

Opiskelijaprojektien yhteenveto:

HAMKin metsätalouden opiskelijat tekivät osana paikkatiedon tuottaminen ja hallinta moduulia projektitoita. Hankkeelta tuli projektiaiheet ja ohjausta projekteissa. Projektiaiheet muokkautuivat hieman projekteja tekemässä olleiden ryhmien osaamisen ja kiinnostuksen mukaisesti. Kaksi projektia yhdistettiin, koska niiden tavoite kytkeytyi hyvin tiiviisti yhteen. Seuraavassa kooste projektien tuloksista sekä ohjaavan opettajan näkemykset kyseisiin aiheisiin.

1. Dronekaluston ja asetusten vertailu ilmakuvissa

Projektissa tavoitteena oli vertailla yleisesti käytössä olevia droneja ilmakuvan tuottamisessa sekä vertailla miten eri kuvausasetukset vaikuttavat ilmakuvien laatuun ja työn tuottavuuteen. Työhön valittiin vertailtaviksi Dji Mini2, Dji Mavic 2 Pro sekä DJI Mavic3 Multispectral. Mini on edullisin ja pienin yleisesti käytettävissä olevista laitteista. Kyseisestä laitteesta on markkinoilla uudempi versio, mutta se ei vielä testausajankohtana ollut yhteensopiva kartoitusohjelmien kanssa. Mavic 2 Pro on paljon käytetty kompakti ja hyväksi havaittu laite ja Mavic3 Multispectral on tällä hetkellä valmistajan laadukkain kartoituskäyttöön tarjoama pienikokoinen drone. Laitetta käytettiin vain RGB-eli normaalin kameran osalta tässä testissä ja siten tulokset ovatkin vertailukelpoisia DJI Mavic 3 Enterprise mallin kanssa. Enterprise malli on edullisempi ja metsän kuvaukseen hyvin soveltuva. Verrokkilaitteena tutkimuksessa käytettiin huomattavasti kalliimpaa Dji Matrice 210 RTK -laitetta ja DJI X5s -kameraa, joka tuottaa laadukasta lopputulosta, mutta hinnan ja koon puolesta ei ole käyttökelpoinen laite metsäammattilaisen työvälineeksi.

Laitteiden välisen testin osalta tulokset asettuivat hyvin pitkälti odotetun mukaiseen järjestykseen. Kuitenkin testit osoittivat, että halvalla DJI Mini2 -dronella pystytään tuottamaan metsätalouskäyttöön soveltuvaa ajantasaisista ilmakuvaa siinä missä kalliimmallakin dronella. Ero Dji Mavic 2 Pro -dronen ei ollut kovin suuri ja osittain tätä varmasti selittää se, että Mavic 2 Pro -drone on hieman vanhempaa tekniikkaa. Dji Mavic3 M -dronella saadaan vertailuista laitteista parasta laatua ja sillä pystyy myös lentämään nopeammin kuin kahdella muulla, tuloksen siitä paljoo kärsimättä. Laitteella saa myös kartoitettua huomattavan paljon suuremman alueen kerralla, johtuen pidemmästä lentoajasta sekä laadukkaammasta kamerasta. Dji Mavic 3 Enterprise mallia voi siis hyvin suositella metsän kartoituskäyttöön. Mini 2 ja Mavic 2 Pro -laitteista on kuitenkin markkinoilla uudemmat 3-versiot. Näiden kuvanlaatu on teknisten tietojen mukaan edeltäjiään parempi ja lentoajat pidempiä. Näiden voidaan olettaa soveltuvan hyvin myös metsän kartoittamiseen. Testihetkellä kyseiset laitteet eivät vielä olleet yhteensopivia kartoitusohjelmien kanssa, mutta puute tulee käytettävissä olevien tietojen mukaan korjaantumaan lähiaikoina.

Testin epävarmuustekijöinä tulee kuitenkin huomioida seuraavaa. Lennot tehtiin erittäin hyvissä valaistusolosuhteissa, joten pilvisenä päivänä tai muuten heikommassa valaistusolosuhteissa laadukkaammalla kameralla varustetut kalliimmat dronet todennäköisesti tuottavat parempaa laatua, kun edullisin Dji Mini2. Aineiston analyysi tehtiin WebODM -ohjelmistolla. Ohjelmiston optimointi käytetylle tietokoneelle ei ollut aivan kohdallaan, joten ohjelma muokkasi käytettyjen kuvien kokoa. Tämä saattoi vaikuttaa suurempia kuvia tuottavien kameroiden tuloksiin negatiivisesti. Toisaalta tilanne kertoo myös siitä, että perustason konetta käytettäessä laskentateho saattaa koneesta loppua kesken, jolloin lopputuotteen laatu laskee jonkin verran.

