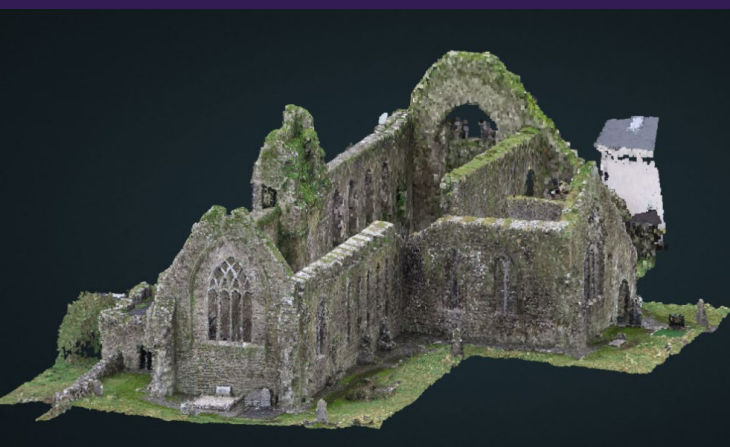


IOI  
A-11

TAITOTALO

# Korjausrakentamisen suunnittelu ja toteutus

## Dronen käyttömahdollisuudet 11.11.2025



Taitotalo, Kari Lepistö



# Droonien käytön periaate

**TURVALLISUUS-LAILLISUUS-AMMATTIMAISUUS**



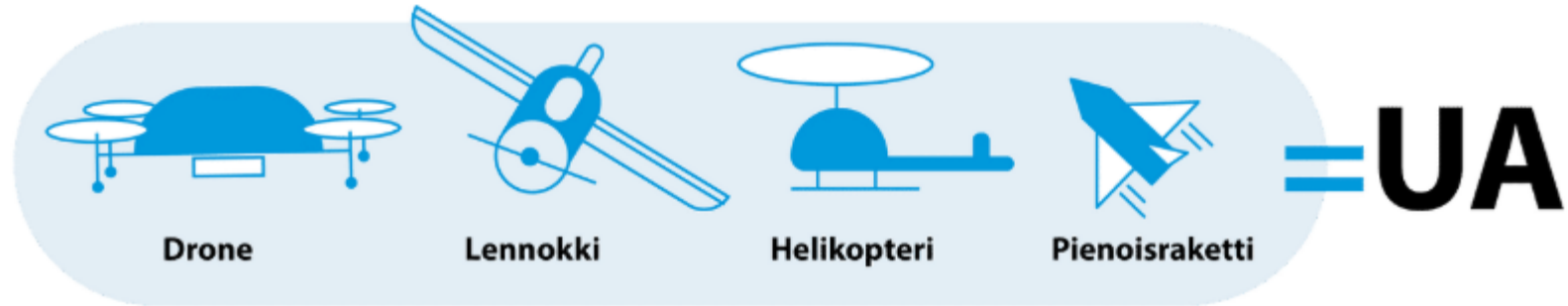


# Perustietoa dronetyypeistä

(jotka ovat sopivia korjausrakentamisen suunnitteluun ja valvontaan)



# Perustietoa miehittämättömistä ilma-aluksista



Kun kyse on yleisesti miehittämättömistä ilma-aluksista niin sisällössä käytetään lyhennettä UA (unmanned aircraft) ja videokuvayhteyden avulla lennättämiseen viitataan lyhenteellä FPV (First Person View).

# Dronetyyppejä



QUAD



Y6



VTOL drone



FPV drone



Vespa Hex Drone - HG R

HEXA



FPV cinewhoop



X8

# AC-50 DOCK AND R500 DRONE



# Esimerkkejä drooneista



DJI Neo  
tekoäly-drone,  
hybridi-drone



DJI Mavic 3 Pro

Kiinteistönhoito,  
rakentaminen jne.



