

Tuomo Seppälä

DROONIEN KÄYTTÖ SATAMISSA

Helsingin Satama, Vuosaari

Opinnäytetyö

Insinööri (AMK)

Logistiikkainsinööri

2025



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä	Tuomo Seppälä
Työn nimi	Droonien käyttö satamissa
Toimeksiantaja	Helsingin Satama
Vuosi	2025
Sivut	43 sivua
Työn ohjaaja	Anssi Salmi

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö tutkii droonien hyödyntämismahdollisuuksia, operatiivisia vaikutuksia ja turvallisuusriskejä satamaympäristössä, toimeksiantajana Helsingin Satama. Satamat muodostavat osan yhteiskunnan kriittistä infrastruktuuria, minkä vuoksi uuden teknologian integroiminen on keskeistä huoltovarmuuden ja kilpailukyvyn turvaamiseksi.

Tutkimus on luonteeltaan laadullinen ja empiirinen. Aineisto on kerätty analysoimalla viranomaisdokumentteja sekä toteuttamalla 19 asiantuntijahaastattelua vuoden 2025 aikana. Haastattelut kattavat laajasti satama-alan toimijoita, viranomaisia sekä teknologia-asiantuntijoita.

Tulokset osoittavat, että droonien nykyinen käyttö painottuu manuaalisiin kuntokartoituksiin ja viestinnälliseen kuvantamiseen, joilla on saavutettu selkeitä kustannussäästöjä. Tulevaisuudessa strateginen painopiste siirtyy autonomisiin järjestelmiin, joita hyödynnetään erityisesti jatkuvassa aluevalvonnassa, teknisessä tarkkailussa sekä digitaalisen kaksosen ylläpidossa. Työ analysoi myös sääntely-ympäristöä ja turvallisuusuhkia, kuten hybrdivaikutamista ja sotilaallisia аспектеja. Johtopäätöksenä esitetään hallittu siirtyminen kohti autonomista operointia tiiviissä yhteistyössä alan asiantuntijayritysten kanssa.

Avainsanat: droonit, Helsingin Satama, kriittinen infrastruktuuri, aluevalvonta, digitalisaatio



Degree title	Bachelor of Logistics Engineering
Author	Tuomo Seppälä
Title	Use of drones in ports, Port of Helsinki, Vuosaari
Comissioned by	Port of Helsinki
Time	2025
Pages	43 pages
Supervisor	Anssi Salmi

ABSTRACT

This thesis examines the utilization possibilities, operational impacts, and security risks of drones in a port environment, commissioned by the Port of Helsinki. Ports constitute a vital part of society's critical infrastructure, making the integration of new technology essential for ensuring security of supply and national competitiveness.

The research is qualitative and empirical in nature. The primary data was gathered by analyzing official documents and conducting 19 expert interviews during 2025. These interviews cover a broad spectrum of port operators, authorities, and technology specialists.

The results indicate that current drone usage focuses on manual condition assessments and communication-related imaging, which have already yielded clear cost savings. In the future, the strategic focus will shift toward autonomous systems utilized especially for continuous area surveillance, technical monitoring, and the maintenance of digital twins. The study also analyzes the regulatory environment and security threats, such as hybrid influence and military aspects. The conclusion proposes a controlled transition toward autonomous operations in close cooperation with specialized technology partners.

Keywords: drones, Port of Helsinki, critical infrastructure, area surveillance, digitalization

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	OPINNÄYTETYÖN TOIMEKSIANTAJA.....	6
2.1	Helsingin Satama logistiikan toimijana	6
2.2	Helsingin Sataman rooli logistiikan etuvartiassa	7
3	TUTKIMUSKYSYMYKSET.....	8
3.1	Opinnäytetyön rakenne	8
3.2	Tutkimusmenetelmät, rajaukset ja tavoitteet	9
4	KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY JA TUTKIMUKSEN TIETOPOHJA.....	9
4.1	Drooni terminä ja lyhyt katsaus historiaan	9
4.2	Yleisimmät droonityypit ja niiden tekniset ominaisuudet	11
4.3	Manuaalinen tai autonominen ohjaaminen	12
4.4	Tekoälyn käyttö ohjauksessa	12
4.5	VLOS, EVLOS ja BVLOS	13
4.6	Pysyvät kieltoalueet.....	14
4.7	UAS-lentorajoitusalueet.....	15
4.8	Droonien varustus.....	17
4.9	GNSS-satelliittipaikannus	18
5	DROONIEN HAVAITSEMINEN JA TUNNISTAMINEN	19
5.1	Remote ID.....	20
5.2	Signaalihavainnointi ja häiriösignaalien lähettäminen	20
5.3	Visuaalinen tunnistus konenäön ja tekoälyn avulla	20
5.4	Valvonta ja vastuukysymykset.....	21
6	TUTKIMUKSEN LÖYDÖKSIÄ	22
6.1	Millaisiin tehtäviin droneja käytetään nyt?	22
6.1.1	Kuntokartoitukset.....	22
6.1.2	Kuvauskäyttö.....	23

6.2	Millaisiin tehtäviin drooneja voidaan hyödyntää tulevaisuudessa?.....	23
6.2.1	Aluevalvonta, eli lentävä valvontakamera	24
6.2.2	Tekninen tarkkailu	26
6.2.3	Kuntokartoitukset.....	26
6.2.4	Tekoälyn käyttö kunto- ja yleiskuvauksessa	27
6.2.5	Poikkeustilanteiden kuvaaminen ja konsultointi	28
7	DIGITALISAATION SEURAAVA ASKEL DROONIEN AVULLA.....	28
	Droonien hyödyntäminen digitaalisen kaksosen rakentamisessa	29
8	DROONIEN MUODOSTAMAT RISKIT NYT JA TULEVAISUUDESSA	29
8.1	Yksittäisten valvonta- tai kuvausdroonien aiheuttama riski	29
8.1.1	PDRA-riskiarviomenettely	30
8.1.2	SORA-maariskiarvio.....	31
8.2	Riskeistä yleisesti	31
9	DROONIEN ROOLI SATAMAA VASTAAN KOHDISTUVASSA SOTILAALLISESSA TOIMINNASSA	32
10	LIIKETOIMINTA DROONEILLA.....	33
10.1	Toimijat markkinoilla	33
10.2	Omat toimijat mainoskuvaukseen ja turvallisuuteen.....	34
11	JOHTOPÄÄTÖKSET JA KATSE TULEVAISUUTEEN.....	34
11.1	Tulevaisuuden tutkimuksen kysymyksiä ja kehityskohteita	35
12	SKENAARIOITA	36
12.1	Alueelle tunkeudutaan – droonivalvonta toiminnassa	36
12.2	Alueella tapahtuu pienimuotoinen nestevuoto.....	37
12.3	Viestintä tarvitsee ilmakuvaa uudesta toiminnasta.....	37
	LÄHTEET.....	39
	KUVALUETTELO.....	42
	TAULUKKOLUETTELO.....	42

1 JOHDANTO

Droonit ovat nopeasti kasvava osa nykyaikaista yhteiskuntaa, erityisesti kulunvalvonnassa, logistiikassa ja turvallisuudessa. Niiden merkityksen kasvu tekee aiheesta ajankohtaisen ja tutkimisen arvoisen.

Tämä opinnäytetyö tarkastelee droonien käyttöä satamaympäristössä, tarkastelukulmana erityisesti Helsingin Satama. Tutkimuksessa käsitellään drooneja kuitenkin laaja-alaisesti ottaen huomioon myös ympäröivä yhteiskunta. Satamat ovat osa kriittistä infrastruktuuria sekä Suomen ulkomaankaupan solmu kohta. Sataman toiminnalla on suoria vaikutuksia Suomen huoltovarmuuteen ja talouteen. Tutkimuksessa käsitellään droonien käyttämistä erilaisissa tehtävissä satamissa, mutta niiden opit ovat sovellettavissa muille sektoreille. Täten tutkimuksen tavoitteena olla arvokas paitsi Helsingin Satamalle, myös yhteiskunnan muille toimintoille.

Tutkimuksessa käsitellään paitsi droonien teknisiä ominaisuuksia sekä niiden käyttömahdollisuuksia, myös turvallisuuteen ja riskeihin liittyviä seikkoja. Lisäksi tarkastellaan kaupallista näkökulmaa.

2 OPINNÄYTETYÖN TOIMEKSIANTAJA

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Helsingin Satama. Olen tutkinut droonien käyttöä Helsingin Sataman palveluksessa toukokuusta 2025 lähtien ja saanut sinä aikana kattavat tiedot drooneista, niiden käytöstä ja käyttömahdollisuuksista.