Asetusten vertailun osalta keskityttiin urakka- ja laatuasetusten vertailuun. Urakka-asetuksissa priorisoitiin nopeaa aineiston keräämistä ja laatuasetuksissa pyrittiin nopeuden kustannuksella parantamaan laatua. Lentonopeuden nosto nopeudesta 5 m/s nopeuteen 8 m/s heikensi laatua, mutta aineisto oli vielä käyttökelpoista. Vaikutus oli pienempi Dji Mavic 3 M -laitteen kohdalla, kuten laitteen ominaisuuksien puolesta voitiin myös olettaa. Lentonopeutta tulee siis sovittaa laitteen ja vallitsevien valaistusolosuhteiden

mukaan ja tämä vaatii käyttäjältä kokemusta ja ymmärrystä vallitsevien sääolosuhteiden vaikutuksesta lopputulokseen. Lentonopeutta 5 m/s voidaan kuitenkin pitää hyvänä lähtöarvona nopeudelle. Alhaisemmalla lentokorkeudella haettiin eroja aineiston tarkkuuksissa ja oletuksen mukaan matalalta kuvattuna tulee tarkempaa aineistoa. Kuitenkin normaalissa tilanteessa sääntöjen mukaisesta 120 m lentokorkeudesta saadaan käyttökelpoista ilmakuvaa. Lentokorkeutta 120 m voidaankin suositella käytettäväksi normaalissa metsän kuvauksessa. Korkeusmallin luomisessa yleinen perussääntö on, että lentokorkeuden tulisi olla kolminkertainen kuvattavien kohteiden korkeuteen. 80m metriä pääsee juuri ja juuri tähän, mutta tehdyn testin perusteella luotu DSM eli digitaalinen pintamalli on laadukkaampi 120m korkeudesta lennettäessä. Varmaa johtopäätöstä lentokorkeuden vaikutuksesta laatuun ei ole, mutta testin perusteella korkeammalta lentäminen tuottaa paremman aineiston. Testissä vertailtiin samalla nopeuden ja korkeuden muutosta. Tutkimusasetelma hieman vaikeutti syy-seuraussuhteiden analysointia. Myös Mavic 2 Pro -laitteen kuvien ylivalotus vaikeutti laadun vertailua. Lisää tutkimista latteiden ja asetusten välillä tarvittaisiin, jotta voitaisiin varmistua mitkä asiat vaikuttavat oleellisesti laatuun ja millaista laitetta mihinkin käyttötarkoitukseen voidaan suositella.

Projektityö löytyy liitteenä sekä osoitteesta

<https://storymaps.arcgis.com/stories/c5238e891bde40ae8855204ae96b3ca6/print>

2. Dronella tuotetun aineiston sijaintitarkkuus

Projektissa vertailtiin kolmen eri dronen avulla laadittujen ilmakuvien sijaintitarkkuutta. Tavoitteena oli selvittää, kuinka käyttökelpoista aineisto on metsäalan käyttökohteisiin. Dronen ottamaan kuvaan tallentuu sijainti ja ilmakuvan tuottamisprosessissa tätä sijaintia käytetään hyväksi. Tuotetun aineiston sijaintitarkkuus ei määrity pelkästään kuvien koordinaattien perusteella, mutta niillä on suuri vaikutus lopputulokseen. Ilmakuvan sijaintitarkkuuden parantamiseksi käytetään yleisesti maastoon paikannettavia tukipisteitä eli ground control pointteja (GCP), jotka signaloidaan kuvaushetken ajaksi. Nämä tarkkaan paikannetut pisteet sitovat tuotettavan ilmakuvan käytettävään koordinaatistoon. Metsäalan käyttötapauksissa tukipisteiden käyttäminen ei kuitenkaan ole mielekäästä sen vaatiman ajan, kalliin kaluston ja kulkemisen vuoksi, joten kuvan tuottaminen tehdään ilman tukipisteitä.

