselta nimeltään valkohäntäkauris (*Odocoileus virginianus*). Valkohäntäpeuran metsästys on luvanvaraista eli senkin lupamäärästä päättää Suomen riistakeskus. Kanta vaihtelee Suomessa hyvin paljon suurimmat kannantihentymät löytyvät Varsinais-Suomen, Pirkanmaan sekä Pohjois- ja Etelä-Hämeen alueelta, kun taas Pohjois-Suomessa valkohäntäpeuraa ei juuri ole. Viime metsästyskauden jälkeen koko suomen peurakannaksi arvioitiin 109 000 yksilöä. (kuva 1, s. 11) Peuran esiintymisalueella keskimääräinen kannantiheys on noin 17 eläintä tuhannella hehtaarilla, mutta joillakin tiheimmillä peura-alueilla kanta saattaa nousta yli 70 eläimeen tuhannella hehtaarilla. (Pusenius, 2019) Viimetalvisten kanta-arvioiden jälkeen kaikkein suurimmaksi talvehtiva peurakanta nousi Punkalaitumella, jossa eläimiä lasketti yli 90 yksilöä tuhannella hehtaarilla (2019 Luke)

Kuva 1. Valkohäntäpeuran talvikannan tiheyden alueellinen vaihtelu Suomessa talvella 2019–2020 (valkohäntäpeuroja / 1000 ha (Pusenius, 2019))



Korkea peurakanta aiheuttaa ongelmia liikenteelle, viljelyksille ja puutarhoille. Vuonna 2019 peurojen aiheuttamia vahinkoja korvattiin 300 viljelijälle yhteensä noin 230 000 euroa.

Peurakolarien määrä on ollut vuosittain nousussa ja viimevuonna kirjattiinkin peurakolareita jopa 6 600 kpl, joista kolmannes Varsinais-Suomen alueella. (Leskinen, 2020) Metsätaloudelle peura ei niinkään aiheuta ongelmia toisin kuin kotimainen hirvemme, mutta kannan tiheimmillä esiintymisalueilla on peurojen aiheuttamia vahinkoja huomattu myös pienissä puun taimistoissa. Metsästyksellä säädellään kannan kokoa ja laatua. Vuotuiset saalismäärät ovat nousseet vuosi vuodelta ja vuoden 2019 peurasaa olikin 60 500 yksilöä, mikä on suurempi kuin normaali vuotuinen hirven saalismäärä. (Pusenius, 2019)

Valkohäntäpeuran kannan arvioinnissa ei ole vielä niin vakiintuneita menettelytapoja kuin hirvien arvioinnissa. Käytännössä Suomessa valkohäntäpeuran talvikanta-arvio perustuu tällä hetkellä saalisilmoituksen yhteydessä ilmoitettuun arvioon lupa-alueelle jääneestä peuramäärästä. Tässä menetelmässä metsästäjien antama arvio jäljellejäävän kannan koon oikeellisuudesta on merkittävä ja sen oikeellisuutteen tulisi kiinnittää huomiota. Ongelmia tuottavat lumettomat talvet ja eläinten liikkuminen eri metsästyseurojen alueilla ja ruokintapaikoilla.

Toimiva kannanarviointimenetelmä on kannanhoidon perusta ja kulmakivi. Tämän vuoksi kannan koon kasvaessa selvästi, valkohäntäpeuran kannan arviointia alettiin kehittää systemaattisesti 2017. Suomen riistakeskus alkoi kehittää kannan arviointia sekä kehittää siihen uusia menetelmiä ja tämä työ on edelleen käynnissä. Peurakannan arviointiin on kokeiltu useita menetelmiä, koska sen arviointi tuottaa enemmän ongelmia kuin hirven. Virallisen kannanarviointimenetelmän puuttuessa peurakannan arvioinnissa on selvästi alueellisia eroja riippuen peurakannan tiheydestä ja metsästäjien aktiivisuudesta.

Tällä hetkellä kannan arviointiin suunnitellaan käytettäväksi samansuuntaisia menetelmiä kuin hirven kannan arvioinnissa on yleisesti käytössä, kuten kolaritilastot, petojen tappamat eläimet ja metsästyksen yhteydessä tapahtuvien näköhavaintojen kirjaaminen Oma-Riista- palvelussa. Näillä menetelmillä pyritään saamaan luotettavaa tietoa kannan oikeellisuudesta ja rakenteesta. (Laine, 2017)

Haastattelin Etelä-Hämeen Riistakeskuksen suunnittelija Marko Muuttolaa (haastattelu 4.5.2020) Etelä-Hämeen riistanhoitopiirin peurakannan arvioinnista. Muuttolan mukaan, pienten hirvieläinten kohdalla ei ole selvää menetelmää kannan arviointiin. Osassa Etelä-Hämettä on järjestetty pienten hirvieläinten seurakohtaisia maastolaskentoja, mutta esimerkiksi omalla alueellani Lammilla se ei ole saanut suurta suosiota. Muualla tiheän kannan alueilla kuten Urjalassa, on keväisin peltolaskentoja, joissa autoilla kierretään peurojen ruokailuun käyttämiä peltoja ja lasketaan eläimet. Tällainen toiminta ei myöskään ole saanut Muuttolan mukaan kannatusta Lammilla.

Yhtenä keinona luotettavaan kannan arviointiin on kokeiltu riistakamerakuvien perusteella tehtävää kannan seuranta. Ongelmaksi muodostui eläinten tunnistamisen vaikeus, koska samat eläimet liikkuvat eri ruokintapaikoilla jopa samana yönä. Muuttolan mukaan ylipäätään laskenta

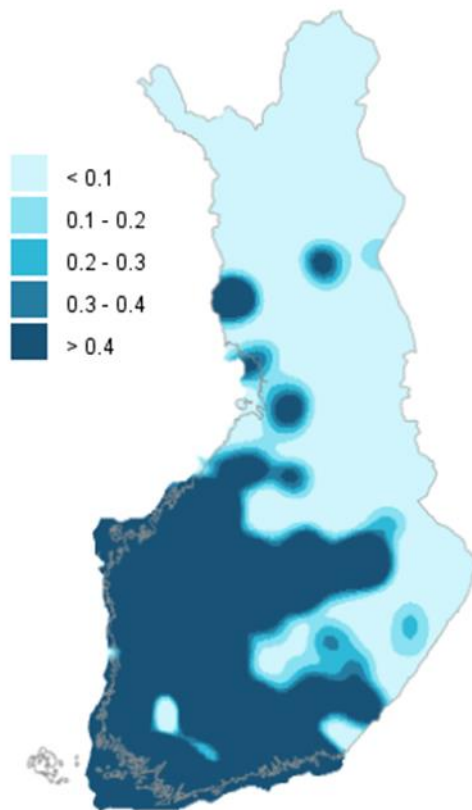
perustuu hyvin epävarmoihin kannan arviointeihin, joihin haetaan koko ajan uusia keinoja. Uusimpana keinona kokeiluun otetaan hirvihavaintokorttia vastaava mobiilissa tapahtuva näköhavaintojen kirjaaminen. Tässä Muuttola näkee ongelmana käyttäjien suuren määrän, jolloin käyttäjien vastuu on suuri ja väärin tietojen merkitsemisen mahdollisuus on suuri.

4.3 Metsäkauris (*Capreolus capreolus*)

Metsäkauris on maamme pienin, hirvielän. Sen levinneisyys ulottuu maassamme kaikkien riistanhoitopiirien alueelle. Metsäkauris on lisääntynyt huomattavasti vähälumisten talvien ja ilveskantojen pientymisen vuoksi. Manner-Suomen metsäkauriskannaksi arvioidaan noin 20 000 yksilöä ja Ahvenanmaan kannaksi noin 10 000 yksilöä. Vuotuiset saalismäärät ovat Manner-Suomessa 3 000–4 000 ja Ahvenanmaalla 5 000 yksilöä. Metsäkauris ei vähälukuisuutensa vuoksi ole maassamme kovinkaan merkittävä riistaeläin. Tiheimmillään metsäkauriskannat ovat Varsinais-Suomessa ja Uudellamaalla. Tiheimmillä kannan esiintymisalueilla metsäkauriit aiheuttavat tuhoja viljelyksillä, puutarhoissa ja pihossa. Metsäkauriit käyttävät ravinnokseen myös havupuiden vuosikasvaimia, mutta Manner-Suomessa tämänkaltaiset tuhot ovat jääneet pieniksi. Ahvenanmaalla metsäkauriit ovat aiheuttaneet merkittävämpiä tuhoja havupuutaimistoissa. (Riistakolmio.fi, 2020) Metsäkauriin aiheuttamat liikennevahingot ovat myös ongelma kannan tiheimmillä esiintymisalueilla.

Metsäkauris ei ole luvanvarainen riistalaji, joten sen metsästyksen ei tarvita riistakeskuksen myöntämää pyyntilupaa. Metsästyksen säätely tapahtuu metsästysoikeuden haltijan luvalla eli metsästysseurakohtaisesti. Metsäkauriin kannanarviointiin ei ole virallista menetelmää, joten kanta-arviot ovat koko Suomen mittapuulla karkeita arvioita. (Kuva 2, s.14)

Kuva 2. Metsäkauriin lumijälki-indeksi (jäljet / (10 km vrk) vuonna 2020. (Riistakolmio.fi 2020)



5 Käytettävä kalusto

Suunnitellessani opinnäytetyötäni pienten hirvieläinten kannan arvioinnista miehittämättömällä ilma-aluksella oli tärkeää, että käytettävissä olisi mahdollisimman nykyaikainen, laadukas ja tehokas laitteisto, jotta tuloksia pystyttäisiin hyödyntämään käytännössä tapahtuvaan kannan arviointiin. Hämeen ammattikorkeakoululle hankitun Matrice 220 RTK -quadkopterin ja siihen liitettävän laitteiston kuten DJI Zenmuse XT2 -lämpökameran ja Zenmuse x5 -zoomikameran ominaisuuksien pitäisi ainakin teoriassa riittää lentojen järkevään toteuttamiseen.

5.1 Matrice 210 RTK

Matrice 210 Rtk on DJI:n 200-sarjaa, johon lanseerattiin vuonna 2019 uudenlainen V2- päivitys. Nelimoottorisen (Quadkopteri) maksimi lentoaika on noin 38 minuuttia ja sen hyötykuorma on 2

kg. Laite painaa itsessään 4,91 kg, joten hyötykuorman kanssa paino jää alle lakisääteisen 7 kg:n rajan.