2.1 Helsingin Satama logistiikan toimijana

Helsingin Satama on toiminut lähes yhtä kauan kuin Helsinki on ollut kaupunkina olemassa. Pohjoissatama oli Helsingin ainoa satama 1800-luvun alkuvuosiin saakka. 1800-luvun alussa Helsingistä tuli Suomen Suurruhtinaskunnan pääkaupunki ja samalla sen satama- ja rahtitoiminta kasvoi (Mustonen 2009, 18–30). Sittemmin Helsingin satama on kasvanut ja se on nykyään Suomen suurin satama sekä yksi Euroopan vilkkaimpia matkustajasatamia. Helsingin Satamalla on merkittävä vaikutus Suomen kansantalouteen, sillä sen

läpi kulkee 40–50 prosenttia koko maan merikuljetuksien arvosta. (Port of Helsinki (a), s.a.).

2.2 Helsingin Sataman rooli logistiikan etuvartiassa

Helsingin Satama on Suomen suurin satama ja oleellisen tärkeä lenkki koko maan logistiikassa. Satama on myös osa kriittistä infrastruktuuria, ja osa yhteiskunnan toiminnan kannalta elintärkeitä perustoimintoja. Kansainvälinen ISPS-koodisto sekä vuonna 2025 voimaan tullut CER-lainsäädäntö ohjaavat satamien turvallisuutta ja valmiuteen liittyviä seikkoja, ja alalle on tullut viime vuosina runsaasti uusia velvoitteita ja tehtäviä. Helsingin Sataman rooli on ottaa näitä määräyksiä ja toimintatapoja käyttöön ensimmäisten joukossa (Karjalainen, 2025)

Myös droonien merkitys kasvaa yhteiskunnassa ja logistiikassa. Drooneja on käytetty jo pitkään esimerkiksi rakennusten kuvauksessa, mutta ne eivät näytele vielä tällä hetkellä merkittävää roolia sataman toiminnoissa (Hinttaniemi, 2025). Helsingin Satama on kuitenkin yllä mainituista syistä sellaisessa asemassa, että droonit on otettava erityisesti huomioon sen toiminnassa. Sataman rooli kriittisenä turvallisuuskohteena vaikuttaa myös riskikartoituksen tekemiseen, sillä drooneja voidaan käyttää laajasti erilaisiin sotilaallisiin tarkoituksiin kuten tiedusteluun, häirintään tai suoraan kineettiseen tuhoamiseen.

Tämän opinnäytetyön kirjoitushetkellä Tanskassa ja Norjassa on suljettu lentoasemia droonihäirinnän vuoksi (YLE (a), 2025). Tanskan viranomaiset pitävät häirintää hybridihyökkäyksenä ja usko sen takana olevan Venäjän valtion (YLE (b) 2025). Tanskan ja Norjan tapahtumat osoittavat, että drooneilla voidaan aiheuttaa vakavaa haittaa yhteiskunnan kriittisille toimijoille. Vaikka Tanskan ja Norjan tapauksessa kohteena ovat lentoasemat, Helsingin Satama on samalla tavalla hybridihyökkäyksen mahdollinen kohde.

3 TUTKIMUSKYSYMYS

Tämän tutkimuksen pääkysymys on:

”Mikä on droonien rooli Helsingin Sataman toiminnassa nyt ja tulevaisuudessa?”

Tämän lisäksi tutkimuksessa pyritään vastaamaan seuraaviin alakysymyksiin:

”Millaisiin tehtäviin drooneja voidaan hyödyntää?”

”Millaisia liiketoimintamahdollisuuksia droonien ympärille voidaan luoda Helsingin Satamassa?”

”Millaisia riskejä droonit muodostavat nyt ja tulevaisuudessa ja miten riskit pitää huomioida ja hallita?”

”Onko Helsingin Sataman otettava huomioon droonien sotilaallinen käyttö?”

Opinnäytetyö keskittyy näiden tutkimuskysymysten ympärille, ja niihin pyritään vastaamaan käyttäen haastattelulähteitä vuodelta 2025 sekä julkisia lähteitä ja asiakirjoja.

3.1 Opinnäytetyön rakenne

Opinnäytetyö alkaa johdannolla sekä kysymyksenasettelulla. Esitellään tutkimuskysymykset sekä toimeksiantaja eli Helsingin Satama. Tietopohja rakentuu droonien teknisten ominaisuuksien, käsitteiden ja alalla yleisesti sekä tässä opinnäytetyössä käytettävien lyhenteiden avaamiseen. Tietopohjan perusteella tarkastellaan droonien käyttöä Helsingin Satamassa ja käsitellään muun muassa riskejä sekä käytettäviä teknologioita. Tutkitaan myös kaupallisia toimijoita ja pyritään löytämään alalla toimivien yritysten joukosta sellaisia yhteistyökumppaneita, jotka voisivat hoitaa drooneihin liittyviä toimintoja satamassa. Skenaario-osassa luodaan muutamia skenaarioita, miten drooneja voidaan käyttää esimerkiksi valvonnassa.

3.2 Tutkimusmenetelmät, rajaukset ja tavoitteet

Tutkimusmenetelmä on laadullinen tutkimus, ja siinä tarkastellaan droonien käyttöä ja tulevaisuutta. Kyseessä on empiirinen tutkimus, jonka aineisto koostuu dokumenttien analysoinnista sekä haastatteluaineistosta. Haastattelut on tehty vuoden 2025 aikana (Laadullisen tutkimuksen prosessi, S.a.). Haastatteluaineisto sisältää 19 haastattelua, ja ne ovat listattuna lähdeluettelon liitteenä. Haastatteluaineisto on osittain anonymisoitu. Tutkimus rajataan koskemaan vain Helsingin Satamaa ja sen toimintoja. Erityinen painotus tutkimuksessa on Vuosaaren sataman osa. Rajauksesta poiketaan sellaisissa tapauksissa, jossa käsiteltävä seikka, esimerkiksi lentokieltoalueet, koskevat Helsingin kaupunkia tai muuta Suomea.

Tutkimuksen tavoitteena on laaja kokonaiskuva droonien roolista logistiikassa ja satamatoiminnoissa. Tutkimuksen tavoitteena on myös kartoittaa ja esitellä droonien käyttämistä aluevalvonnassa piirivartiointin tukena. Lisäksi tavoitteena on parantaa ymmärrystä drooneihin liittyvistä riskeistä ja uhkista.

Tutkimus tavoittelee drooneihin liittyvän liiketoiminnan mahdollisuuksien kartoittamista sataman alueella. HelSa haluaa alueelle yksittäisen toimijan, joka pystyy hoitamaan drooneihin liittyviä tehtäviä. Tutkimuksen tavoitteena on luoda yhteyksiä alan toimijoihin ja kartoittaa, millaisia edellytyksiä yksittäisellä yrityksellä on toimia Helsingin Satamassa droonipalveluja tarjoavana toimijana.

4 KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY JA TUTKIMUKSEN TIETOPOHJA

Seuraavassa määritellään tutkimuksessa käytettävät käsitteet. Tutkimuksen keskiössä ovat droonit, eli miehittämättömät kauko-ohjattavat tai tekoälyohjattut ilma-alukset.

4.1 Drooni terminä ja lyhyt katsaus historiaan

Termi drooni on yleistynyt viime vuosina ja se tarkoittaa Kielitoimiston sanakirjan mukaan robottilennokkia (Kielitoimiston sanakirja, 2025). Usein kysytään

tulisiko käyttää sanaa drone vai drooni. Kotimaisten kielten keskus on linjannut vuonna 2018, että molemmat muodot ovat hyväksyttäviä (Kielikello, 2018). Tässä tekstissä käytetään termiä drooni.

Kuten useimmat teknologiset ratkaisut ja innovaatiot, myös dronit ovat syntyneet sodankäynnin sivutuotteena. Ensimmäinen drooni voidaan sijoittaa jo ensimmäisen maailmansodan aikaan, jolloin kehitettiin ”Kettering Bug” (Kuva 1), kaksitasoinen lentokone, joka pystyi lentämään noin 65 km, noin 90 km/h nopeudella, ja kuljettamaan liki 90 kiloa räjähteitä. (Fahlstrom ym. 2022, s. 4). Sittemmin erilaisia droniratkaisuja, eli käytännössä etäohjattavia, tai automaattisesti ohjautuvia drooneja on käytetty erityisesti Yhdysvaltojen toimesta monissa sodissa. Vietnamin sodassa drooneja käytettiin ensimmäisen kerran tiedustelu- ja kuvaustoiminnassa. 2000-luvulla Yhdysvallat otti käyttöön etäohjatun Predator-droonin, joita käytettiin erityisesti Afganistanissa. Predator-drooneista oli olemassa myös kuluttajille suunnattuja malleja, mutta ne eivät olleet suosittuja. (Vyas, 2025)

Nykyaikaiset monimoottoriset dronit ovat yleistyneet 2010-luvun lopussa ja viime vuosina dronien käyttö on kasvanut valtavasti niin siviili- kuin sotilaskäytössä.