DJI Mini4 Pro



DJI Mavic 3T  
lämpökamera

## Esimerkkejä ohjaimista



DJI Mini4 Pro ohjain



Multiprotocol radiotransmitter





## Dronen käyttöön liittyvää lainsäädäntöä

[www.droneinfo.fi](http://www.droneinfo.fi)

**TRAFICOM**  
Liikenne- ja viestintävirasto

Droneinfo

Hae sivustolta

Kirjautu asiointipalveluun

Suomi

ETUSIVU

AJANKOHTAISTA

REKISTERÖITYMINEN JA KOE

USEIN KYSYTYÄ

AVOIN-KATEGORIA

ERITYINEN-KATEGORIA

KOULUTUSMATERIAALI

MISSÄ EI SAA LENNÄTÄÄ

UAS-ILMATILAVYÖHYKKEET

LENTOTURVALLISUUSILMOITUKSEN TEKEMINEN

## Droneinfo - oppaasi miehittämättömän ilmailun pariin

Selvitä, missä ja millä edellytyksillä voit lennättää droneasi

### Ajankohtaista

Julkaistu 16.05.2024 9:27

#### Uudet sähköiset dronepalvelut mahdollistavat muun muassa omien tietojen tarkastamisen

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom avaa toukokuussa uudet sähköiset dronepalvelut, jossa voit muun muassa rekisteröityä droneoperaattoriksi, ilmoittautua verkkoteoriakokeeseen ja tarkastaa omat...

Julkaistu 07.05.2024 8:26

#### Dronekausi alkaa – muista lennättämisen pelisäännöt

Säiden lämmitessä tuhannet dronet pörräävät jälleen taivaalla ympäri Suomea. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom muistuttaa, että turvallinen lennättäminen edellyttää yhteisten pelisääntöjen ja ...

Julkaistu 27.02.2024 | Päivitetty 27.12.2024 10:35

#### A1/A3-verkkoteoriakokeeseen ilmoittautumiseen muutoksia

Jatkossa yksityishenkilöt voivat ilmoittautua maksuttomasti A1/A3-verkkoteoriakokeeseen vain operaattoriksi rekisteröitymisen yhteydessä.

Julkaistu 17.11.2023 10:47

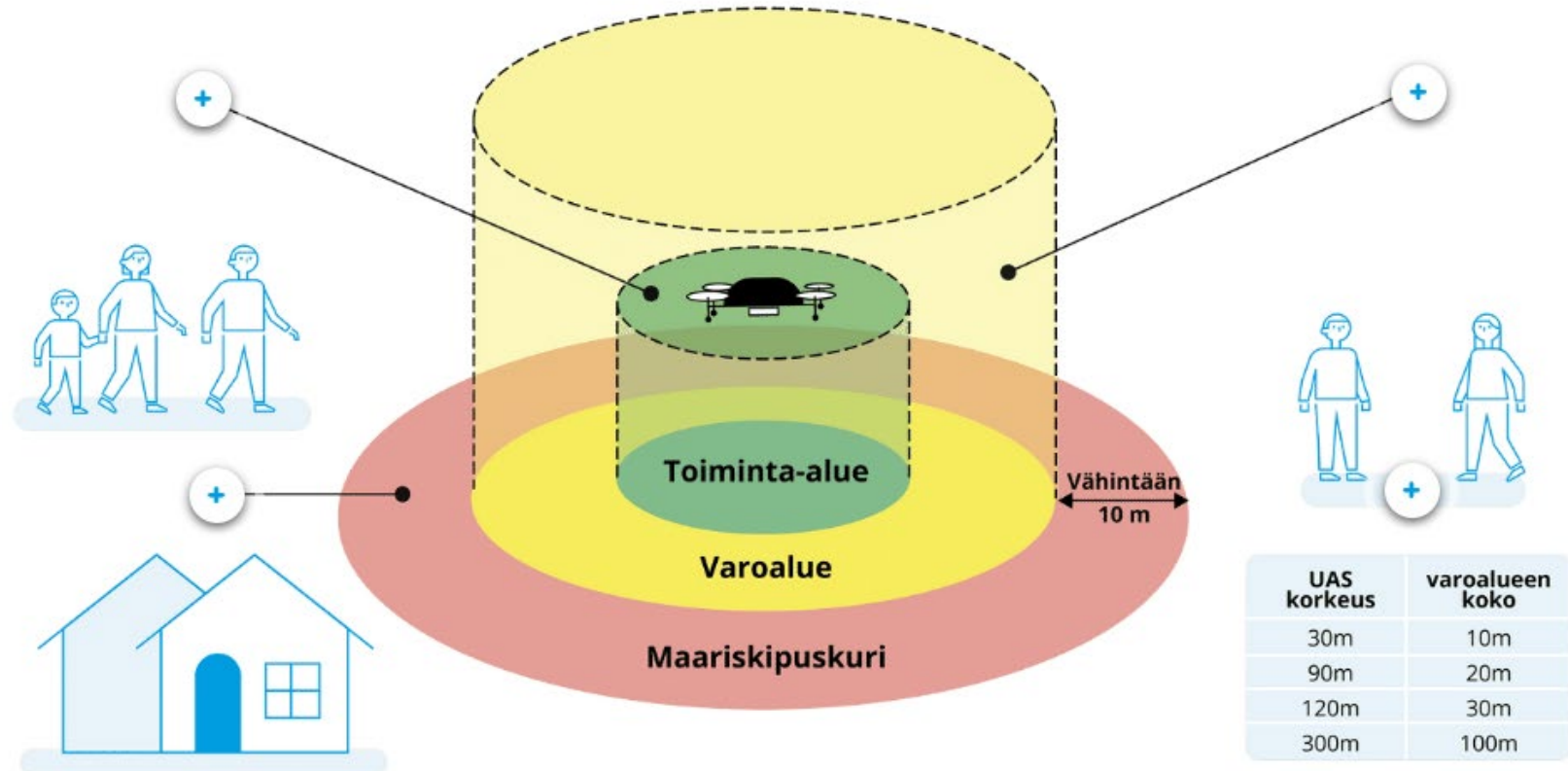
#### Muutoksia dronen lennättämiseen 1.1.2024 alkaen