Laite on varustettu kahdella alapuolisella kamerapaikalla, jolloin pystytään samanaikaisesti käyttämään esimerkiksi lämpö- ja rgb-kameraa aikaan, mikä on hyvin tärkeää omassa työssäni. Kopteri on myös varustettu sisäänrakennetulla Rtk-maa-asetatuella, jonka vuoksi laitetta pystytään käyttämään tavanomaista tarkempaan gps-toimintaan esim. maanmittauksessa. (kuva 3, s. 15)

Kuva 3. Matrice 210 Rtk v2 varustettuna lämpö- ja zoomikameralla.



5.2 Lämpökamera DJI Zenmuse XT2

Käytössä oleva DJI Zenmuse xt2 -lämpökamera on Dji:n viimeisin versio päivitetystä lämpökameramallista. Kamera käyttää pitkäaaltoista infrapunakaistaa (6–15 μm). Kamera kuuluu mittaaviin kameroihin eli sillä pystytään mittaamaan kuvattavan kohteen lämpötilaa. Kamerassa on useita ammattikäytössä tarvittavia ominaisuuksia, kuten pisteen tai alueen lämpötilamittaus (min, max tai keskiarvo), isotermin (lämpötilan osa-alue tai ”värihälytys”), sekä etsittävien

kohteiden lämpötilahälytys. Lämpötilahälytyksestä on hyötyä varsinkin etsintätyyppisessä kuvauksessa. Kameralla pystytään tallentamaan kuvaa ja videota ulkoiselle muistikortille.

6 Lennot ja niiden tulokset

Hirvieläinten kannan arvioinnista rpa-laitteiston avulla ei löytynyt tietoa mistään, johtuen siitä, että sitä ei Suomessa juurikaan ole tehty. Lentojen suunnittelu ja laitteiden säätäminen tapahtui siis kokeilupohjalta. Työ täytyi aloittaa kaluston ominaisuuksiin ja sen suorituskykyyn tutustumalla, jotta järkeviä kannanarviointilentoja pystyttäisiin suunnittelemaan. Suunnitellessani opinnäytetyöni aihetta olin yhteydessä Kaakkois-Suomen ammattikorkeakouluun, missä hirvien havainnointia maastossa vastaavanlaisella kalustolla oli kokeiltu. Vähähiilisyttä tukevat Drone-palvelu ratkaisu tutkimuksessa on selvitetty hirvieläinten havainnointia rpa-laitteistolla. Asian tutkiminen oli jäänyt Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoululta vain yhden päivän mittaiseksi kokeiluksi, mutta tutkimuksen johtajalta opettaja Minna Jukalta sain jonkin verran tietoa mahdollisista ongelmista jotka, liittyisivät vastaavanlaiseen etsintätoimintaan.

6.1 Koelennot

Kalustoon tutustuminen aloitettiin yksinkertaisella kokeella, jossa kuvattiin lämpökameralla eri korkeuksista koiraani. Tarkoituksena saada järkevä tapa tunnistaa eläimet maastosta reaaliaikaisesti. Etsintätehtävässä ensisijaisesti tärkeintä on kohteen löytyminen maastosta. Oikean lentokorkeuden ja lämpökameran säätöjen merkitys järkevän kuvaustuloksen saamiseksi on tärkeää. Zenmuse xt2 -lämpökameraa pystytään käyttämään myös mittaavana kamerana, jolloin käytännössä laitteesta löytyvällä "search people" toiminnolla laitteen tulisi hälyttää, kun kameran näyttöön tulisi lämpötilaltaan yli 33°C:n ylittävä kohde. Toiminto toimi hyvin lyhyemmiltä etäisyyksiltä, mutta yli 60 metrin lentokorkeudesta lämpökameran oli hankaluuksia saada luotettavaa lämpötilaa kuvattavista kohteista. Yksi lämpökameran toimintaan vaikuttaa tekijä on ilmankosteus ja sen heijastama hajasäteily, joka vaikuttaa selvästi lämpökameralla tehtävään havainnointiin, ja varsinkin lämpötilan tarkkaan mittaamiseen. Tätä ominaisuutta pystytään säätämään lämpökameran asetuksista, joita käsittelin lämpökameran teoriaosuudessa. Ilman lämpötilan ja taustan lämpötilan (maapohjan lämpötilan) asettaminen oikeiksi saivat lämpötilan mittaustuloksen huomattavasti lähemmäs todellisia lämpötila-arvoja. Emissiivisyyden

säätäminen 0,95 (eläimet kuten nauta emissiivisyys) ja ilman läpäisykerrointa säätämällä asteikolla 50~100 välillä ilman arvioidun ilmankosteuden mukaan, päästiin hyvinkin oikeisiin lämpötila mittauksiin lyhyeltä matkalta. Kuitenkin kuvattaessa jälleen lentokorkeudelta (60–100 m) jäivät mittaustulokset selvästi alle oikeiden lämpötila-arvojen. Koelennolla todettiin, että kohteiden havainnointi oli kuitenkin mahdollista vääristyvistä lämpötilan mittaustuloksista huolimatta. Ihmisen ja keskikokoisen koiran havainnointi 100 m:n korkeudesta oli suhteellisen vaivatonta, kun käytettiin oikeanlaista väripalettia helpottamaan kohteiden havainnointia.

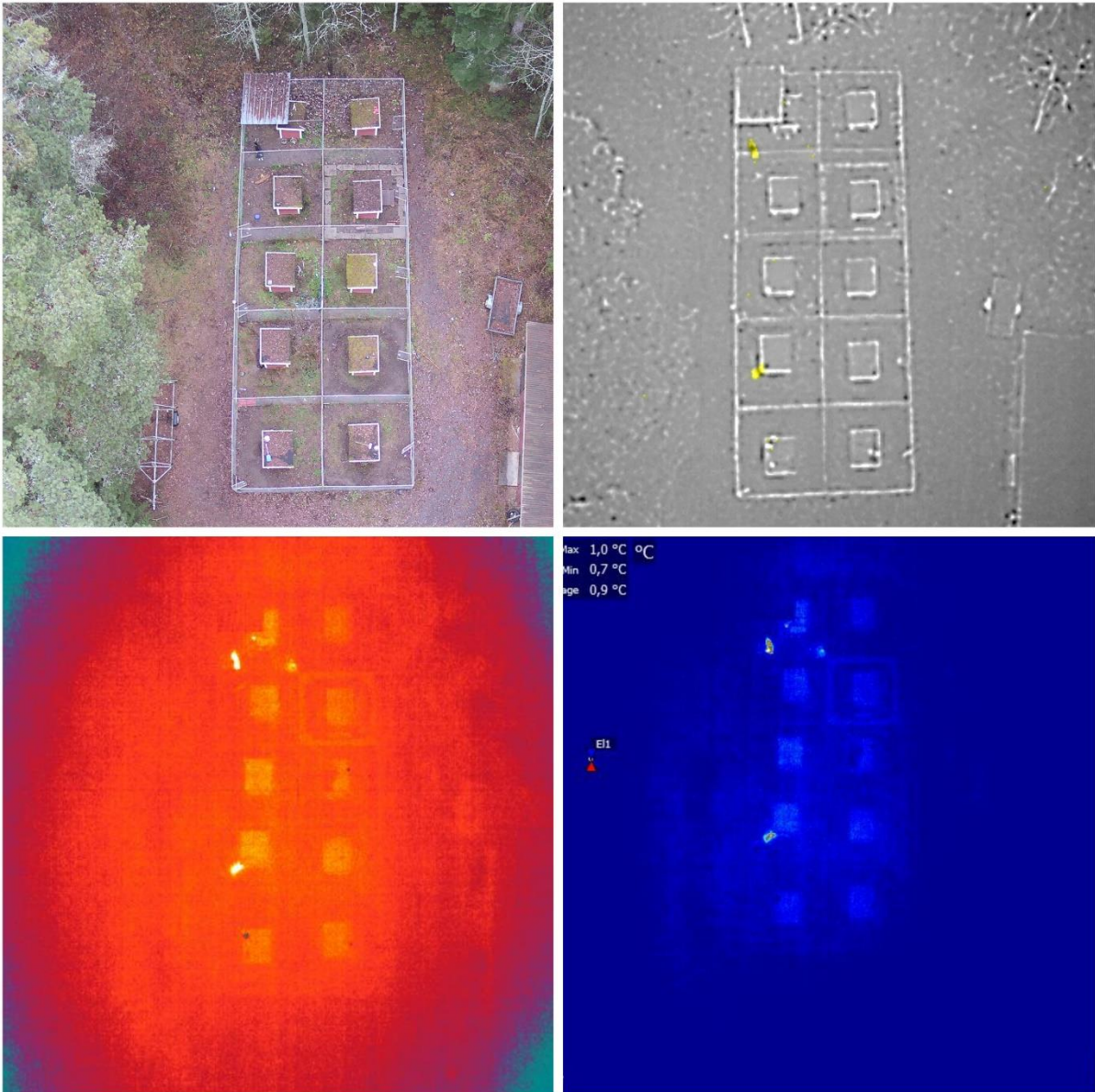
Lämpökameralla tehtävässä kuvauksessa oikean väripaletin merkitys on suuri. Erilaisissa kuvauksissa käytetään erityyppisiä väripaletteja mahdollisimman hyvän kuvaustuloksen saamiseksi. (kuva 5, s. 19) Kamerassa on valittavana 15 eri väripalettia, joita vaihdetaan kameran asetuksista. Lämpökamera tuottaa kuvattavasta kohteesta pintalämpötilajakaumakuvan, jonka tulkitsemisessa eri väripaletteitten merkitys korostuu. (kuva 4, s. 18) Läheltä kuvattaessa eri lämpötilaerot tulevat paremmin esiin eri värisävyillä kuin kaukaa kuvattaessa.

Kuva 4. Lämpökameran tekemä pintalämpötilajakauma kuva



Lämpökameralla tuotettua kuvamateriaalia pystytään myös jälkianalysoimaan monipuolisesti tietokoneohjelmilla. Itse käytin kuvien jälkianalysointiin Flir tools -ohjelmaa. Ohjelmalla pystytään skaalaamaan väripaletteja havainnollisemmiksi niin että pienemmätkin lämpötilaerot erottuisivat kuvasta selvemmin. Kuvattavan kohteen emissiivisyyttä, taustan lämpötilaa, ilman lämpötilaa ja ilman suhteellisen kosteuden arvoa säätämällä voidaan kuvamateriaalista saada mahdollisimman selkeä ja havainnollinen. Etsintätehtävissä kuten hirvieläinten kannanarvioinnissa ei jälkianalysoinnilla ja lämpökuvan muokkaamisella ole niin suurta merkitystä, koska havainnot pyritään tekemään reaaliajassa. Ohjelmalla pystytään kuitenkin etsimään parhaita asetuksia ja väripaletteja lentotehtävän suorittamiseksi.

