

**This is a self-archived version of an original article. This version may differ from the original in pagination and typographic details.**

**Author(s):** Appelgren, Iita; Ludwig, Gilbert; Haapala, Hannu

**Title:** Dronella kuvattujen RGB- ja NDVI-karttatasojen vertailu viljakasvuston kehityksen seurannan kannalta

**Year:** 2024

**Licence:** CC BY 4.0

**License url:** [Deed - Attribution 4.0 International - Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

**Please cite the original version:**

Appelgren, I.; Ludwig, G. & Haapala, H. (2024). Dronella kuvattujen RGB- ja NDVI-karttatasojen vertailu viljakasvuston kehityksen seurannan kannalta. *Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote* 42. <https://journal.fi/smst/article/view/143687>

DOI: 10.33354/smst.143687

# Dronella kuvattujen RGB- ja NDVI-karttatasojen vertailu viljakasvuston kehityksen seurannan kannalta

Iita Appelgren, Gilbert Ludwig ja Hannu Haapala

Jyväskylän ammattikorkeakoulu (Jamk)

e-mail: iita.appelgren@jamk.fi

Älymaatila-hankkeessa (2021–2023) kuvattiin kahden kasvukauden (2022 ja 2023) ajan dronella hankkeen koe-lohkoja. Havainnointikohteena oli kaksi peltolohkoa, molempina kasvukausina lohkoilla viljeltiin ohraa. Lohkot kuvattiin kasvukausien ajan kerran viikossa eBeex-dronella. Kuvantamiseen hyödynnettiin kahta hyötykuormaa, Duet T-kameraa RGB-karttatasoja varten ja MicaSense RedEdge MX- multispektrikameraa NDVI-karttatasoja varten. Multispektrikamera kuvaa viideltä aallonpituuskaistalta ja kuvan resoluutio on 1280 x 960 px, Duet T on RGB- ja Thermal-yhdistelmäkamera, jossa RGB-kuvien resoluutio on 5472 x 3,48 px. Lennätykseen käytettiin eMotion-ohjelmaa, jossa dronelle määritellään lentosuunnitelma. Käytetyssä lentosuunnitelmassa lentokorkeus sekä kuvien päällekkäisyysprosentti on pidetty samana kasvukauden ajan, jotta kerätty data olisi mahdollisimman samantyyppistä ja keskenään vertailukelpoista. Datan vertailukelpoisuutta pyrittiin lisäämään myös lentoajankohdan vakioimisella. Karttatasojen luominen tehtiin lentojen jälkeen Pix4D Mapper- ja Pix4D Fields-ohjelmilla. Dronella kuvatut kuvat vietiin ohjelmistoon, joka loi karttatason kuviin liitettyjen sijaintitietojen avulla. RGB-karttatasojen luomiseen käytettiin Pix4D Mapper-ohjelmistoa ja NDVI-karttatasojen luomiseen Pix4D Fields-ohjelmistoa. Tutkimuksessa vertaillaan RGB- ja NDVI-karttatasojen vahvuuksia ja heikkouksia viljakasvuston kehityksen seurannan kannalta sekä pohditaan missä kasvukauden vaiheessa eri kuvausmenetelmillä saadaan paras hyöty. Kuvantamismenetelmät tuovat erilaisia näkökulmia kasvuston tarkkailuun, NDVI-kuvilla pystytään havainnoimaan kasvuston terveyttä sekä mahdollisia stressitiloja, RGB-kuvat tarjoavat visuaalisen käsityksen viljakasvustosta, joka on ihmisenkin tulkittavissa. RGB-karttatasoista voidaan havaita paremmin rikkakasvialueita, mahdollisia kylvövirheitä sekä lakoontumista. NDVI-karttatasoista ei pystytä erottelamaan mistä lehtivihreä tulee, tällöin esimerkiksi rikkakasvit voivat luoda virheellisen kuvan kasvuston tilanteesta, jolloin NDVI-karttatason tueksi voidaan tarvita RGB-kuvia tai havaintoja pellolta. Drone datan paikkansapitävyyttä varmistettiin manuaalisesti tehdyillä kasvustohavainnoilla. Havaintopisteitä lohkoilla oli yhteensä 12 kohdassa, jokaiselta pisteeltä laskettiin orastiheyttä sekä havainnoitiin kasvuston korkeutta, versojen määrää ja kasvuastetta. Kasvustohavaintoja tehtiin kahdesti viikossa kasvukauden loppupuolelle saakka, jonka jälkeen havainnointi kertoja tehtiin kerran viikossa. Viljan kypsymisvaiheessa muutokset kasvustossa eivät ole enää yhtä suuria kuin kasvukauden alussa, jolloin tiheään tehdyt kasvustohavainnot eivät ole tarpeellisia.