Kuva 1. Ensimmäinen drooni, Kettering Bug. Greg Hume - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=18121472>

4.2 Yleisimmät droonityypit ja niiden tekniset ominaisuudet

Yleisimpiä droonityyppejä ovat niin sanotut monimoottoriset droonit, joissa on yleensä 4 tai 6 moottoria. Tällaisissa malleissa moottorit tuottavat voimaa vertikaalisesti ja droonien lentäminen perustuu samaan mekaniikkaan kuin helikopterin lentäminen. Monimoottorisen droonin ohjaaminen perustuu roottoreiden nopeuden itsenäiseen säätämiseen. Tällaisia drooneja kutsutaan usein englanninkielisellä nimellä quadcopter (kuva 2). (Dronenerds, S.a.)



Kuva 2. Nelimoottorinen quadcopter-tyyppinen drooni. Nelimoottorinen drooni on yleisin droonityyppi. (Verkkokauppa.com, S.a.)

Toinen yleinen droonityyppi on kiinteäsiipinen malli, jossa on yksi tai useampi eteenpäin työntävä moottori (kuva 3). Droonien pääasiallinen työntövoima on potkuri. Kiinteäsiipinen drooni on huomattavasti nopeampi kuin monimoottorinen ja siinä on paljon pidempi kantomatra. Ero suorituskyvyssä liittyy laitteiden erilaisiin aerodynaamisiin ominaisuuksiin. Esimerkiksi Hampurin satamassa käytetään kiinteäsiipisiä drooneja yli 100 kilometrin mittaisilla valvontalentoilla (Steenblock, 2025).



Kuva 3. Kiinteäsiipinen droni. Kiinteäsiipinen droni pystyy lentämään kovempaa ja pidempiä matkoja, mutta ei ole välttämättä yhtä ketterä kuin nelimoottorinen droni. (UAVOS, S.a)

Molemmat dronityypit voidaan varustaa vapaasti erilaisilla kameroilla, kuten lämpökameralla tai sensoreilla, riippuen tehtävästä. Molemmilla dronityypeillä voi myös kuljettaa kuormia, joskin kiinteäsiipisen dronin kuormankantokyky on suurempi. (Dronenerds, S.a.)

4.3 Manuaalinen tai autonominen ohjaaminen

Molempia dronityyppejä voidaan lennättää joko manuaalisesti tai autonomisesti. Manuaalinen ohjaaminen tarkoittaa dronin välitöntä ohjaamista kauko-ohjaimella. Autonominen ohjaaminen tarkoittaa, että dronille syötetään ennalta määrätty reitti, jota se seuraa. Autonominen käyttö ei tarkoita tekoälyä, sillä autonominen reitti voidaan ohjelmoida manuaalisesti.

4.4 Tekoälyn käyttö ohjauksessa

Drooneja voidaan ohjata myös tekoälyn avulla, ja tekoälyyn perustuvia ohjausratkaisuja onkin runsaasti saatavilla. Jopa edulliset kaupalliset dronit hyödyntävät tekoälyä ja konenäköä toiminnassaan. Esimerkiksi DJI Neo -mallin minidrooni tunnistaa käyttäjänsä kasvot ja hahmon, nousee itsestään ilmaan ja seuraa käyttäjänsä hyödyntäen hahmontunnistusta ja tekoälyä (DJI Neo, S.a.)

Yritys- ja teollisuuskäyttöön suunniteltuja tekoälyllä ohjattuja drooneja on myös saatavilla. Suomalainen Rumble Tools on kehittänyt valvonta- ja tarkkailukäyttöön suunnitellun Skyfleet-järjestelmän, joka on yhden tai useamman droonin muodostama valvontaan erikoistunut kokonaisuus. Skyfleetin drooneja ohjataan täysin tekoälyn avulla ja se toimii varsin tehokkaasti. (Skyfleet, s.a.). Kirjoitan tekoälyn käyttämisestä valvontatehtävissä myöhemmin luvussa 7.1.

Tekoälyn käyttö droonien ohjaamisessa onkin tekoälyn segmentti, jossa voidaan odottaa merkittävää kasvua niin kuluttaja- kuin yritys- ja sotilastason drooneissa. Tekoälyn laajasta hyödyntämisestä huolimatta, esimerkiksi yllä mainittuja DJI Neo ja Rumble Toolsin Skyfleet -drooneja voidaan hallita manuaalisesti. Drooni voidaan siis ”ottaa haltuun” tekoälyltä.

4.5 VLOS, EVLOS ja BVLOS

VLOS, EVLOS ja BVLOS ovat lyhenteitä, jotka toistuvat usein, kun käsitellään drooneja. Termit liittyvät lentosääntöihin ja ne ovat lyhenteitä.

VLOS – Visual Line of Sight – Suora näköyhteys

E-VLOS – Extended Visual Line of Sight – Jatkettu epäsuora näköyhteys

BVLOS – Beyond Visual Line on Sight – Näköyhteyden ulkopuolella

(Miehittämättömän ilmailun lyhenteitä, 2022)

Yllä listatut lyhenteet muodostavat perustan droonin lennättämisen säädöksille. Lähtökohtaisesti jokaista droonia on lennätettävä VLOS-sääntöjen mukaan, mikä tarkoittaa, että lennättäjällä on jatkuva suora näköyhteys drooniin. EVLOS on olosuhde, jossa suoraa näköyhteyttä on jatkettu siten, että alueella on koulutettu tarkkailija yhteydessä lennättäjään. Tarkkailija havaitsee droonia kauempaa, ja välittää havaintojaan lennättäjälle esimerkiksi radioyhteyden välityksellä. EVLOS operaatiot antavat mahdollisuuden hieman joustavampaan operointiin laajoilla alueilla, ilman raskasta riskikartoitusta, joka liittyy seuraavana käsiteltävään BVLOS-lennättämiseen.

BVLOS tulee sanoista *beyond visual line of sight*, ja tarkoittaa lennättämistä, jossa drooni lentää niin kauas, että sitä ei voi enää havaita. Käytännössä

BVLOS-lentäminen tapahtuu kameran välityksellä siten, että lentäjä katsoo maisemaa esimerkiksi virtuaalilasien läpi. Tätä kutsutaan FPV-lennättämiseksi. Toinen versio BVLOS-lennättämisestä on autonomiseen tai tekoälyohjaukseen perustuva lennättäminen. BVLOS-lennättämistä varten on tehtävä riskiarvio PDRA ja SORA, jossa määritetään esimerkiksi maariski, eli se kuinka todennäköisesti droni voi aiheuttaa vahinkoa maassa oleville ihmisille tai kohteilla. (Tietoa ennakkoriskiarviosta (PDRA). 2023). Kirjoitan tarkemmin PDRA- ja SORA riskikartoituksista luvuissa 9.2. ja 9.3.