Kuva 5. Lämpökameralla 80 metrin korkeudelta kuvattuja koiratarhoja. Kuvassa on vertailtu eri väripalettien merkitystä kohteiden havainnoimisessa oikealta lentokorkeudelta. Kuvattaessa lentokorkeudelta 60–100 metriä osoittautui mustavalkoinen lämpökamerakuva selkeimmäksi eläinten havainnoinnin ja lentotehtävän suorittamisen kannalta.



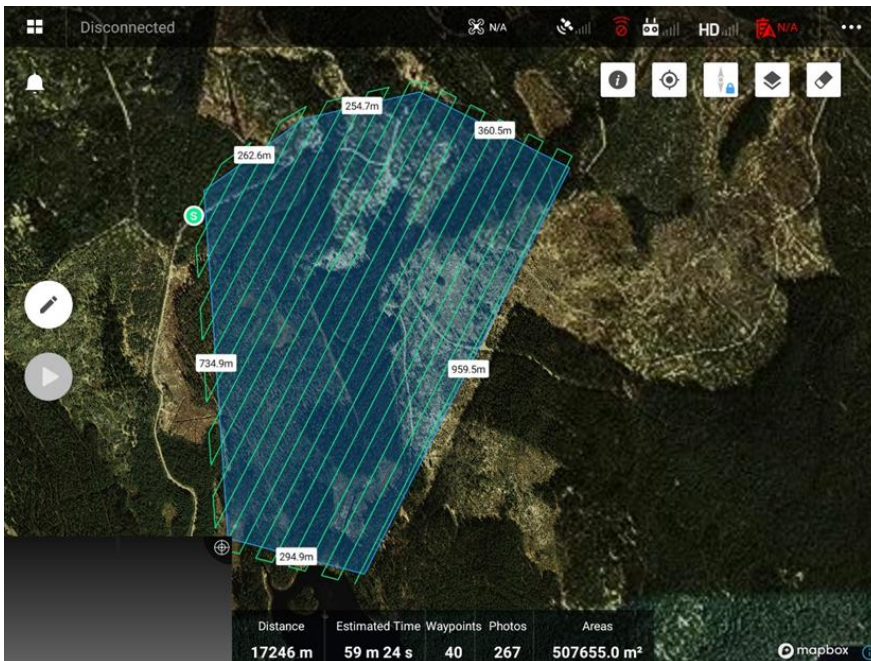
6.2 Kuvausmenetelmät

Eri kuvausmenetelmiä kokeiltaessa oli huomioitava etsintätehtävän laajuus ja sen asettamat vaatimukset. Vapaasti lennettäessä kohteiden havainnointi ja samalla suunnitelmallisesti lentäminen osoittautuivat liian vaativaksi yhdistelmäksi toteuttaa. Koneen järjestelmällisesti ohjaaminen tiettyjen metsäalueiden päällä sekä samalla lämpökamerakuvan seuraaminen ja kohteiden etsiminen olivat haastava yhdistelmä. Muutamien testilentojen jälkeen päätin toteuttaa lennot kartoituslentoina, jolloin kone itse lentää ennalta suunnitellun alueen ja kuvaa sen määrättyjen asetusten mukaisesti. Lennon yhteydessä pystyisin seuraamaan lämpökamera- ja rpg-kuvasta näkymää sekä tekemään havainnot mahdollisista eläimistä. Mahdollisen havainnon yhteydessä on mahdollista pysäyttää kartoituslento ja tarkastella havaittua kohdetta Z30 zoom -kameralla, tämän jälkeen kartoituslentoa pystytään jälleen jatkamaan normaalisti. Myöhemmin laitteen ottamaa ja tallentamaa lämpö- ja rgb- kuvamateriaalia pystytään tarkastelemaan ja tekemään siitä mahdollisia lisähavaintoja.

6.3 Kannanarviointilento 1

Ensimmäisessä varsinaisessa lennossa selvitin laitteen suorituskykyä, virrankulutusta ja kuvaustuloksia. Kuvasin mahdollisimman korkealta lentokorkeudelta, jolloin kuvattava alue olisi luonnollisesti mahdollisimman suuri. Ensimmäinen kuvattava alue oli Evolla Hämeen ammattikorkeakoulun opetusmetsässä Leipäsuon alue, johon tein 50 hehtaarin kartoitusalueen. (kuva 6, s. 6)

Kuva 6 Dji -ohjelmalla suunniteltu kartoituslento Leipäsuon alueelle.



6.3.1 Menetelmät

Lennon lähtöpaikaksi valikoitui hakkuuaukea, josta suunnittelualueen takarajaan oli tarkalleen 1 050 m. Toimittaessa näköyhteyden sisäpuolella ilman lentotähtystäjää on tärkeää löytää riittävän aukea lento-ohjelmalla lähtöpaikka, jotta konetta pystytään havainnoimaan jatkuvasti. Suuren kokonsa vuoksi Matrice 210 näkyy paljaalla silmällä yli kilometrin päähän, joten sen toimintasäde on tältäkin osin hyvä. Lentokorkeudeksi valikoitui testilennoissa havaittu korkein mahdollinen järkevästi kohteitten havainnoimiseen soveltuva korkeus, eli 100 m. Tällä korkeudella DJI-ohjelma ilmoitti lentoajaksi 50 hehtaarin alalle 60 min. Todelliseksi lentoajaksi tuli 100 min. johtuen akkujen vaihtoon menevästä ajasta, sekä koneen edestakaisista siirtymistä akkujen vaihdon aikana.

Käytössä olleiden 8 akun virtakapasiteetti riitti juuri tämän kokoisen lennon suorittamiseen käytettäessä kahta kameraa. Kahden kameran käyttö lyhentää lentoaikaa, johtuen suhteellisen suuresta lentokuorman noususta. Kuvatessani käytin xt2-lämpökameraa ja Z30 - zoomauskameraa. Kameroiden gimbaalit säädettiin lentoasetuksista näyttämään samaan kohtaan, jolloin kohteen havaittua pystyttiin vaihtamaan kameraa hävittämättä kohdetta. Gimbaalien lukitseminen samaan kohtaan aiheutti myös ongelmia. Zoomikameran tarkentaminen muualle

kuin suoraan alaspäin ei enää gimbaalien lukitsemisen jälkeen onnistunut, joten varsinkin peitteisessä maastossa havaitun kohteen löytäminen oli hankalaa.

6.3.2 Olosuhteet

Lento sääoli tyyni ja kirkas. Lämpötila 4°C, tuuli noin 1 m/s ja ilmankosteus 75 %, tämä oli koneen suorituskyvyn testaamiseen ihanteellinen tilanne. Liiallinen sivutuuli vaikeuttaa koneen lentoa, ja näin ollen kuluttaa enemmän akkukapasiteettia.

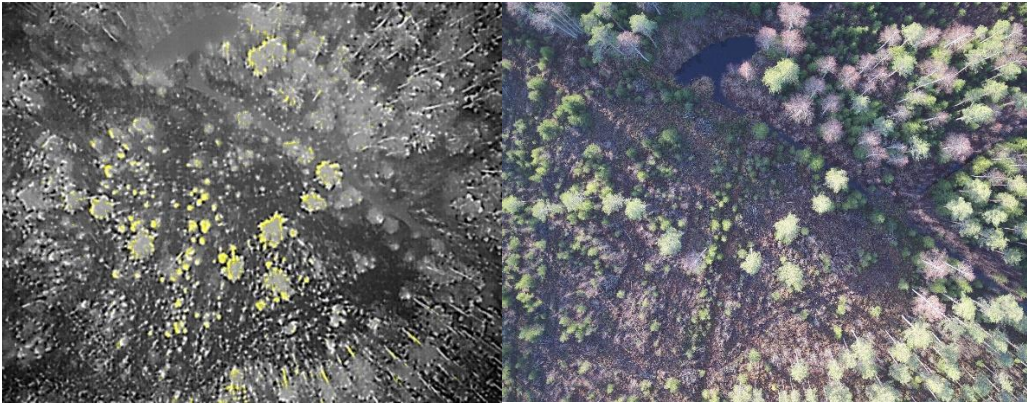
6.3.3 Tulokset

Hirvieläimiä alueella ei havaittu reaaliaikaisella seuraamisella, eikä myöhemminkään analysoitaessa kuvausmateriaalia tietokoneella. Kuvauksessa pystyin kuitenkin havainnoimaan vapaan olevan koirani alueelta, joten kuvauskorkeus ei käytännössäkään ollut liikaa. Lennolla pystyin toteamaan koneen maksimilentoaika käytettävällä kuvauskalustolla. Tämän tiedon avulla pystyin määrittämään maksimilentoajat kalustolle ja suunnittelemaan seuraavia lentoja.

6.3.4 Ongelmat

Suurimmaksi ongelmaksi nousevan auringon aiheuttama puiden latvusten heijastaminen lämpökameraan. Tämä latvusten lämpeneminen tai ehkäpä auringonvalon heijastaminen kosteista latvuslehdistöistä hankaloitti kuvan tulkitsemista huomattavasti. Todettava oli, että auringonpaisteisella säällä kohteiden havaitseminen auringon heijastamasta lämpökamerakuvasta oli käytännössä hankalaa, koska heijastavia kohteita oli liikaa. Tähän ongelmaan oli selvästi etsittävä ratkaisua ja huomioitava se seuraavissa lennoissa. Kuva 7 havainnollistaa auringonpaisteen vaikutuksen lämpökamerakuvaan, puiden latvukset heijastavat lämpösäteilyä ja vaikeuttavat lämpökamerakuvan tulkintaa. (kuva 7, s. 23)

Kuva 7. Auringonpaisteen aiheuttamaa heijastushäiriötä lämpökamerakuvassa.



Huomioita ensimmäisestä kartoituslennosta:

- Akkujen riittävyysala on 50 hehtaaria, kun lentokorkeus on 100 m.
- Kohteiden havainnointi on mahdollista 100 m:n korkeudelta.
- Aurinkoisen sään aiheuttaa ongelmia lämpökamerakuvaan.
- Zoomaus-kameran käyttö kartoituslennon aikana on hankalaa.
- Kone näkyy yli kilometrin päähän lentäjästä.

