

Älykkäät droonit metsien tuulenkaatoinventointeihin – onko tässä jo järkeä?

14.1.2026

Droonit eli miehittämättömät kauko-ohjatut ja/tai autonomisesti lentävät ilma-alukset ovat viime aikoina olleet paljon esillä Venäjän hyökkäyssodassa Ukrainassa ja sodan molemmilla osapuolilla käytössä. Droonien käyttö on ollut siellä sekä ajanmukaisen tilannekuvan hankintaa että perinteisiä hävittäjiä/pommittajia korvaavaa operatiivista taistelukäyttöä. Droonien tekninen kehitys on ottanut jättiloikkia tekoälyn (AI) käytön avulla muun muassa tarkemman tilannekuvan saamiseksi sotatoiminta-alueella. Siviilisovellukset ovat myös kehittyneet jopa käytännön sovelluksiin asti. Maa- ja metsätaloudessa on sekä täsmäviljelyssä että täsmämetsätaloudessa isoja käyttömahdollisuuksia AI- droonidatalla tulevaisuudessa. Tässä artikkelissa esitellään lyhyesti sovellus, jolla voidaan inventoida melko nopeasti isonkin metsäalueen tuulenkaatoja myrskyjen jälkeen. Korjuuta vai ei-korjuuta, siinä vasta kysymys?

Myrskytuhot metsätaloudessa ovat viime vuosina lisääntyneet jonkin verran johtuen sään ääri-ilmiöiden lisääntymisestä. Myrskytuhopuiden korjuu ajoissa estää ns. sekundaaristen tuhonaiheuttajien kuten sienten tai kaarnakuoriaisten aiheuttamat tuhot myrskytuhometsiköissä. Suurimman riskin metsiköitä tuulenkaadoille ovat varttuneen tai uudistuskypsän metsikön reunapuut vasten uudistusalaa tai pientä taimikkoa varsinkin runsaiden sateiden jälkeen roudattomaan maahan. Samoin siemen-, suojus- ja ylispuut ovat herkkiä kaatumaan samoissa olosuhteissa, kun keskituulen nopeus nousee yli 21 metriin sekunnissa.

Ennen kuin tuulenkaatojen puun korjuuseen ryhdytään, on hyvä tietää niiden lukumäärä hehtaarilla ja varsinkin niiden tihentymien sijainnit puun korjuun päätöksentekoa varten. Vähäiset hajatuulenkaadot, esimerkiksi 5 – 10 puuta hehtaarilla, voi hyvin jättää lahoamaan metsikköön ja osaltaan lisäämään sekä

ylläpitämään lajien monimuotoisuutta metsikössä. Tässä yhteydessä ei käsitellä esimerkiksi tykkilumen katkomia latvuksia vaan koetetaan löytää drone-tekoäly(AI)-avusteisesti ainoastaan maahan asti kaatuneet puut.

Johdantona seuraavassa tekoälyn tekemä lyhyt kooste prosessista, jolla päästään inventoimaan muun muassa tuulenkaatoja myrskyjen jälkeen.

Droonien ja tekoälyn (AI) yhdistetty käyttö mullistaa kaatuneiden puiden inventoinnin metsätaloudessa tarjoten tarkkuutta, tehokkuutta ja kustannussäästöjä perinteisiin menetelmiin verrattuna.

Prosessin vaiheet (AI-kooste):

1. Datan keruu: Droonit, jotka on varustettu kameroilla tai LiDAR-antureilla (lasertutkalla), lentävät ennalta määrättyjä reittejä metsäalueiden yllä. Ne keräävät suuren määrän korkearesoluutioista kuvadataa tai pistepilviaineistoa.
2. Datan analysointi tekoälyllä: Kerätty aineisto siirretään tekoälyjärjestelmään, joka käyttää koneoppimisalgoritmeja ja konenäköä. Järjestelmä tunnistaa, luokittelee ja paikantaa automaattisesti yksittäiset kaatuneet puut kuvista tai pistepilvistä.
3. Raportointi ja visualisointi: Tekoälyn analyysin tulokset visualisoidaan karttapohjalle tai paikkatietojärjestelmään (GIS). Tämä luo tarkan ja kattavan inventaarion kaatuneista puista, mukaan lukien niiden sijainti, määrä, ja jopa arvioitu tilavuus.