*Avainsanat:* drone, kuvantaminen, älymaatalous

## Johdanto

Dronen avulla pystytään kartoittamaan suuria aloja, joka mahdollistaa tehokkaamman kasvuston havainnoinnin. uuren alueen kuvauksen ansiosta koko peltoa ei tarvitse kävellä läpi vaan pystytään tekemään havaintoja kasvuston tilasta ilmasta käsin. Dronejen hyödyntäminen maataloudessa on vielä alkutekijöissä, tutkimuksen tavoitteena oli löytää uusia hyödyntämiskohteita droneille ja tehostaa peltolohkojen havainnointia.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan ndvi- ja rgb-karttatasoja viljan kehityksen seurannan kannalta. Tutkimuksella haluttiin selvittää ovatko karttatasot hyödynnettävissä viljakasvuston kehityksen seurannassa sekä selvittää millaisia eroja karttatasoilla on seurannan kannalta.

Peltojen kuvaus tehtiin Älymaatila-hankkeen aikana. Kuvauksen kohteena oli kaksi hankkeen käytössä olevaa testipeltolohkoa. Kuvauksia toteutettiin kahden kasvukauden ajan (2022 ja 2023), tässä tutkimuksessa tarkastellaan 2023 kasvukauden tuotoksia.

## Materiaali ja menetelmät

Testipeltoja kuvattiin koko kasvukauden ajan käyttäen senseflyn ebeeX kiinteäsiipistä dronea. Kuvauksissa käytettiin kahta kamerakuormaa, duet t -yhdistelmäkameraa sekä micasense rededge mx- multispektrikameraa. Duet t-kameralla käytettiin 90% peittoa etenemissuunnassa, 85% peittoa sivuttaissuunnassa. Rededge mx-kameralla käytettiin 75% peittoa etenemis- ja sivuttaissuunnassa. Duet t-kameran resoluutio lennoilla oli 2.60 px/cm, rededge-kameralla resoluutio oli 7.80 px/cm.

Lento-ohjelmalla käytettiin emotion-ohjelmaa. Lentokorkeus oli 115 m, joka määräytyy ohjelmaan viedyn korkeusdatan avulla. Kasvukauden ajan käytettiin samaa lentosuunnitelmaa. Jokaisen lennon yhteydessä rededge mx-kameralla tehtiin kalibrointi heijastelevyn ja emotion-ohjelman avulla.

Kuvaukset toistettiin viikoittain, kasvukauden alussa kuvaukset toistettiin kahdesti viikossa kasvuston nopean kasvun vuoksi, kasvun hidastuessa siirryttiin kuvaamaan peltoja kerran viikossa. Kuvaukset aloitettiin keväällä heti kylvöjen jälkeen ja niitä jatkettiin puintiin saakka. Lennot pyrittiin tekemään aamulla, sillä aiemmin havaittiin korkeiden lämpötilojen aiheuttavan ylikuumentumista kameroille. Kuvasajankohta pyrittiin pitämään koko kasvukauden ajan samana, jotta lennot olisivat vertailukelpoisempia keskenään.