Tutkimuksessa vertailtiin DJI Mini2, DJI Mavic 2 Pro ja DJI Matrice 210 RTK -laitteiden tuottamien ilmakuvien tarkkuutta. Maaston mitattiin Trimble Geo7 paikantimella pisteitä, joiden horisontaalinen sijaintitarkkuus oli alle 10 cm. Pisteet signaloitiin, jotta ne näkyivät tuotetussa ilmakuvassa. Tarkkuus määriteltiin vertaamalla näiden pisteiden sijaintia ilmakuvilta mitattujen pisteiden sijainteihin.

Tutkimuksen oletus oli, että DJI Matrice 210 RTK -drone tuottaa tarkimman sijaintitarkkuuden, koska sen paikannus perustuu normaalin koodi-paikannuksen sijaan RTK-paikannukseen. Toinen oletus oli, että halvin DJI Mini 2 tuottaisi epätarkempaa aineistoa, kun hieman kalliimpi Mavic 2 Pro. Matricen tulos oli odotettu ja sillä tuotettu aineisto oli selkeästi tarkinta. Sijaintitarkkuuden eron keskiarvo oli 34 cm ja keskihajonta 36 cm. Sijainti on siis varmasti metsätalouskäytön osalta riittävä. Mini 2 ja Mavic 2 Pro -laitteiden osalta Mini 2 oli tarkempi kuin Mavic 2 Pro. Virheen keskiarvojen ollessa 2,87m ja 3,90m. Yleisesti ajatellaan edullisten differentiaalikorjaamattomien satelliittipaikantimien virheen olevan 2-5 metrin luokkaa, joten tulokset ovat oletetun kaltaisia. Erot laitteiden välille syntyivät oletettavasti erilaisista paikantimista. Mini 2 on uudempi malli kuin Mavic 2 Pro. Siinä on GPS ja Glonass -vastaanottimen lisäksi myös eurooppalaista Galileo-satelliittipaikannusta hyödyntävä vastaanotin. Näiden arveltiin olevan syynä parempaan tulokseen. Tässä tapauksessa halvemmalla sai siis parempaa laatua.

Työssä pohdittiin riittävää sijaintitarkkuutta metsäkäyttöön ja todettiin että toivottava tarkkuus olisi 1-2 metriä. Aivan siihen ei siis tutkituilla kahdella edullisemmalla dronella päästy, mutta 3-4metrin tarkkuutta

voidaan pitää riittävänä tarkkuutena useampiin metsäalan käyttötarkoituksiin. Perinteisesti käytetyssä 1:10 000 mittakaavaisessa kartassa kynällä piirretyn viivan paksuudeksi tulee noin 10 metriä, joten siihen suhteutettuna 4 metrin virhe ei vaikuta kovin suurelta. Uudemmat mallit Mini 3 ja Mavic 3 kykenevät oletettavasti tuottamaan vähintään yhtä tarkkaa aineistoa, kun Mini 2 tuotti testissä. RTK paikannusta käyttävä Matrice 210 RTK -drone ei kokonsa ja hintansa puolesta ole käyttökelpoinen laite, mutta erikseen tehtyjen testien perusteella DJI Mavic 3 Enterprise -drone kykenee RTK paikannusta käytettäessä samaan tarkkuuteen. Lisäksi kyseisessä Dronessa RTK paikannin on huomattavasti herkempi, jolloin Matricelle tyypillistä tarkemman RTK-paikannuksen niin sanotun FIX-tilan odottelua ei tule juuri lainkaan ja lento-önnistyy melkein mistä vaan. Matricen kohdalla lento-önnistöpaikka taas pitää olla hyvin avoin alue, jotta RTK paikannin saa riittävän voimakkaan signaalin. DJI Mavic 3 Enterprise RTK moduulilla varustettuna olisi siis tämän testin perusteella tarkka ja kohtuullisen kokoinen drone metsän kartoittamiseen. Toki laitteen hinta n. 3700€ on myös testatuista pienistä droneista kallein ja kustannuksia tulee myös RTK paikannuksen vaatimasta korjauspalvelusta.