Testaukset

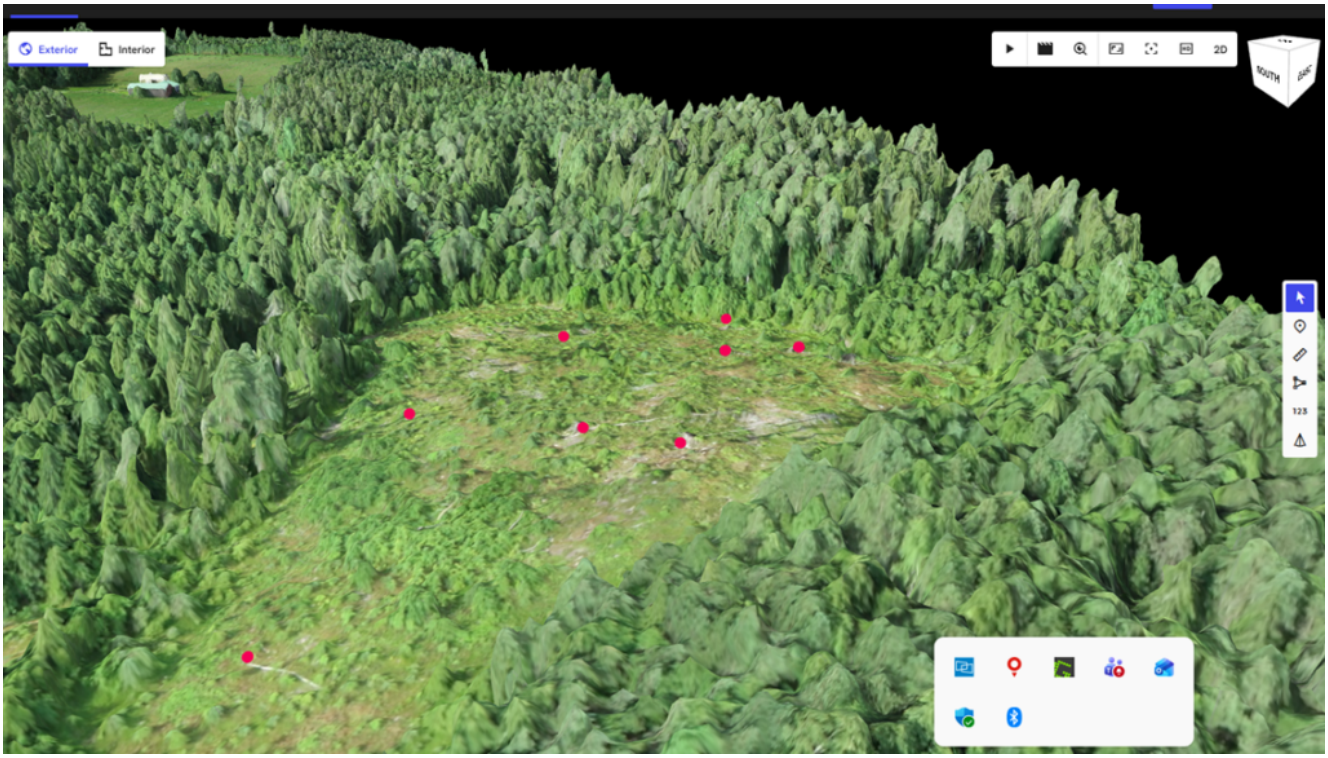
Testipilvipalveluina käytettiin TuliMyrsky-hankkeessa syksyllä 2025 sekä amerikkalaista Dronedeploy- että sveitsiläistä Pix4D- palvelua, jossa on ollut noin vuoden ajan käytössä niin sanottu Magic Tool- tekoälyosa. Ensin Magic Toolille syötetään isoresoluutioisia ortokarttoja inventoitavasta alueesta, sitten Magic Tool opetetaan tunnistamaan esimerkkipikseliparvien avulla halutut alueet ortokartasta. Testimetsäalueet olivat Etelä-Pohjanmaalla ja Etelä-Savossa.

Ensimmäisenä kohteena oli kuvan 1 männyn siemenpuumetsikkö, jossa oli havaittu tuulenkaatoja. Alue kartoitettiin Dronedeployn-pilvipalvelun avulla. Sitten valmiista ortokartasta laskettiin silmävaraisesti havaitut tuulenkaadot ortokartasta. Dronedeployn avulla manuaalisesti laskien alueelta löytyi 8 kpl tuulenkaatoa. Laskentaan ja manuaaliseen kuvasta suurentaen tuulenkaatojen etsintään meni noin 15 minuuttia.



Kuva 1. Siemenpuiden laskenta 2D-ortokartasta.