Dronen lennättämiseen on tulossa muutoksia vuoden 2024 alussa, kun droneasetuksen siirtymäkausi päättyy. Vuoden 2024 alusta uusien, markkinoille saatettavien dronejen tulee olla varustettu C-luokit...

IO-T  
TAITOTALO



# Riskien välttäminen



# Dronelainsäädännön muutokset vuoden 2024 alusta

## Avoimen kategorian toiminnassa tulee täyttää seuraavat yleiset vaatimukset

- Suurin sallittu lennätyskorkeus 120 metriä maan tai veden pinnasta
  - Toiminnan on perustuttava suoraan näköyhteyteen (VLOS)
  - Vaarallisten aineiden kuljettaminen ja esineiden pudottaminen kielletty
  - Miehittämätön ilma-alus on pidettävä turvallisen välimatkan päässä ihmisistä eikä sitä lennätetä ihmisjoukkojen yläpuolella
  - Toiminnassa on huomioitava ilmailun kielto-, rajoitus- ja vaara-alueet sekä UAS-ilmatilavyöhykkeet
- .
- C-merkintä dronessa (huomioi poikkeukset):



# Dronelainsäädännön muutokset vuoden 2024 alusta

## Tarkemmat määräykset

C-merkittyjen dronejen ominaisuuksia					
C-merkintä	C0	C1	C2	C3	C4
Paino	alle 250 g	alle 900 g	alle 4 kg	alle 25kg	alle 25kg
Nopeus	alle 19 m/s	alle 19 m/s	-	-	-
Etätunnistus	-	kyllä	kyllä	kyllä	-
Ilmatila-varoitukset	-	kyllä	kyllä	kyllä	-
"Palaa kotiin" toiminto	-	kyllä	kyllä	kyllä	-
Lentokorkeuden rajoitin	kyllä	kyllä	kyllä	kyllä	-
Autopilotti	kyllä	kyllä	kyllä	kyllä	kielletty

## Dronetyypit

## Avoimen kategorian alakategorioiden vaatimukset 1.1.2024

	A1	A2	A3
<b>Dronen maksimipaino</b>	900 g	4 kg	25 kg
<b>CE-merkinnät</b>	C0, C1	C2	C2, C3, C4, C5, C6
<b>Koulutusvaatimukset</b>	Traficomien verkkoteoriakoe, kun dronen paino on $\geq$ 250 g	Traficomien verkkoteoriakoe ja valvottu lisäteoriakoe	Traficomien verkkoteoriakoe

## Alakategoriat

Käytännön esimerkkejä korjaustyömaan  
suunnitteluun ja toteutukseen drooneja  
hyödyntäen

**Dronet ovat yhä enemmän käytössä monen alan projekteissa. Tässä on joitain esimerkkejä siitä, millaisia mahdollisuuksia on käyttää dronea korjausrakentamisen suunnittelussa:**

