



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Joona Heinonen

Drone kiinteistön kunnossapidon apuna

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

9.5.2021

Tekijä Otsikko	Joona Heinonen Drone kiinteistön kunnossapidon apuna
Sivumäärä Aika	21 sivua + 2 liitettä 9.5.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	energia- ja ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	energiatekniikka
Ohjaajat	lehtori, Juha Kotamies
<p>Tämän insinööriyön tarkoitus on näyttää dronella tehtävien ilmakuvausten käytännöllisyyttä kiinteistöjen kunnossapidon apuvälineenä. Insinööriyötä varten kuvattiin kaksi esimerkkikohdetta, joista toinen oli keskikokoinen toimitilarakennus, jossa oli useita liiketiloja. Toinen esimerkkikohde oli toimitilarakennuksen yhteyteen rakennettu parkkihalli.</p> <p>Ilmakuvaus on tehty koululta lainaan saadulla dronella, joka on varustettu normaalilla digitaalikameralla sekä lämpökameralla. Kuvattavat esimerkkikohteet saatiin Realia Managementin kautta, joka on suuri Pohjoismaissa toimiva kiinteistöhallintoon erikoistunut palveluyritys.</p> <p>Raportissa käydään läpi yleisesti Suomessa dronella lentämiseen liittyviä säännöksiä, lakeja ja lupa-asioita. Raportilla esitellään kalustoa, kuten kamerat ja drone, joilla kyseiset ilmakuvaus tehtiin. Myös lämpökamerakuvaukseen liittyvät termit, kameras toiminta ja pöytäkirjojen tekoon liittyvät ohjelmistot esitellään.</p> <p>Työ aloitettiin tutustumalla esimerkkikohteisiin, jonka jälkeen sovittiin esimerkkikohteen edustajan kanssa kuvausaikatauluista ja raportin sisällöstä. Esimerkkikohde kuvattiin digitaalilla- ja lämpökameralla varustetulla dronella. Raportilla käydään läpi kuvauksen tulokset, kuten lämpökuvauspöytäkirja.</p>	
Avainsanat	drone, ilmakuvaus, lämpökamera, kunnossapito

Author Title	Joona Heinonen Drone as a property maintenance tool
Number of Pages Date	21 pages + 2 appendices 18 April 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Degree Program in Energy and Environmental Engineering
Professional Major	Energy Engineering
Instructors	Lecturer, Juha Kotamies
<p>The purpose of this bachelor thesis is to show how aerial filming by drone can be used for property maintenance. For this report, there were two example properties to be filmed. One a was medium size office building and the second one was the office building's parking garage.</p> <p>Aerial filming has been filmed with a drone and cameras borrowed from school. The example property have been obtained through Realia Management, which is a large estate management service company.</p> <p>This report describes what regulations, laws and licensing must be considered when flying and filming with a drone in Finland. The report presents the equipment and cameras used in this project. Terms of thermal imaging, thermal camera operation and the protocol of thermal imagining is presented in the report.</p> <p>The project started by obtaining the necessary information on the example properties and after that the filming date and content of the report was decided with a property representative. An example property was filmed with a drone equipped with a digital and thermal camera. The report reviews the results of the imaging, such as a thermal imaging report.</p>	
Keywords	Drone, aerial filming, thermal camera, maintenance

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Drone ja dronokuvaus	1
2.1	Ilmailumääräys OPS M1-32	2
2.2	EU:n dronelaki uudistui	3
2.2.1	Uuden dronelain myötä tulleet muutokset	4
2.2.2	Siirtymäajat	5
2.3	Lentoturvallisuus	5
2.4	Yksityisyys ja alueelliset rajoitukset	6
3	Rakennuksen lämpö- ja digitaalikuvaus dronella	9
3.1	Rakennuksen lämpökuvaukset dronella	9
3.1.1	Lämpökameran toiminta	9
3.1.2	Lämpökuvauspöytäkirja	10
3.2	Digitaalikuvaus dronella	10
4	Insinööriyön kuvauskohde	11
4.1	Kuvaus kuvattavasta rakennuksesta	11
4.2	Käytetty kalusto kuvauksessa	15
4.2.1	DJI Matrice 200	16
4.2.2	DJI Zenmuse XT -lämpökamera	16
4.2.3	DJI Zenmuse X4S -kamera	17
4.2.4	Muut tarvikkeet ja laitteet	18
4.3	Ennen kuvausta ja sen aikana tehdyt toimenpiteet	19
4.4	Ongelmatilanteet	20
4.5	Lämpökuvauspöytäkirja	20
5	Johtopäätökset	21
	Lähteet	22

Liitteet

Liite 1. Toiminnankuvaus, turvallisuusarvio ja toimintaohjeistus

Liite 2. Lämpökuvauspöytäkirja

Lyhenteet

CE	Conformité Européenne. CE-merkinnän omaava tuote täyttää EU:n direktiivien vaatimukset
EU	Euroopan unioni
OPS M1-32	Ilmailumääräys OPS M1-32
RPA	Remotely Piloted Aircraft, kauko-ohjattava ilma-alus.
UAV	UAV, Unmanned Aerial Vehicle, miehittämätön ilma-alus.

1 Johdanto

Tämän insinööriyön tarkoitus on avata dronella tehtyjen ilmakuvausten hyötyjä kiinteistön kunnossapidon apuvälineenä. Insinööriyötä varten kuvataan esimerkkikohteita dronella, joka on varustettu lämpökameralla sekä digitaalikameralla. Drone ja muu tarvittava kalusto on saatu lainaan Metropolian Ammattikorkeakoululta.

Kuvattava kohde on Helsingissä sijaitsevan Malmin juna-aseman vieressä oleva toimitalarakennus ja sen yhteydessä oleva parkkihalli. Kohdekuvaus tehdään yhteistyössä Realia Managementin kanssa, joka hallinnoi kyseisen kuvauskohteen toimintaa. Realia Management on kiinteistöjohtamiseen erikoistunut palveluyritys, joka tuottaa kiinteistöjen hallintaan ja johtamiseen liittyviä asiantuntijapalveluita.

Raportissa esitellään dronella tehtäviä ilmakuvauksia yleisesti ja käsitellään seikkaperäisesti kuvauskohteita varten tehtävät valmistelut sekä dronen käyttöön ja lennättämiseen liittyviä säädöksiä ja lakeja. Metropolian Ammattikorkeakoulu on rekisteröitynyt uuden EU:n sääntelyn mukaisesti UAS-operaattoriksi, mikä tarkoittaa, että esimerkkikohteita kuvatessa voidaan tehdä ilmakuvaukset vielä vanhan mallin mukaisesti eli ilmailumääräystä OPS M1-32 noudattaen.

2 Drone ja dronekuvaus

Drone eli miehittämätön ilma-alus (UAV) tunnetaan yleisesti myös nimillä nelikopteri tai drooni. Yleisimmät kuvausdronet ovat nelikoptereita eli toimivat neljällä vaakasuoralla roottorilla tai multikopterit, joissa on vielä useampi roottori. Olemassa on erilaisia variaatioita roottoreiden määrien suhteen, mutta tässä raportissa keskitytään nelikopterimaiseen droneen, koska kohdekuvaus tehdään kyseisellä dronella. Dronet toimivat yleensä akuilla eli ne ovat sähkökäyttöisiä ja niitä lennätetään kauko-ohjaimen avulla. Moniroottorisen dronen, kuten nelikopterin toiminta perustuu usean moottorin ja roottorin yhdistettyyn toimintaan. Roottorit pyörivät eri nopeuksilla ja tuottavat tarvittavan nostovoiman dronelle. Dronessa, jossa on neljä potkuria ja moottoria kaksi pyörii vastapäivään ja kaksi muuta myötäpäivään. Näin potkureiden kiertovoimat kumoavat toisensa. Kaikki dronet joissa on enemmän kuin yksi potkuri luokitellaan monimoottoridroneksi. On

olemassa myös kiinteäsiipisiä droneja. Nämä kiinteäsiipiset dronet yleensä muistuttavat lentokoneita pienoiskoossa.

Dronella pystytään tekemään ilmakuvauksia tiettyjen lakien ja sääntöjen puitteissa turvallisesti ja helposti. Dronella tehtävät kuvaukset ovat yleistyneet viime vuosikymmenen aikana, niin yritys, kuin yksityiskäytössä. Markkinoilla on tällä hetkellä droneja moniin eri kuvaustarkoituksiin. Teollisuuskäytössä droneja käytetään esimerkiksi savupiippujen, sähkölinjojen ja laivanrunkojen kuntoarviointeihin. Energia-alalla lämpökameralla varustetulla dronella pystytään kuvaamaan esimerkiksi kaukolämpöputkien mahdollisia vuotoja. Viihdealalla käytetään paljon droneja, joiden avulla pystytään saamaan hyvää ilmakuvaa, jota ennen kuvattiin esimerkiksi kalliilla kopterilennoilla. Kehittyneimmillä droneilla voidaan kuvata kovallakin pakkasilla, huomattavissa tuulissa ja kosteilla keleillä. Dronekuvaus yleistyi yksityiskäytössä 2010-luvulla ja aluksi dronen käyttö oli todella vapaata. Nykyisin dronen käyttöön on säädetty useita lakeja ja säädöksiä, joiden tarkoitus on tehdä lennättämisestä turvallisempaa.

Dronelain uudistuttua miltei vuosittain on tärkeää olla perillä mitä ohjeistusta tulee noudattaa. Lyhyesti, jos lennättäjä on itsenäinen harrastaja, niin hän noudattaa suoraan uutta EU:n uutta dronelakia, jota alettiin soveltamaan 31.12.2020. Tästä enemmän luvussa 2.3.2. Jos taas on lentotyötä tekevä lennättäjä ja hän on rekisteröitynyt ennen 31.12.2020 EU:n sääntelyn mukaan UAS-operaattoriksi, niin hän pystyy tekemään lentotyötä vanhan mallin, ilmailumääräys OPS M1-32:n mukaan 1.1.2021 asti. [1.] Lennokikerholaiset ovat vielä asia erikseen, mutta tässä raportissa tätä aluetta ei käsitellä.

2.1 Ilmailumääräys OPS M1-32

Ilmailumääräystä OPS M1-32:ta voivat käyttää 1.1.2021 asti ne lentotyötä tekevät, jotka ovat rekisteröityneet UAS-operaattoreiksi ennen 31.12.2020. Tätä insinöörityötä tehtäessä Metropolian Ammattikorkeakoululla oli lupa tehdä dronelentoja tämän ilmailumääräyksen mukaan. Ilmailumääräys OPS M1-32:ta sovelletaan kauko-ohjatun ilma-aluksen tai lennokin käyttämisessä ilmailussa. Määräys perustuu ilmailulakiin ((864/2014) 5, 9 ja 57 §) ja lakiin liikenteen palveluista ((320/2017) 127 §). Kyseinen ilmailumääräys on tullut voimaan 31.12.2020 ja on voimassa 31.12.2021 asti.

Määräyksen mukaan kauko-ohjattavan ilma-aluksen käyttö ei vaadi lentotyölupaa. Yleisesti vaadittaviin toimenpiteisiin kuitenkin kuuluu ilmoittaa seuraavat tiedot Liikenne- ja viestintävirastolle. Nämä alla olevat tiedot on ilmoitettava ennen, kuin dronea käytetään ilmailussa ensimmäisen kerran [2.]:

- käyttäjän perustiedot
- ilma-aluksen perustiedot
- toiminnan laatu ja laajuus
- ilmoitettava harjoitetaanko toimintaa asutuskeskuksen tiheästi asutetulla alueella.
- ilmoitettava harjoitetaanko toimintaa ulkotiloihin kokoontuneen väkijoukon yläpuolella.

Alle on listattu muutamia tärkeitä yleisiä asioita, jotka on otettava huomioon, kun dronelentoja tehdään OPS 32-M1 ilmailumääräyksen mukaan. Kokonaisuudessaan OPS 32-M1 ilmailumääräykset löytyvät Traficom sivuilta. [2.]

- Ilmailu on suoritettava niin, että ulkopuolisille henkilöille tai heidän omaisuudelleen ei koidu vaaraa. Meluhaitat on myös huomioitava ja pidettävä pieninä.
- Dronella tehtävät lennot eivät saa aiheuttaa vaaraa tai haittaa eivätkä estä hätä-, onnettomuus-, pelastus- tai muun vastaavaan poikkeustilanteeseen saapuvan yksikön tai viranomaisen toimintaa.
- Dronen ohjaajan on hallittava dronea turvallisesti ja olla tietoinen ja osattava ongelma- ja hätätilanteiden toimenpiteet. Ohjaajan on oltava vähintään 18-vuotias.
- Dronen ohjaajalla on oltava jatkuvasti näköyhteys ohjattavaan droneen. Suurin sallittu lentokorkeus on 150 metriä maan tai veden pinnasta tietyin poikkeuksin.

2.2 EU:n dronelaki uudistui

Euroopan unioni uudisti dronelakia, jota alettiin soveltaa 31.12.2020. Dronen lennättäminen ja käyttö on ollut todella vapaata aiemmin. Lakiuudistuksen tarkoitus on tuoda dronen käyttöön ammattimaisempaa, turvallisempaa ja valvotumpaa käyttöä. Aiemmin

kuka vain pystyi lennättämään dronea miltei missä vain. Tämä aiempi ”villi länsi” asetelma on aiheuttanut aiemmin monia vaaratilanteita ja dronejen väärinkäyttöä. [1.]