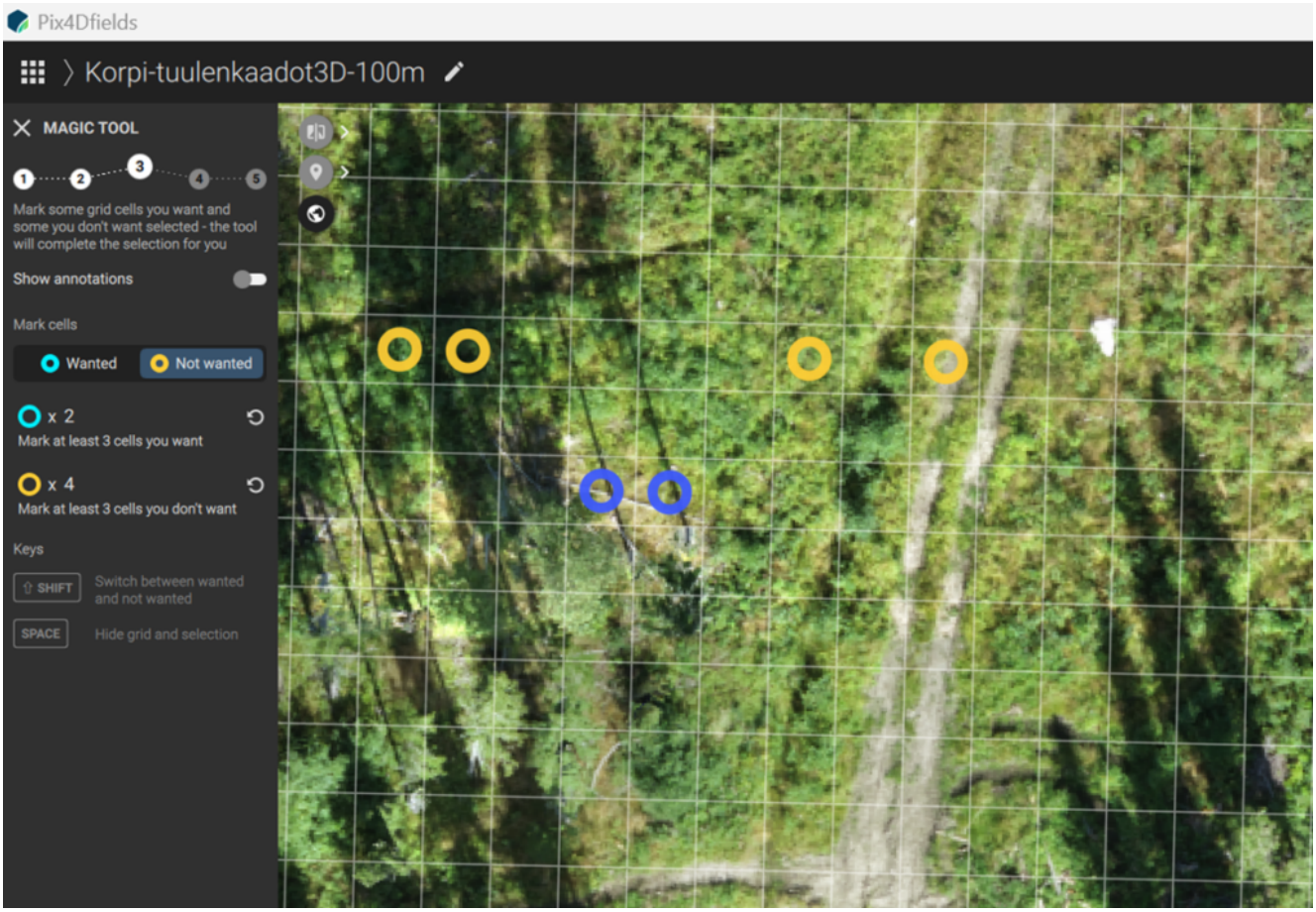
Tulos varmistettiin vielä vertailevan uuden kartoituslennon ja Dronedeployn 3D-mallinnuksen avulla. 3D-karttana sama siemenpuumetsikkö kuvassa 2.



Kuva 2. 3D -malli siemenpuumänniköstä. 8 tuulenkaatoa havaittu.

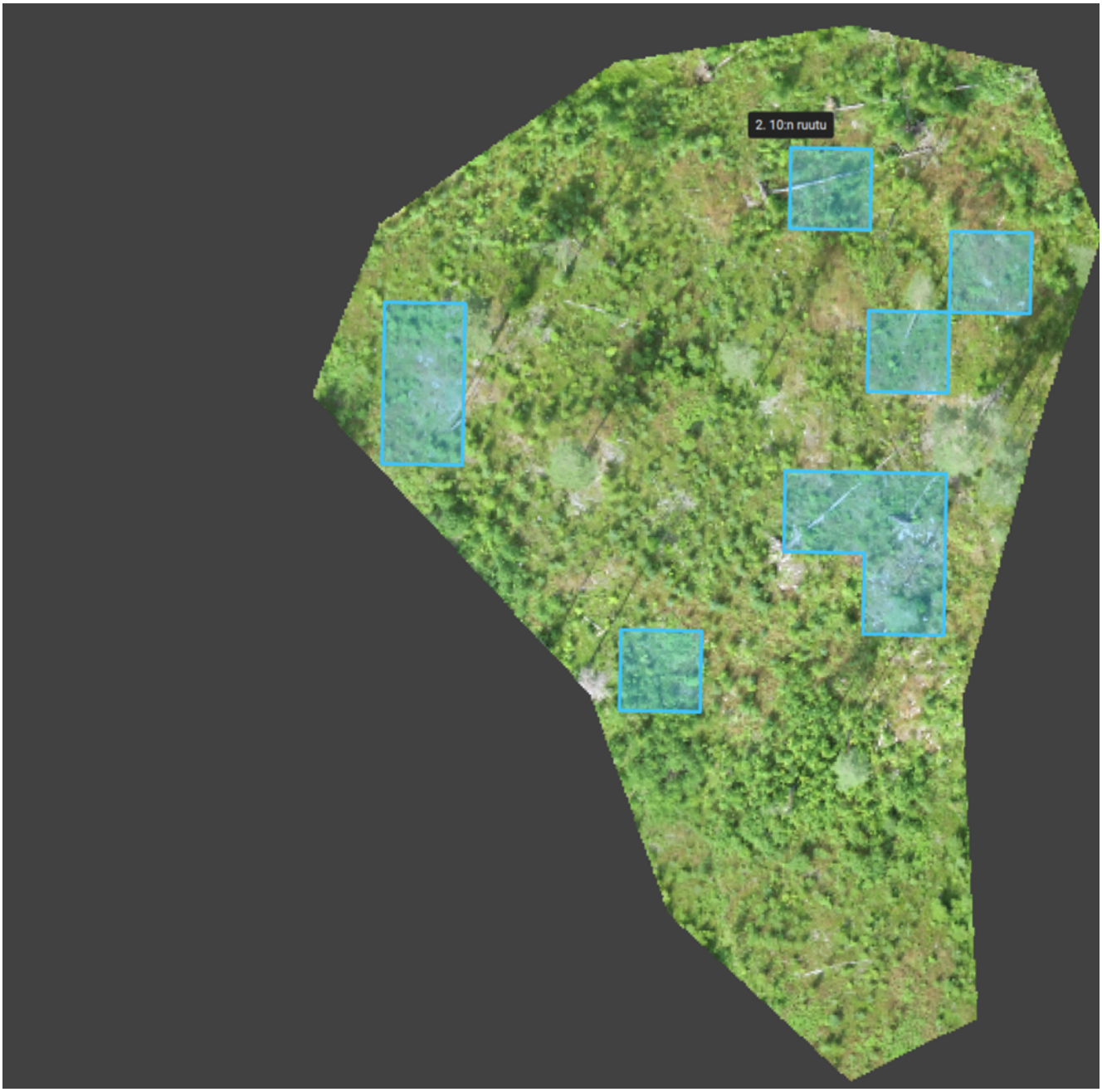
Pix4D:n Magic Toolin periaate on suhteellisen yksinkertainen. Ensiksi rajataan haluttu inventointialue, sitten kuten kuvassa 3, rasteroidaan koko alue halutun kokoisiin tekoälyn opetusruutuihin, jonka jälkeen leimataan vähintään 3 haluttua ruutua ja 3 ei-haluttua ruutua graafista pikseleihin perustuvaa laskenta-algoritmia varten.