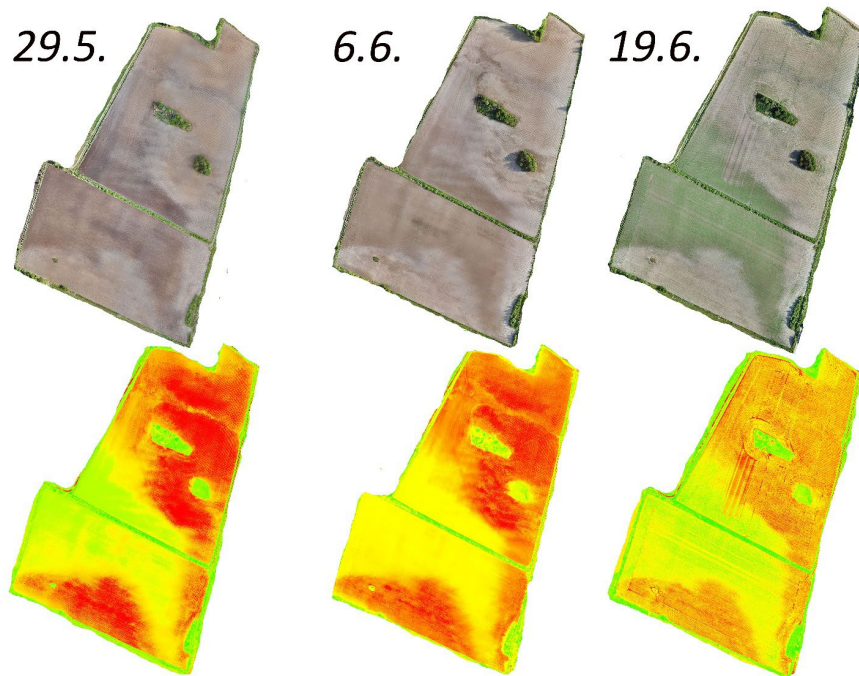
Karttatasojen luomiseen käytettiin pix4d mapper- ja pix4d fields-ohjelmia. Rgb-karttatasojen luomiseen käytettiin pix4d mapper-ohjelmistoa. Kuvien käsittelyyn käytettiin ag rgb-mallia, joka on optimoitu käytettäväksi maatalousmaita kuvatessa. Ohjelmistoon tuodaan kuvat sekä niihin liitetty sijaintitieto. Käsittelyn alkuvaiheessa ohjelmisto sulkee pois huonolaatuiset ja sijaintitiedottomat kuvat. Ndvi-karttatasojen luomiseen käytettiin pix4d fields-ohjelmistoa. Ohjelmistossa käsittely tavaksi valittiin tarkka käsittely, joka luo tarkan mosaiikin ja yksityiskohtaisen korkeusmallin ja on ihanteellinen mittauksiin, koealoille ja korkeusanalyysiin. Molemmat ohjelmistot tuottavat ortomosaiikit, pix4d fields-ohjelmistossa ortomosaiikin päälle luodaan indeksitaso. Pix4d fields-ohjelmisto luo jokaiselle lennolle oman skaalan indeksille, joten lentokertojen väliset indeksikarttatasot eivät ole suoraan verrattavissa keskenään.

Peltolohkoilla tehtiin kasvukauden ajan kasvustohavaintoja kahdellatoista havainnointipisteellä. Kasvuhavaintoja tehtiin kahdesti viikossa viljan kypsyäsvaiheeseen saakka, jonka jälkeen havainnointiväli muutettiin kerta viikkoon, sillä kasvustossa ei tapahtunut enää suuria muutoksia. Jokaisella havainnointipisteellä laskettiin oraiden ja sivuversojen määrää, mitattiin kasvuston korkeutta, havainnoitiin kasvuastetta sekä kirjattiin ylös mahdolliset muut havainnot kuten rikkakasvit ja kasvitaudit.