- Tarkat kartoitukset ja 3D-mallit: Dronet voivat ottaa korkearesoluutioisia kuvia ja käyttää LiDAR-sensoreita luodakseen tarkkoja 2D-karttoja ja 3D-malleja rakennuksista ja niiden ympäristöstä. Tämä auttaa suunnittelijoita ymmärtämään nykyiset rakenteet ja ympäristön paremmin.
- Rakennusten tarkastukset: Dronet voivat tarkastaa vaikeapääsyisiä alueita, kuten kattoja ja julkisivuja, havaitakseen vaurioita tai rakenteellisia ongelmia ilman tarvetta telineille tai nostureille. **Tämä parantaa turvallisuutta ja tehokkuutta.**
- Edistymisen seuranta: Säännölliset drone-lennot tarjoavat ajantasaisia visuaalisia tietoja projektin edistymisestä. Tämä auttaa projektin hallinnassa ja mahdollisten viivästyksen tai ongelmien havaitsemisessa ajoissa.
- Volumetriset mittaukset: Dronet voivat laskea varastojen ja kaivantojen tilavuuksia, mikä auttaa materiaalien hallinnassa ja maanrakennustöiden arvioinnissa.
- Ympäristön seuranta: Dronet voivat arvioida ympäristötekijöitä, kuten kasvillisuuden kuntoa, eroosiota ja veden laatua rakennustyömaiden ympärillä.

**Dronet ovat yhä enemmän käytössä monen alan projekteissa. Tässä on joitain esimerkkejä siitä, millaisia mahdollisuuksia on käyttää dronea korjausrakentamisen **toteutuksissa**:**

- Rakennusten tarkastukset ja laadunvalvonta: Dronet voivat tarkastaa vaikeapääsyisiä alueita, kuten kattoja ja julkisivuja, havaitakseen vaurioita tai rakenteellisia ongelmia ilman tarvetta telineille tai nostureille. **Tämä parantaa turvallisuutta ja tehokkuutta.**
- Edistymisen seuranta: Säännölliset drone-lennot tarjoavat ajantasaisia visuaalisia tietoja projektin edistymisestä. Tämä auttaa projektin hallinnassa ja mahdollisten viivästysten tai ongelmien havaitsemisessa ajoissa.
- Volumetriset mittaukset: Dronet voivat laskea varastojen ja kaivantojen tilavuuksia, mikä auttaa materiaalien hallinnassa ja maanrakennustöiden seurannassa.
- **Turvallisuuden ja turvallisuuden valvonta:** Dronet voivat tarjota reaaliaikaisia ilmakuvia rakennustyömaista, mikä auttaa turvallisuusprotokollien ja -määräysten noudattamisen valvonnassa. Ne voivat myös valvoa työmaan turvallisuutta ja havaita luvattoman pääsyn tai varkaudet.
- Ympäristön seuranta: Dronet voivat arvioida ympäristötekijöitä, kuten kasvillisuuden kuntoa, eroosiota ja veden laatua rakennustyömaiden ympärillä

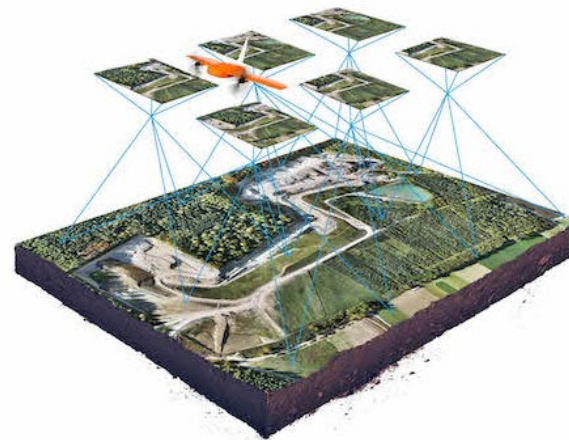
# Photogrammetria

Photogrammetrinen skannaus tarkoittaa sitä, että valokuvaamiseen erikoistunut pien-drone lentää tontin yllä ja ottaa siitä tarkkoja valokuvia tietyllä metodilla. Metodin yksityiskohdat säätyvät kohteen, käyttötarkoituksen, yms. mukaan. Lopputulos on joka tapauksessa 1:1 3D-malli kohteesta.