2.2.1 Uuden dronelain myötä tulleet muutokset

Jokaisen suomalaisen, joka käyttää dronea ammatti- tai harrastajakäytössä on rekisteröidyttävä dronetoimijarekisteriin. Aikaisemmin vain ammattilaisten on tarvinnut rekisteröityä rekisteriin. EU:n dronelain uudistuttua tuli myös vaatimus perehtyä enemmän lennättämiseen ja tehdä pääsääntöisesti dronelennättämiseen liittyvä teoriakoe. Rekisteröinnin ulkopuolelle jäivät ainoastaan todella kevyet dronet (alle 250g), joissa ei ole kameraa, direktiivin 2009/48/EY lelut tai alle 1 kg painavat siimalennokit. [3.]

Uuden dronelain tuoma asetus jakaa dronelennättämisen eri kategorioihin. Eri kategorioita ovat **avoin** (A1-A3), **erityinen** ja **sertifioitu**. Erityisessä kategoriassa toimivien on haettava erityistä toimilupaa toiminnalleen, jonka voi hakea esimerkiksi Liikenne- ja viestintävirasto Traficomilta. Toiminta, joka kuuluu sertifioituun kategoriaan, on esimerkiksi sellaista, että lennetään ihmismassojen yllä tai kuljetetaan vaarallisia aineita. Tähän sertifioituun kategoriaan ei ole saatu vielä säädöksiä ja standardeja kuntoon, joten tähän kategoriaan lupaa ei vielä käytännössä voi saada. Tässä raportissa käytetään avoimessa kategoriassa olevaa dronea (A3) ja sen kuvausmetodeja, joten käydään vain **avoimen** kategorian asioita ja eroja läpi lyhykäisyydessään. Alla olevassa kuvassa 1 nähdään avoimen kategorian A1–A3 erilaiset vaatimukset. Esimerkiksi drone, joka painaa yli 4 kiloa, mutta alle 25 kiloa kuuluu A3 -kategoriaan ja vaatii seuraavat vaatimukset: CE -merkinnät (C2, C3 ja C4), lentäminen sallittua vain kaukana ihmisjoukoista ja asutuksesta. Dronen lennättäjän on myös tullut suorittaa verkkotentti hyväksytysti.

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

Kuva 1. Avoimen kategorian vaatimukset. Kuva [7.]. [1.]

2.2.2 Siirtymäajat

Niiden toimijoiden, jotka ovat aiemmin tehneet ilmoituksen ilma-aluksen käyttämisestä (ennen 31.12.2020) ei tarvitse muuttaa toimintatapojaan heti vaan he voivat jatkaa toimintaansa ilmailumääräyksen OPS M1-32 mukaan 1.1.2022 asti. Kyseisten toimijoiden on kuitenkin laadittava *toiminnankuvaus*, *toimintaohjaus* ja *turvallisuusarvioinnin* ja säilytettävä näitä asiakirjoja vähintään 3 kuukautta.

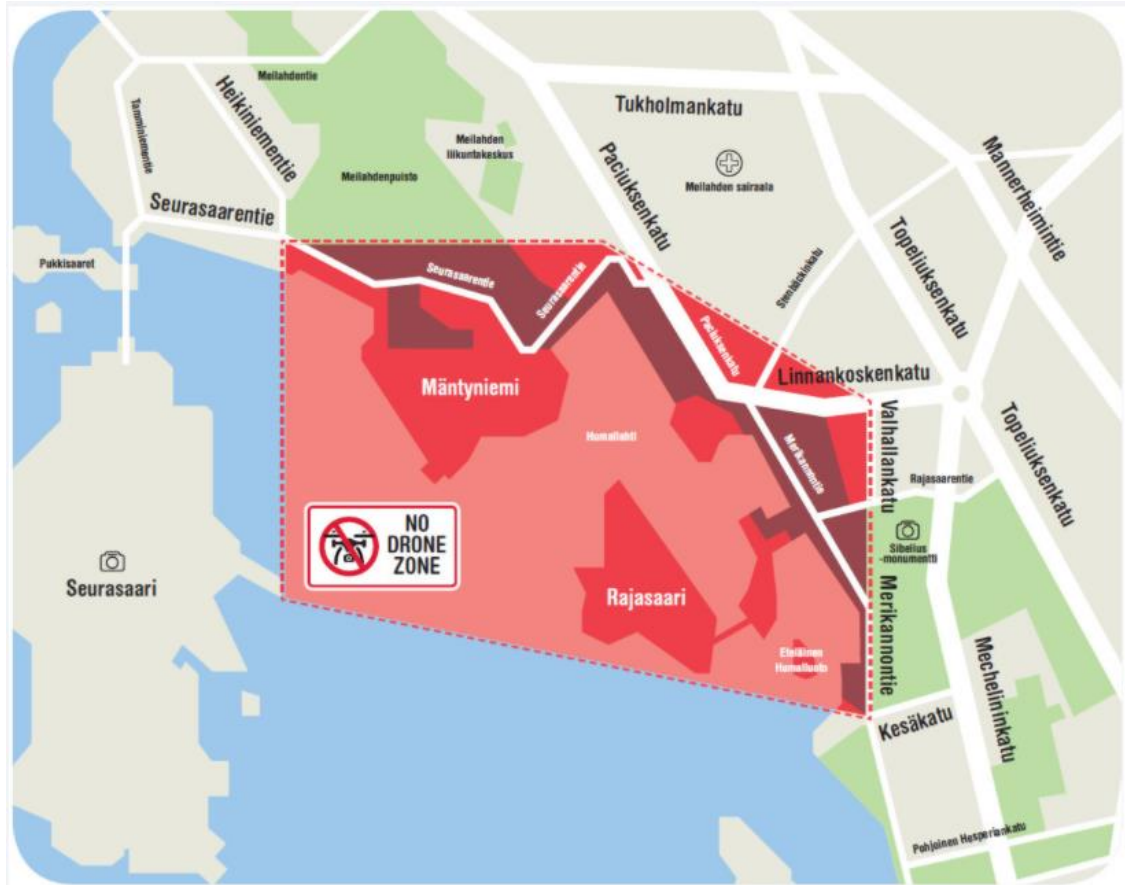
2.3 Lentoturvallisuus

Dronea lennättäessä on otettava useita asioita huomioon. On esimerkiksi useita alueita, jotka kuuluvat lentokieltoalueelle, kuten lentokentät ja niiden turva-alueet. Lennättäjän on tärkeää tuntea lentoalue missä hän operoi, jotta hän voi suunnitella turvallisen lennon. Dronea ei saa lentää, jos on alkoholin, huumeiden tai lääkkeiden vaikutuksen alaisena. Lennättäjän on myös huolehdittava omasta vireystilastaan eikä väsyneenä kannata lentää. Dronen käyttäjän on aina säilytettävä näköyhteys lennätettävään droneen, eikä

drona saa lennättää yli 120 metriä korkeammalle maan tai veden pinnasta. Dronella ei saa lennättää vaarallisia aineita. [4.]

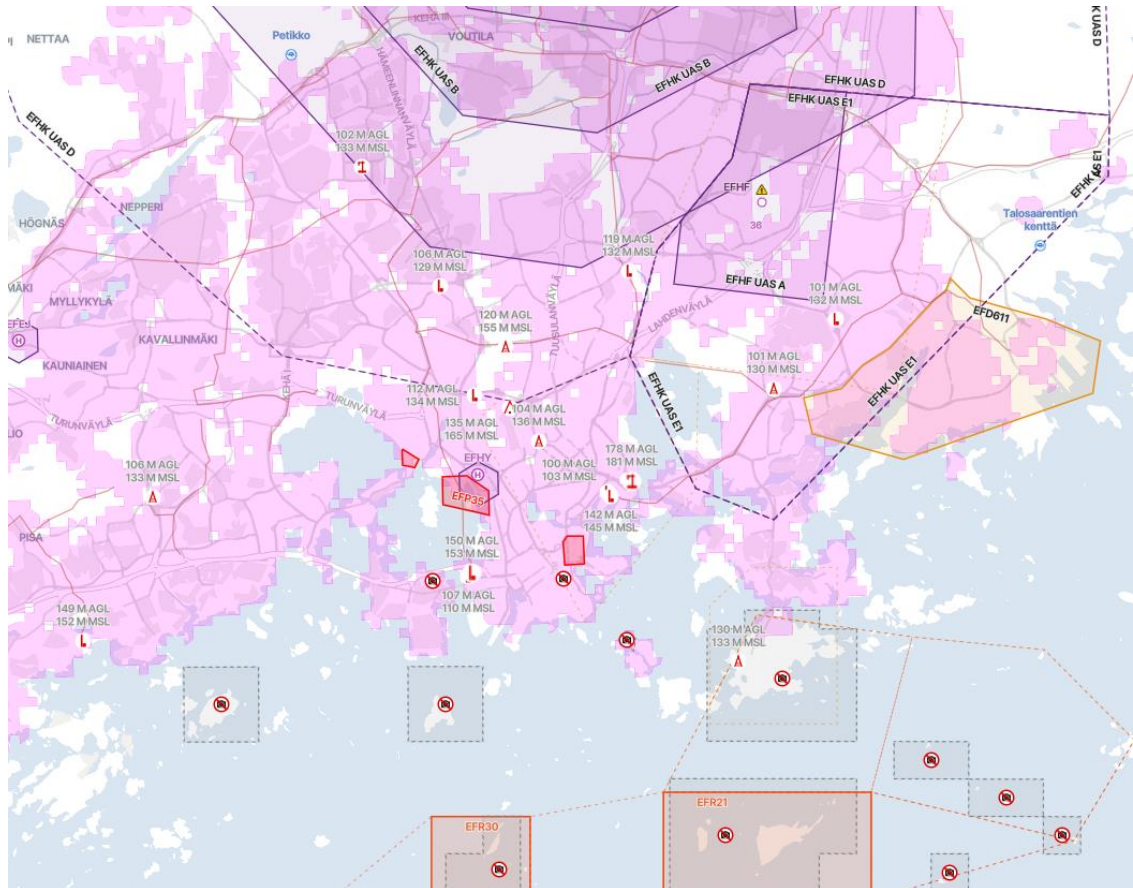
2.4 Yksityisyys ja alueelliset rajoitukset

Dronella lennättäminen ei ole sallittua ihan missä tahansa. Suomessa on alueita, joilla on erilaisia rajoituksia ja kieltoja, esimerkiksi itärajalla on ilmakuvauškielto. Usein on määritelty alueellisia rajoituksia lentokorkeuden suhteen. Aluetta, jolla aikoo tehdä dronekuvauksia on hyvä selvittää ensimmäisenä, kun aikoo tehdä ilmakuvauksia dronella. Suomen ilmatilaan lisätään jatkuvasti tilapäisiä rajoitus- ja kieltoalueita. [5.] Selvitystyöhön on olemassa hyviä palveluita, kuten esimerkiksi Avimaps -karttapalvelu. [7.] Kuvassa 3 näkyy esimerkkikuva Aviamapsista Helsingin alueelta. Palvelun kautta voi hakea alueen, joka haluaa lennättää dronaa ja selvittää kyseisen alueen mahdolliset kiellot ja rajoitukset. Alla olevassa kuvassa 2 näkyy esimerkki Helsingin lentokieltoalueesta.



Kuva 2. Esimerkki lentokieltoalueesta Helsingin keskustassa. [5.]

Puolustusvoimien alueet ja toiminta pitää huomioida erikseen, koska ilmakuvaukset näillä alueilla tai kuvaten puolustusvoimien toimintaa on yleensä luvanvaraista tai kiellettyä. [6.]



Kuva 3. Kuvakaappaus Aviamapsin karttapalvelusta Helsingin alueelta. [7.]

Kuvatessa on muistettava noudattaa yleistä tietosuojasetusta (GDPR), joka on voimassa EU:n jäsenmaissa. Asetuksen tarkoituksena on, että ihmisten henkilötietoja ei käytetä väärin. Henkilötiedoilla tarkoitetaan tietoja jolla henkilö voidaan tunnistaa. Näitä voivat olla esimerkiksi nimi, sähköpostiosoite, puhelinnumerot, valokuvat tai äänitallenteet. [8.]

Dronella kuvatessa GDPR pitää ottaa huomioon. Välttääkseen asetusten rikkomista kannattaa kuvaukset tehdä, niin, että ei kuvaa ihmisjoukkoja ja aloittaa kuvaustoiminnot vasta, kun on tarpeeksi korkealla, ettei kuvasta pystytä tunnistamaan kuvauksen ulkopuolisia asioita, kuten maassa olevia henkilöitä. Suomessa julki- ja kotirauhan suojalla alueilla olevia asuntoja tai piha-alueita ei saa kuvata, niin että henkilöitä pystyttäisiin tunnistamaan kuvista tai videoista. [9.]

3 Rakennuksen lämpö- ja digitaalikuvaus dronella

3.1 Rakennuksen lämpökuvaukset dronella

Lämpökameralla varustettua dronea voidaan käyttää useaan eri kuvaustarkoitukseen kiinteistöillä. Lämpökuvauksia voidaan käyttää kiinteistöiden peruskorjausten ja uudisrakentamisen jälkeisessä laadunvarmistamisessa. Erilaiset ulkoiset kuntoarviot ovat helposti tehtävissä ilmasta käsin lämpökameralla varustetulla dronella. Täytyy kuitenkin muistaa, että lämpökamerakuvan arvioiminen ei ole ihan yksiselitteistä. Arvioijan täytyy olla perillä laitteistosta, mittaustekniikan perusteista ja rakennusfysiikan perusteetkin olisi hyvä olla hallussa. Lämpökamerakuvauksia varten on mahdollista hankkia sertifiointi alan ammattilaisilta. Esimerkiksi RATEKO (Rakennusteollisuus RT) järjestää vuosittain kursseja, jonka suorittaessa saa rakennusten lämpökuvaajan sertifiokaatin. [10.;11.]