Jokaiselta lennolta tehtyjä karttatasoja tarkasteltiin silmämääräisesti ja kirjattiin kaikki niistä tehdyt havainnot ylös, karttatasoja verrattiin toisiinsa, jotta nähtiin onko molemmissa karttatasoissa havaittavissa samat asiat. Havaintoja verrattiin tehtyihin kasvustohavaintoihin, jolloin pystyttiin todentamaan mikä tilanne pellolla todellisuudessa on. Myös kasvustohavainnoissa tehtyjä havaintoja pyrittiin löytämään karttatasoista, kuten rikkakasveja sekä selvitetiin, kuinka tarkasti viljan kehitystasetta on mahdollista havainnoida.

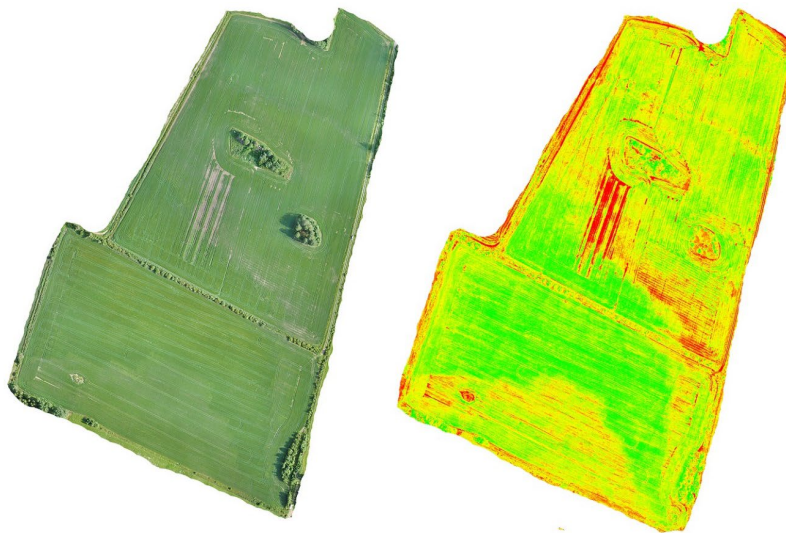
## Tulokset

Ensimmäisellä kuvauskerralla (29.5.) (Kuva 1) ndvi-karttatasossa on havaittavissa vihertävyyttä eloperäisellä alueella, joka viittaisi orastumiseen. Rgb-karttatasossa ei ole havaittavissa orastumista, kuitenkin alueella kuljettaessa kuvauksen ajankohtana on jo havaittu orastumista. Seuraavalla kuvauskerralla (6.6.) orastuminen on jo havaittavissa rgb-karttatasossakin, ndvi-karttatasossa eloperäisellä alueella ei enää havaita vihertävyyttä, joka mahdollisesti selittyy lentojen välisillä skaalaus eroilla. 19.6. orastuminen eloperäisellä alueella on molemmissa karttatasoissa hyvin selkeää sekä rgb-karttatasossa orastumista pystytään havaitsemaan kivennäisperäisilläkin alueilla.