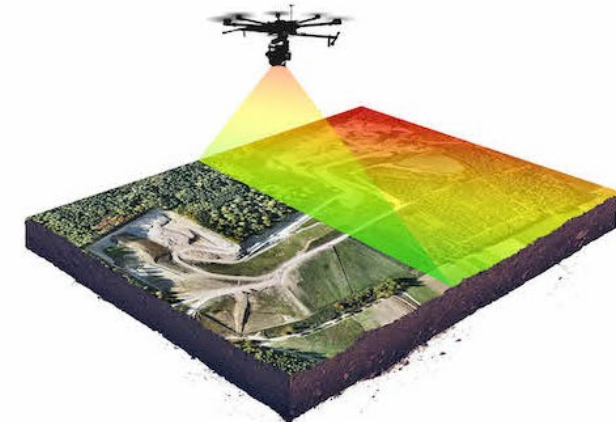


Tarkkuus perustuu ikään kuin fyysikaalisen maailman 3D-relaatioiden havaitsemiseen. Mittasuhteet ovat siis ihan oikeat. Kun tämän datan kytkee esim. tunnettuihin korkopisteisiin, kuten kadun korkoon, on lopputulos varsin tarkka

Photogrammetria



Laserkeilaus



# Photogrammetria 3D



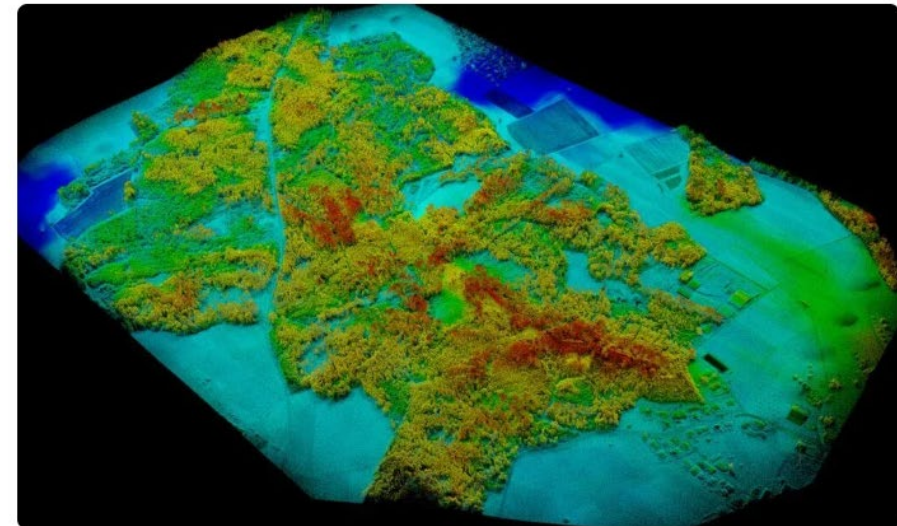
Saadaan tarkkoja pintakuviota esiin 3D mallista. Laserilla ei saa.

# Photogrammetria vs. Laserkeilaus (lidar)

	Photogrammetry	LIDAR
Data type	Geotagged photographs	Laser pulse point clouds
Horizontal accuracy	Down to 1 cm	Down to 1 cm
Vertical accuracy	Good 2-4 cm	Slightly better 1-3 cm
Performance in vegetation	Limited due to shadows/obstructions	Better: Pulses diffuse to reflect the ground and complex surfaces
Performance in complex terrain	Less effective in low contrast	Excels in complex/difficult terrain
Environmental limitations	Results depend on lighting, shadows and texture	Can even work in the dark



Photogrammetry and professional, high-resolution cameras can cost-effectively generate 2D and 3D surveys like this one, with absolute accuracies down to 1 cm (0.4 in) RMS horizontal and 3 cm (1.6 in) RMS vertical.