Ilmalämpökuvauksilla voidaan tehdä esimerkiksi seuraavanlaisia kuntotarkastuksia:

- Vesikattojen kuntotarkastuksia kosteusvaurioiden varalta lämpökuvauksen avulla. Ilmakuvatessa henkilön ei tarvitse mennä kiipeilemään katolle, joten turvallisuus paranee. Ilmakuvaus on tässä tapauksessa myös nopea, kun voidaan ottaa kuva huomattavasti kauempaa ja suuremmalta alueelta kerralla.
- Seinärakenteiden, liitoskohtien ja ikkunoiden lämpövuotojen tarkastukset. Kerrostaloasunnoissa esimerkiksi pystytään tekemään tehokkaita kuvauksia ilmakuvausten avulla, kun asuntoihin ei tarvitse mennä sisälle. Aikaa säästyy ja asukkaat eivät häiriinny, kun ei tarvitse kiertää jokaista asuntoa ja tilaa erikseen.

3.1.1 Lämpökameran toiminta

Lämpökameralla mitataan kohteen pinnasta säteilevää lämpösäteilyä. Lämpökamera pystyy muokkaamaan kohteen lämpösäteilydatan lämpötiladataksi ja tätä kautta muodostamana lämpökuvan digitaaliseen muotoon reaaliajassa. Digitaalikameran ja lämpökameran toimintaperiaatteessa ei ole suuria eroja, koska molemmissa säteily johdetaan linssin läpi ilmaisimelle. Lämpökameran objektiivi, kuvan prosessointielektroniikka ja

ohjelmisto ovat erilaisia. Objektiivit on lämpökamerassa yleensä valmistettu hiilipinnoitusta germaniumia. Tavallinen lasi ei toimi lämpökamerassa, koska optisen kanavan täytyy luonnollisesti taittaa sekä läpäistä lämpösäteilyä ja tähän tavallinen lasi ei sovellu.

Lämpökameramittauksia tehtäessä on otettava huomioon kuvauskohteen emissiivisyys sekä ympäröivä taustasäteily, jotta mittadata olisi tarkka. Emissiivisyys mittaa kohteen kykyä lähettää infrapunaenergiaa, jota merkitään yleensä epsilon-kirjaimella ϵ . Yleensä lämpökameralla mitataan kuvattavan kohteen pinnan ylintä ja alinta tai keskiarvoista lämpötilaa. Lämpökameroita on olemassa mittaavia ja ei-mittaavia. Mittaavia lämpökameroita käytetään yleensä mm. teollisuudessa tai kiinteistötarkastuksissa ja ei-mittaavia esimerkiksi etsintälaitteina eksyneenä olevaa henkilöä etsiessä. [12.;13.]

3.1.2 Lämpökuvaukspöytäkirja

Lämpökuvaukspöytäkirja on dokumentti, johon on koostettu kuvattavan kohteen lämpökuvauksmateriaali helposti esitettäväksi ja tarkastettavaksi. Dokumenttiin tulee yleensä kuvien lisäksi kuvien tarkastajan huomiot ja kommentit mukaan. Dokumenttien laadintaan on erilaisia ohjelmia, mutta käydään tässä raportissa läpi FLIR:n tarjoamaa ilmaisohjelmaa FLIR Toolsia, koska sitä käytetään raportin esimerkkikohteen dokumentoinnissa. FLIR Tools on helppokäyttöinen ohjelmistoratkaisu, jolla tuotetaan lämpökuvaukspöytäkirjoja. Ohjelman avulla on helppo analysoida lämpökamerakuvia ja koostaa niitä raportille. Kuvien käsittelyn, huomioiden ja kommenttien lisäämisen jälkeen FLIR Tools koostaa näistä tiedoista selkeälukuisen ja ammattimaisen dokumentin PDF:n muodossa.

3.2 Digitaalikuvaus dronella

Digitaalikameralla varustettua dronea voidaan käyttää kiinteistön kuntoarvioissa samaan tapaan, kuin aiemmin mainittua lämpökameraa. Lämpökameran tuottama kuva keskittyy pintamateriaalien lämpötiloihin, kun taas digitaalisella kameralla tehdyt ilmakuvaukset antavat normaalin video- tai stillkuvan kohteesta. On kyse uudisrakentamisesta, saneerausesta tai pelkästään kiinteistön kunnon tarkastuksesta, niin dronella tehtävät ilmakuvaukset ovat turvallinen ja helppo tapa hoitaa tarkastukset maaliin. Alla muutamia esimerkkejä mihin digitaalista ilmakuvausta voi käyttää [11.]:

- kiinteistön seinien ja liitoskohtien kuntoarviot korroosion vaikutuksesta.
- ikkunoiden kuntoarviot.
- kattojen, rännien ja räystäiden kuntoarviot. Dronella myös turvallista tarkastaa räystäiden ja rännien tukokset.

4 Insinööriyön kuvauskohde

4.1 Kuvaus kuvattavasta rakennuksesta

Tätä insinööriyötä varten kuvattava esimerkkikohde sijaitsee Helsingin Malmilla osoitteessa Malmin kauppatie 18. Kohde on toimitilarakennus, jossa tällä hetkellä toimii esimerkiksi erilaisia ravintoloita ja päivittäistavarakauppoja.

Kuvattava kohde sijaitsee lähellä Malmin lentokenttää ja on kyseisen kentän A-ilmatilavyöhykkeellä (EFHF UAS A). Kohde sijaitsee myös Helsinki-Vantaan lentokentän EFHK UAS C ilmatilavyöhykkeellä. EFHF UAS A -vyöhykkeellä lennättämiseen tarvitaan Malmin lentokentän pitäjän lupa lennätyskorkeudesta riippumatta. EFHK UAS C-vyöhykkeelle tarvitaan lisäksi lennonjohdon lupa, mikäli lennätys tapahtuu yli 50 metrin korkeudella. EFHK UAS E1-vyöhykkeelle tarvitaan lisäksi lennonjohdon lupa, mikäli on aikomus lennättää yli 120 m korkeudella.

Kuvausalueella on otettava huomioon, että kohteen läheisyydessä liikkuu ulkopuolisia ihmisiä kävellen, pyörällä ja autolla. Kuvassa 4 nähdään, että esimerkkikohteen edustalla menee ajotie sekä kävelytie.



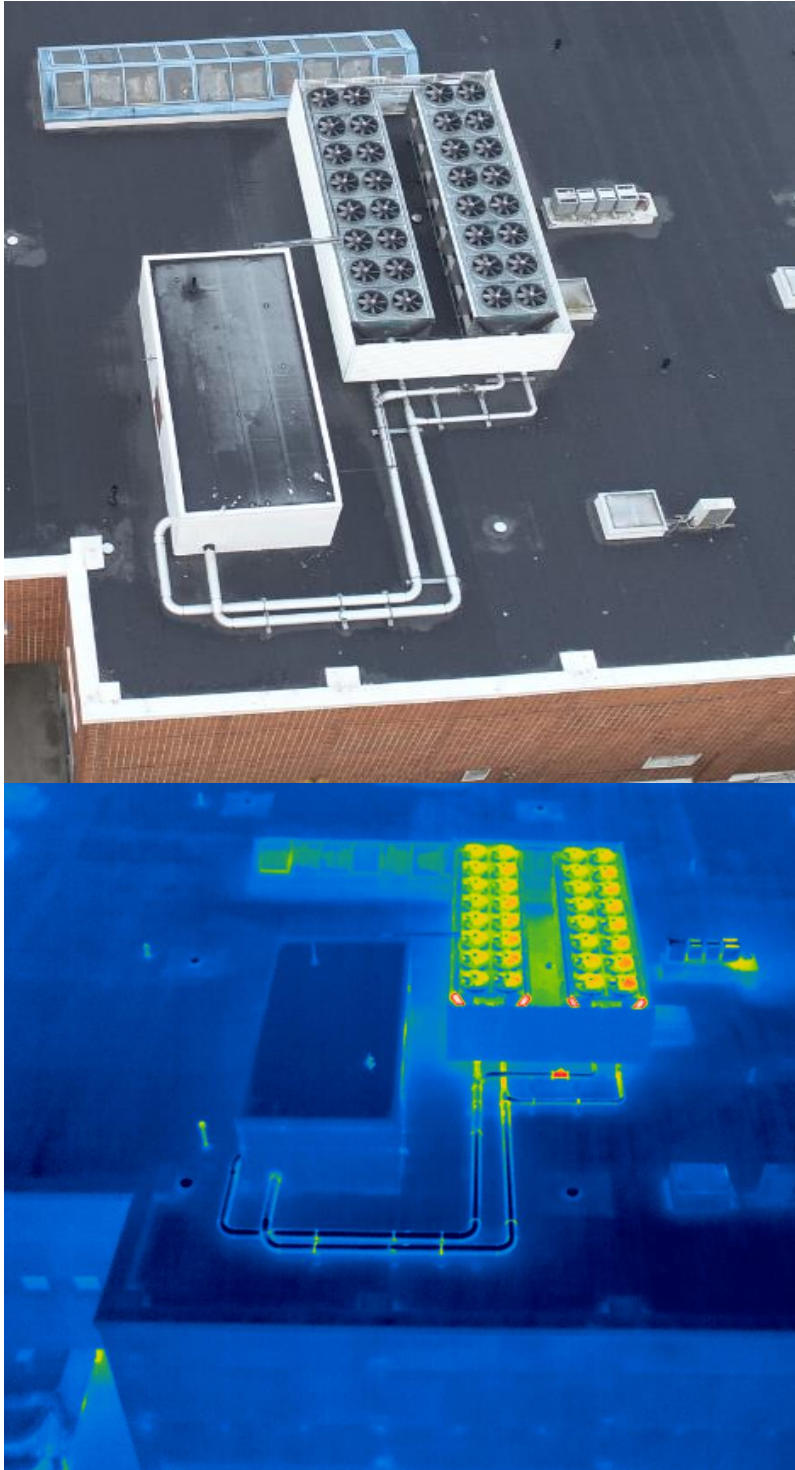
Kuva 4. Esimerkkikohde kuvattuna dronella.

Kuvassa 4 on esimerkkikohde kuvattuna junaradan puoleiselta puolelta. Dronella saa kuvattua hyvin koko kohteen samaan kuvaan, kun vaihtelee etäisyyttä. Epäkohtia kohteessa huomattaessa voidaan mennä lähemmäksi tekemään tarkempia kuvauksia.

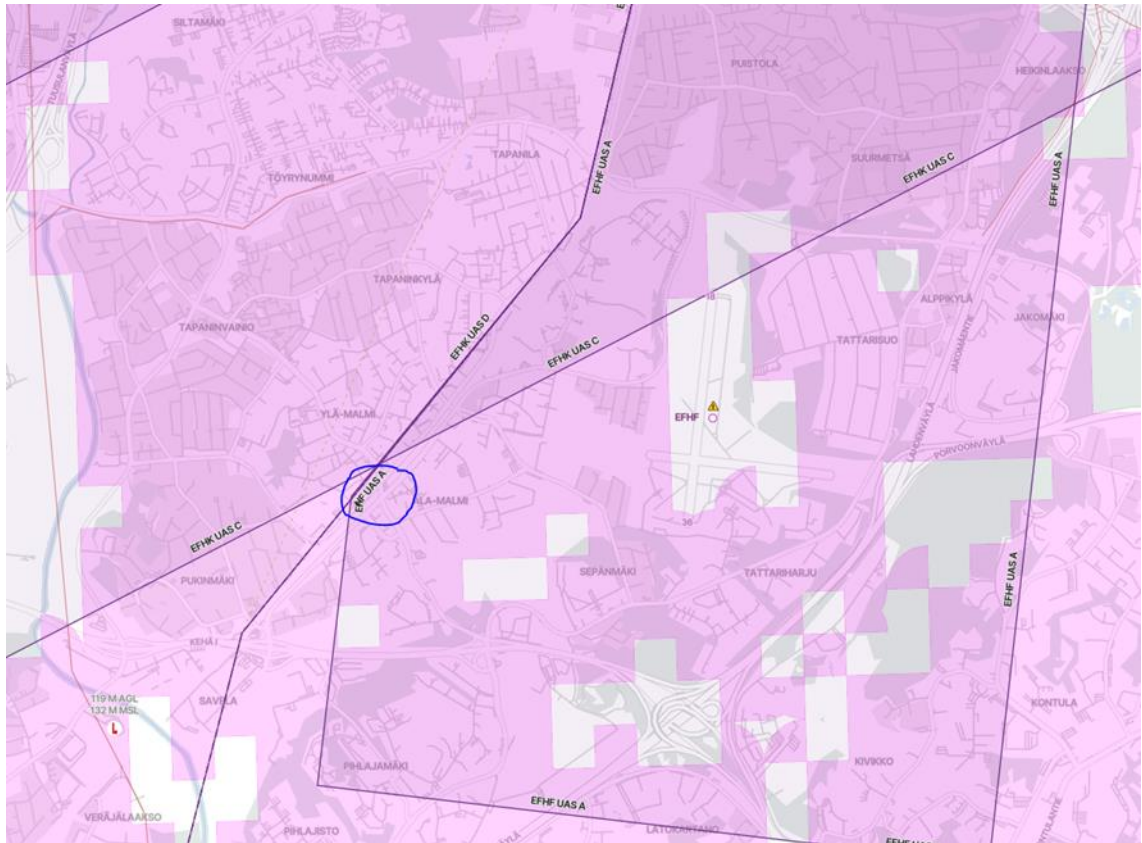


Kuva 5. Esimerkkikohteen katto kuvattuna dronella.

Kuvassa 5 näkyy esimerkkikohteen kattoala kokonaisuudessaan. Kuvaa voidaan käyttää mm. hahmottamaan kohteen ympäristöä. Alla olevassa kuvassa 6 näkyy kohteen katolta otettu kuvapari samalta alueelta digitaalikameralla sekä lämpökameralla.