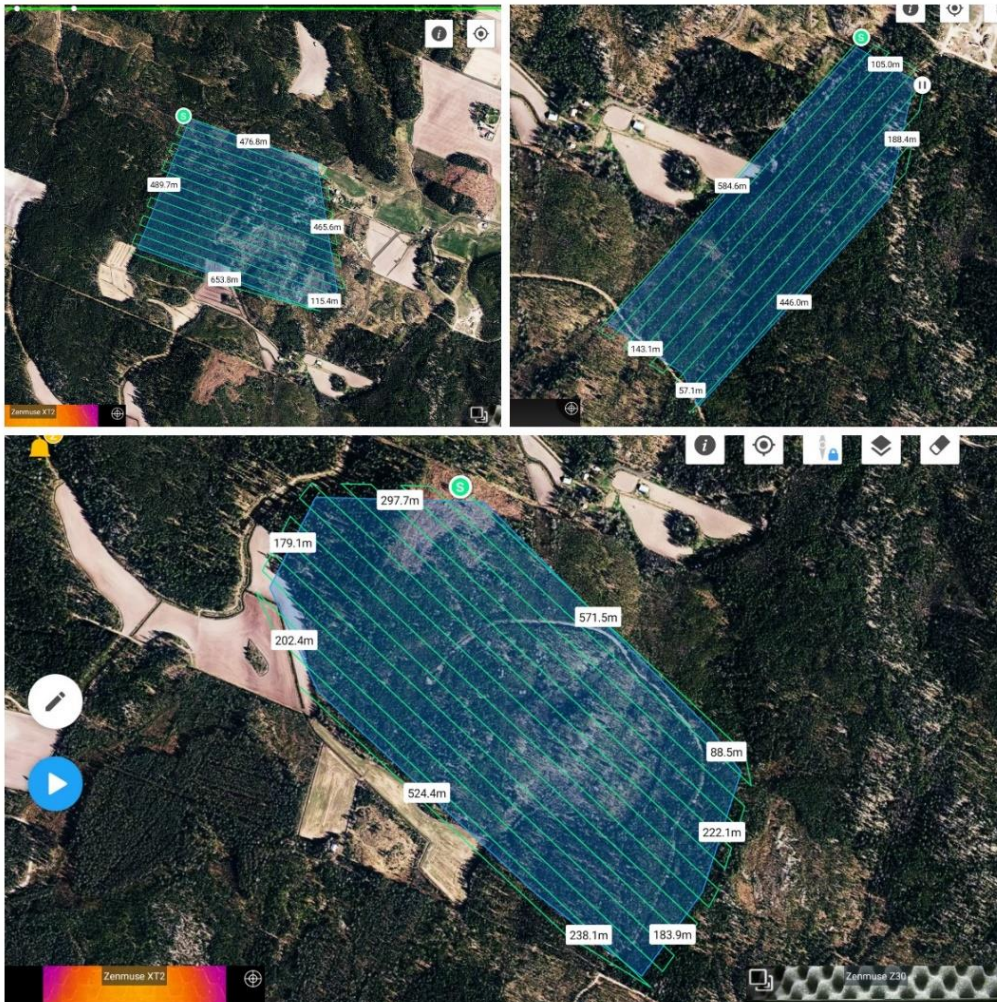
6.4 Kannan arviointilento 2

Pienten hirvieläinten osalta kannanarviointilentoja suunniteltiin tehtävän Huhdanojan Erän metsästysalueelle. Seuran alueella on suhteellisen vahva valkohäntäpeurakanta, jota hoidetaan ruokinnalla ja valikoivalla metsästyksellä. Tarkoituksenamme oli testata käytännössä mahdollisuuksia valkohäntäpeurojen havainnointiin maastossa Rpas- järjestelmällä ja saada suhteellisen luotettavaa tietoa alueella oleilevasta peurapopulaatiosta. Valkohäntäpeuran reviiri on huomattavasti pienempi, kuin esimerkiksi kotimaisen hirvemme ja on yleensä sidottu peltojen tai ruokintapaikkojen läheisiin metsiköihin. Metsästysseuran alueella on muutamia ruokintapaikkoja ja riistapeltoja, joiden ympäristöön peurojen suurimmat esiintymisalueet ovat kehittyneet.

Koneen suorituskyvyn rajallisuuden ja näköyhteyden sisällä tapahtuvan lentämisen vuoksi paikkatuntemuksesta ja varsinkin eläinten elintapojen tuntemuksesta on suuri hyöty. Oppaaksi metsästysseuran alueelle lähti alueella asuva ja Huhdanojan erä ry:n arvostettu pitkäaikainen jäsen Mika Toikka. Toikan paikkatuntemuksella teimme lentosuunnitelmat mahdollisten peurojen

päivämakuupaikkoja mukaillen. (Kuva 8, s.25) Tarkoituksena oli ensisijaisesti kuvata kahden ruokintapaikan välimaastoa, josta saatiin suhteellisen järkevä kuvaus kokonaisuus.

Kuva 8. Kannanarviointilentosuunnitelmat



6.4.1 Menetelmät

Lennot jaettiin kolmeen osaan. Yhteensä kartoitettuja alueita tuli noin 77 hehtaaria, jotka sijaitsivat kahden ruokintapaikan läheisyydessä ja yleisillä peurojen päivämakuupaikoilla. Lentokorkeutta laskettiin 80 metriin, jotta kooltaan pienempikokoiset peurat olisi helpompi havaita. Matalammasta lentokorkeudesta havainnointi yleensäkin olisi helpompaa. Matalampi lentokorkeus tosin nosti lentoaika huomattavasti ja kokonaislentoaika kolmen alueen kartoituksessa oli noin 240 minuuttia. Lentojen välissä akut ladattiin kaksi kertaa.

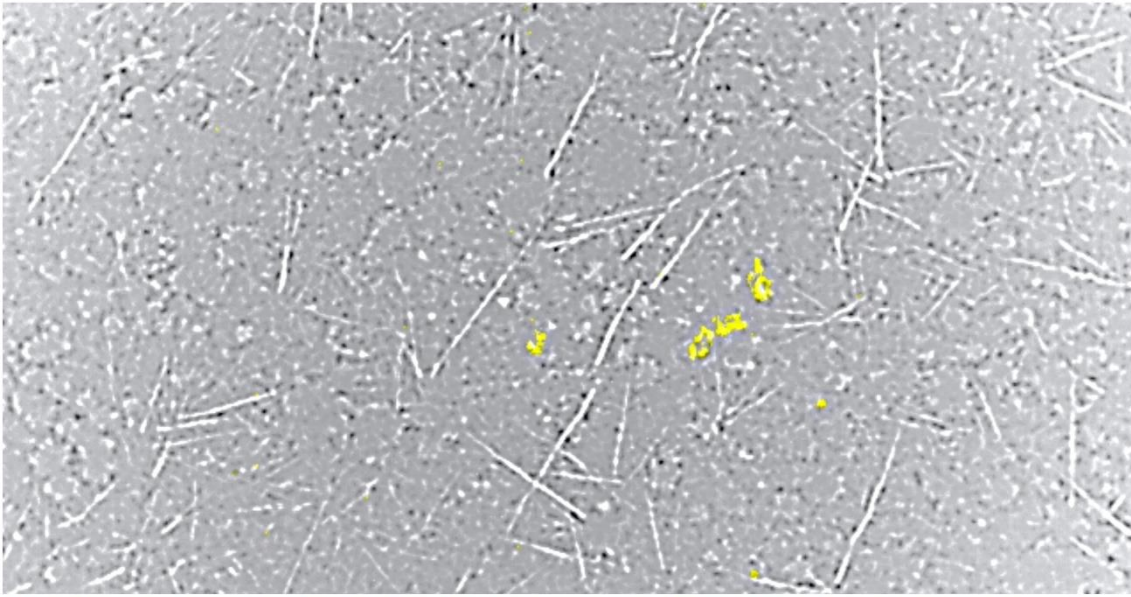
6.4.2 Olosuhteet

Edellisistä lentokerroista opittua oli oikean lentosään valitseminen. Pilvinen ja kohtalaisen tyyni sää helpottavat lentoa ja antavat hyvät mahdollisuudet tarkempaan havainnointiin lämpökamerakuvasta. Aloittaessamme lennot ilmanlämpötila oli noin +7 °C:n ja tuuli 2 m/s, sää oli muuten pilvinen. Ilmankosteus oli 75 %.

6.4.3 Tulokset

Pilvinen sää antoi hyvät kuvaolosuhteet ja kuvaa pystyttiin seuraaman järkevästi reaaliajassa. Kartoitusalueella 1 onnistuimmekin löytämään lämpökamerakuvaa seuraamalla hirvilehmän ja vasan. Havainnon varmistin Z30-kameralla. Eläimet olivat päivämakuulla harvennetussa taimikossa, josta ne olivat suhteellisen helppo havaita. Tässä tapauksessa lämpökameran ja zoomauskameran yhdistelmä toimi moitteettomasti. Lämpökameralla kohteet oli helppo havaita vähäpeitteisestä maastosta ja eläinten määrä sekä laatu pystyttiin toteamaan helposti rpg-kuvasta. (kuva 10, s. 28) Huomattavaa kuitenkin on, että tulkittaessa lämpökamerakuvaa voidaan eläinten ympärillä nähdä yhtä vahvaa lämpösäteilyä, kuin itse eläimet säteilevät. Rpg-kuvasta pystytään toteamaan, että kuvassa ei ole mitään lämmön lähdettä ja oletettavaa onkin, että säteilevät kohteet ovat eläinten edellisiä makuupaikkoja. Tämä seikka aiheuttaa epäluotettavuutta lämpökameralla tehtäviin havaintoihin. (kuva 9, s. 27)