Lopuksi annetaan Magic Toolille käsky ”puhdistaa” kaikki ei -halutut ruudut pois ja etsiä haluttuja vastaavia ruutuja lisää.



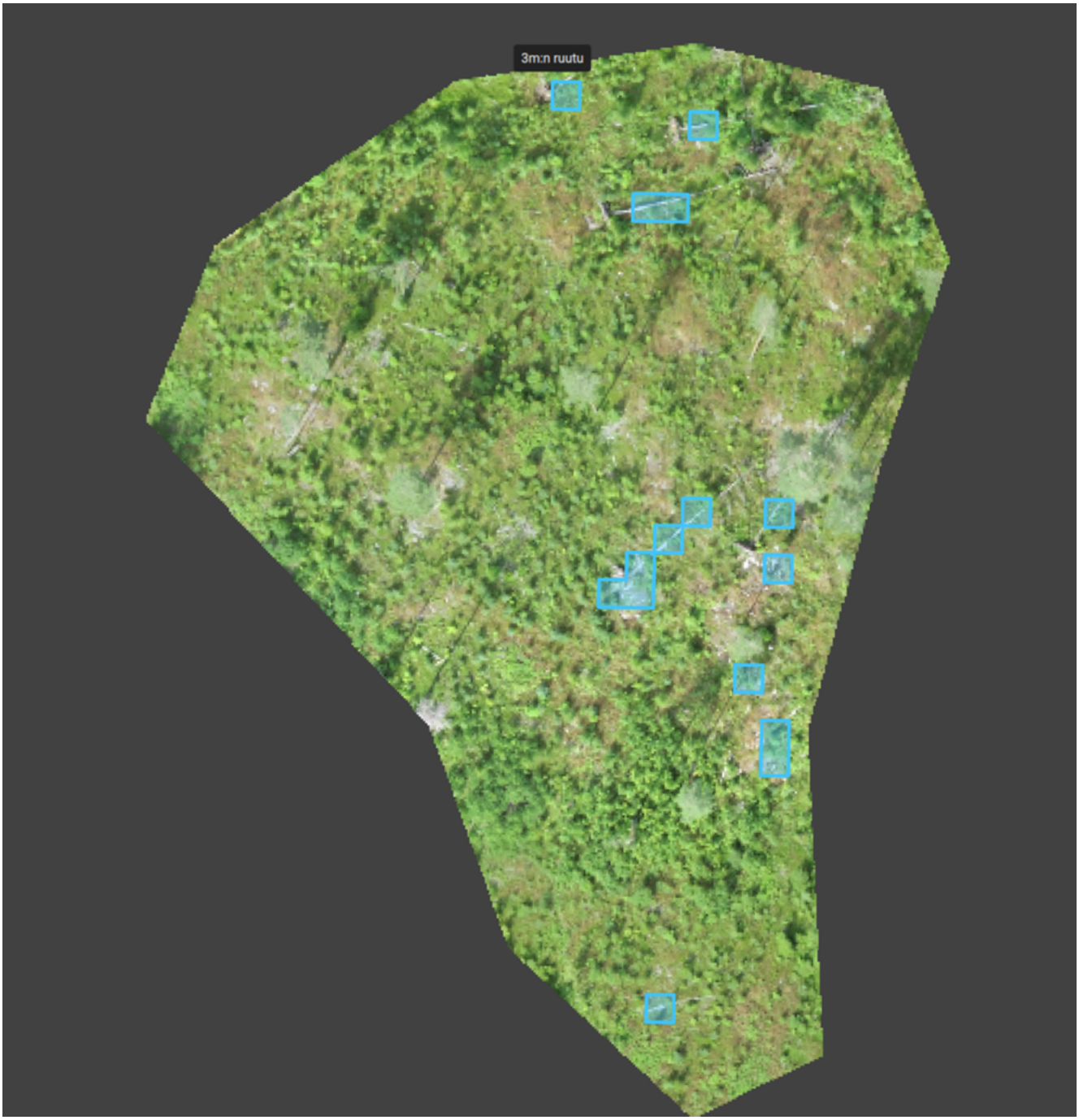
Kuva 3. Magic Toolin konenäön opettamista halutuilla ja ei-halutuilla vertailuruuduilla.

Kuvassa 4 esillä ovat ensimmäisen testin tulokset 10 m*10m vertailuruuduilla. Magic Toolin avulla löytyi 5 tuulenkaatoa noin kahdessa minuutissa.