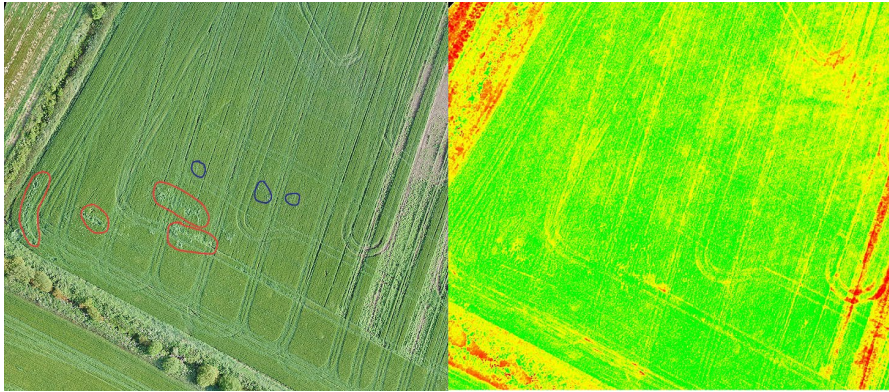
Kuva 1. Orastumisen kehittyminen

26.7. kuvatussa rgb-karttatasossa (Kuva 2) on havaittavissa kasvuston kellastumista, karttatasosta pystytään tunnistamaan, että viljakasvusto on alkanut kypsyymään. Ndvi-karttatasoissa on havaittavissa samat kellastuneet alueet, kuitenkin indeksikarttataso perusteella ei pystytä toteamaan mistä värierot johtuvat. Samassa rgb-karttatasossa (kuvio 3) on myös havaittavissa poikkeavia alueita kasvustossa (ympyröity sinisellä), kuvista pystytään havaitsemaan kasvuston olevan muuta kuin viljakasvustoa. Kuvista ei kuitenkaan pystytä tunnistamaan alueella kasvavaa rikkakasvia, kuitenkin kasvustohavaintojen avulla rikkakasvin tiedetään olevan juolavehnää. Ndvi-karttatasossa samoja poikkeavia alueita ei pystytä havaitsemaan.

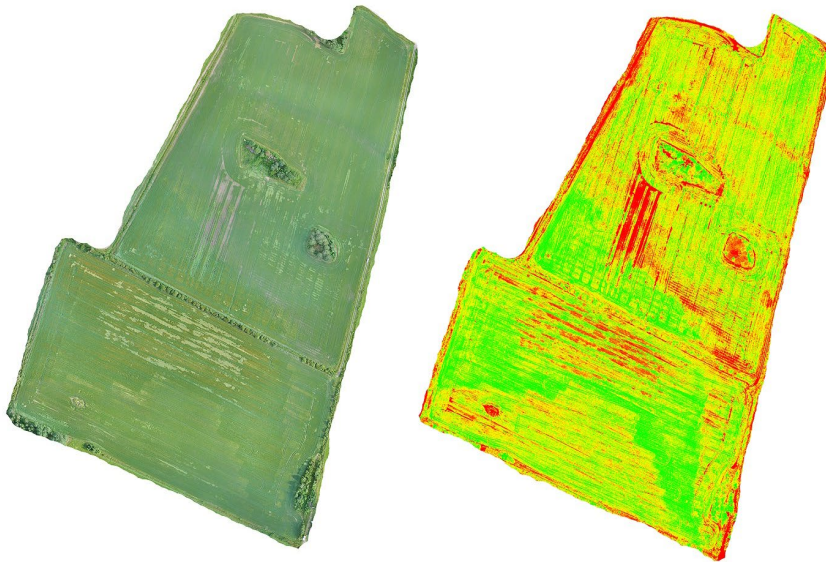


Kuva 2. Kypsymisen havainnointi, kuvattu 26.7.

26.7. karttatasoissa (Kuva 3) on ensimmäisen kerran havaittavissa lakoontuneita alueita (ympyröity punaisella). 1.8. karttasoista (Kuva 4) lakoontuminen on havaittavissa selkeästi. Ndvi-karttatasojen perusteella ei pystytä tunnistamaan punertavia alueita lakoontuneiksi, rgb-karttatasoista on selvästi nähtävissä näiden alueiden olevan lakoontuneita.