4.6 Pysyvät kieltoalueet

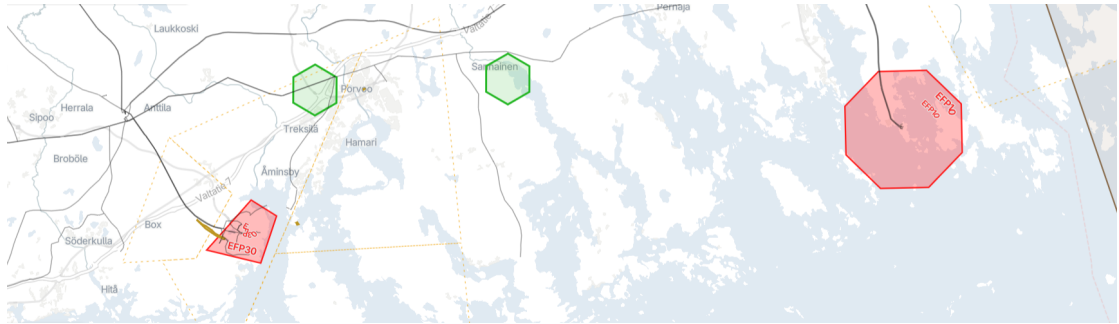
Droonien lennättäminen on lähtökohtaisesti vapaata. Suurien ihmisjoukkojen päällä lennättäminen ei ole sallittua, vaan ihmisiin on pidettävä asianmukainen etäisyys. Etäisyys riippuu käytettävän droonin luokituksesta. (Lennättäminen avoimessa kategoriassa, 2025)



Kuva 4. Meilahden alueen lentokieltoalue. Lentokieltoalueella sijaitsevat muun muassa presidentin virka-asunto Mäntyniemi ja pääministerin virka-asunto Kesäranta. (Droneinfo, 2021)

Suomessa on kuitenkin erityisiä pysyviä kieltoalueita ja UAS-lentorajoitusalueita. Näitä löytää esimerkiksi Helsingin keskustasta, jossa on Suomen hallinnon kannalta kriittisiä kohteita, kuten ministeriöitä ja tasavallan presidentin

linna. Lisäksi pysyviä kieltoalueita on presidentin residenssien eli Mäntyniemen ja Munkkiniemen alueella, kuten kuvassa 4. Lisäksi muualla Suomessa on pysyviä kieltoalueita muun muassa Kilpilahden öljyjalostamon ja ydinvoimaloiden välittömässä läheisyydessä, kuten voimme havaita kuvassa 5. Näillä alueilla lennättäminen on pysyvästi kiellettyä. Lennättämiseen voi saada poikkeusluvan, jonka myöntää Traficom. (Missä ei saa lennättää, 2025)

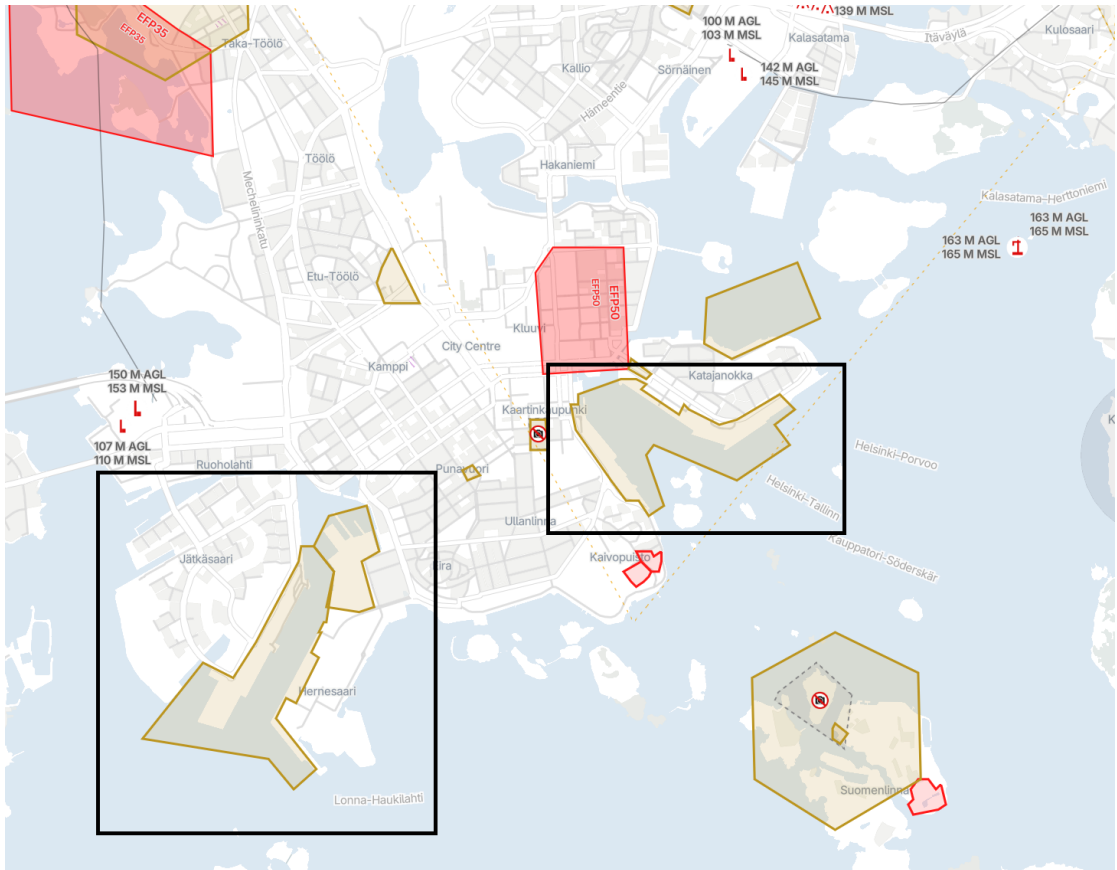


Kuva 5. Kilpilahden jalostamon ja Loviisan ydinvoimalan kieltoalueet. Näillä alueilla lennättäminen on kiellettyä, ilman Traficomien myöntämää lupaa (Kuvakaappaus flyk.com, 2025)

4.7 UAS-lentorajoitusalueet

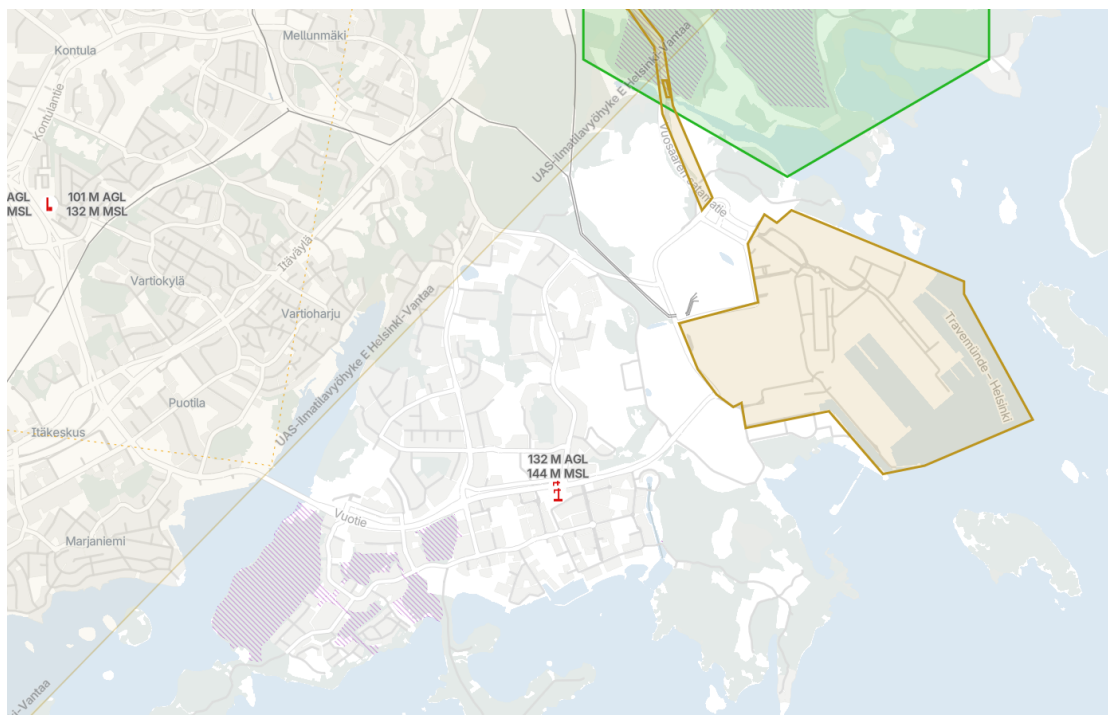
Pysyvien kieltoalueiden lisäksi on olemassa niin sanottuja UAS-alueita. Siinä missä kieltoalueilla lentäminen on yksiselitteisesti kiellettyä, ja siihen voi antaa poikkeusluvan ainoastaan Traficom, UAS-alueilla lentäminen on rajoitettuja, ja siihen liittyy ehtoja. Selkein ero on, että UAS-alueilla lentämiseen myöntää luvan alueen haltija. UAS-alueita voidaan hakea Traficomilta ja ne ovat voimassa 12 kuukautta kerrallaan. On myös mahdollista hakea ja saada salliva UAS-alue, joka tarkoittaa ilmatilaa, jossa osa miehittämätöntä ilmailua koskevia määräyksiä voidaan jättää huomioitta. Tällaiset sallivat UAS-alueet voivat olla esimerkiksi harrastus- tai kilpailu- sekä testaustoimintaa varten perustettuja alueita. (UAS-ilmatilavyöhykkeen hakeminen, S.a.).