LIDAR as an active sensor emits hundreds of thousands of pulses per second which are reflected off of the surface below to give a detailed idea of vegetation, infrastructure and topography down to 3 cm (1.2 cm)

# Drone laserkeilaus 2.

<https://skdrones.fi/palvelut/3d-mallit/>

## Käyttökohteet

Drone laserkeilauspalvelumme sopii erinomaisesti monenlaisiin käyttötarkoituksiin, mukaan lukien:

- **Rakennus- ja Infrastruktuuriprojektit:**
  - Laserkeilaus auttaa suunnittelijoita ja insinöörejä luomaan tarkkoja 3D-malleja rakennuskohteista ja infrastruktuurista.
- **Maatalous ja Metsätalous:**
  - Maanmuotojen, kasvillisuuden ja metsän analysointi tehostaa maankäyttöä, saantoa ja suunnittelua.
- **Ympäristö- ja Ekologia-alat:**
  - Keräämme tarkkaa tietoa luonnosta, maaperästä ja vesistöistä.
- **Kaivos- ja Energia-alat:**
  - Kartoitamme maata, mittaus ja analysointi auttaa resurssien hallinnassa ja ympäristönsuojelussa.
- **Kulttuuriperintö ja Arkeologia:**
  - Laserkeilaus mahdollistaa historiallisten kohteiden, maisemien ja rakennusten tarkan dokumentoinnin ilman fyysistä kosketusta.

## Hyödyt

- **Tarkkuus ja Luotettavuus:**
  - Drone-laserkeilaus tarjoaa erinomaisen tarkkuuden, luotettavuuden ja yksityiskohtaisuuden. Saamme kerättyä dataa myös vaikeapääsyisistä paikoista.
- **Kustannustehokkuus:**
  - Voit säästää aikaa ja rahaa käyttämällä drone-laserkeilausta perinteisten menetelmien sijaan. Se on nopea ja edullinen tapa kerätä arvokasta dataa.
- **Turvallisuus:**
  - Henkilökunnan ja ympäristön turvallisuus on ensisijainen prioriteettimme. Drone-laserkeilaus minimoi ihmisten altistumisen vaarallisille tai haastaville työolosuhteille.
- **Ympäristöystävällisyys:**
  - Menetelmämme on vähäisesti invasiivinen, mikä minimoi ympäristölle aiheutuvan häiriön ja vaikutuksen.
- **Monipuolinen Data-analyysi:**
  - Keräämämme data voidaan integroida useisiin erilaisiin ohjelmistoihin, mahdollistaen monipuolisen analyysin ja visualisoinnin.