Kuva 9. Lämpökamera- ja Rgb-kuva hirvinaaraasta ja vasasta



Kuva 10. Zenmuse -Z30 -zoomauskameran kuva hirvistä

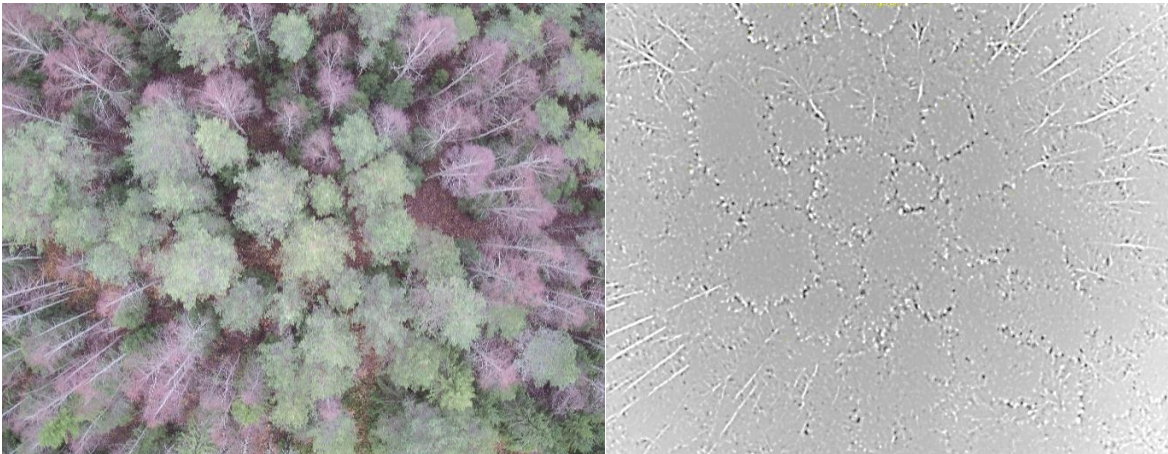


6.4.4 Ongelmat

Varsinaisia havaintoja valkohäntäpeuroista ei näiden kolmen lennon osalta saatu. Maaston peitteisyys toi tässäkin kuvauksessa oman haasteensa. Alueella, jossa latvuskerros on korkealla ja peittävä, kohteen havaitsemien on hankalaa. Lämpökameralla ei luonnollisesti pystytä havainnoimaan kohdetta latvusmassa alta, joten sakeapuustoisessa metsässä latvusmassa peittää hyvin suuren osan kuvattavasta alueesta. (kuva 11, s. 29) Suoraan ylhäältäpäin kuvattaessa mahdolliset kohteet näkyvät ainoastaan vähäpeitteisessä maastossa tai puiden latvusten välissä. Korkeassa puustossa ongelmaksi muodostui koneen pysähtymisen ja nopean havainnoinnin ongelmat. Vaikka havainto mahdollisesta kohteesta saadaan ja koneelle annetaan pysähtymiskäskey ajoissa, ei liikkuvan koneen pysähtyminen reaaliajassa ole mahdollista. Usein tämä pieni liikkeen jatkuminen aiheuttaa kohteen häviämisen peitteisessä maastossa. Näissä lennoissa en yhdistänyt molempien kameroiden gimbaaleja vain käytin molempia kameroita omana kokonaisuutenaan, mikä helpotti huomattavasti Z30-kameran käyttöä. Pysäytettäessä kartoituslento ja käytettäessä ohjaimen vaihdinta (A) attimodessa pystytään konetta lentämään manuaalisesti ja etsimään uudestaan havaittu kohde. Kohteen löydyttyä ja havainnon varmistuttua pystytään kartoituslentoa jatkamaan jälleen resumefly-komennolla.

Kuvassa 11. havainnollistetaan latvuserroksen peittävyden ongelmat, kun kuvataan 90° kulmassa. Mahdollisen lämpökamerahavainnon varmistaminen rpg-kameralla latvuserroksen seasta on vaikeaa.

Kuva 11. Rpg- ja lämpökamerakuva latvuserroksen peittävydestä



Nämä kannanarviointilennot antoivat taas lisää tietoa mahdollisista ongelmista ja mahdollisuuksista, tehtäessä kannan arviointilentoja rps-laitteistolla. Toiveissamme oli, että olisimme saaneet kuvamateriaalia valkohäntäpeuroista, mutta mahdollista oli, että alueella ei juuri tällä kuvaushetkellä niitä ollut. Saamistani hirvihavainnoista kuitenkin pystyin toteamaan, että käytössä olevalla laitteistolla ja kuvaustekniikalla pystyttiin havainnoimaan hirvieläimiä maastossa reaaliaikaisesti. Huomioitavia asioita lennoista:

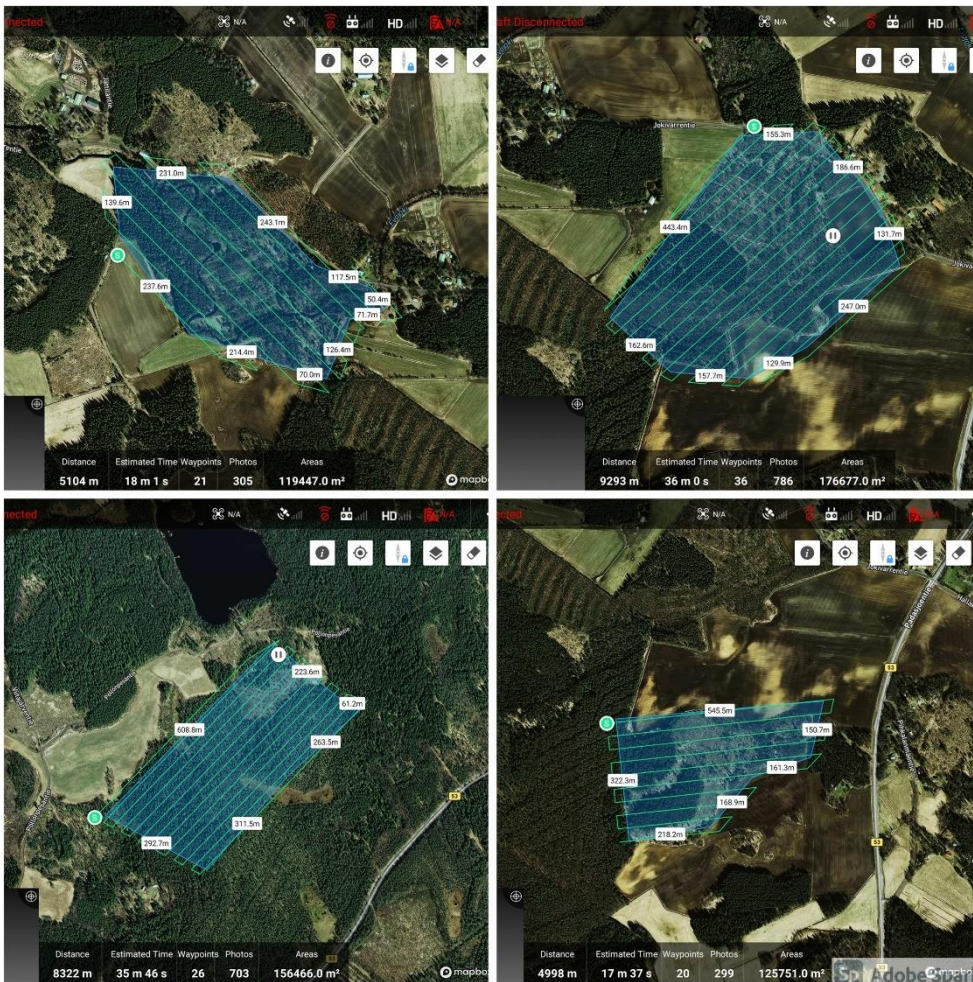
- Eläinten löytäminen maastosta on mahdollista.
- Pilvinen kuvaus sää mahdollistaa kohteiden havaitsemisen selkeästi maastossa.
- Matalampi lentokorkeus on parempi reaaliaikaisten havaintojen tekemiseen.
- Maaston peitteisyys on ongelma havaintojen tekemisen kannalta.
- Kartoituslennon oikein ajoitettu pysäyttäminen ja mahdollisen kohteen löytäminen zoomaus- kameralla, peitteisestä maastosta tuottaa ongelmia.

6.5 Kannanarviointilento 3

Kolmannen kannan arviointilennon suoritin Iso-Evolla. Iso Evon alueella esiintyy kohtalaisen vahva valkohäntäpeura ja metsäauriskanta. Sain tietoa alueella asustavien hirvieläinten

oleskelualueista paikallisilta maanomistajilta. Näiden tietojen perusteella suunnittelin järkevät lentoalueet oletettujen päivämakuupaikkojen ympäristöön. (Kuva 12, s.31) Kuvattavat alueet olivat peltojen keskelle jäävien metsäsaarekkaiden muodostamia kokonaisuuksia. Lennot suoritin kahden päivän aikana ja tarkoituksena oli saada havaintoja alueella oleilevista valkohäntäpeura ja metsäkauris yksilöistä. Näissä lennoissa hyödynsin edellisissä lennoissa opittuja asioita parhaan mahdollisen tuloksen saamiseksi. Edellisissä lennoissa latvuksen peittävyys oli tuottanut ongelmia, joten kolmannessa kartoituslennossa yritin ratkaista ongelman käyttämällä kamerassa 45° kuvauskulmaa. Koelentoissa 45° kuvauskulma helpotti kohteiden havainnointia rpg-kameralla korkean ja peitteisen puuston seasta.

Kuva 12. Tehtyjen kannanarviointilentojen kartoituslentosuunnitelmia Iso-Evolta Dji-ohjelmistolla



6.5.1 Menetelmät

Toteutin kartoituslennot neljässä eri osassa, lisäksi pienemmät metsäsaarekkeet lensin manuaalisesti. Pienten metsäsaarekkaiden lentäminen manuaalisesti osoittautui hyväksi ja akkuja säästäväksi keinoksi. Kolmannessa kartoituslennoissa käytin etupäässä 60 metrin lentokorkeutta, jotta riittävän tarkka havainnointi olisi mahdollista. Matala lentokorkeus vähensi kuvauksen peittoa ja pidensi huomattavasti lentoaikaa. Ensimmäisissä kannan arviointilennoissa käytin vertailuarvona 50 hehtaarin aluetta, jonka lentämiseen 100 m korkeudelta Dji-ohjelma ilmoitti lentoajaksi 60 minuuttia. Todellinen lentoaika nousi akkujen vaihdon ja koneen siirtymien kanssa 100 minuuttiin ja se kulutti koko neljän akun kapasiteetin. Laskettaessa lentokorkeus 60 metriin oli ohjelman ilmoittama lentoaika 50 hehtaarin alalla 93 minuuttia ja todellinen lentoaika nousi 140 minuuttiin. Luonnollisesti akut täytyi ladata kerran lennon välissä. 50 hehtaarin lentämiseen 60 m korkeudelta kului siis 12 akun virta. Toisena kuvauspäivänä oli huomattavaa, että lämpötilan ollessa lähellä nollaa ja ilmassa hieman jäätävää sadetta tippui lentoaika huomattavasti lyhyemmäksi. Yhden akkuparin kesto saattoi olla vain 15 minuuttia, kun se normaalissa olosuhteissa käytettäessä kahta kameraa on noin 30 minuuttia. Edeltävissä lennoissa latvuksen peittävyys oli tuottanut ongelmia, joten kolmannessa kartoituslennossa yritin ratkaista ongelman käyttämällä kamerassa 45° kuvauskulmaa. Koelennoissa 45 ° kuvauskulma helpotti kohteiden havainnointia rpg-kameralla korkean ja peitteisen puuston seasta.