Kuva 6. Esimerkkikohte kuvattuna lämpökameralla ja digitaalisella kameralla samasta kohtaa.



Kuva 7. Kuvakaappaus Aviamapsista. Kuvausalue ympyröity sinisellä. [7.]

4.2 Käytetty kalusto kuvauksessa

Drone, kamerat ja muut oheislaitteet on saatu lainaan Metropolian ammattikorkeakoululta työn tekoa varten. Drone ja kalusto on suurimmalta osin DJI:n valmistamia tuotteita. DJI on yksi suurimpia dronevalmistajia tällä hetkellä. DJI on kiinalainen yritys, joka on erikoistunut varsinkin dronejen ja niiden oheislaitteiden valmistamiseen. Yritys on perustettu vuonna 2006 ja sen pääkonttori sijaitsee Shenzhenissä. DJI:llä on ulkomaisia toimistoja muun muassa Saksassa, Yhdysvalloissa, Japanissa, Alankomaissa ja Etelä-Koreassa. DJI:n droneista tunnetuimmat mallit ovat luultavasti Mavic -tai Phantom -sarjaan kuuluvat dronet. [14.]

4.2.1 DJI Matrice 200

Matrice 200 on teollisuuskäyttöön suunniteltu korkealaatuinen drone. Matrice 200 on neljällä vaakasuoralla roottorilla varustettu drone. Drone toimii kahdella DJI:n TB55 -akulla. Lennätysaika kyseisillä akuilla on 24-38 minuuttia riippuen kuorman suuruudesta. Kantokykyä on akkujen kanssa noin 1,6 kiloa. Kokonaispainoa dronella on noin 4,5 kiloa. Matrice 200 on suunniteltu toimimaan -20 ja +40 celsiusasteen välisissä lämpötiloissa. Dronella on IP43-luokitus, joka tarkoittaa, että dronea voi lennättää myös sateella.



Kuva 8. DJI Matrice 200 drone.

4.2.2 DJI Zenmuse XT -lämpökamera

Zenmuse XT on Flirin valmistama lämpökamera, jossa käytetään DJI:n valmistamaa gimbalia (kuvanvakaaja). Lämpökamerat ovat huomattavasti herkempiä, kuin esimerkiksi normaalit 4K-kamerat. Tällä lämpökameralla ei ole esimerkiksi IP-luokitusta, joten sitä ei voi suositella käytettäväksi sateisilla tai kosteilla keleillä. Zenmuse XT:n on suunniteltu toimimaan -10 ja +40 celsiusasteen välillä. Huomioitavaa siis on, että vaikka itse drone kestäisi kovempiakin pakkasia, niin voi olla, että kamerat eivät kestä. Kyseisellä lämpökameralla pystytään ottamaan lämpökuvia resoluutiolla 640x512 tai 336x256. Kameraa käyttäessä se tallentaa kuvat kameraan asennettavaan muistikorttiin.

Lämpökameralla kuvattaessa on tärkeää määrittää kuvauspaikan olosuhteet. Ilman lämpötila ja ilmankosteus on huomioitava ennen kuvauksien aloittamista. Nämä vaikuttavat kameroiden toimivuuteen, kuten lämpökameralla otettavien kuvien lämpödataan. On siis suositeltavaa, että kun lämpökameralla tehdään kuvauksia, niin tehdään lämpötila- ja kosteusmittaukset kalibroidulla tähän tarkoitukseen soveltuvalla mittalaitteella.



Kuva 9. DJI Zenmuse XT -lämpökamera.

4.2.3 DJI Zenmuse X4S -kamera

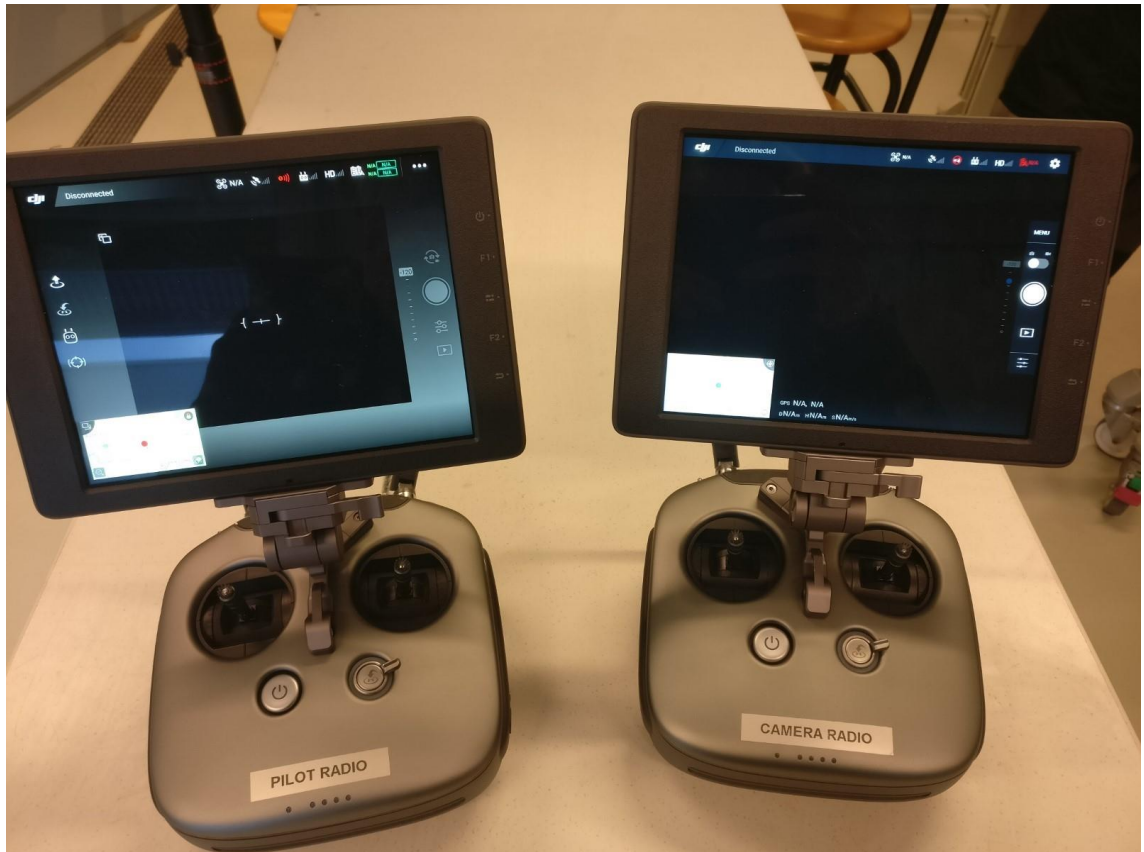
Zenmuse X4S on DJI:n valmistama digitaalikamera, jolla voidaan ottaa 20 megapikselin valokuvia ja 60 fps:n nopeudella 4K -videokuvaa. Kamerassa on myös DJI:n gimbal (kuvanvakaaja) tekniikka. Tässäkään kamerassa ei ole IP -luokitusta, joten kuvaukset saateisella tai kostealla säällä tehdään oman harkinnan mukaan. Kamera on suunniteltu toimimaan -10 ja +40 celsiusasteen välillä ja se painaa 253 grammaa.



Kuva 10. DJI Zenmuse X4S -kamera

4.2.4 Muut tarvikkeet ja laitteet

Dronekuvauksia tehdessä tarvitaan yleensä 2 kauko-ohjainta, varsinkin, jos käytetään erikseen liitettäviä kameroita, kuten aiemmin mainitut Zenmuse X4S- tai Zenmuse XT -kameroita. Toisella ohjaimella ohjataan dronea ja voidaan myös samalla ottaa droneen integroidulla ohjauskameralla kuvia. Jos taas käytetään erikseen liitettäviä kameroita, niin täytyy kuvaajallakin olla oma kauko-ohjain kameraa varten. Kauko-ohjaimien lisäksi kauko-ohjaimiin tarvitaan näytöt, joista nähdään mitä kuvataan ja minne lennetään. Tässä projektissa käytetään kahta DJI Inspire -mallista kauko-ohjainta sekä DJI CrystalSky -mallin näyttöjä. DJI CrystalSky -näyttöjen sijaan on mahdollista myös käyttää esimerkiksi älypuhelinnäyttöä, johon on asennettu DJI:n tarvittavat ohjelmistot. Lämpötila- ja kosteusmittauksia varten käytössä on Testo 452 -mittalaite.



Kuva 11. DJI Inspire -mallin kauko-ohjaimet ja DJI CrystalSky -mallin näytöt liitettyinä kauko-ohjaimiin.

4.3 Ennen kuvausta ja sen aikana tehdyt toimenpiteet

Ennen kuvauksia kartoitettiin kuvauspaikka ja testattiin vielä kerran laitteiston toimivuus varmuuden vuoksi. Kuvauspaikkaa käytiin katsomassa paikan päällä ennakkoon ja tehtiin alustavia arvioita Google Mapsin ja Aviamapsin avulla. Kohde sijaitsee lähellä Malmin lentokenttää ja ihan Malmin juna-aseman vieressä, joten aluerajoitukset oli tarkastettava huolellisesti. Aviamapsin kautta selvisi esimerkiksi, että kohde on tiheästi asutulla alueella, jonka takia yli 3kg:n painoisia dronejen käyttö alueella on rajoitettu ja maksimi lentokorkeus on 50m. Kuvauspäivälle haettiin lennätyslupaa nettilomakkeella

Aviamapsin kautta. Kuvauksia varten oli myös laadittava toiminnankuvaus, toimintaohjeistus ja turvallisuusarvion, joka löytyy liitteestä 1.

4.4 Ongelmatilanteet

Kuvauspäivänä sääolosuhteet olivat hyvät ja koska kuvaukset aloitettiin jo noin klo 5 aamulla ei ihmisiääkään suuremmin liikkunut kohteen ympäristössä, joten turvallisuus oli helppo taata. Kuvaukset sujuivat oikein hyvin eikä mitään ongelmatilanteita syntynyt. Kuvauksia lopeteltaessa saapui poliisi kyselemään kuvausten tarkoitusta ja lupa-asioita. Hetken selvittelyn jälkeen poliisit ottivat tarvittavat tiedot ylös ja toivottivat hyvät päivänjatkot. Esimerkkikohteen naapurissa on Malmin Poliisitalo, joten dronella tehdyt ilmakuvaukset luultavasti herättivät poliisin huomion tätä kautta. Vaikka lupa-asiat olivatkin kunnossa tässä tapauksessa, niin vastaisuuden varalle voisi ajatella, että pystyisikö paremmin informoimaan suoraan läheisyydessä toimivia viranomaisia, kun ilmakuvauksia tehdään.

4.5 Lämpökuvaukspöytäkirja

Liitteessä 2 näkyy esimerkkikohteella otettujen lämpökuvien lämpökuvaukspöytäkirja. Kuvista nähdään missä rakennuksessa on eniten lämpövuotoja. Lämpövuotojen paikkoja analysoimalla pystytään kartoittamaan, onko lämpövuodot normaaleja vai onko kohteella jotain rakennusteknisiä puutteita tai vaurioita. Lämpökuvaukspöytäkirjan pistelämpötilat eivät välttämättä ole täysin tarkkoja, mutta pisteiden (sp 1-x) lämpötilaeroja vertailemalla saadaan kokonaiskuva lämpövuotojen suuruudesta. Ikkunat ja lasirakenteet esimerkiksi erottuvat selkeästi lämpökuvissa, joka on normaalia. Ikkunoita voidaan kuvata tarkemmin, jotta nähdään, onko esimerkiksi tiivisteissä vuotoja. Lämpökuvia analysoimalla ja vertailemalla rakennuksen talotekniikkaan, voidaan harkita, että olisiko tarvetta esimerkiksi lämmöntalteenotolle tai muille energiatehokkaille talotekniikan ratkaisuille.

5 Johtopäätökset

Dronella tehtävät ilmakuvaukset ovat kätevä ja turvallinen apuväline rakennusten kunto-
kartoituksia tehtäessä. Isonkin kohteen kuvaus käy vaivattomasti ja turvallisesti. Voidaan
tarkastaa esimerkiksi katon pintapuolinen kunto dronella hetkessä ja keskittyä tarkasta-
maan tarkemmin epäilyttävän näköiset alueet. Dronen käyttäjän on aktiivisesti seurata
alan muuttuvia säädöksiä ja tehtävä muutoksia toimintaan sen mukaan. Droneku-
vauksia julkisilla paikoilla tehtäessä on hyvä olla aina toinen henkilö mukana tarkastele-
massa ympäristöä kuvauksia tehdessä. Dronen käyttö on sääkohtaista toimintaa. Voi-
makkaalla tuulella, vesisateessa tai kovalla pakkasella dronen käyttöä kannattaa harkita
sen mukaan mitä olosuhteita drone ja kamerat kestävät. Dronen käyttö pitää myös aina
olla turvallista, joten esimerkiksi suurilla tuulenopeuksilla ei kannata dronea lennättää
varsinkaan julkisilla paikoilla.

Lämpökuvien analysoinnissa pystyy maallikon silminkin näkemään lämpötilaeroja ver-
tailemalla, että minkälainen lämmöneristys kohteella on. Tarkempaan analysointiin tar-
vitaan koulutuksia, koska esimerkiksi emissiivisyys muuttuu paljon erilaisilla pinnoilla.
Myös olosuhteiden analysointi kuvia tarkastellessa vaatii syvempää osaamista, jos ha-
lutaan tarkkoja tuloksia. Koulutuksia järjestävät esimerkiksi suuremmat lämpökameroi-
den myyjät, kuten FLIR. Koulutukset ovat suhteellisen hintavia. Lämpökuvauksiin eri-
koistunut yritys esimerkiksi voisi hyötyä koulutuksista.