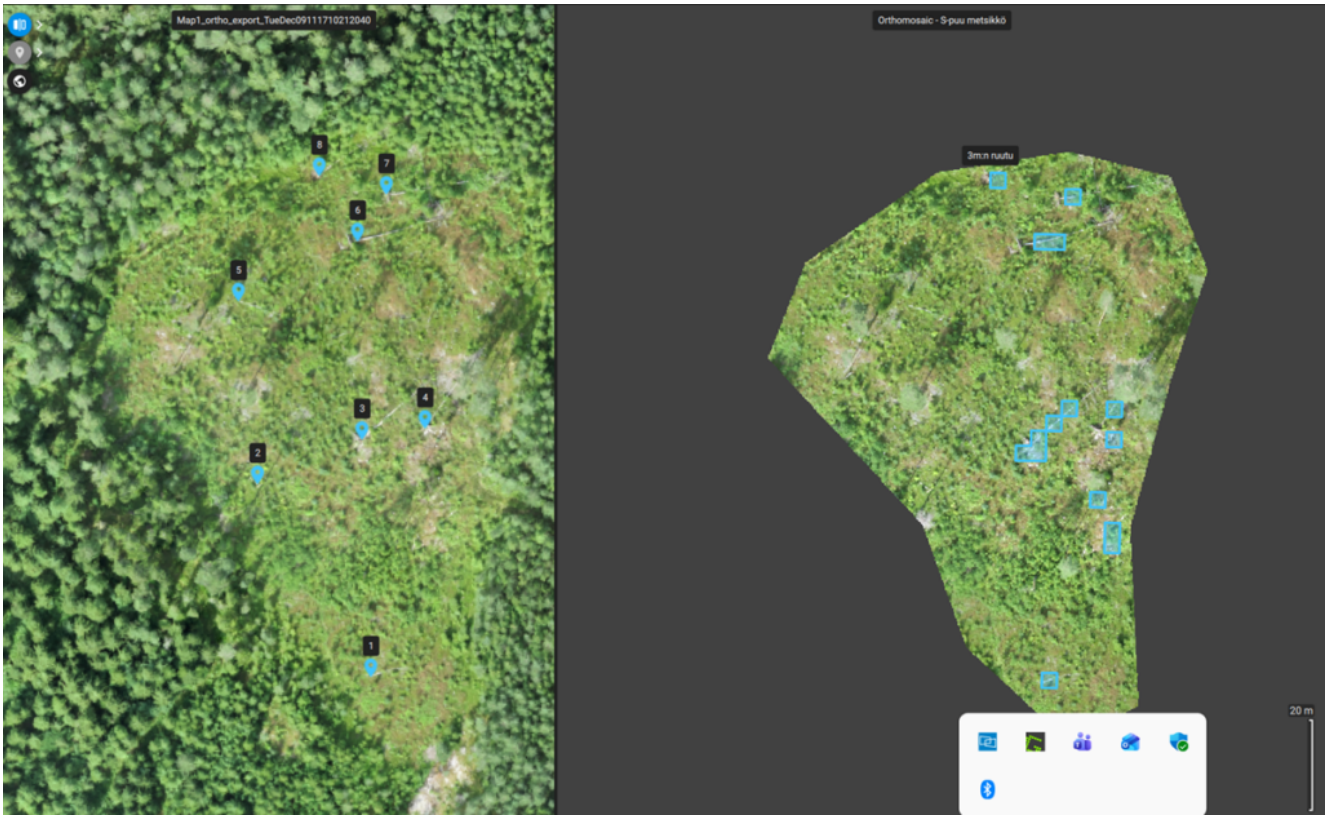
Kuva 4. 10m *10m -ruuduilla Magic Toolin havaitsemat tuulenkaadot.

Toinen testaus tehtiin käyttämällä samalla aineistolla 3m*3m:n vertailuruutua. Nyt tuloksena oli 9 tuulenkaatohavaintoa noin kahdessa minuutissa.