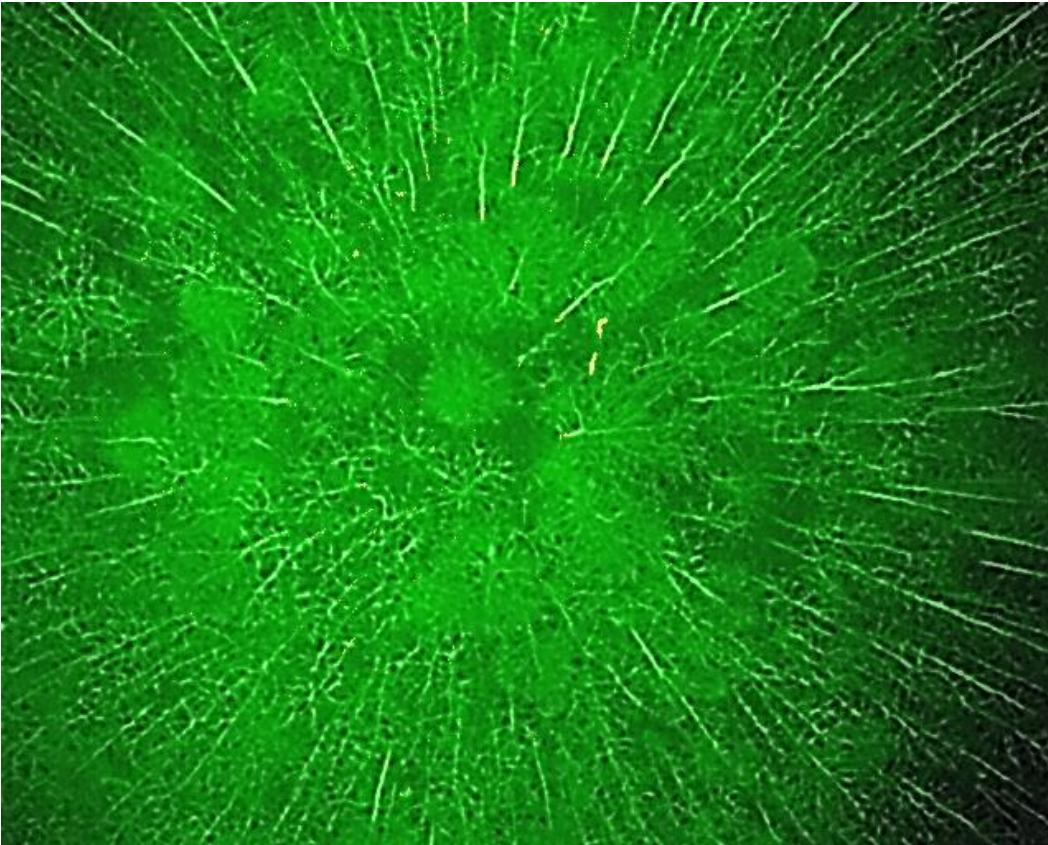
6.5.2 Olosuhteet

Lentosääksi valitsin jälleen pilvisen tyynen sään, jotta kohteiden havainnointi ja koneen suorituskyky olisi parhaimmillaan. Suoritin lennot iltapäivällä ennen hämärää, jolloin oli myös mahdollista havaita jo aktivoituneita eläimiä. Lämpötila oli noin 4°C ja ilma kosteus 89%. Tuuli noin. 1 m/s.

6.5.3 Tulokset

Kolmannella kartoituslennolla kuvasin noin 60 hehtaaria metsäaluetta, joista sain havainnon neljästä metsäkauriista. Ensimmäisen havainnon sain kahdesta eläimestä nuorena lehtipuuta kasvavassa metsikössä. Tarkempi tarkastelu Z30-kameralla osoitti eläimet metsäkauriiksi, kokonsa puolesta kysymyksessä olivat todennäköisesti aikuinen naaras ja vasa. (kuva 13, s. 33)

Kuva 13. Lämpökamera kuva 60 metrin korkeudelta metsäkauriisnaaraasta ja vasasta



Yllä olevassa kuvassa muokkaamaton lämpökamerakuva lehtipuumetsästä. Käytin osassa lentoja lämpökameran greenhosio-väripalettia, joka toimi hyvin reaaliaikaisessa havainnoinnissa. Metsäkauriit näkyvät kuvassa kirkkaan keltaisina ja erottuvat selkeästi metsänpohjasta. Kuvaus tapahtui 60 metrin korkeudelta, josta kohteet olivat vielä hyvin havaittavissa, korkeampi lentokorkeus aiheutti ongelmia eläinten havainnoinnissa. 120 metrin korkeudelta eläinten havaitseminen lämpökameralla avoimessa maastossakaan ei ollut enää mahdollista. Haittapuolena matalassa lentokorkeudessa oli koneen tuottama ääni. Kuudenkymmenenmetrin lentokorkeus selvästi häiritsi eläimiä ja ne yrittivät peitellä äänen aiheuttajaa. Eläinten häiriintyminen aiheuttaa ongelmia kartoituslennon luotettavuudessa, koska ilma-aluksen ääntä pakenevat eläimet saattavat esiintyä useassa eri kuvassa.

Rpg-kameralla eläinten havaitseminen suoraan ylhäältäpäin peitteisessä maastossa tuotti edellisissä kuvauksissa hankaluuksia, joten näissä kuvauksissa kokeilin 45° kamerakulmaa.

Loivemman kamerakulman käyttö mahdollisti eläinten havainnoinnin peitteisessäkin metsikössä. (kuva 14, s. 34). Kohde pystytään tunnistamaan suhteellisen helposti lehdettömän puuston seasta. On huomattavaa, että lehtien ollessa puissa tunnistaminen olisi huomattavasti hankalampaa. Z30-kameralla tarkentamalla saadaan hyvin luotettava havainto, minkälainen eläin on kyseessä. (kuva 15, s. 35)

Kuva 14. Zenmuse Z30-kameralla 45° kulmassa kuvattu metsäkaurisnaaras 60 metristä.



Kuva 15. Z30-kameralla kuvattu metsäkaurisnaaras



Johtuen myöhäisestä kuvausajasta onnistun havainnoimaan kartoituslennolla kaksi aktiivista yksilöä kahden metsäsaarekkeen välisellä pellolla. Zoomauskameralla pystyin tunnistamaan eläimet metsäkauriksi. Kyseessä olivat nuori uros ja naaras. (kuva 16, s. 36)

Kuva 16. Z30 kameralla kuvatut pellolla ruokailevat aikuiset metsäkaurisyksilöt

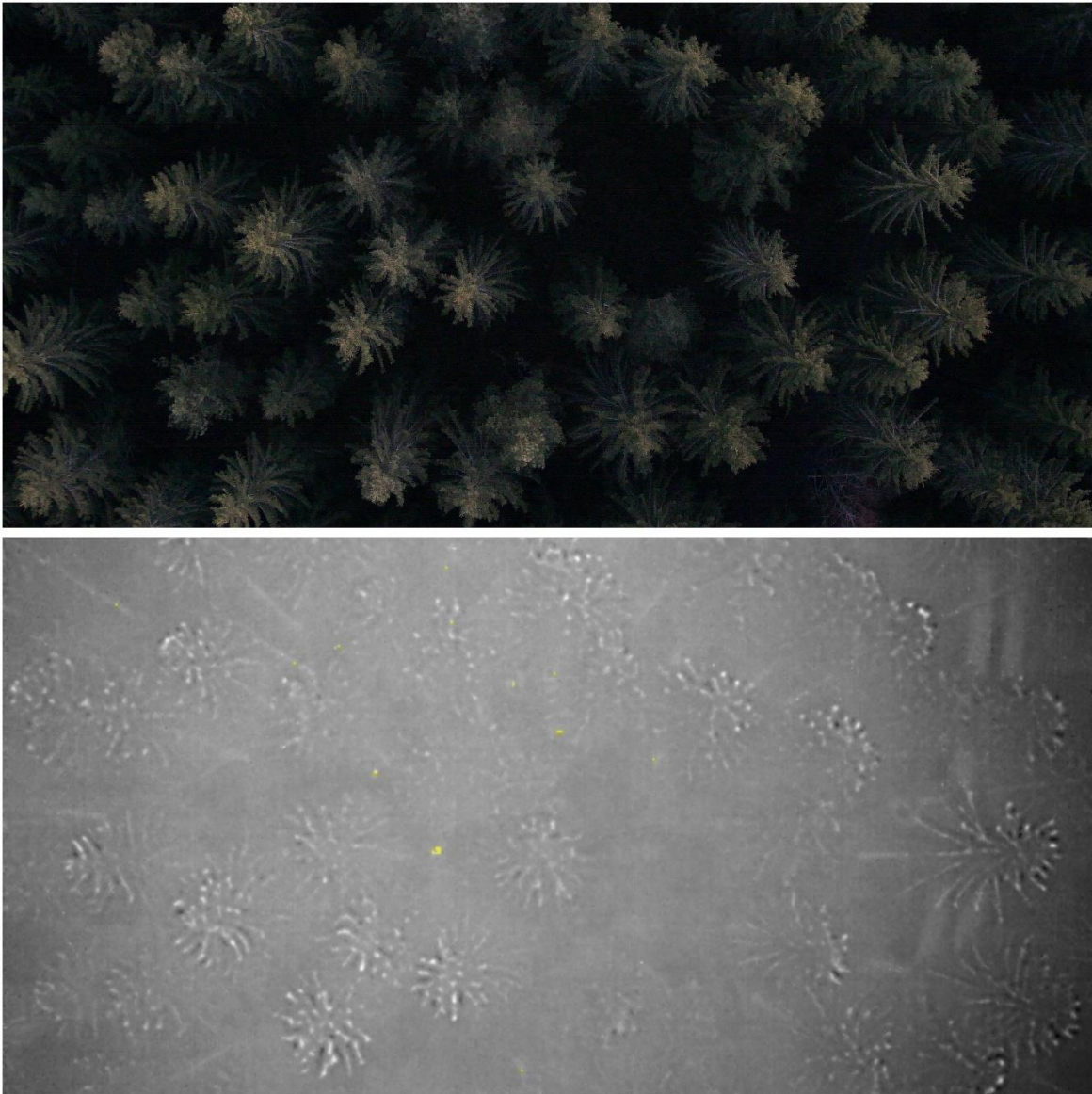


6.5.4 Ongelmat

Suurimmat kuvaukseen liittyvät ongelmat ilmenivät lämpökameralla tehtyjen havaintojen tulkitsemisessa. Rgb-kamera tarvitsee riittävät valo-olosuhteet, jotta kuvaaminen on mahdollista. Myöhäinen kuvausajankohta tuotti ongelmia etenkin havaintojen tekemiseen peitteisessä maastossa. Lämpökameralla kohteet näkyivät hyvin, mutta niiden todentaminen Z30-kameralla oli mahdotonta eri kuvauskulmasta huolimatta. Kuvassa 17.mahdollinen havainto varttuneessa