Kaikkien Helsingin Sataman osien alueille on perustettu UAS-alue (kuva 6 ja 7). Nämä alueet ovat tarkemmin ottaen Vuosaaren satama, Etelä- ja Länsisatama. Alueella lennättäminen vaatii luvan, jonka myöntää Helsingin Sataman turvallisuusorganisaatio.



Kuva 6. Katajanokan, Eteläsataman ja Länsisataman lentorajoitusalueet. (Kuvakaappaus, flyk.com. 2025)

Lennättäminen sallitaan alueella, jos sille on asianmukainen peruste. Yleisimmät lennätyspyynnöt liittyvät alueen kuvaamiseen, esimerkiksi mediakäyttöön. Luvanvaraista lennättämistä myös valvotaan siten, että Helsingin Sataman edustaja on mukana, kun dronia lennätetään alueella. Tällä saavutetaan hyvä tilannekuva ja voidaan antaa tarvittaessa turvallisuuteen liittyviä ohjeita. (Harjapää, 2025)

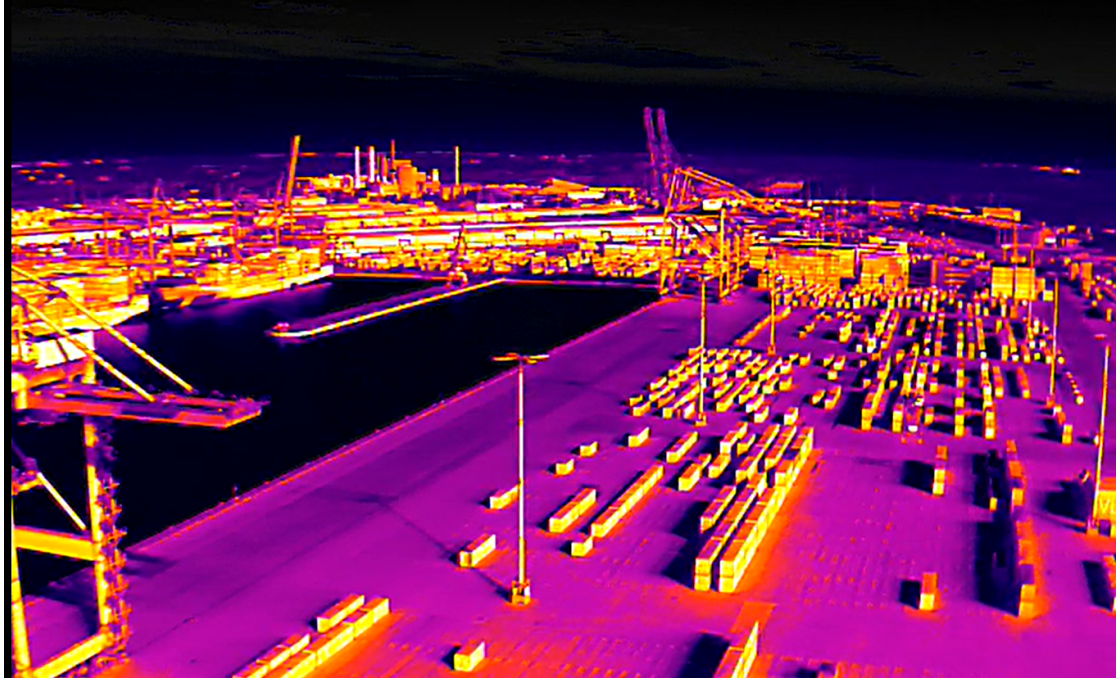


Kuva 7. Vuosaaren sataman UAS-alue. (Kuvakaappaus, flyk.com. 2025)

UAS-alueen valvontaan liittyy, varsinkin Vuosaaren osalta haasteita, sillä opinäytetyön kirjoitushetkellä alueen ilmatilassa on vain rajallista valvontaa. Joissakin tapauksissa dronin havaitseminen perustuu näköhavaintoon, joka on hyvin haastavaa pienestä koosta ja hiljaisesta äänestä johtuen. Keskustan alueella valvonta ei ole Helsingin Sataman vastuulla, vaan aluetta valvotaan viranomaisten kyvykkyyksien avulla. Keskustan alueella lentävistä drooneista tulee aika ajoin silminnäkijähavaintoja poliisin tietoon. Muista teknisistä valvontakeinoista poliisi on vaitonainen (YLE (c), 2025). Kirjoitan alueen teknisestä valvonnasta ja keinoista dronien havaitsemiseen kohdassa 5.

4.8 Dronien varustus

Koska drooneja on monenlaisia ja monen kokoisia, myös niiden varustus poikkeaa käyttötarkoituksen mukaan. Yleisin varustus drooneissa on kamera, jolla on kaksi tehtävää: visuaalinen apu lentämiseen ja kuvan tallentaminen. Riippuen laitteesta, kamera voi kyetä normaalin kuvauksen lisäksi myös pimeä- ja lämpökuvaukseen. Hieman suurempiin drooneihin voidaan asentaa useita kameraobjektiveja erilaisiin kuvaustilanteisiin. Helsingin Sataman käytössä vuonna 2025 käytössä oleva Mavic 3 Pro -droni on varustettu normaalin kamerasen lisäksi myös lämpökameralla. (DJI Mavic 3 Pro, S.a.)



Kuva 8. Lämpökameran kuvaa Vuosaaren satamasta.

Lisäksi drooneihin on saatavissa esimerkiksi kaiutin, jonka avulla drooni voi lähettää ääntä esimerkiksi hätätilanteissa. Helsingin Satamassa on keskusteltu tällaisen kaiuttimen käyttämisestä esimerkiksi evakuointitilanteissa. DJI:n valmistama kaiutin voi lähettää 110 dB:n ääntä 1 metrin päähän, ja 70dB ääntä 100 metrin päähän. 110dB ääni on hyvin voimakas ja 70 dB melko voimakas, eli kaiutin soveltuu hyvin viestin lähettämiseen kohtuullisen suuren etäisyyden päähän. (DJI Store, 2025)

Kaiutin on myös esimerkki siitä, miten droonin ja sopivan lisävarusteen avulla voidaan saada monikäyttöinen ratkaisu hyvin edullisesti. Vertailun vuoksi koko sataman alueen kattava äänihälytysjärjestelmä maksaisi kymmeniä tuhansia euroja, siinä missä droonin hankittava kaiutin maksaa vain muutamia satoja euroja.

4.9 GNSS-satelliittipaikannus

GNSS- satelliittipaikannus on oleellinen osa droonien käyttöä, sillä niiden paikatieta perustuu satelliiteista saatavaan paikkadataan. GNSS on lyhenne sanoista Global Navigation Satellite System (EUSpa, 2025).

Satelliittipaikannus tunnetaan yleisesti GPS-lyhenteellä, mutta GPS on vain yksi järjestelmä, joka on Yhdysvaltain armeijan avaruusvoimien (US Space

Force) ylläpitämä järjestelmä (Who runs GPS?, S.a.). Muita GNSS-järjestelmiä ovat Galileo (EU), GLONASS (Venäjä) ja BeiDou (Kiina). Lisäksi kehitteillä on myös Intian IRNSS ja Japanin QZSS (Space Finland, S.a.). Tämän opinnäytetyön kirjoitushetkellä, syksyllä 2025, ei ole olemassa tai kehitteillä yksityisiä satelliittipaikannusjärjestelmiä. Jokainen satelliittipaikannusjärjestelmä perustuu maan kiertoradalla olevaan satelliittien muodostelmaan, joiden lähettämä signaali mahdollistaa tarkan paikkatiedon maassa oleville laitteille.

Pääsääntöisesti markkinoilla olevat dronit pystyvät käyttämään kaikkia olemassa olevia GNSS-järjestelmiä. Tämä lisää paikkadatan tarkkuutta ja parantaa redundanssia, eli virhesietoa.

Satelliittipaikannus on kriittistä dronin käytön kannalta. Autonominen ohjaus perustuu tarkkaan paikkadataan, samoin kuin tekoälyohjauksen käyttö. Paikkadataan perustuu myös monet dronien tehtävät, kuten aluevalvonta, ennalta määrityn reitin lentäminen, kuvantaminen sekä dronien turvallisuusjärjestelmät, kuten RTH (Return to Home) -toiminto (Stoner, 2025). On syytä ottaa huomioon, että GNSS-signaalia käytetään hyvin laajasti dronien ulkopuolella, mutta nämä käyttötyypit ovat tämän opinnäytetyön tarkastelun ulkopuolella.