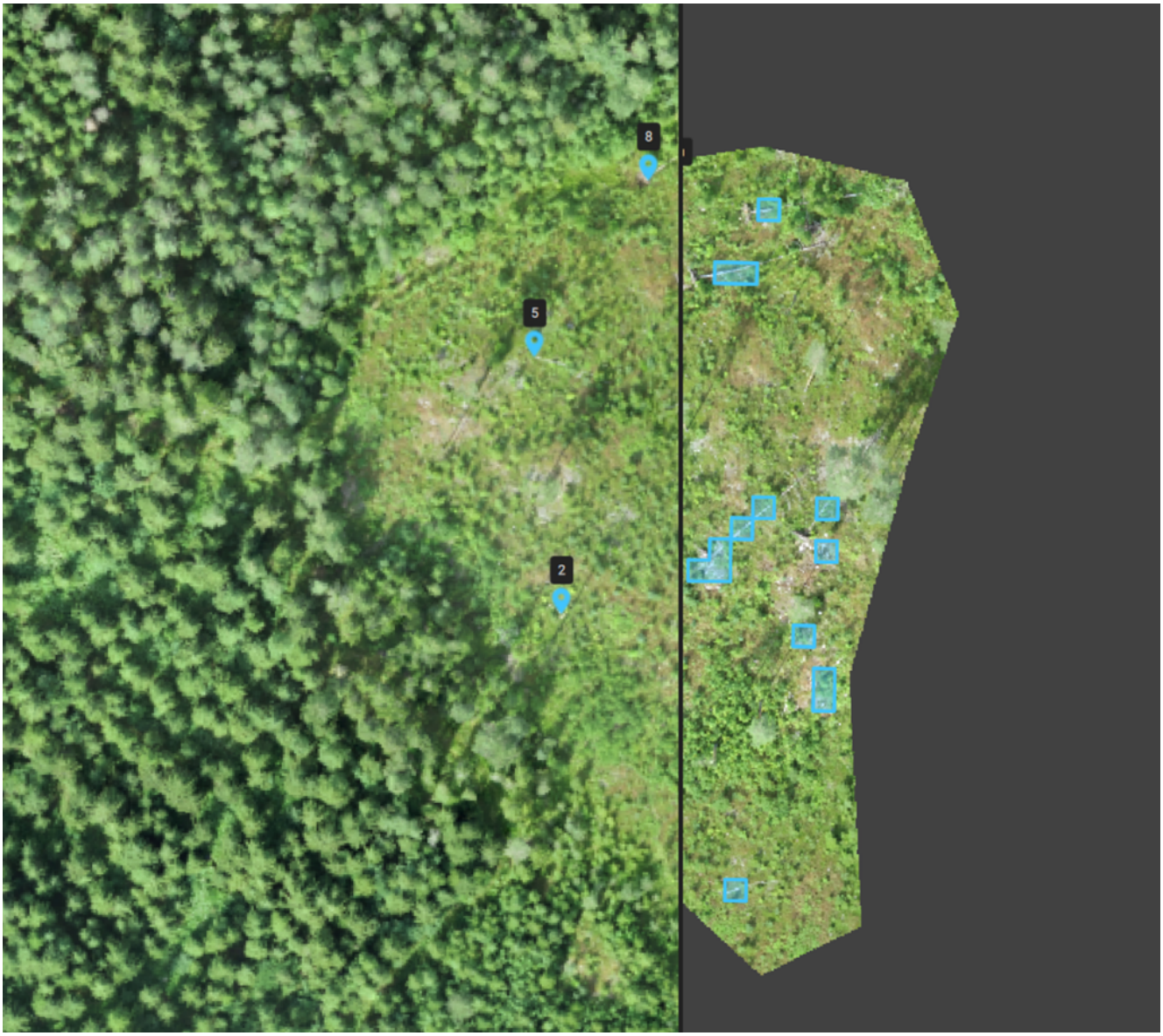
Kuva 5. 3m*3m- vertailuruudun tulokset.

Maastossa ei laskettu siemenpuualueella tuulenkaatoja, kuitenkin valistunut arvio todellisesta määrästä myös Magic Toolin vahvistamana on alle 10 kappaletta. Seuraavaksi tehtiin Dronedeployn ortokartasta ja edellisestä kuvan 5 Pix4D Magic Toolin kartasta rinnakkaisvertailu kuvassa 6. Magic Toolin löytämistä 9 havainnosta 6 kappaletta osui samaan pisteeseen, ja 2 todellista manuaalimenetelmällä laskettua tuulenkaatoa jäi löytymättä.



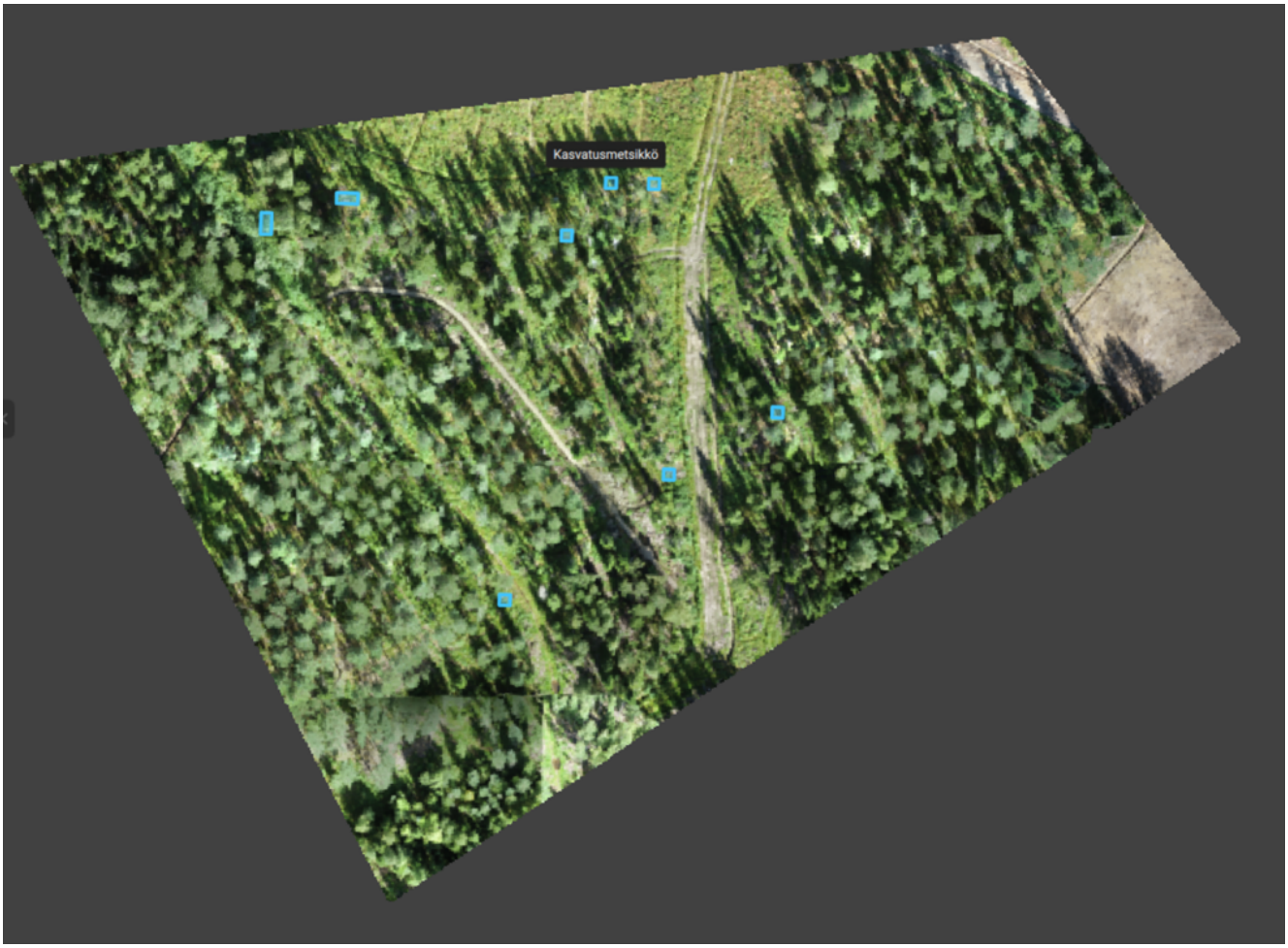
Kuva 6. Kahden menetelmän vertailua. Vasemmalla Dronedeploy:n silmävaraisesti lasketut tuulenkaadot ja oikealla Pix4D:n Magic Toolin avulla havaitut tuulenkaadot.