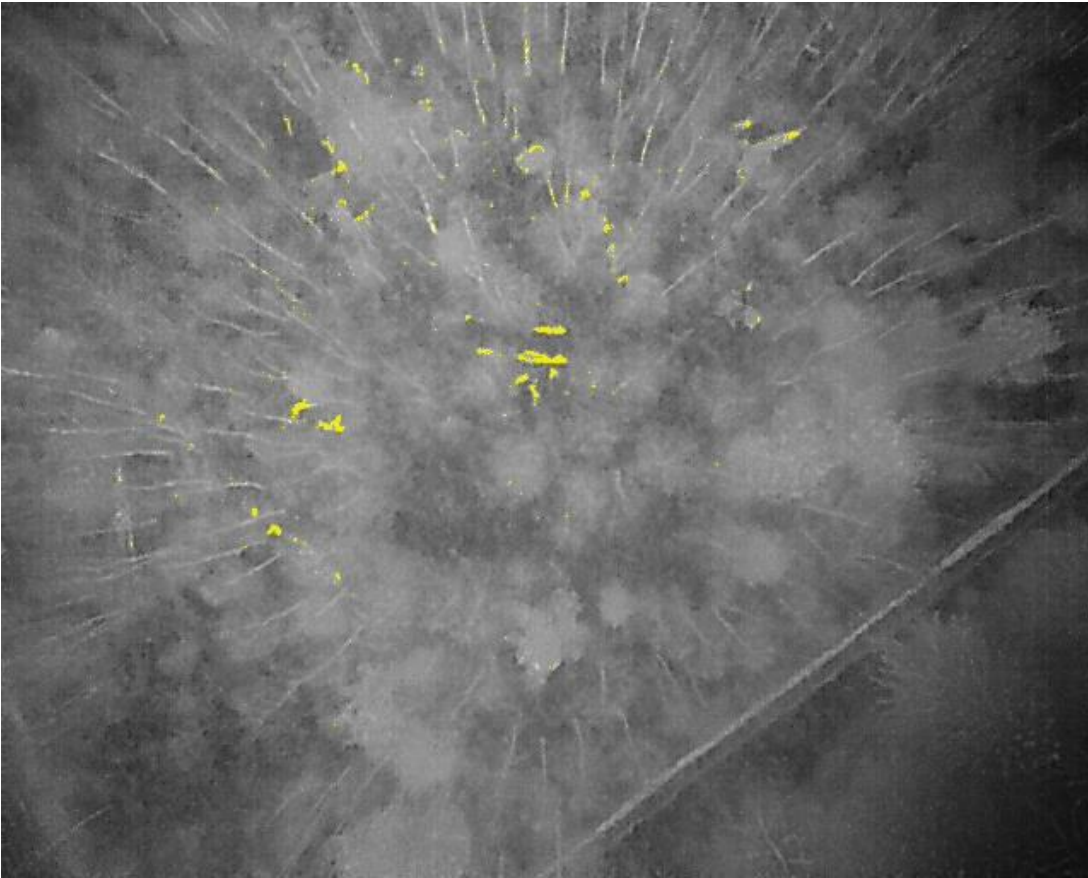
kuusikossa. Kohteen havaitseminen rgb -kuvasta on kuitenkin valo-olosuhteiden ja latvuston peittävyden takia mahdotonta. (kuva17, s. 37)

Kuva 17. Lämpö- ja rpg-kuva varttuneesta kuusimetsiköstä.



Osaksi ongelmia tuotti myös veden aiheuttama heijastus säteily, vaikkakin kuvaus tapahtui pilvisenä aikana. Veden aiheuttama heijastus aiheutti tulkintaongelmia lämpökamera kuvassa. (kuva18, s. 38) Tämänkaltainen heijastus vaikeuttaa varsinaisten kohteiden reaaliaikaista havainnointia lämpökamerakuvasta.

Kuva 18. Veden aiheuttamaa heijastusta lämpökamerakuvassa.



Ongelmaksi muodostui, myös 60 metrin lentokorkeuden aiheuttama lentoajan pidentyminen ja sitä kautta akkukapasiteetin loppuminen. Kaikkien akkujen lataaminen kuluttaa huomattavan paljon aikaa ja lyhyen päivänvalon vuoksi lennot venyivät kahden päivän mittaisiksi. Näin ollen luotettavan tiedon saaminen näinkin pienellä alueella oleilevista metsäkauris ja valkohäntäpeura yksilöistä oli epäluotettavaa.

Huomioitavia asioita lennosta:

- Pienempien hirvieläinten havainnoinnissa on käytettävä matalampaa lentokorkeutta 60—80 m
- Matalampi lentokorkeus lyhentää lentoaikaa ja tämän vuoksi kartoitettavat alueet jäävät turhan pieniksi.
- Iltahämärässä tehtävät lennot lisäävät mahdollisuuksia löytää jo aktivoituneita eläimiä
- Myöhäinen kuvausaika (hämärä) hankaloittaa rgb-kameralla tehtävää havainnointia.
- Matala lentokorkeus saattaa häiritä kuvattavia eläimiä, ja ne pakenevat koneen aiheuttamaa ääntä.

7 Johtopäätökset

Tarkoituksena opinnäytetyössäni oli selvittää rpa-laitteiston käyttömahdollisuuksista pienten hirvieläinten kannanarvioinnissa. Pääosassa tutkimusta selvitin lämpökameran ja zoomauskameran yhdistelmän käytettävyyttä hirvieläinten etsinnässä. Haastateltaessa Riistakeskuksen toimihenkilöitä oli selvää yhtenäisyyttä mielipiteessä, että Etelä-Suomen lumettomat talvet, sekä suuret metsäkauris ja valkohäntäpeurakannat luovat tarvetta uusille kannanarviointimenetelmille. Tutkin käytettävän kaluston soveltuvuutta pientenhirvieläinten kannan arviointiin kolmen kartoituslennon avulla, sekä tein useita pienempiä koelentoja kaluston säädön ja kuvausmenetelmien tutkimiseksi.

Kaikkien kolmen kartoituslennon tuloksena voitiin sanoa, että eläinten havainnointi ja tunnistaminen Xt2 lämpökameran ja Zenmuse Z30-zoomauskameran yhdistelmällä on mahdollista. Kohteet voidaan havaita lämpökameralla reaaliaikaisesti ja tunnistaa kartoituslennon aikana Zenmuse Z30 -zoomauskameralla kohtuullisen vaivattomasti. Z30 -zoomauskameran ominaisuudet riittävät erittäin hyvin tämänkaltaiseen etsintätehtävään, kunhan valo olosuhteet ovat riittävät. Lämpökameralla pystytään tunnistamaan kohteet oikeissa olosuhteissa, sopivassa maastossa ja oikealla kuvaus menetelmällä.

Suurimmiksi ongelmiksi käytännön kannanarviointilentoja tehdessä nousivat dronen akkujen kesto. Kuvattaessa kahdella kameralla nousee kopterin yhteispaino, joka itsessään lisää akkujen kulutusta. Jotta lämpökameralla tehtävä havainnointi olisi luotettavaa on lentokorkeus pidettävä maksimissaan 80 metrissä. Matalan lentokorkeuden ja siitä johtuvan pienemmän kuvauspeiton, johdosta lentoalue kartoituslennossa jää yhdellä akkuparilla pieneksi. Olosuhteista riippuen Käytettävissä olevan 8 akun kapasiteetilla kuvattava alue jää noin 20 hehtaariin, joka itsessään on turhan pieni alue minkäänlaisen hirvieläinkannan arviointiin. Asiaa voidaan edistää useammilla akkupareilla tai auton virtalähteellä tehtävällä lataamisella maastossa. Käytössäni olevilla latureilla 2 akun lataaminen täyteen verkkovirralla vei noin tunnin. Useamman akun yhtäaikainen lataaminen saattoi kestää useitakin tunteja. Käytännössä maastossa tapahtuva lataaminen lisäisi kuvattavan alueen kokoa ja mahdollisuuksia järkevämpien kuvauskokonaisuuksien luontiin. Matalan lentokorkeuden mukanaan tuoma ongelma on myös eläinten häiriintyminen kopterin äänestä, joka aiheuttaa varsinkin kartoituslennolla ongelmia havainnoida kohteita.

Lämpökuvauksen osalta suurimmat ongelmat aiheutuivat lämpökameran tulkitsemisesta. Korkealta kuvattaessa ei lämpökamera tunnista eri lämpöisiä kohteita, vaan heijastusta aiheuttivat mm. paljaat kivet, vesi ja puiden latvukset. Varsinkin vähäinenkin auringonpaiste sotki lämpökamerakuvan totaalisesti. Huolimatta lämpökameratutkimuksestani ja suuresta kameran säätömäärästä en päässyt tutkimuksessani tästä ongelmasta kokonaan eroon. Ongelma olisi poistunut tietysti kuvattaessa yöllä, mutta tällöin eläinten tunnistaminen olisi ollut mahdotonta.

Toinen kannan arviointia vääristävä tekijä on latvuksen peittävyys ja täten kuvattavien kohteiden tunnistus tai ylipäättänsä havainnointi peitteisen latvuserroksen alta. Tähän ongelmaan käytin vaihtoehtoista 45° kuvauskulmaa, joka itsessään auttoi Rpg- kameralla tehtävien havaintojen tekemistä. Tämä seikka on hyvin tärkeä tehtäessä kannan arviointia, koska kohteiden jääminen havaitsematta on erittäin suuri arviointia vääristävä asia.