GNSS-signaalia voidaan häiritä ja muuntaa. Häirintää havaitaan Suomessa, sekä Itä-Euroopassa ja uskotaan, että Venäjän hyökkäyssota Ukrainaan on GNSS-häirinnän juurisyy. Häirinnän tavoitteena on hankaloittaa dronien käyttöä sekä siviili- ja sotilasilmailua. (GPS-häiriöihin varauduttu ilmailussa, 2024).

5 DROONIEN HAVAITSEMINEN JA TUNNISTAMINEN

Dronien havaitseminen ja tunnistaminen voi olla hyvin hankalaa ilman teknisiä apuvälineitä. Dronin havaitseminen paljaalla silmällä on hyvin vaikeaa tai lähes mahdotonta, varsinkin jos kyseessä on pienempi yksittäinen droni. Esimerkiksi DJI Mavic 3 Pro -droni - joka on myös Helsingin Sataman käytössä – edustaa dronien keskikokoa. Se on lentokunnossa kooltaan vain 35 x 30cm (DJI Mavic 3 Pro Specs, S.a.). Se voi lentää helposti yli 100 metrin korkeudessa. Näin pienen objektin havaitseminen niin korkealta ilman teknisiä

apuvälineitä on mahdotonta. Havaitsemiseen ja tunnistukseen on kuitenkin teknisiä keinoja.

5.1 Remote ID

Remote ID on järjestelmä, jossa droni lähettää aktiivisesti tietoa itsestään ympärilleen. Tämä tieto pitää sisällään muun muassa dronin tyytin, lentokorkeuden ja lennättäjän sijainnin. Remote ID- signaalin lähettäminen on pakollista kaikissa Euroopan unionin alueella operoivissa droneissa. (EASA, 2023). Remote ID-signaalia voidaan havaita maassa sijaitsevilla antennilla ja dronitilanteesta voidaan piirtää reaaliaikainen tilannekuva. Järjestelmä vastaa toimintaperiaatteeltaan perinteistä tutkaa, joka havaitsee kohteet. Tutkan sijasta Remote ID on teknisesti kevyempi ja havaintojärjestelmät voivat olla hyvinkin edullisia.

5.2 Signaalihavainnointi ja häiriösignaalin lähettäminen

Drooneja on mahdollista havainnoida myös skannaamalla alueelta ohjaussignaaleja. Drooneja ohjataan useimmiten käyttäen tunnettuja Wi-Fi -signaaleja (IEEE 802.11 2,4GHz taajuudella). Näitä radioaaltoja seuraamalla on mahdollista havaita drooneja (Castrillo, et. al., 2022, s.11). Signaalien seuranta mahdollistaa myös torjuntamekanismin, sillä samalla taajuusalueella voidaan lähettää häiriösignaalia, joka estää dronin normaalin toiminnan (Rantala, 2024). Ongelma häiriösignaalin lähettämisessä satamaympäristössä on, että se voi potentiaalisesti haitata myös muun IT-infrastruktuurin toimintaa. Moni sataman toiminto perustuu toimivaan langattomaan verkkoon, ja samoihin Wi-Fi signaaleihin kuin dronin ohjaussignaali.

5.3 Visuaalinen tunnistus konenäön ja tekoälyn avulla

Dronien tunnistaminen on mahdollista myös visuaalisesti konenäköä hyödyntäen. Havaintolaitteistoon voidaan asentaa kamera, joka skannaa haluttua aluetta. Varsinainen skannauksen tulkinta annetaan tekoälyn tehtäväksi, jolla on kyky havaita pieniäkin poikkeuksia kuvamateriaalissa. (Castrillo, et. al., 2022, s. 12). Suomessa visuaalinen havainnointi voi olla hankalaa erityisesti talvella, kun ilmassa on paljon kosteutta, näkyvyys on huono ja on pimeää. Toisaalta

kesäaikaan visuaalinen havainnointi voi olla Suomen olosuhteissa tehokasta, koska Suomessa on valoisaa ja kirkasta myös yöllä. Visuaalinen tunnistus olisi tehokkaassa käytössä vain kesäaikana ja kirkkaina talvipäivinä.

5.4 Valvonta ja vastuukysymykset

Droonien valvonta, havaitseminen ja torjuminen ovat kysymyksiä, johon ei ole selkeitä vastauksia. Riippuen alueelle tunkeutuvasta droonista, kyseessä voi olla harmiton tilanne, joka ei kiinnosta edes poliisia. Toisaalta kyseessä voi olla sotilaallinen operaatio, joka kuuluu tiiviisti turvallisuus- ja puolustusviranomaisten vastuulle.

Vastuukysymykset alailmatilan valvonnasta ovat yksi kehitystä hidastava elementti. Helsingin Satamalla on satamayhtiönä velvollisuus turvata sataman aluetta ISPS-koodiston mukaisesti, aivan samalla tavalla, kun sillä on velvollisuus suojata sataman aluetta luvattomilta tunkeutujilta. (Code of practice on security in ports, 2003. 3.3.1.).

Helsingin Satamalla ei ole välttämättä intressiä hankkia kallista havaintolaitteistoa, sillä vastuu droonien havainnoinnista on epäselvä. Viranomaisilla saattaa olla havaintokyvykkyyttä, mutta siitä ei voi kertoa julkisesti erityisesti vallitsevassa turvallisuuspoliittisessa tilanteessa. Myös torjuntaan liittyvät kysymykset sisältyvät samaan pohdintaan.

Vastuun kantaminen turvallisuusasioissa on kuitenkin jokaisen organisaation tehtävä, riippumatta siitä millaisia valmiuksia viranomaisilla on. Kuten yllä, Helsingin Sataman vastuulla on valvoa omaa aluettaan luvattomien tunkeutujien varalta. Sama ajattelutapa on perusteltua myös droonien havaitsemisen osalta.

Kari Laitinen ja Aki-Mauri Hutinen kirjoittavat teoksessaan Kansallinen turvallisuus murroksessa (Lahtinen, Hutinen 2021), että kansallisen turvallisuuden kannalta keskeistä on se, että jokainen toimija tekee oman osansa kansallisen turvallisuuden ylläpitämisessä ja parantamisessa. ”Kansallinen turvallisuus ei ole vain valtion tehtävä, vaan se on yhä enemmän valtion, teollisuuden, akateemisen yhteistyön ja yhteiskunnan yhteinen tehtävä.” (Laitinen&Huhtinen,

2021, s. 77). Myös yritysturvallisuuden näkökulmasta on tärkeää huomioida, että jokaisen yrityksen ja organisaation toimet torjua kyberuhkia, parantaa koko kansallista turvallisuutta kyberturvallisuuden saralla. Kun asiasta tehdään edes vähän hankalampia, se parantaa kokonaisturvallisuutta.

6 TUTKIMUKSEN LÖYDÖKSIÄ

Tutkimusta tehtiin ensisijaisesti haastattelemalla Helsingin Sataman henkilökuntaa sekä toimijoita, jotka toimivat sataman alueella tai läheisyydessä. Tällaisia toimijoita ovat esimerkiksi huolinta- ja ahtausyhtiö Finnsteve, sekä energiayhtiö Helen, jonka yksikkö toimii Vuosaaren alueella. Lisäksi olen haastatellut muun muassa Helsingin kaupungin sekä kaupungin innovaatioyhtiö Forum Viriumin edustajia dronien roolista kaupunki-ilmailussa.

Haastatteluissa keskityin kysymään, millaista roolia dronit näyttelevät kunkin toimijan arjessa ja millaisiin tehtäviin sitä voitaisiin tulevaisuudessa käyttää. Näiden haastattelujen pohjalta muodostin kuvan siitä, millaisiin tehtäviin drooneja käytetään ja voitaisiin tulevaisuudessa käyttää Helsingin Sataman toiminnoissa. Laaja haastatteluaineisto, joka sisältää tietoja Helsingin Sataman ulkopuolelta on parantanut kokonaiskuvaani.

6.1 Millaisiin tehtäviin drooneja käytetään nyt?

Tutkimuksen aikana vuonna 2025 dronien käyttö ei ole erityisen laajaa Helsingin Satamassa. Mikään toiminta ei ole sellaista, että dronien käyttö on edellytys jonkun työn tai prosessin etenemiselle. Helsingin Satamalla on käytössään Mavic 3 Pro -drooni, ja henkilökunnassa on kirjoitushetkellä kaksi henkilöä, jolla on lupa ja osaaminen kyseisen laitteen operointiin.