Lähteet

- 1 EU:n dronesäännöt. Verkkoaineisto. Traficom. <<https://www.droneinfo.fi/fi/eun-dronesaaannot?toggle=Erilaisia%20operaattoreita%20ja%20kauko-ohjajia%20koskevat%20siirtym%C3%A4ajat>>. Luettu 22.2.2021
- 2 Ilmailumääräys OPS 32-M1. Verkkoaineisto. Traficom. <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/regulation/OPS%20M1-32_2020_final.pdf>. Luettu 15.1.2021
- 3 Rekisteröityminen ja teoriakoe. Verkkoaineisto. Traficom. <<https://www.droneinfo.fi/fi/rekisteroityminen-ja-teoriakoe>>. Luettu 15.1.2021
- 4 Lentoturvallisuus. Verkkoaineisto. Traficom. <<https://www.droneinfo.fi/fi/koulutusmateriaali/lenna-mahdollisimman-turvallisesti-lentoturvallisuus>>. Luettu 16.1.2021
- 5 Kielto- ja rajoitusalueet. Verkkoaineisto. Traficom. <<https://www.droneinfo.fi/fi/nain-lennatat-turvallisesti/missa-ei-saa-lennattaa?toggle=Helsingin%20keskustan%20kieltoalueet>>. 16.1.2021
- 6 Ohje ilmakehäväljelle. Verkkoaineisto. Puolustusvoimat. <<https://puolustusvoimat.fi/ilmakehavaluslupa>>. Luettu 11.1.2021
- 7 Dronekartta. Verkkoaineisto. Aviamaps. <<https://aviamaps.com/map?drone#p=10.06/60.2164/24.9373>>. Luettu 19.1.2021
- 8 Usein kysyttyä EU:n tietosuojasäädöksistä. Verkkoaineisto. Tietosuojavaltuutetun toimisto. <<https://tietosuoja.fi/gdpr>>. Luettu 25.3.2021
- 9 Yksityisyys ja tietosuoja. Verkkoaineisto. Traficom. <<https://www.droneinfo.fi/fi/koulutusmateriaali/yksityisyys-ja-tietosuoja>>. Luettu 25.3.2021
- 10 Rakennusten lämpökuvaaja. Verkkoaineisto. Rakennusteollisuus RT. <<https://rateko.fi/koulutus/rakennusten-lampokuvaaja/>>. Luettu 11.1.2021
- 11 Rakennusten lämpökuvaus. Verkkoaineisto. Rakennustieto. <<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK120604.pdf>>. Luettu 16.1.2021
- 12 What is Emissivity. Verkkoaineisto. Fluke. <<https://www.flukeprocessinstruments.com/en-us/service-and-support/knowledge-center/infrared-technology/what-is-emissivity>>. Luettu 11.1.2021

- 13 Lämpösäteily ja infrapuna. Verkkoaineisto. <<https://www.infradex.com/lamposateily-ja-lampokamera/>>. Luettu 11.1.2021
- 14 About DJI. Verkkoaineisto. <<https://www.dji.com/fi/company?site=brand-site&from=footer>>. Luettu 11.12.2020

Toiminnankuvaus, turvallisuusarvio ja toimintaohjeistus

Teemme ilmakuvauksia dronella kohteessa Malmin kauppatie 18 sijaitseva toimitilarakennus ja sen vieressä oleva parkkihalli 22.04.2021. Olen tekemässä tätä projektia yhteistyössä kouluni Metropolian ja Realia Managementin kanssa, joka hallinnoi kohdetta.

Projektia tehdään kouluni Metropolian ammattikorkeakoulun kautta, joka on rekisteröitynyt EU sääntelyn mukaisesti UAS operaattoriksi. Traficomien mukaan voimme tehdä kuvauksia vanhan mallin OPS M1-32 mukaan 1.1.2022. Dronella tehtävistä ilmakuvauksista on myös sovittu kohteen kiinteistöhoitajan ja kiinteistöpäällikön kanssa. Toiminnasta tehdään myös ilmoitus Fintraffic ANS:lle.

Turvallisuusasiat huomioitiin, niin että paikalla tulee kaksi henkilöä, joten toinen pystyy tarkkailemaan ympäristöä kuvausten aikana. Kuvauskohteen ympäristöä käytiin myös katsomassa ennen varsinaista kuvauspäivää. Kuvauksien ajankohdaksi valitaan aikainen aamu (n. klo 05), jotta julkisella paikalla olisi mahdollisimman vähän liikettä. Kohteen lähellä oli junarata ja asema, jotka huomioidaan kuvauksia tehdessä.

Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021

Lämpökuvauspöytäkirja

Kuvauspaikka: Malminkatu 18

Kuvauksen kohde: Toimitilarakennus

Kuvaukset suoritettu: 22.04.2021

Laitteisto: Kamera: DJI Zenmuse XT
Ohjelmisto: FLIR Tools

Kuvaaja: Joonas Heinonen/Sakari Kivilahti

Pilotti: Joonas Heinonen/Sakari Kivilahti

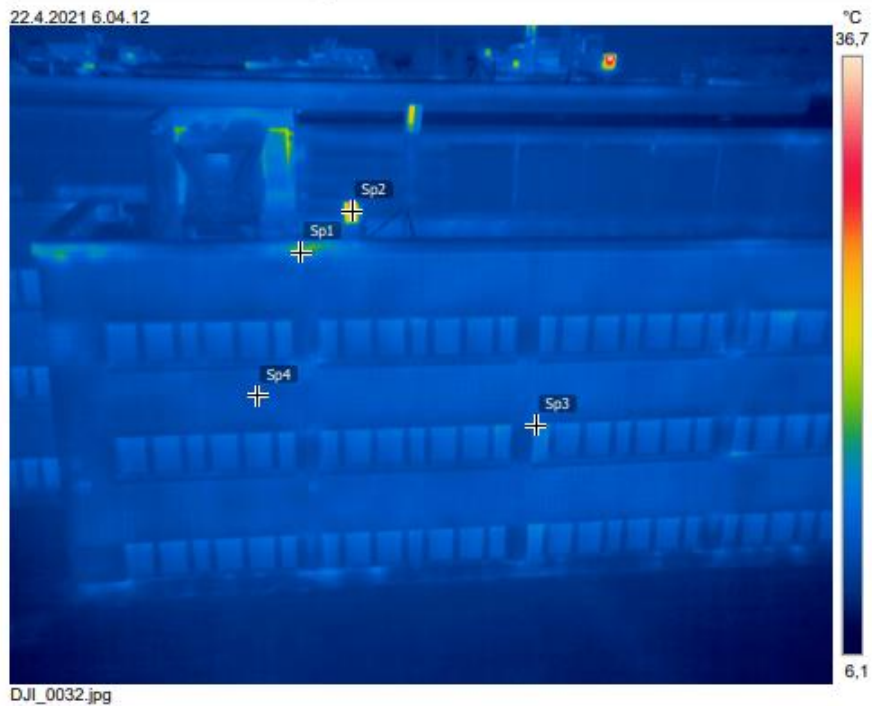
Kuvien tarkastelu: Joonas Heinonen

Tehtävän kuvaus: Asuinkiinteistöjen lämpökuvaus lämpökameradronella.

Ohjeita kuvien analysointiin:

Sp = Pistemittaus. Näyttää tietyn pisteen lämpötilan.

Bx = Aluemittaus. Näyttää piirretyt alueen ylimmän ja alimman lämpötilan.

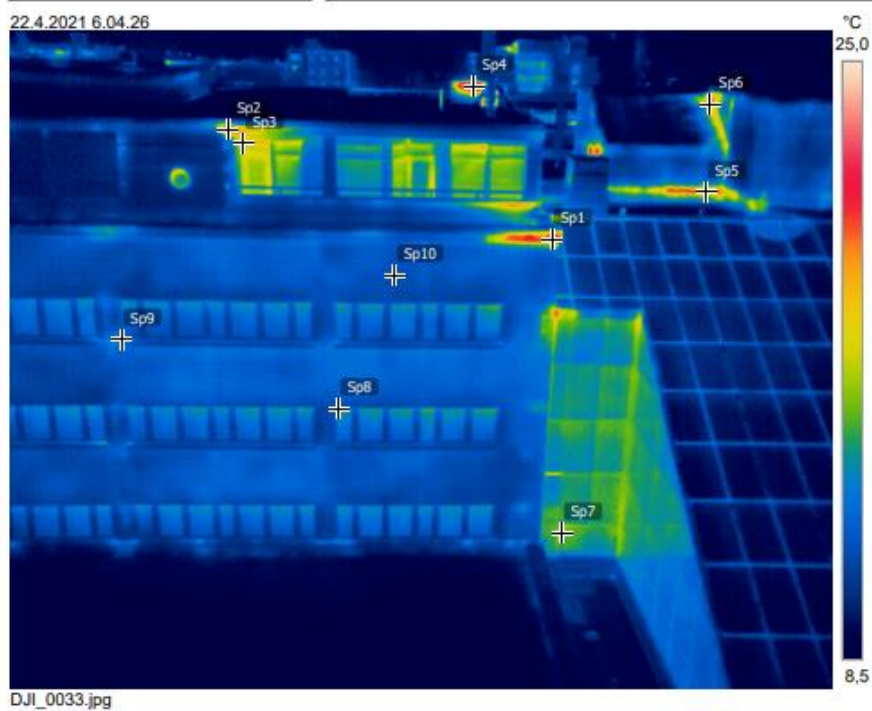
Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021

Mittaukset

Sp1	19,8 °C
Sp2	24,8 °C
Sp3	17,9 °C
Sp4	12,3 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Heij. näenn.lämp.	0 °C

Lämpökuvauuspöytäkirja
27.04.2021

Mittaukset

Sp1	21,4 °C
Sp2	22,9 °C
Sp3	19,7 °C
Sp4	24,1 °C
Sp5	21,5 °C
Sp6	21,2 °C
Sp7	15,2 °C
Sp8	15,2 °C
Sp9	17,0 °C
Sp10	11,8 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Heij. näenn.lämp.	0 °C

Lämpökuvauuspöytäkirja
27.04.2021



DJI_0034.jpg

Mittaukset

Sp1	16,8 °C
Sp2	19,2 °C
Sp3	21,3 °C
Sp4	20,8 °C
Sp5	21,5 °C
Sp6	16,2 °C
Sp7	21,6 °C
Sp8	11,6 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,95
Heij. näenn.lämp.	0 °C

Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021

Mittaukset

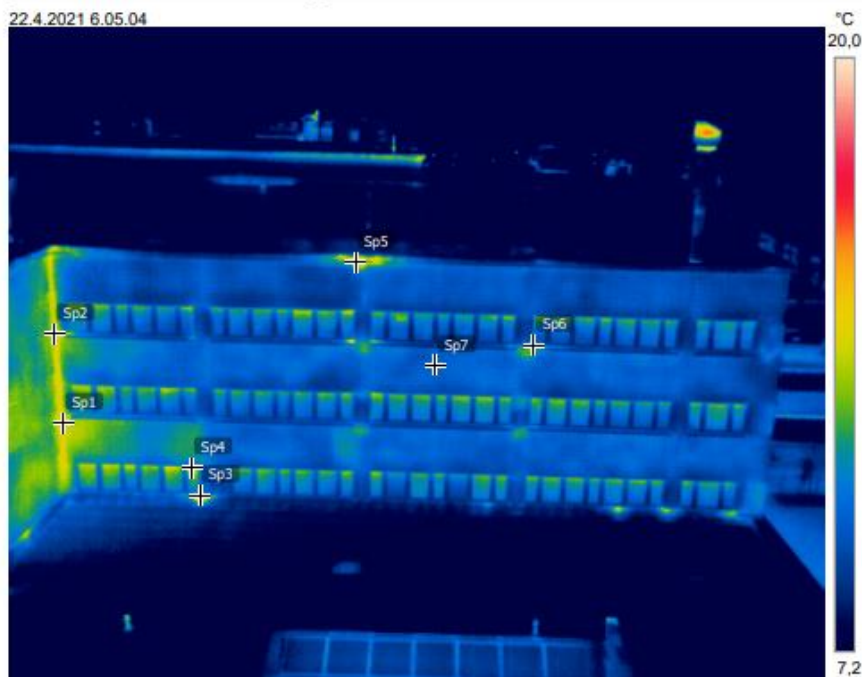
Sp1	22,4 °C
Sp2	21,0 °C
Sp3	20,6 °C
Sp4	19,8 °C
Sp5	16,4 °C
Sp6	21,9 °C
Sp7	12,0 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Heij. näenn.lämp.	0 °C

Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021

22.4.2021 6.05.04



DJI_0036.jpg

Mittaukset

Sp1	15,2 °C
Sp2	14,8 °C
Sp3	16,3 °C
Sp4	13,9 °C
Sp5	14,8 °C
Sp6	15,0 °C
Sp7	10,1 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Heij. näenn.lämp.	3 °C