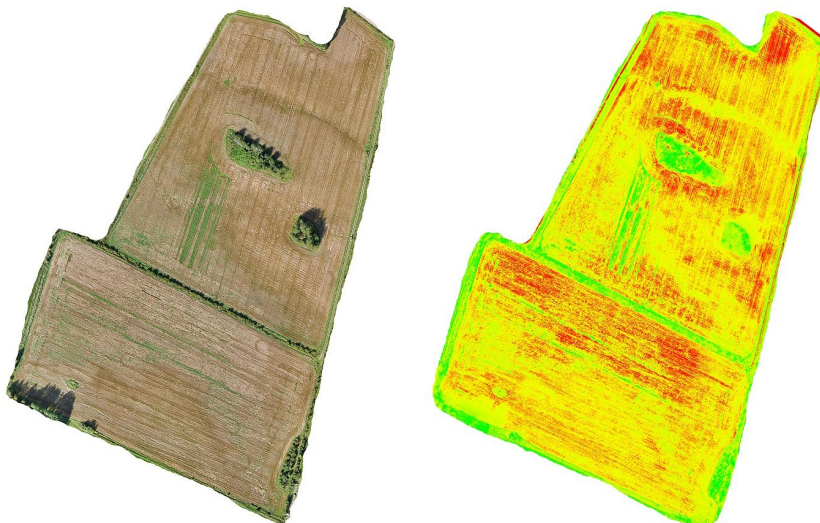


Kuva 3. Rikkakasvien ja lakoontumisen havaitseminen, kuvattu 26.7.



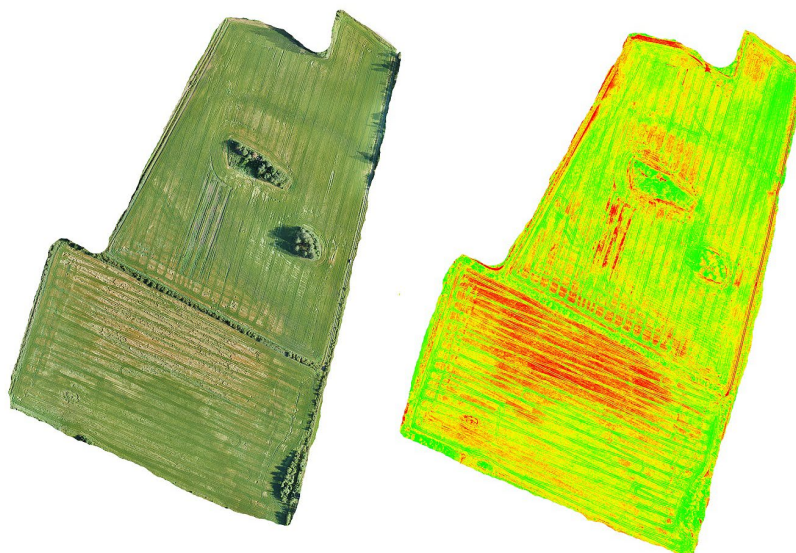
Kuva 4. Lakoontuneiden alueiden tunnistaminen, kuvattu 1.8.

Kasvuston ylituleentuneet alueet ovat selkeästi havaittavissa molemmissa karttatasoissa (Kuva 5) kuitenkin ndvi-karttatasoista ei pystytä toteamaan mistä punertavat sävyt johtuvat, RGB-karttatasosta on selkeästi havaittavissa näiden alueiden kasvuston harmahtavampi sävy.



Kuva 5. Ylituleentumisen havaitseminen, kuvattu 8.9.

Kasvukauden mittaan suurin kylvövirhe sekä muutamat pienemmätkin kylvövirheet ovat selkeästi havaittavissa molemmissa karttatasoissa. Kasvukauden loppupuolella (Kuva 6) ennen kasvuston kypsymistä, kuitenkin kylvövirhe alkaa sekoittumaan muuhun kasvustoon ndvi-karttatasoissa, sillä alueet alkavat täyttymään rikkakasveilla. Rgb-karttatasoissa on kuitenkin selkeästi havaittavissa uuden kasvuston olevan rikkakasveja. Viljakasvuston kypsymistä (Kuva 5) kylvövirheet erottuvat taas jälleen selkeästi muusta kasvustosta.



Kuva 6. Lakoontuminen ja kylvövirheen erottuminen, kuvattu 9.8.

## Tulosten tarkastelu

Kuvista ei pystytä tarkasti seuraamaan kasvuston kehittymistä esimerkiksi kasvuasteiden tasolla. Karkealla tasolla on kuitenkin havaittavissa kasvuston kehityksen vaiheita, sillä orastuminen, kypsyminen ja ylituleentuminen ovat havaittavissa kuvista. Karttatasoista tehtyjen havaintojen tueksi tarvittiin kuitenkin kasvustohavaintoja todentamaan karttatasoista tehtyjen havaintojen todenmukaisuutta.