Kuvassa 7 voi PiX4D:n Magic Toolin havaitsemien ja Dronedeploy:n manuaalisesti löytämien tuulenkaatojen sijaintia vielä vertailla vierekkäin saumattomasti jakoviivaa liikuttamalla.



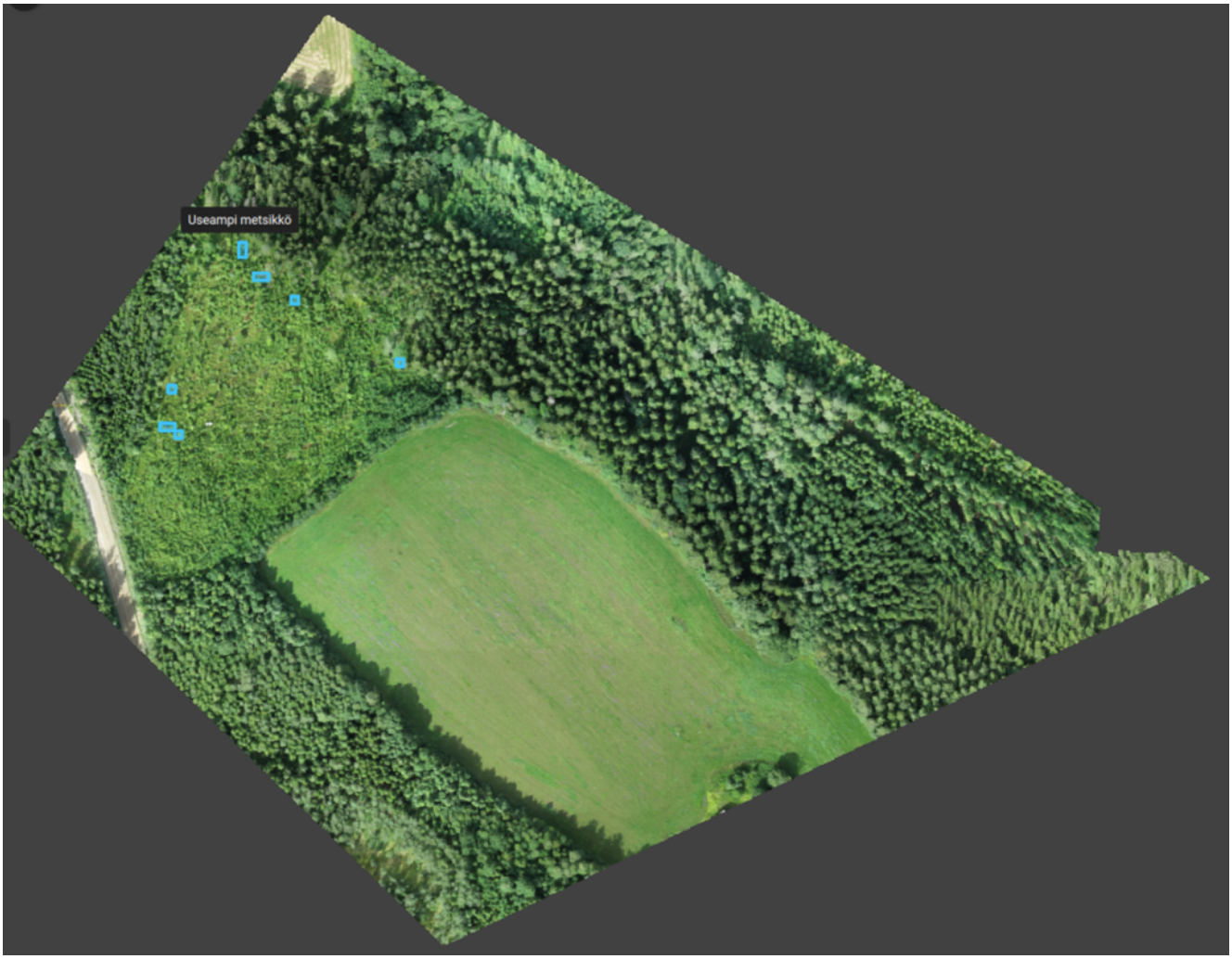
Kuva 7. Vasemmalla puolelle manuaalisesti ja silmävaraisesti havaitut tuulenkaadot, ja oikealla puolella Magic Toolin löytämät kohteet. Viivaa liuttamalla voidaan tietyn datan sijainti tarkistaa helposti Pix4D-palvelussa kahden eri ortokartan välillä.