# 3D mallinnus

<https://skdrones.fi/palvelut/3d-mallit/>

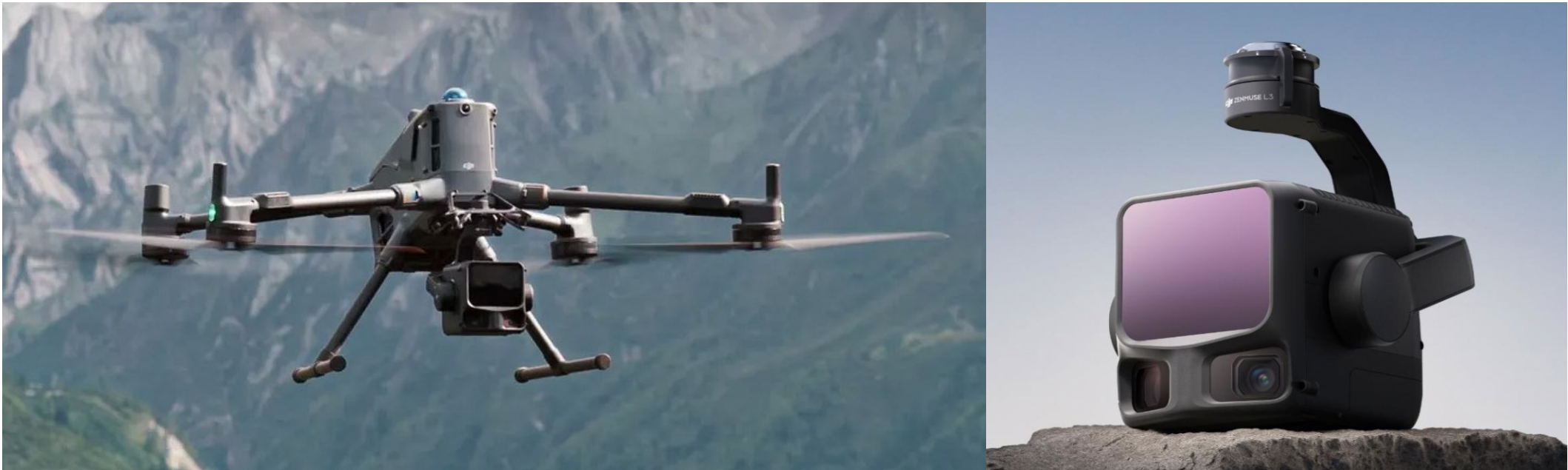


**SK Drones**

IoT  
TAITOTALO

# DJI Zenmuse L3 LiDAR (n. 12 000 €)

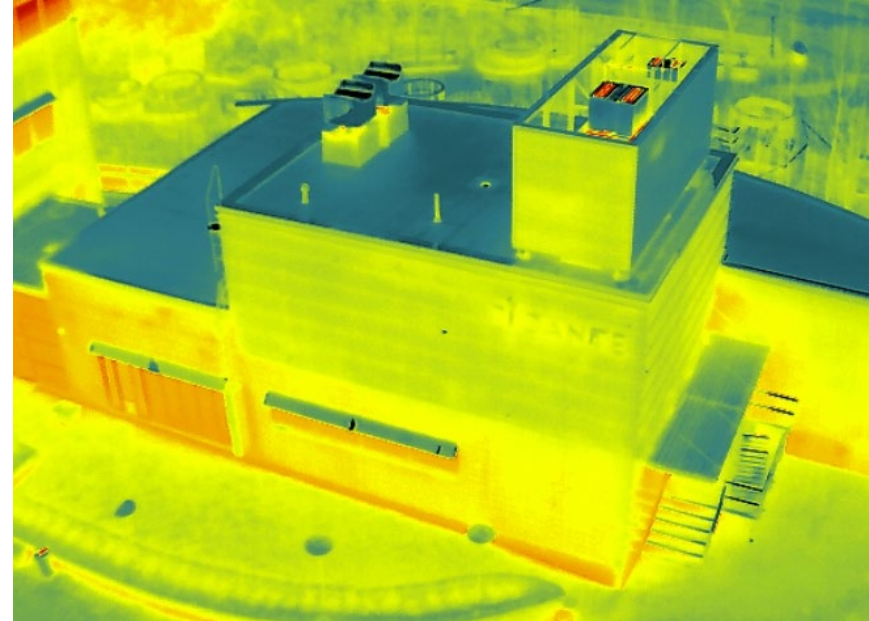
- <https://www.youtube.com/watch?v=j4JBzGddVgQ>



Zenmuse L3 integrates a 1535nm long-range LiDAR, dual 100MP RGB mapping cameras

# Rakennusten lämpökuvaus

- Suunnitelma, mitä lähdetään tutkimaan
- Sääolosuhteet, kuvausolosuhteet
- Paine-ero, rakennuksen ulkovaipan yli
- Tyypillisiä ilmavuotopaikkoja
  - Seinän ja lattian liittymäkohdat
  - Katon ja seinän liitoskohdat
  - Lämpiviennit, seinissä ja katoissa
- Kosteus materiaaleissa
  - Aiheuttaa pinnan jäähtymistä, kun kosteus haihtuu
  - Parantaa materiaalin lämmönjohtavuutta eli eristyskyky heikkenee
- Betonirakenteiden lämpökuvaus



# Miksi lämpökuvauus dronella?

- Rakenteita rikkomaton menetelmä
- Päästään tutkimaan paikkoja, joihin on muuten hankala päästä.
  - Ei tarvetta telineille, nostimelle tai kulkusilloille.
- Kuvia ja videoita pystytään analysoimaan tarkemmin kuvauksen jälkeen
- Löydetään huolto- ja korjauskohteita, joita ei muuten havaittaisi

# DJI Mavic 3T Enterprise

Hinta n. 5 700 € sis. alv.



## Tekniset tiedot

### Yleistiedot:

- Paino: 920 grammaa
- Maksimi lentoonlähtöpaino: 1050 grammaa
- Mitat taitettuna: 221×96×90mm
- Mitat lentokunnossa (ilman propelleja): 348×283×108 mm
- Maksimi nousunopeus: 6m/s normaalitilassa ja 8m/s sport-tilassa
- Maksimi laskunopeus: 6m/s
- Maksimi lentonopeus: 15m/s normaalitilassa, 21m/s sport-tilassa
- Suurin tuulenopeus turvalliseen lennätykseen: 12m/s
- Pisin lentoaika: 45 minuuttia
- Pisin lentoaika paikallaan pysyen: 38 minuuttia
- Suurin kallistuskulma: 30 astetta normaalitilassa, 35 astetta sport-tilassa
- Navigointi: GPS, Galileo, BeiDo, GLONASS (GLONASS vain RTK-moduulin kanssa)
- Suositeltu käyttölämpötila: -10 - 40° C
- Moottorimalli: 2008
- Majakka: Sisäänrakennettu
- Luokitus: C2 (EU)