Projektityö löytyy liitteenä sekä osoitteesta

<https://storymaps.arcgis.com/stories/d84c5a377a7d4d5db1ffc9f27b8c94cc/print>

3. Droneohjelmistojen vertailu

Projektissa vertailtiin dronella tuotetun kuva-aineiston käsittelyyn soveltuvia ohjelmistoja. Ohjelmistoilla on tarkoitus tuottaa kuvatuista kuvista yhtenäisiä orto-oikaistuja ilmakuvia. Vertailussa tavoitteena oli selvittää ohjelmistojen tuottama laatu sekä arvioida ohjelmistojen helppokäyttöisyyttä. Vertailtavat ohjelmistot olivat Pix4d Mapper, Agisoft Metashape, Maps Made Easy sekä Drone Deploy. Kaksi ensimmäistä ovat tietokoneelle asennettavia ohjelmia ja kaksi jälkimmäistä pilvipalveluna toimivia ohjelmia. Toki Pix4d Mapperista löytyy myös pilvipalveluna toimiva versio ja Agisoftin projekteja voi myös laskettaa pilvessä. Projektin tavoitteena oli verrata näitä ohjelmia vielä avoimen lähdekoodin WebODM ohjelmaan, mutta varsinaisen projektin osalta tämä ei toteutunut käytettävissä olleen tietokoneen ja aikaresurssin vuoksi. WebODM ohjelmaa testattiin kuitenkin erikseen ja tuloksia verrattiin projektissa tuotettuihin aineistoihin,

Kaikki ohjelmat todettiin helpoiksi käyttää. Pilvipalveluina toimivat olivat kuitenkin tietokoneella paikallisesti käytettäviä ohjelmia selkeämpiä käyttää. Tietokoneella paikallisesti toimivat Agisoft ja Pix4d kuitenkin antavat mahdollisuuden vaikuttaa aineiston käsittelyn asetuksiin ja sen vuoksi niillä on myös mahdollista päästä parempaan laatuun lopputuloksissa. Erikseen testattu WebODM ohjelma vaatii hieman enemmän asetusten tutkimista ja ohjelma vaatii myös testien mukaan muita tehokkaamman tietokoneen. Ohjelma on kuitenkin pienen opettelu-önnistön jälkeen yhteä helppo käyttää, kun pilvipalveluina toimivat ohjelmat.

Lopputuloksissa Drone Deploy todettiin laadukkaimmaksi ja Maps Made Easy heikoimmaksi. Pix4d ja Agisoft -ohjelmissa käytettyjen asetusten epäiltiin vaikuttaneen kuvanlaatuun heikentävästi. Kuitenkin usein ohjelmia käytetään oletusasetuksilla, joten siinä mielessä testin tulos on selkeä ja oikean suuntainen. Jälkeenpäin tehdyssä WebODM-testissä tuotettu ilmakuva oli hyvä ja samalla tasolla Drone Deployn tuottaman kuvan kanssa. Kuvia ei tosin päästy vertailemaan päällekkäin. Yhteenvetona laadusta voidaan sanoa, että ohjelmistot tuottavat sellaista ilmakuvaa, kun ne on määritelty tuottamaan tai kuinka käyttäjä asetukset määrittelee. Maps Made Easyä ei testien perusteella voi suositella metsäisten ilmakuvien tuottamiseen, mutta kaikkia muita, WebODM mukaan lukien voi kyllä suositella.

Tutkittaessa hinta-laatusuhdetta WebODM on ilmaisena avoimen lähdekoodin ohjelmana periaatteessa ylivoimainen, mutta sen asentamiseen ja opetteluun menee toki hieman työaika. Projektin tuloksena hinta-laatu suhteeltaan ohjelmistot järjestettiin seuraavasti: Agisoft, Pix4d, Drone Deploy, Maps Made Easy.

Toki hintaa mietittäessä tulee myös ottaa huomioon, että tietokoneella paikallisesti käytettävät ohjelmat vaativat tehokkaan koneen, kun pilvessä toimivia ohjelmia voidaan käyttää tavallisella kannettavalla.

Koska ilmakuvan tuottaminen metsäammattilaisen muun työn avuksi ja tavallisen maastokäynnin yhteydessä tulisi olla helppoa ja vaivatonta sekä samalla ei saisi syntyä suuria kustannuksia on suositeltavin yhdistelmä käyttää WebODM ohjelmistoa tehokkaalla koneella. Tämä vaatii hieman perehtymistä ja hyvän ohjeistuksen tekijälle. Kuitenkin kerran asian opeteltuaan vähemmän tietokonetta käyttäväkin osaa tuottaa laadukkaan ilmakuvan dronella kuvatusta aineistosta.

<https://storymaps.arcgis.com/stories/0bb2fa41252045de85f817b94e3ad0b6>

Lisätietoja:

Esa Lientola

lehtori, Senior Lecturer, HAMK-Hämeen ammattikorkeakoulu

Puh. +358407639735

esa.lientola@hamk.fi