6.1.1 Kuntokartoitukset

Tällä hetkellä dronien rooli onkin ollut lähinnä kuntokartoituksessa ja muussa kuvantamisessa. Esimerkiksi laitureiden kuntokuvaaminen on toimintaa, jota tehdään Helsingin Satamassa jo tällä hetkellä. Kuten kappaleessa 4.8. kerro- tussa kaiutinesimerkissä, myös laitureiden kuntokuvaus on osoitus dronien mahdollistamista kustannussäästöistä. Siinä missä laitureiden kuntokartoitus

vei aikanaan 2–3 henkilön työpanoksen ja 1–2 työpäivää, nyt sama työ voidaan tehdä muutamassa tunnissa yhden ihmisen toimesta. (Harjapää, 2025)

6.1.2 Kuvauskäyttö

Lisäksi droneja käytetään erilaisissa kuvaustehtävissä, esimerkiksi Sataman viestinnän käyttöön. Kesällä 2025 toteutettiin Loviisan sataman kuvauksia. Helsingin Satama ja Loviisan satama kuuluvat samaan organisaatioon (Port of Loviisa, S.a.)



Kuva 9. Droonilla kuvattua yleiskuvaa Loviisan satamasta. (Tuomo Seppälä, 2025)

Kuvaukset ovat osa kokonaisuutta, jossa droonin käytöllä voidaan saada merkittäviä kustannussäästöjä. Vastaavat kuvat kuten yllä, pitäisi normaalisti ottaa helikopterin avulla. On selvää, että helikopteri ja ammattikuvaaja maksavat huomattavan paljon verrattuna droonin käyttöön. Toki kuvien laatu ei välttämättä ole aivan yhtä hyviä kuin ammattikuvaajalla, mutta panos-tuotosuhde huomioon ottaen, drooni on yliverlainen. Lisäksi on muistettava, että droonien kamerat ja muut teknologia kehittyvät koko ajan paremmaksi.

6.2 Millaisiin tehtäviin droneja voidaan hyödyntää tulevaisuudessa?

Droneja voidaan käyttää monipuolisesti erilaisiin tehtäviin, kuten tämän työn aikana on tullut kirjoitettua. Aion tämän työn puitteissa jakaa droonien hyödyntämisen neljään kokonaisuuteen, jotka ovat:

- Aluevalvonta eli lentävä valvontakamera
- Tekninen tarkkailu
- Kuntokuvaus
- Tapahtumien ja alueen yleiskuvaus
- Poikkeustilanteiden kuvaaminen ja konsultointi

Kuten voimme edellisessä luvussa havaita, drooneja käytetään jo nyt kuntokartoitukseen ja yleiskuvaukseen. Droonien käyttöä voidaan laajentaa strategisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että droonia aletaan hyödyntämään oletustyökäluna tilanteissa, jossa esimerkiksi laiturin, valomaston tai nosturin kunto on selvitettävä. Aloitetaan kuitenkin aluevalvontaan ja tekniseen tarkkailuun liittyvistä mahdollisuuksista.

6.2.1 Aluevalvonta, eli lentävä valvontakamera

Aluevalvonnalla tarkoitetaan tässä yhteydessä sataman turva-alueen valvontaa luvattomien tunkeutumisten varalta. Satama-alue on aidattu ja valvottu useiden valvontakameroiden avulla, joiden avulla aluetta tarkkaillaan ympäri vuorokauden, vuoden jokaisena päivänä (Harjapää, 2025, #6, #7).

Autonomisen valvontadroonin, ja niin sanotun dronepesän avulla alueen kattava kameravalvontaa voidaan parantaa. Dronepesä tarkoittaa järjestelmää, jossa alueella toimivalla droonilla on tukikohta, josta se operoi ja jossa se esimerkiksi latautuu. Käytettävästä teknologiasta riippuen, dronepesässä voidaan myös vaihtaa droonin akku, joka tarkoittaa, että droonin ei tarvitse olla pesässä koko latauksen ajan.

Autonomisen ohjauksen varassa oleva drooni tai droonipari voi partioida sataman alueella säännöllisesti. Nykyään on käytössä monipuolisia teknisiä ratkaisuja hahmojen tunnistukseen ja jopa kasvojen tunnistukseen, jonka perusteella drooni voi havaita asianmukaiset alueella liikkujat. Suomalaisen Rumble Tools yrityksen kehittämät aluevalvontadroonit ovat erityisesti suunniteltu tällaista toimintaa varten. (Skyfleet S.a.)

Käytännössä lentävä valvontakamera toimii piirivartioiden tukena. Omien havaintojen lisäksi droni voi reagoida hälytykseen, joka voi laukaista, jos alueella ollaan tunkeutumassa luvatta. Tällaisessa tilanteessa valmiudessa oleva autonominen droni nousee nopeasti tukikohdastaan, eli pesästänsä ja suuntaa hälytysalueelle. Yllä mainittu hahmon tunnistusteknologia havaitsee asiaankuulumattoman hahmon ja alkaa seuraamaan sitä välittömästi. Tutkimuksen aikana olen saanut nähdä, kuinka tehokkaasti hahmon seuranta toimii todellisessa tilanteessa. Teknologia on varsin vakuuttavaa. Hahmo voi piiloutua esimerkiksi kulman taakse tai mennä suojaan, mutta droni osaa pitää kyseisen kohteen seurannassa myös sen jälkeen, kun kohde poistuu piilostaan. Järjestelmä osaa myös havaita ja jäljittää kohdetta väkijoukossa.

Droni on joustava verrattuna kiinteään valvontakameraan

Dronin etuna verrattuna kiinteään valvontakameraan on se, että se voi seurata kohdetta. Sataman sokkeloisessa ja muuttuvassa ympäristössä tämä ominaisuus korostuu. Dronit voivat olla hyvä lisä olemassa olevien valvontakameroiden lisäksi. Dronin voi myös komentaa seuraamaan kohdetta näkyvästi läheltä, jolloin tunkeutujalle käy nopeasti selväksi, että hän on seurannassa, eikä tunkeutumisesta kannata jatkaa pidemmälle. Vaihtoehtoisesti droni voi kuvata kaukaa, jolloin kohde ei tiedä, että häntä seurataan. Kuten aiemmin kohdassa 5. kirjoitin, dronin havaitseminen hieman kauempaa, on hyvin vaikeaa ilman teknisiä apuvälineitä.

Dronin seurattaessa tunkeutujaa, se voi lähettää reaaliaikaista kuvamateriaalia piirivartioiden ja jossain tilanteessa jopa suoraan viranomaiselle, jotka voivat ryhtyä asiaankuuluviin toimenpiteisiin. Jos tunkeutujaa ei saada heti kiinni, kaikki materiaali voidaan tallentaa myöhempää käyttöä varten, aivan kuten tavallisten kiinteiden valvontakameroiden tapauksessa. Lisäksi alueen turvallisuutta voidaan lisätä ilmoittamalla selvästi, että alueella on normaalin kamera-valvonnan lisäksi dronivalvontaa.

Yllä olevat tiedot perustuvat suurilta osin Rumble Tools Oy:n kanssa tehtyyn haastatteluun sekä teknologian esittelyyn. Aiheen sensitiivisen luonteen takia yrityksellä ei ole tarjota materiaalia seurantateknologiasta julkiseen käyttöön.

6.2.2 Tekninen tarkkailu

Tekninen tarkkailu tarkoittaa tässä yhteydessä satamatoimintojen tarkkailua, kuten esimerkiksi lämpösäädelyjen konttien lämpötilan seuranta tai konttien sekä perävaunujen oikeanlaista sijoittamista. Tällaista toimintaa varten on aikanaan sataman alueella toiminut erillinen aluetarkkailija, jonka tehtävänä on ollut juuri sataman oikeanlaisen toiminnan varmistaminen (Liljeqvist, 2025). Tänä päivänä vastaavaa tehtävää ei ole olemassa. Helsingin Sataman palveluksessa toimivat turvallisuuskoordinaattorit tekevät jonkin verran alueen teknistä tarkkailua ja puuttuvat epäkohtiin tarvittaessa, mutta heidän kapasiteettinsa on rajallinen.