Tämän jälkeen käytettiin tuota edellä toimivaksi havaittua 3*3 metrin tekoälyn opetusruutua isommalla alueella. Kohde 2 oli varttunut kuusivaltainen juuri harvennettu kasvatusmetsikkö, joka kuvattiin elokuussa 2025 iltapäivällä. Varttunut kasvatusmetsikkö, josta löytyi 8 havaintoa noin kahdessa minuutissa. Osa havainnoista tällä kohteella voi olla myös hakkuun jälkeen maahan jätettyjä pölkkyjä.



Kuva 8. Varttuneen kasvatusmetsikön Magic Toolin tekoälyn löytämät tuulenkaadot.

Lopuksi kokeiltiin isommalla useampia eri kehitysluokkien metsiköitä sisältävällä metsäalueella Magic Toolin toimintaa. Kolmantena kohteena oli vajaan 9 hehtaarin alue, josta Magic Tool löysi noin neljässä minuutissa 7 tuulenkaatoa (kuva 9). Tuulenkaadot tällä kohteella olivat pääosin taimikon reunan jättöpuita tai viereisen varttuneen kuusikon reunapuita.



Kuva 9. Isommalta metsäalueelta Magic Toolin avulla löydetyt tuulenkaadot.

Hyödyt (AI-kooste):

- Nopeus ja tehokkuus: Suuretkin, vaikeapääsyiset metsäalueet voidaan inventoida nopeasti, mikä nopeuttaa myrskytuhojen arviointia ja korjuun suunnittelua.
- Tarkkuus: Tekoälypohjaiset mallit voivat saavuttaa yli 92 %:n tunnistustarkkuuden. Automaattinen analyysi vähentää inhimillisiä virheitä, joita voi tapahtua manuaalisessa kenttätyössä.
- Kustannustehokkuus: Automatisoitu prosessi laskee inventoinnin kustannuksia merkittävästi, koska se vaatii vähemmän manuaalista työtä ja aikaa.
- Turvallisuus: Droonien käyttö vähentää tarvetta liikkua vaarallisessa maastossa kaatuneiden puiden keskellä, mikä parantaa työturvallisuutta.
- Monipuolisuus: Samaa teknologiaa voidaan hyödyntää myös muihin metsänhoidon tehtäviin, kuten metsän kuntoselvitykseen, taimikonhoidon valvontaan ja puustotunnusten mittaamiseen.

Yhteenveto

Yhteenvetona voidaan todeta, että dronet ja tekoäly tarjoavat modernin lisäratkaisun kaatuneiden puiden inventointiin, mikä voi auttaa metsäalan toimijoita tekemään tietoon perustuvia päätöksiä nopeammin ja tarkemmin. Heikkoutena on myös tässä kokeessa havaittu ongelma kohteissa, jossa on iso latvuspeittävyys tai kohteissa, jossa kartoituslennon aikana noin yli 4 m/s oleva tuuli. Tällöin tuulenkaatojen pystysuora projektio on vaikea havaita latvusten alta. Tekoälysovellukset eivät myöskään käytännössä kuitenkaan ole

riittävän tarkkoja ja nopeita eivätkä kustannustehokkaita verrattuna esimerkiksi vain suoraan dronella tuotetun videon tai ortokartan perinteiseen silmävaraiseen tulkintaan.

Tämän artikkelin tiedot ja testaukset on tehty osana maastopaloja ja myrskytuhoja koskevan TULIMYRSKY-hankkeen tiedonvälityksen tueksi. Artikkeli on osa EU:n osarahoittamaa TULIMYRSKY-hanketta, jotta rahoittavat lisäksi EU:n maaseuturahasto ja Etelä-Pohjanmaan Elinvoimakeskus (31.12.2025 asti Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus).

Juha Tiainen
Lehtori, agrologikoulutus
Asiantuntija hankkeessa TuliMyrsky
SEAMK

Lähteitä ja teemaan liittyvää

Dronedeploy-pilvipalvelu. www.Dronedeploy.com

Metsänomistajat MHY Päijät-Hämeen Liitto (2024). *Metsätiedon käyttöä ja soveltamiskohteita.* Kokeilut metsätiedon käytön tehostamiseksi -hanke. https://www.mhy.fi/wp-content/uploads/sites/42/2024/01/Datan-soveltamiskohteita-yhteenveto.pdf

Pix4D-pilvipalvelu. www.Pix4d.com

Rosenlöf, S. (2025). *Drone-pohjainen lidar metsien inventoinnissa*. https://www.finna.fi/Record/theseus_xamk.10024_893657

Suomen Akatemia (2023). *Droonit ja tekoäly metsän kuntoselvityksen apuna*. https://www.sttinfo.fi/tiedote/69974993/droonit-ja-tekoaly-metsan-kuntoselvityksen-apuna?publisherId=21481116