Ndvi-karttatasojen hyödyntäminen kasvuston seurannassa tuottaa haasteita indeksin skaalaus erojen takia, indeksin avulla saadaan sen hetkisestä kasvuston tilasta tietoa, mutta pitkäaikaisessa seurannassa indeksien vertailu kuvauskertojen välillä on haasteellista. Campbell ja Randolph (2011) toteavat selvityksessään kasvillisuusindeksien olevan herkkiä ulkopuolisille tekijöille, kuten ilmakehän vaikutuksiin. Ilmakehän muutokset kuvauskertojen välillä voivat vaikuttaa indeksin arvoihin, jolloin indeksien arvot eivät välttämättä ole vertailukelpoisia eri kuvauskertojen välillä.

Karttatasoista pystytään havaitsemaan isoimpia muutoksia ja poikkeamia, kuitenkin johtopäätöksiä kasvuston tilasta on vaikea tehdä pelkästään karttatasojen perusteella, kasvustohavainnoilla saadaan vahvistusta tehtyihin havaintoihin.

Kuten aiemmissakin selvityksissä (Campbell ja Randolph 2011) on havaittu, pelkkien karttatasojen perusteella tehtyjen havaintojen pohjalta on vaikea tehdä johtopäätöksiä kasvustosta. Indeksien havaitsema heijastus saattaa johtua esimerkiksi rikkakasveista eikä kuvasta runsasta viljakasvustoa, tällöin karttatasojen tukena tarvitaan muitakin havaintoja kasvustosta, jotta pystytään tekemään tarkempia tulkintoja kasvuston tilasta.

## Johtopäätökset

Tulosten perusteella dronella on haasteellista tehdä tarkkaa kasvuston kehityksen seurantaa, kasvuaste tasoinen seuranta ei onnistu ollenkaan, se vaatisi huomattavasti alhaisempaa lentokorkeutta. Käytössä olleella laitteistolla ja kyseisellä kohteella lentokorkeuden alentaminen ei kuitenkaan ole mahdollista. Kiinteäsiipinen drone vaatii paljon kääntymistilaa, joka kuvatulla kohteella vaatii korkeaa lentokorkeutta pellolla ja sen ympärillä olevan puuston takia.

Karttatasojen yhteiskäytöllä saadaan irti suurempi hyöty havainnoinnin kannalta. Ndvi tuo arvokasta tietoa kasvuston kunnosta, mutta sen avulla ei pystytä havaitsemaan kaikkia asioita tai tunnistamaan mistä tehdystä havainnosta on kyse. Rgb-karttatason avulla pystytään tunnistamaan monia muutoksia ja epäkohtia kasvustossa.

Karttatasojen avulla pystytään havaitsemaan kuitenkin isoimpia muutoksia sekä epäkohdat kuten kylvövirheet, jotka erottuvat karttatasoista selkeästi. Käytännössä karttatasoja voisi hyödyntää karkeaan kasvustojen havainnointiin, jolloin pystyttäisiin välttämään kasvustossa jalan kulkemista. Vaikkei kaikkia muutoksia tai epäkohtia pystytä tunnistamaan pelkästään karttatasojen avulla, voidaan niiden perusteella havaita tarkasti alueet, jotka mahdollisesti olisivat tarpeellista tarkistaa. Karttatasojen avulla olisi mahdollista tehostaa kasvuston havainnointia.

### Kiitokset

Suuret kiitokset koko tutkimustiimille sekä Pohjoisen Keski-Suomen ammattiopistolle hyvin sujuneesta yhteistyöstä.

### Kirjallisuusviitteet

Campbell, J. & Randolph, W. 2011. Introduction to Remote Sensing, Fifth Edition. USA, New York: The Guilford Press.