### Lämpökamera:

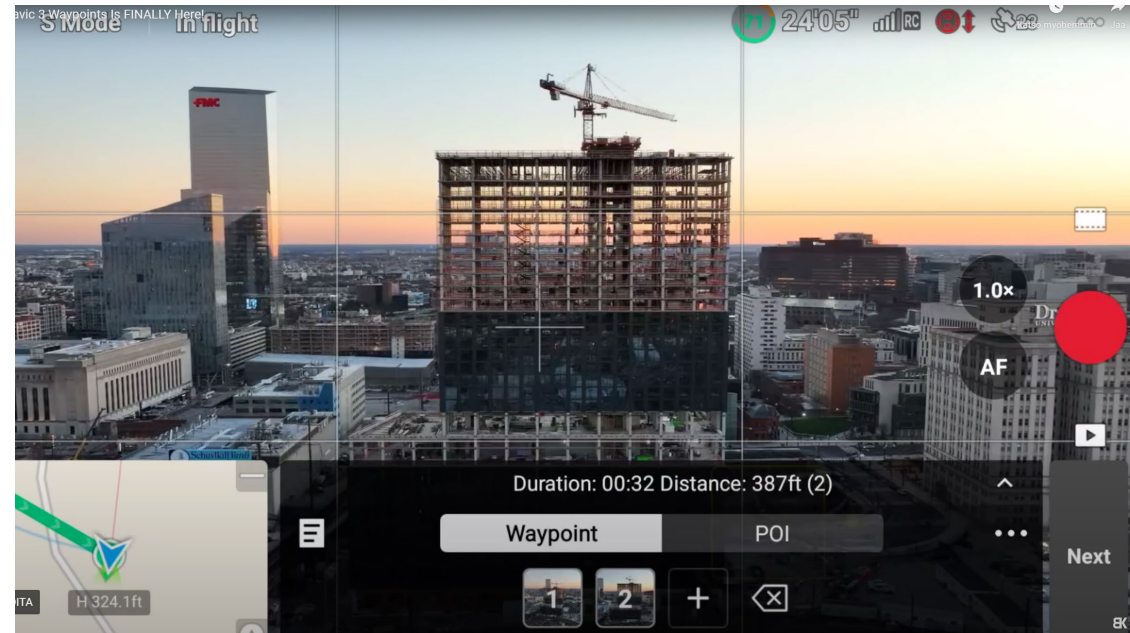
- Jäähdyttämätön VOx mikrobolometri
- Pikselikoko: 12um
- Virkistystaajuus: 30 Hz
- Näkökenttä: 61 astetta
- Kinovastaava polttoväli: 40mm
- Aukko: f/1
- Tarkennus: 5 metristä äärettömään
- NETD-arvo: alle 50mK kun f/1.0
- Lämpötilamittaus: pistemittaus, aluemittaus
- Lämpötilan mittausalue: - 20 - 150° C (High Gain -tilassa) ja 0-500° C (Low Gain -tilassa)
- Väripaletit: White Hot/Black Hot/Tint/Iron Red/Hot Iron/Arctic/Medical/Fulgurite/Rainbow 1/Rainbow 2
- Kuvien tiedostoformaatti: JPEG (8bit) ja R-JPEG (16bit)
- Videoresoluutio: 640x512, 8Mbps
- Videoiden tiedostoformaatti: MP4 (MPEG-4 AVC/H.264)
- Digitaalinen zoom: 28x
- Infrapunan aallonpituus: 8-14 μm
- Lämpötilan mittaustarkkuus: ±2° C tai ±2%

# Lämpökameran kuva ohjaimessa



# Waypoint ominaisuuden käyttö

- Jos tarvitset toistaa usein samaa lentorataa
  - Esim. päivittäiset tarkastuslennot
- Tuo **turvallisuutta** lisää lentämiseen (ei törmäyksiä)



# Lisätietoja



Kari Lepistö

Myynti- ja asiakkuuspäällikkö

kari.lepisto@taitotalo.fi

puh. 020 7461 381



<https://www.youtube.com/@karilepisto3810>