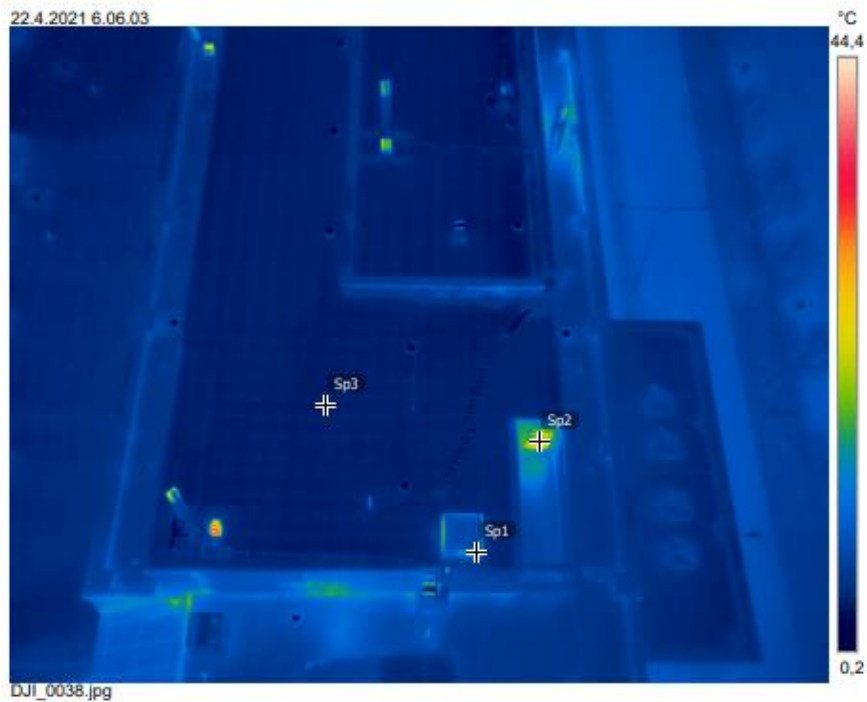
Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021

Mittaukset

Sp1	21,8 °C
Sp2	18,6 °C
Sp3	6,1 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Heij. näenn.lämp.	0 °C

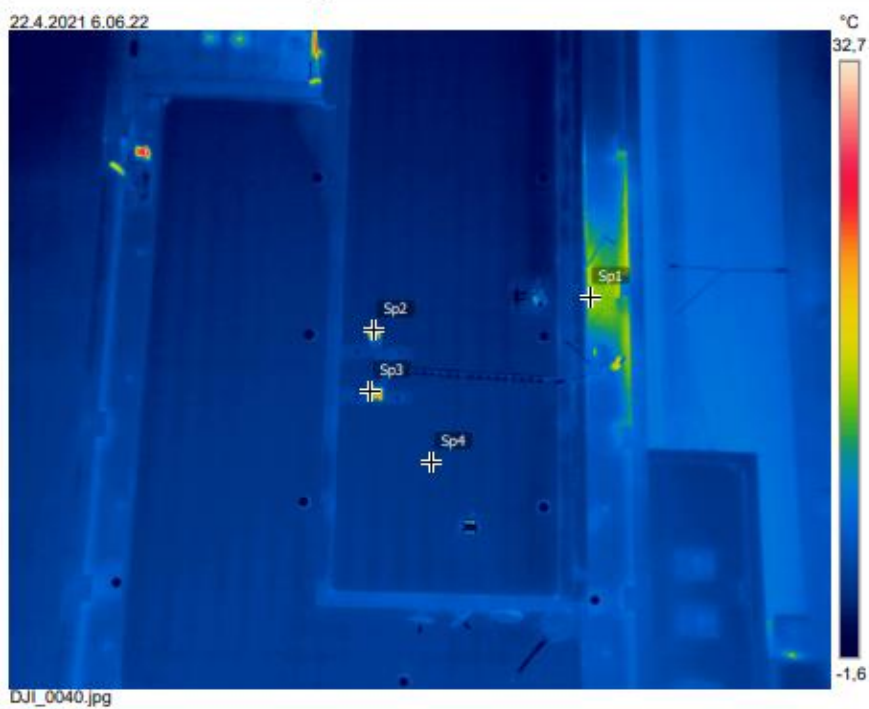
Lämpökuvauuspöytäkirja
27.04.2021

Mittaukset

Sp1	19,8 °C
Sp2	25,3 °C
Sp3	4,3 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Heij. näenn.lämp.	0 °C

Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021

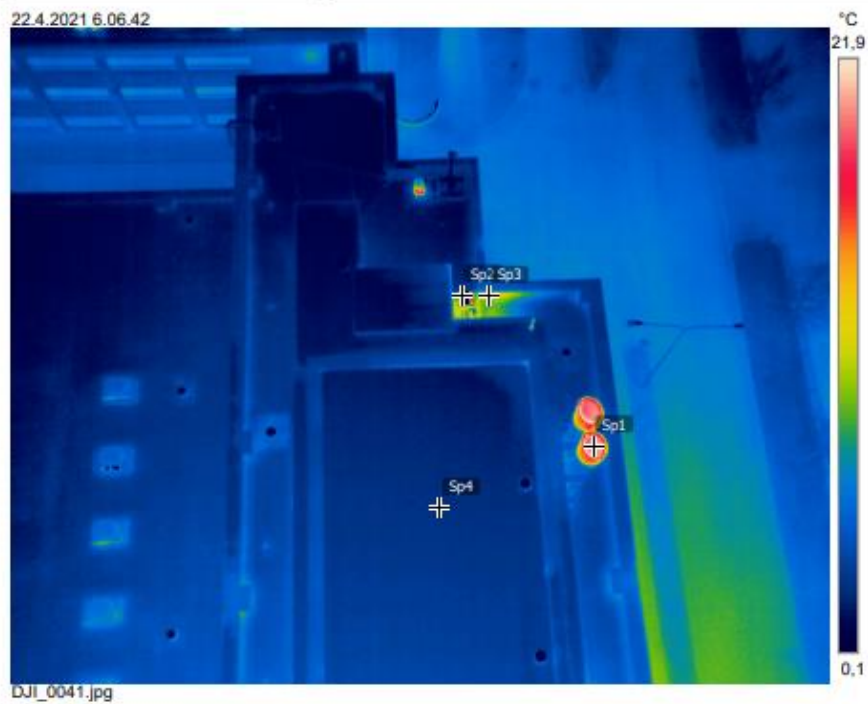
Mittaukset

Sp1	15,8 °C
Sp2	22,3 °C
Sp3	29,3 °C
Sp4	2,8 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,95
Heij. näenn.lämp.	0 °C

Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021



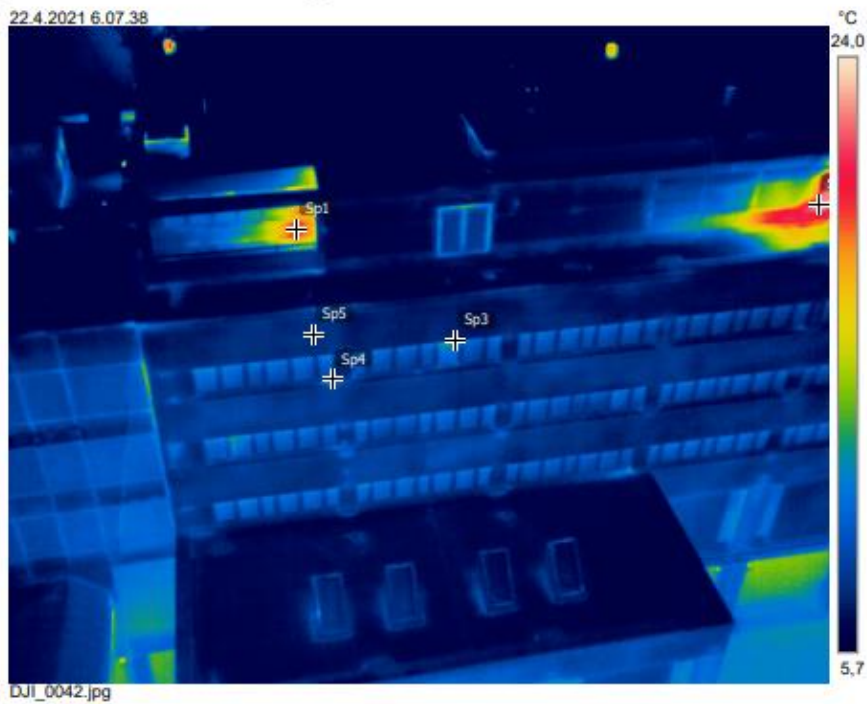
Mittaukset

Sp1	20,1 °C
Sp2	17,3 °C
Sp3	12,3 °C
Sp4	2,7 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,95
Heij. näenn.lämp.	0 °C

Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021

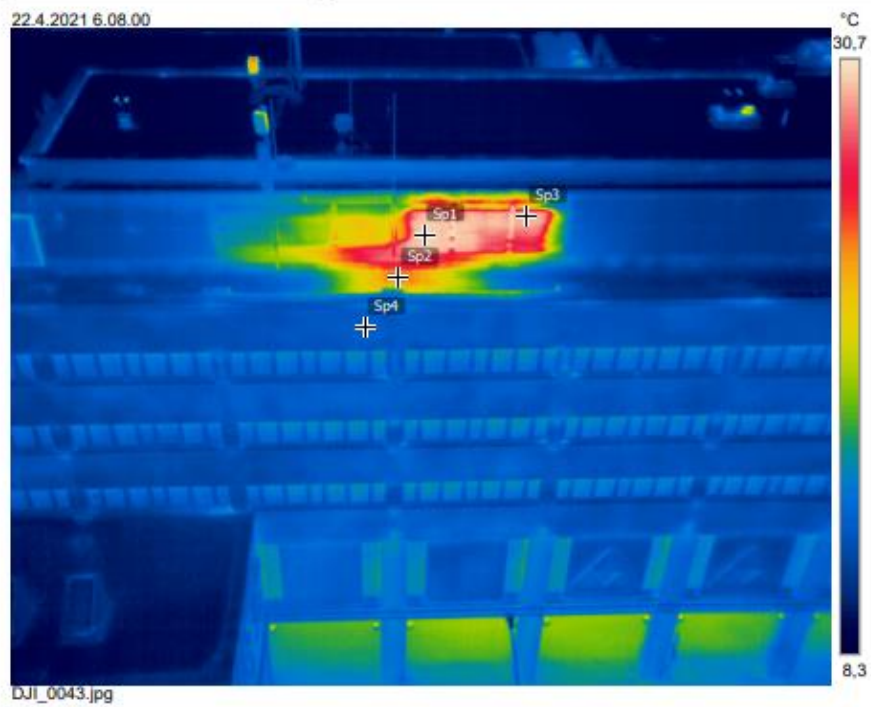


Mittaukset

Sp1	19,2 °C
Sp2	22,5 °C
Sp3	14,6 °C
Sp4	13,6 °C
Sp5	7,9 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Helj. näenn.lämp.	0 °C

Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021

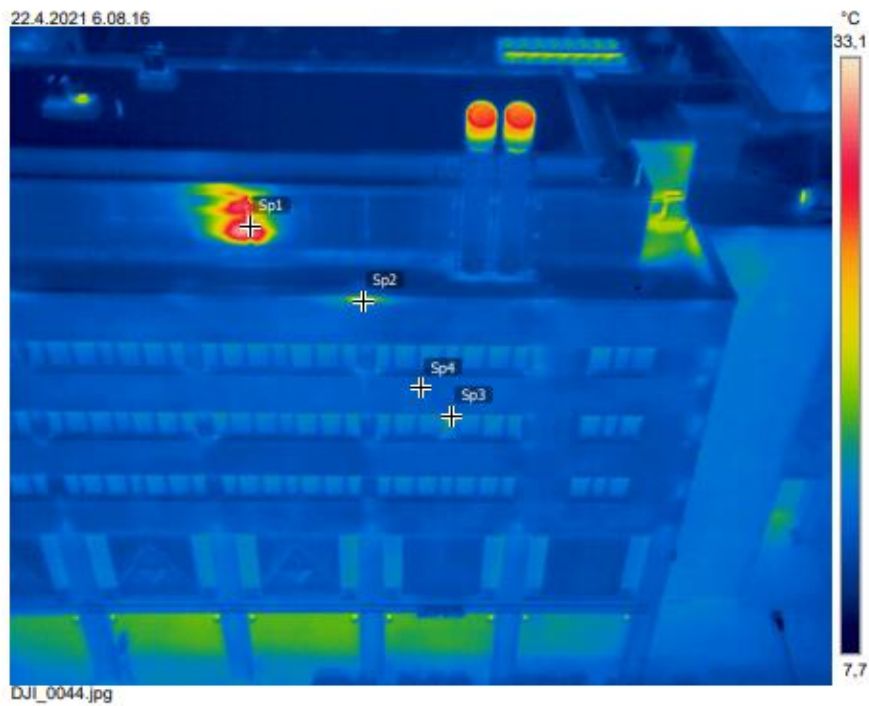
Mittaukset

Sp1	29,9 °C
Sp2	24,2 °C
Sp3	29,4 °C
Sp4	13,5 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Heij. näenn.lämp.	0 °C

Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021



Mittaukset

Sp1	32,4 °C
Sp2	20,6 °C
Sp3	21,4 °C
Sp4	13,4 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Helj. näenn.lämp.	0 °C

Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021

22.4.2021 6.09.07



DJI_0045.jpg

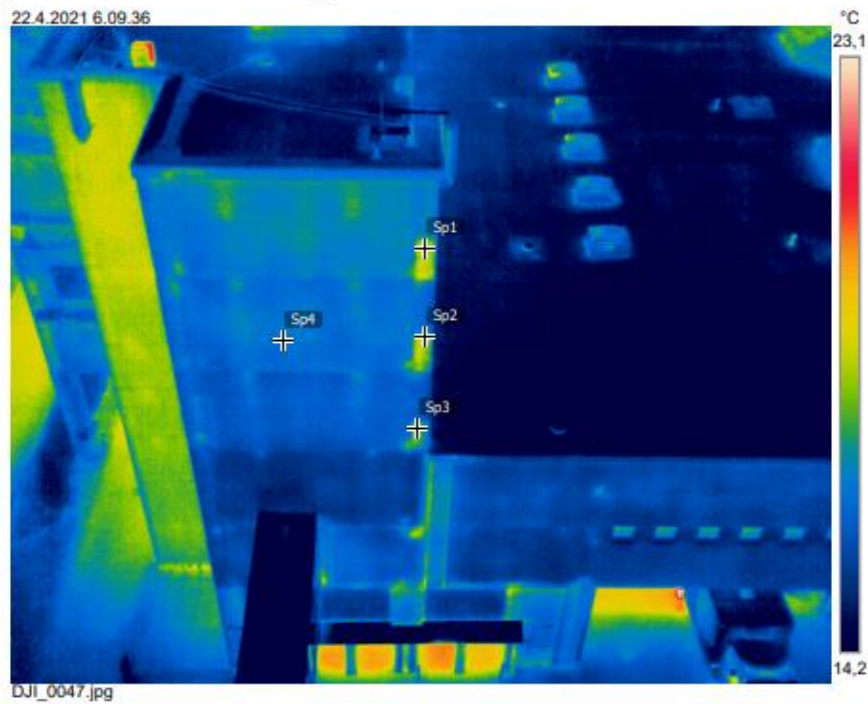
Mittaukset

Sp1	25,4 °C
Sp2	18,3 °C
Sp3	12,6 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Heij. näenn.lämp.	0 °C

14/28

Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021

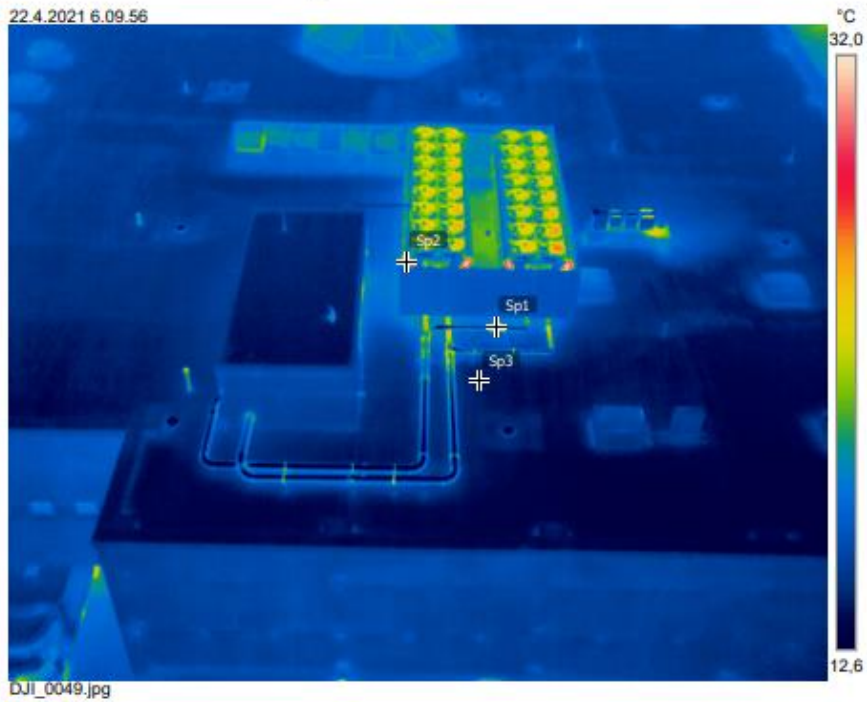
Mittaukset

Sp1	18,9 °C
Sp2	19,0 °C
Sp3	18,4 °C
Sp4	16,6 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,95
Heij. näenn.lämp.	0 °C

Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021



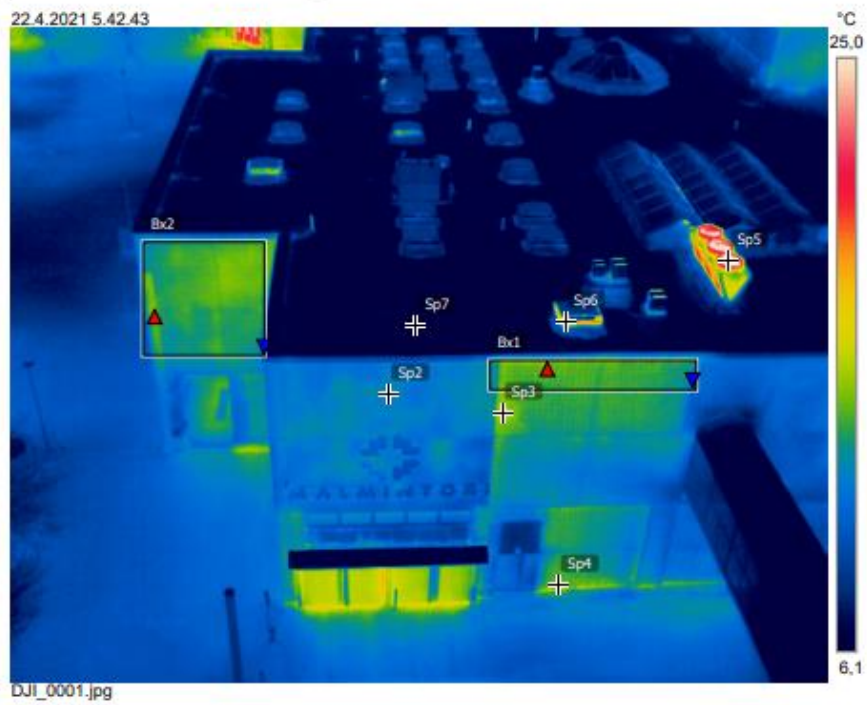
Mittaukset

Sp1	26,8 °C
Sp2	31,7 °C
Sp3	14,1 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Heij. naenn.lämp.	0 °C

Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021



Mittaukset

Bx1	Max	15,5 °C
	Min	10,4 °C
	Average	13,7 °C
Bx2	Max	15,2 °C
	Min	6,5 °C
	Average	13,5 °C
Sp2		12,0 °C
Sp3		15,2 °C
Sp4		14,4 °C
Sp5		24,2 °C
Sp6		20,7 °C
Sp7		4,4 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Heij. näenn.lämp.	3 °C

Lämpökuvauuspöytäkirja
27.04.2021

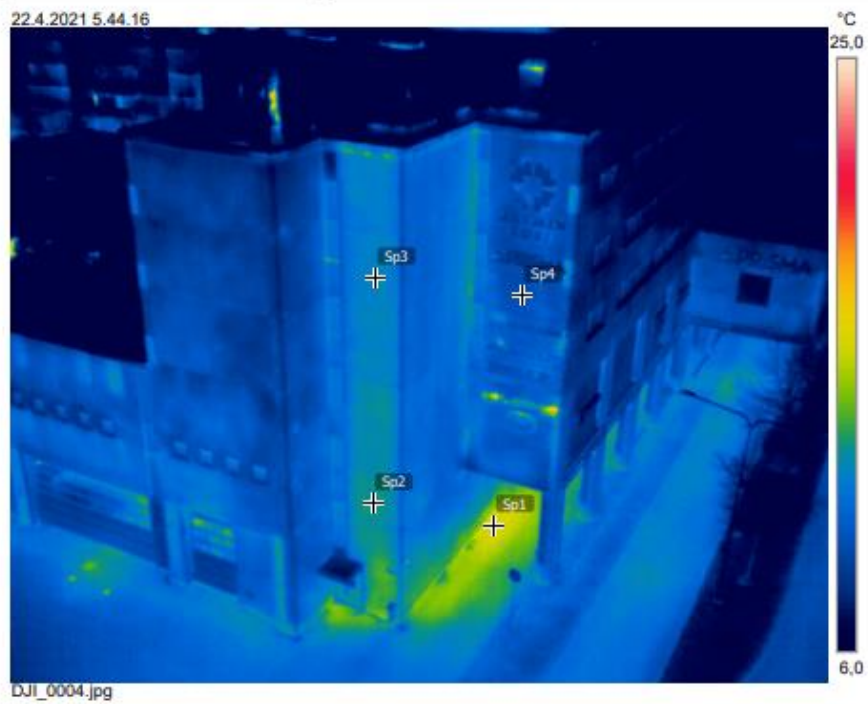


Mittaukset

Bx1	Max	15,4 °C
	Min	11,2 °C
	Average	13,1 °C
Sp1		23,3 °C
Sp2		16,3 °C
Sp3		14,5 °C
Sp4		13,9 °C
Sp5		14,8 °C
Sp6		12,1 °C
Sp7		9,3 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Heij. näenn.lämp.	0 °C

Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021

Mittaukset

Sp1	16,4 °C
Sp2	12,7 °C
Sp3	11,9 °C
Sp4	9,7 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Helj. näenn.lämp.	0 °C

Lämpökuvauuspöytäkirja
27.04.2021

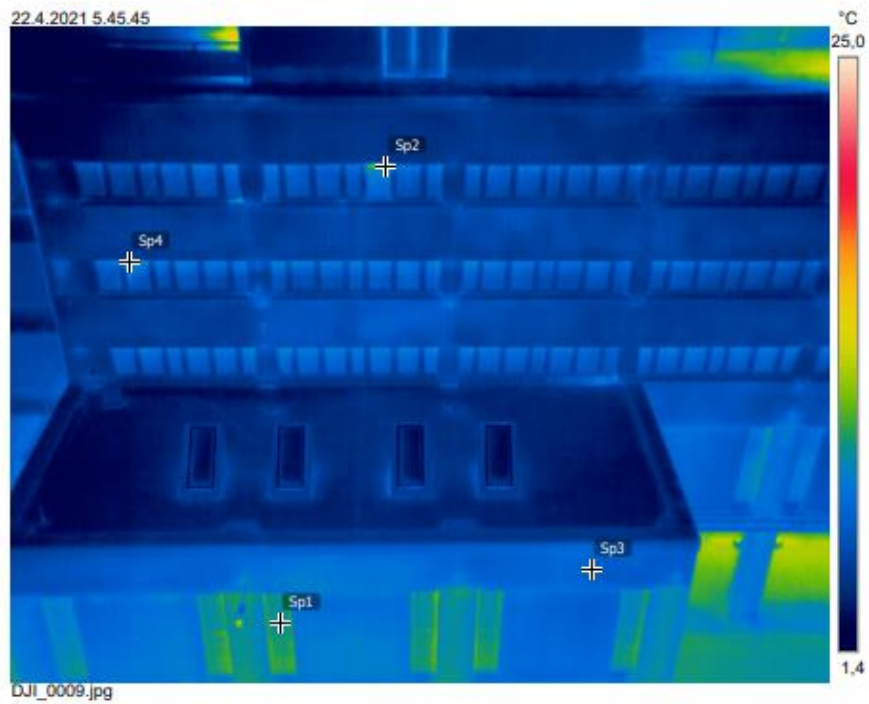


Mittaukset

Bx1	Max	19,0 °C
	Min	14,7 °C
	Average	16,4 °C
Sp1		18,3 °C
Sp2		18,3 °C
Sp3		15,1 °C
Sp4		17,2 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Heij. näenn.lämp.	0 °C

Lämpökuvaukspöytäkirja
27.04.2021

Mittaukset

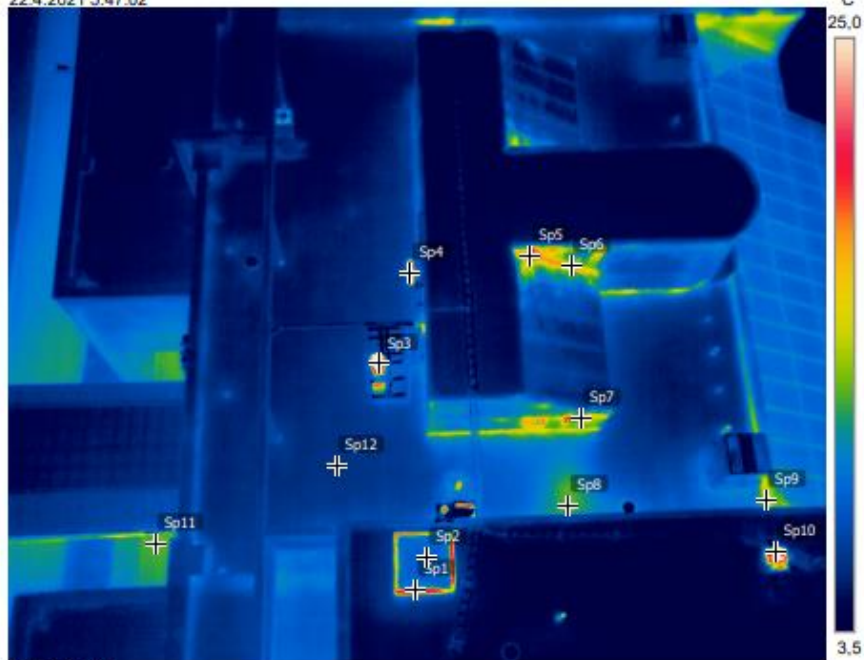
Sp1	9,9 °C
Sp2	13,7 °C
Sp3	7,0 °C
Sp4	10,0 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Heij. näenn.lämp.	0 °C

Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021

22.4.2021 5.47.02



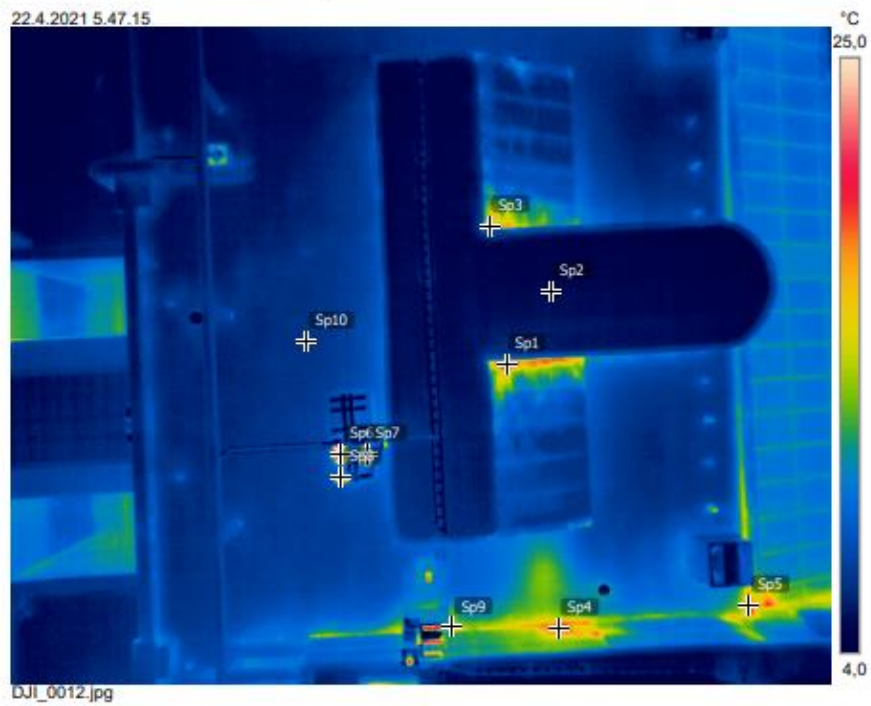
Mittaukset

Sp1	21,3 °C
Sp2	8,5 °C
Sp3	28,8 °C
Sp4	20,7 °C
Sp5	23,1 °C
Sp6	20,1 °C
Sp7	21,1 °C
Sp8	12,5 °C
Sp9	15,3 °C
Sp10	25,5 °C
Sp11	12,4 °C
Sp12	6,1 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Helj. näenn.lämp.	0 °C

22/28

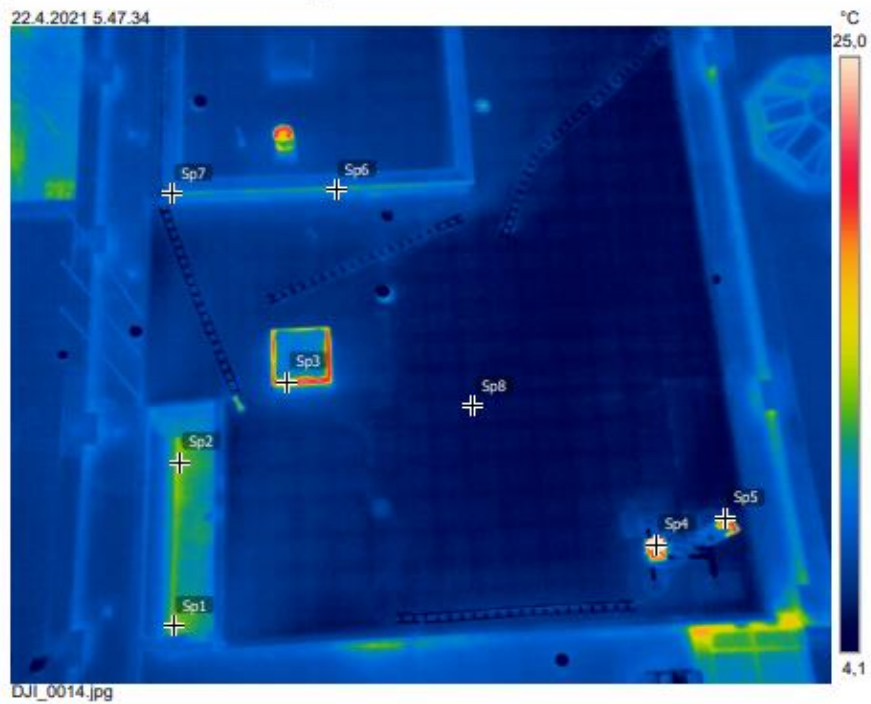
Lämpökuvauuspöytäkirja
27.04.2021

Mittaukset

Sp1	22,5 °C
Sp2	5,0 °C
Sp3	18,4 °C
Sp4	18,4 °C
Sp5	21,0 °C
Sp6	35,7 °C
Sp7	26,9 °C
Sp8	26,1 °C
Sp9	17,9 °C
Sp10	6,5 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Heij. näenn.lämp.	0 °C

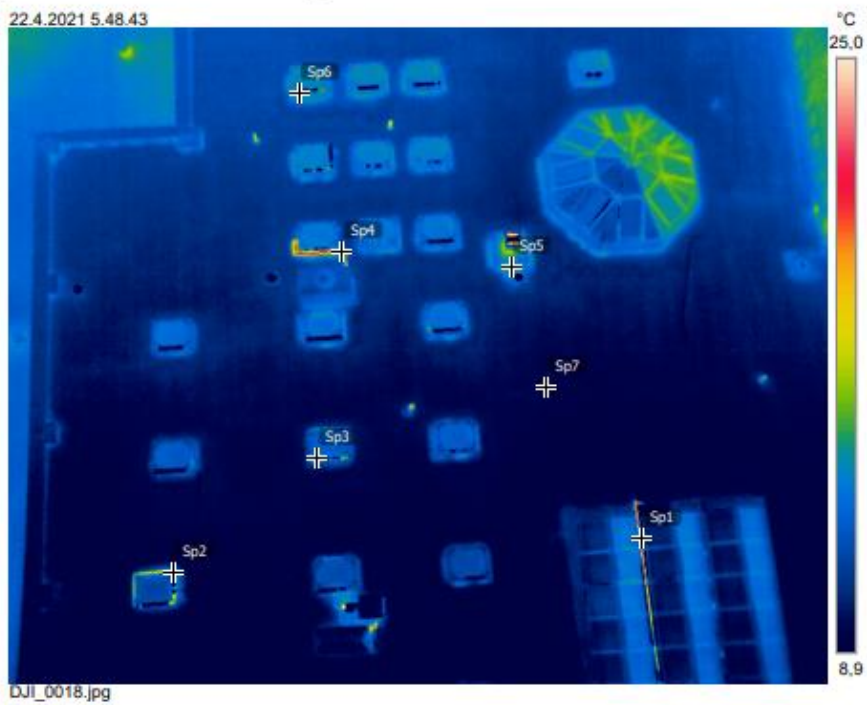
Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021

Mittaukset

Sp1	14,0 °C
Sp2	13,5 °C
Sp3	22,6 °C
Sp4	27,2 °C
Sp5	24,6 °C
Sp6	11,9 °C
Sp7	12,9 °C
Sp8	5,3 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Heij. näenn.lämp.	0 °C

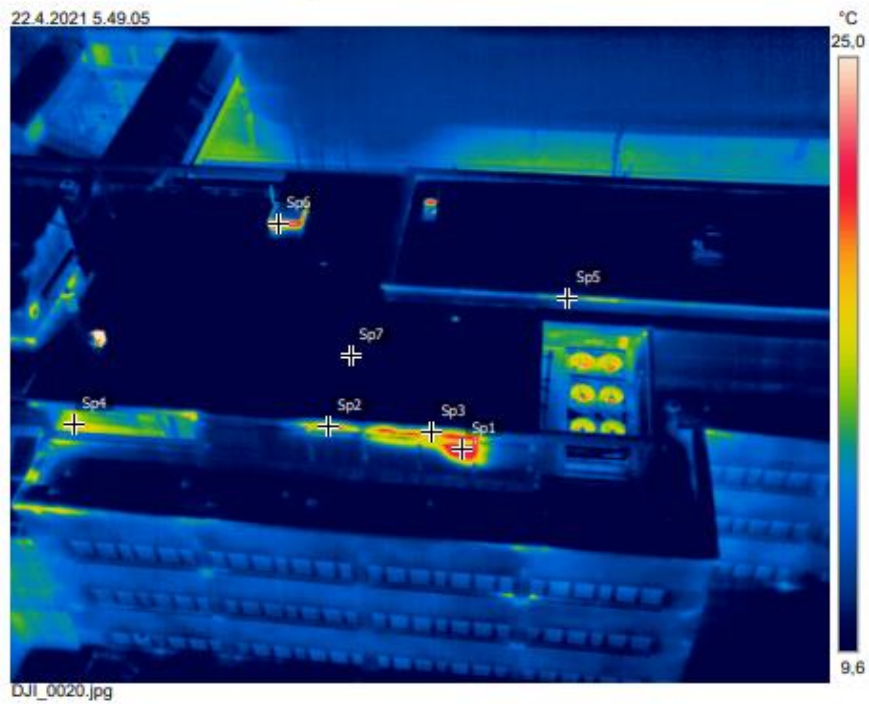
Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021

Mittaukset

Sp1	16,9 °C
Sp2	18,1 °C
Sp3	18,8 °C
Sp4	23,2 °C
Sp5	14,7 °C
Sp6	15,0 °C
Sp7	9,2 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Helj. näenn.lämp.	0 °C

Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021

Mittaukset

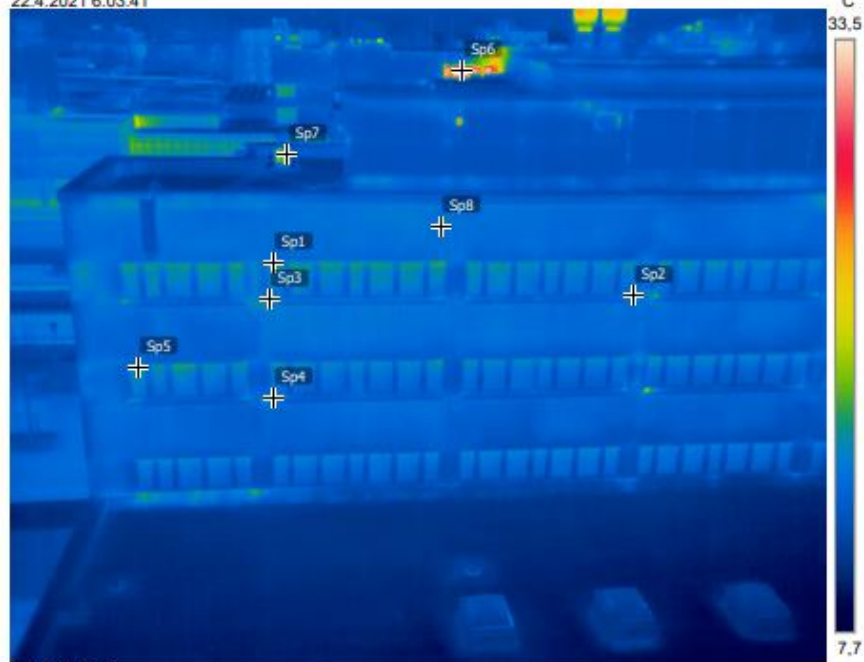
Sp1	22,7 °C
Sp2	21,5 °C
Sp3	20,4 °C
Sp4	18,2 °C
Sp5	18,2 °C
Sp6	24,6 °C
Sp7	6,7 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0.95
Heij. näenn.lämp.	0 °C

Lämpökuvauspöytäkirja
27.04.2021

22.4.2021 6.03.41



DJI_0030.jpg

Mittaukset

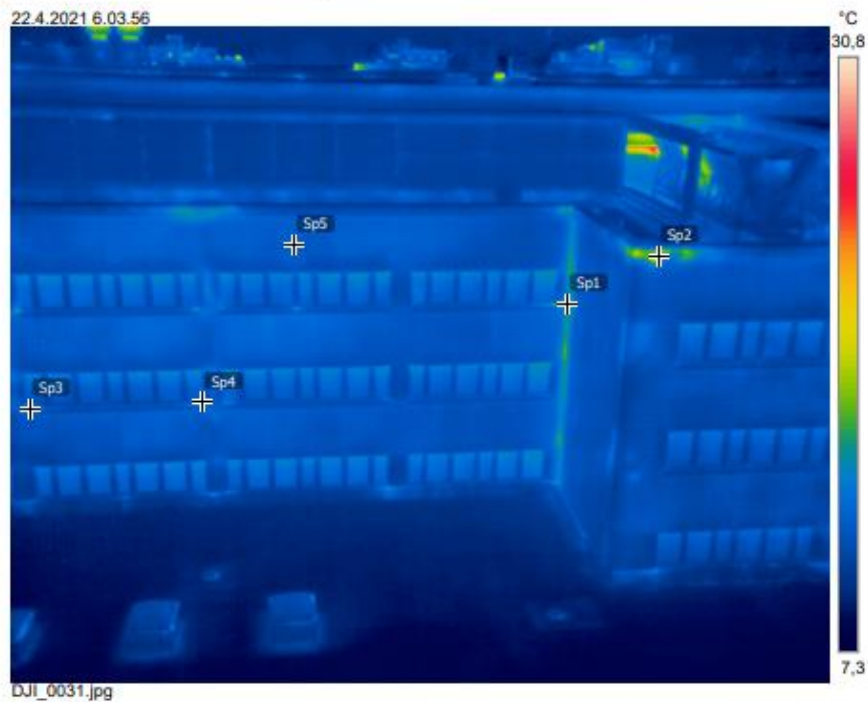
Sp1	17,1 °C
Sp2	20,1 °C
Sp3	19,6 °C
Sp4	20,5 °C
Sp5	17,6 °C
Sp6	32,8 °C
Sp7	22,7 °C
Sp8	14,8 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,95
Heij. näenn.lämp.	0 °C

27/28

Lämpökuvauuspöytäkirja
27.04.2021



Mittaukset

Sp1	17,0 °C
Sp2	17,5 °C
Sp3	18,1 °C
Sp4	15,8 °C
Sp5	13,0 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,95
Heij. näenn.lämp.	0 °C