Voidaanko siis Rpas-laitteistolla ja siihen liitettävillä lämpökamera ja zoomauskameran yhdistelmällä tehdä järkevää kannan arviointia?

Voidaan todeta, että tutkimuksessa käytössä olleella Matrice 210 rtk-dronella ja siihen liitetyillä Xt2-lämpökameralla ja Zenmuse Z30-kameralla tehtävät kannan arviointilennot eivät itsessään pysty olemaan minkään kannan arvioinnin peruspilari. Liian pienet lentoalueet ja liian tarkka olosuhteiden huomioiminen lämpökamerakuvaussessa sekä kuvan epäluotettavuus, eivät pysty kilpailemaan perinteisten kannan arviointimetodien kanssa.

Vaikkakin metsäkauriin ja valkohäntäpeuran elinympäristöt ovat pienemmät kuin hirven ei koneen lentoaika anna vielä luotettavaa kuvaa alueella oleilevista eläin yksilöistä.

Kuvattavasta alueesta riippuen, menetelmää pystytään kuitenkin käyttämään, yhtenä keinona kannanarviointiin. Erityisesti peltosaarekkaiden kuvauksessa manuaalisesti lentämällä menetelmä on varmasti käyttökelpoinen paikallisen metsäkauris ja valkohäntäpeurapopulaation arvioinnin kannalta.

8 Pohdinta

Suunnitellessani opinnäytetyöni aihetta valitsin aihepiirin, joka minua kiinnostaa. On oletettavaa, että tulevaisuudessa Rpas-laitteiston käyttö tulee lisääntymään erilaisissa työtehtävissä ja sen käyttötarkoitukset lisääntyvät. Lämpökameralla varustettuja Rpas- laitteita on käytetty jo pitkään etsintä- ja pelastustehtävissä. Mielenkiintoni heräsi vastaavanlaisen menetelmän käyttämiseen hirvieläinten etsimiseen ja tätä kautta kannan arviointiin. Rpas- laitteistolla tehtävän kannan arvioinnin mahdollisuuksia ei oltu vielä tutkittu. Haastatellessani riista-alan ammattilaisia ilmeni selvä tarve pienten hirvieläinten kannanarvioinnin menetelmien kehittämiseen, tämän takia työtä oli helppo lähteä kehittämään. Onnistuin mielestäni tutkimuksessa opinnäytetyössä kohtalaisesti. Tein erilaisia lentoja, joissa tutkin koneen ja laitteiston suorituskykyä sekä sen, toimivuutta hirvieläinten etsintä tehtävässä. Suoritin kannanarviointi lentoja, joiden tulokset olivat vertailukelpoisia ja toisiaan tukevia. Sain lennoista tuloksia, joiden perusteella pystyin antamaan luotettavan kuvan koneen ja laitteiston soveltuvuudesta kannanarviointiin.

Tutkimuksen luotettavuutta vähentää useiden muuttujien vaikutus kuvaustulokseen. Kuvatessa villieläimiä ei niiden oleskelusta alueella ole varmuutta. Ei voida siis varmuudella sanoa jäikö usealla kartoituslennolla eläimiä havaitsematta, vai eikö niitä vaan yksinkertaisesti ollut kyseisellä alueella. Tutkimusta vääristi myös kuvaus eri alueilla. Tutkimuksen luotettavuutta olisi lisännyt, jos kartoituslennot olisi tehty joka kerta samalla alueella. Tällä keinoin olisi saatu pidemmällä aikajaksolla kuvaa alueella oleilevista hirvieläimistä. Toisaalta tällä keinoin olisin voinut myös jäädä kokonaan ilman hirvieläin havaintoja. Eläinten liikkumisen takia eri paikoissa kuvaaminen ja yksittäiset kartoituslennot eivät siis pysty antamaan minkäänlaista luotettavaa kuvaa alueen hirvieläinkannoista.

Tutkimuksen tarkoituksena oli kuitenkin selvittää kuvauskaluston toimivuus kannanarvioinnissa, ja sen pystyin toteamaan näillä lennoilla järkevästi. Valitettavaa oli, että valkohäntäpeuroista en onnistunut saamaan havaintoja, vaikkakin yritin sijoittaa kuvausalueet eläinten oleskelualueille. Tämä kertoo tutkimuksen vaikeudesta.

Tutkimuksessa perehdyttiin kyseisen kaluston toimivuuteen kannan-arviointitehtävässä ja siinä saatuihin tuloksiin. Käytettäessä toisenlaista konetta esim. hybrididronea (osaksi

polttomoottoritoimista rpas- järjestelmää) voidaan koneen lentoaikaa pidentää ja tämän takia kartoitettavakin alue suurenee. Erilaisella kameratekniikallakin tulokset voisivat olla toisen suuntaisia.

Lämpökameratekniikasta jäi vielä paljon opiskeltavaa. Useiden tuntien lämpökameran säätämisen ja toimintaan perehtyminen ei vielä tuonut täydellistä varmuutta parhaan mahdollisen kuvaustuloksen saamiseksi. Puuttuvat ohjeet hankaloittivat lämpökameran säätämistä ja oli perehdyttävä esisijaisesti ulkomaisiin internetsivuihin riittävän tiedon saamiseksi. Opinnäytetyöni aikana perehdyin rpas-järjestelmiin ja niiden käyttöä säätelevään lakiin. Perehdyin myös lämpökameratekniikkaan ja sain mittavan kokemuspohjan rpas-järjestelmän käytöstä, sekä sillä suoritettavista lentotehtävistä. Tulevaisuudessa rpas-järjestelmät tulevat olemaan isommassa osassa yhtenä metsäinsinööri työvälineistä. Ja opinnäytetyön takia uskon minulla olevan suuremmat valmiudet käyttää rpas-laitteita ja suoriutua niiden avulla eri työtehtävistä.

9 Käytettävyys ja tulevaisuus

Pohdittavaa on myös olisiko vastaavanlaisesta kannan arviointitoiminnassa mahdollisuuksia dronepalveluyrittäjän kannalta. Ongelmaksi muodostuisi ehkä alttius olosuhteille ja toiminnan pienialaisuus. Edes metsästysseurakokoisille kuvausalueille ei päästä järkevästi. Pienissäkin kuvausalueissa kustannukset nousevat korkealle. Nykypäivän seuratoiminnassa ei olla kovinkaan valmiita maksamaan tämänkaltaisesta toiminnasta. Hirvieläinten kannan arviointi on kuitenkin vielä hyvin pitkälle seurue toimintaa ja tehdään riistakolmioilla, sekä muilla keinoin talkoo työllä. Tämänkaltaisen lentämisen kustannukset nousevat saatuun tulokseen nähden huomattavan suuriksi, joten en usko, että kannan arviointiin tullaan vielä lähivuosina käyttämään kyseistä menetelmää edes pieni alaisesti.

Nykypäivänä suuri kehityksen aihe on konenäkö. Erilaiset konenäöt, jotka pystyvät havaitsemaan opetetusti eri muotoja. Akkutekniikan kehittyessä suuremmat lentoalueet mahdollistaisivat isompia kartoitusalueita. Ohjattu konenäköohjelmisto pystyisi poimimaan eläimen muotoiset kohteet jälkikäteen lämpökamerakuvasta ja lämpökameran reaaliaikainen seuraaminen poistuisi.

Tulevaisuudessa tämän kaltaiset ohjelmistot voisivat viedä kannanarviointia rpa-laitteistolla eteenpäin. Menetelmällä on siis mahdollisuuksia. Tulevaisuudessa akkutekniikan, koneiden suorituskyvyn ja konenäön kehittyessä menetelmä voi nousta hyvinkin käyttökelpoiseksi vaihtoehdoksi kannan arvioinnissa.

Aiheessa on varmasti vielä paljon lisätutkittavaa esimerkiksi käytettäessä eri laitteistoa ja menetelmiä. Tätä työtä voidaan käyttää ohjeena tai suunniteltaessa vastaavanlaisia etsintätehtäviä vastaavalla kalustolla.

Lähteet

Droneinfo (n.d.). *Eu-dronelainsäädäntö*. Haettu 2.12.2020 osoitteesta

https://www.droneinfo.fi/fi/eu_dronesaanot

Hakolahti. E. (2011). *Lämpökameran kehitys ja käyttö*

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/36505/Lampokameran_kehitys_ja_kaytto.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Infradex. (n.d.). *lämpökuvauksen teoria*. haettu 25.11.2020 osoitteesta

<https://www.infradex.com/lamposateily-ja-lampokamera/>

Kananen, J. (2007). *miehittämättömät ilma-alukset, niiden kehitys ja käyttö*(pro gradu -tutkielma, Maanpuolustuskorkeakoulu).

<https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/74197/SM307.pdf?sequence=1>

Laine, E. J. (2017). *Valkohäntäpeuran Biologia ja kannan hoito*.Haettu 29.11.2020 ositteesta

<https://riista.fi/blogi/valkohantapeuran-biologia-ja-kannanhoito/>

Leskinen, T. (2020). *MTK.fi*. Haettu 15.11.2020 osoitteesta

MTK.fi: <https://www.mtk.fi/-/milloin-alkaa-valkoh%C3%A4nt%C3%A4peuran-kannan-leikkaus->

Luonnonvarakeskus. (2020). *Luonnonvarakeskus aloittaa hirvien lentolaskennat Pohjois-*

Suomessa.haettu 2.11.2020 osoitteesta: <https://www.luke.fi/uutinen/luonnonvarakeskus-aloittaa-hirvien-lentolaskennat-pohjois-suomessa/>

Muuttola, M. (2020). Etelä-Hämeen Riistasuunnittelija. (Haastattelu 1.5.2020)

Pusenius, T. K. (2020). *Valkohäntäpeurakanta 2019-2020*. Luonnonvarakeskus. haettu 20.10.2020 osoitteesta http://wordpress1.luke.fi/riistahavainnot-hirvielaimet/wp-content/uploads/sites/5/2020/03/Valkoh%C3%A4nt%C3%A4peurakanta_talvella_2019_2020.pdf

Riistakolmio.fi. (n.d.) *Metsäkaurishaettu*. 20.10.2020 osoitteesta .

<https://www.riistakolmiot.fi/animal/metsakauris-capreolus-capreolus/>

Traficom (2019). *Ops m1-32 ilmailumääräys*. Liikenteen turvallisuusvirasto. Haettu 2.10.2020

osoitteesta:https://arkisto.trafi.fi/filebank/a/1543326521/514c2766eb6f8413b2b0d71032cb4337/32598-OPS_M1-32_2018_fi.pdf