Teknistä tarkkailua voidaan toteuttaa samalla dronepesä-järjestelmällä, josta kirjoitin yllä. Vastaava drooni, joka pystyy valvomaan alueen koskemattomuutta, voidaan myös ohjelmoida lentämään ennalta määrättyä reittiä ja tarkkailemaan esimerkiksi lämpösäädelyjen konttien lämpötilaa. Droonin toiminta perustuu tekoälyyn ja konenäköön. Järjestelmää on ensin ”opetettava”, eli sen on partioitava joitakin kertoja alueella keräämässä havaintoja. Kaikkea havaintomateriaalia käytetään tekoälyn kehittämiseen ja tilanteessa, jossa drooni on partioinut esimerkiksi vuoden, sillä on erinomainen kyky havaita poikkeamia. Toisaalta sataman dynaaminen ympäristö voi aiheuttaa tämän suhteen haasteita.

6.2.3 Kuntokartoitukset

Kuten olen luvussa 6.1.1. kirjoittanut, drooneja käytetään jo nyt esimerkiksi laitureiden tai valomastojen kuntokuvauksiin. Drooni on erittäin kustannustehokas tapa tehdä tämän tyyppisiä kuvauksia. Helsingin Satamalla on jo nyt varsin hyvät valmiudet monipuolisten kuntokuvausten tekemiseen. Kuntokuvausten tekemiseen ei tarvitse käyttää yllä mainittua valvontadroonia, vaan sitä varten käytetään erillisiä drooneja.



Kuva 10. Nosturin yksityiskohtia kuvattuna DJI Mavic 3 dronilla. Heinäkuu 2025. Tuomo Sepälä.

6.2.4 Tekoälyn käyttö kunto- ja yleiskuvauksessa

Kuntokuvaus on tällä hetkellä manuaalisempaa kuin aluevalvonta, joka on lähes täysin autonomista toimintaa. Tekoälyn nopean kehityksen myötä, myös kuntokartoituksia voidaan jatkossa toteuttaa tekoälyn avulla. Voidaan kuvitella skenaario, jossa tekoälyohjattu droni hakeutuu täysin automaattisesti kuvaamaan esimerkiksi laituria tai valomastoa ennalta annetun ohjeen mukaan. Jos se havaitsee muutoksia tai ongelmakohtia, se voi tehdä asianmukaisen ilmoituksen kuvineen Helsingin Sataman kunnossapidon käyttöön.

Siinä missä kuntokartoitusta, myös yleiskuvausta tehdään jo nyt. Yleiskuvausta voidaan suorittaa esimerkiksi viestinnän tarpeisiin. Lisäksi droneja voi käyttää tehokkaasti kuvaamaan erilaisia harjoituksia ja poikkeustilanteita satamassa. Esimerkiksi VAK-harjoituksen tai sähkökatkon kuvaaminen dronilla voivat tuottaa lisäarvoa, kun tapahtumia arvioidaan myöhemmin.

6.2.5 Poikkeustilanteiden kuvaaminen ja konsultointi

Satama on dynaaminen ympäristö, jossa on paljon muuttujia. Sen läpi kulkee teknistä kalustoa ja vaarallisia aineita. Satamalla on vielä erillisiä sataman osia, joissa on vilkasta liikennettä lähes jatkuvasti. Lisäksi erityisesti kesäaikaan sataman osat pyörivät merkittävilta osin kesätyöntekijöiden ja harjoittelijoiden varassa. Tämä on ihan toimivaa, mutta jos jossakin sataman osassa sattuu joku poikkeustilanne, sitä hoitamaan voidaan tarvita kokenutta asiantuntijaa, joka voi olla toisessa sataman osassa. Tällaisessa tilanteessa drooneja voisi hyödyntää siten, että paikalla olevat nuoremmat työntekijät voivat olla puhelinyhteydessä kokeneempaan asiantuntijaan, joka voi tarkkailla tilannetta droonin lähettämän kuvan kautta ja antaa ohjeita. Tämä vaatii toki tiettyjä erityisjärjestelyjä, ja henkilöstön kouluttamista, sekä tietoteknisen infrastruktuurin kuvavirran lähettämiseen.

Ratkaisun edut voivat olla tavattoman hyvät. Kokematon työntekijä ei välttämättä osaa selittää tilannetta erityisen hyvin sanallisesti tai osaa ottaa huomioon kaikkia seikkoja. Jos kokenut asiantuntija näkee tilanteen suorana läheytksenä tietokoneeltaan, lintuperspektiivistä, hänellä on huomattavasti parempi kyky ohjata paikalla olevia työntekijöitä. Lisäksi poikkeustilanteesta saadaan talteen kuvamateriaalia, jota voidaan käyttää, kun tilannetta käydään myöhemmin läpi. Kirjoitan tästä skenaarion kohdassa 12.2.

7 DIGITALISAATION SEURAAVA ASKEL DROONIEN AVULLA

Helsingin Satamalla on strategisena tavoitteena laajentaa digitalisaatiota lähivuosina. Strategiassa painottuu erityisesti erilaiset kamerajärjestelmät ja toiminnan sekä alueen kuvantaminen. Tämä drooneihin liittyvät tutkimus ja luvussa 7 esitetyt käyttömahdollisuudet vastaavat hyvin Helsingin Sataman strategiaan vaatimuksiin digitalisaatiosta. Esimerkiksi valvontadroonien kuvaa tallennetaan tietojärjestelmiin, ja kuvamateriaalia voidaan käyttää nopeasti.

Droonien hyödyntäminen digitaalisen kaksosen rakentamisessa

Digitaalinen kaksonen on nykyaikainen teknologia, jossa todellisen maailman ympäristö on simuloitu digitaalisesti käytettäväksi. Satama, tai sataman osa, on kuvattu ja mallinnettu digitaaliseen muotoon ja sitä voidaan tarkkailla ja muokata tietokoneella. (IBM (a), 2025)

Drooneja voidaan hyödyntää digitaalisen kaksosen rakentamisessa ja päivittämisessä. Jos tarkastelemme kohdassa 6.2.3. esitettyä teknistä tarkkailua droonin avulla, sen perusteella saatu kuvatieta voidaan lähettää digitaaliseen kaksoseen. Tämä tarkoittaa, että digitaalinen kaksonen on ajan tasalla, ja sen avulla voidaan siirtyä ajassa taaksepäin, esimerkiksi vertailemaan jotakin tilannetta nyt ja vaikkapa edellisenä vuonna tai edellisessä kuussa. Autonomisten, alueen tekniseen tarkkailuun tarkoitettujen droonien avulla Helsingin Sataman on mahdollista saada hyvälaatuista ja kontrolloitua raakamateriaalia digitaalisen kaksosen rakentamiseen ja hyödyntämiseen.

8 DROONIEN MUODOSTAMAT RISKIT NYT JA TULEVAISUUDESSA

Mihin tahansa toimintaan sisältyy aina riskejä, jotka on hyvä ymmärtää mahdollisimman hyvin. Droonien suhteen riskit riippuvat hieman siitä mistä näkökulmasta asiaa tarkastellaan. Riskin voivat muodostaa alueella toimivat yksittäiset valvonta- tai kuvausdroonit, jotka voivat vikaantua tai joutua alueelle, jonne niiden pitäisi lentää.

8.1 Yksittäisten valvonta- tai kuvausdroonien aiheuttama riski

Yksittäiset valvonta- tai kuvausdroonit muodostavat riskejä ympäristölle. Yleisimpiä riskejä ovat maariski, eli droonin putoamisesta aiheutunut vaara ihmisille. Toinen riskitekijä on droonin hallinnan menettäminen ja sen joutuminen alueelle, johon lentoa ei ole suunniteltu.

Droonien lentämiseen liittyvät rajoitukset ja riskiarviot perustuvat droonien luokituksiin. Pienemmät kaupalliset droonit on luokiteltu ”Avoimeen kategoriaan”, ja niiden lennättämiseen on luotu turvallisuus- ja koulutus määräykset (Len-

nättäminen avoimessa kategoriassa, 2024). Taulukko 1 selventää turvaetäisyyksiä, joita on noudatettava riippuen dronin luokasta.

Avoimen luokan dronien luokitukset ja turvaetäisyydet (EU-sääntely)

Luokka	Dronin massa	Sallitut alueet	Etäisyys ihmisiin	Etäisyys asutukseen
A1	< 250 g (C0) tai < 900 g (C1)	Ihmisten päällä sallittu (ei väkijoukkoja)	Ei minimietäisyyttä, mutta vältettävä lentämistä väkijoukon yli	Ei erityistä rajoitusta
A2	<4 kg (C2)	Lähellä ihmisiä, mutta ei heidän päällä	Vähintään 30 m horisontaalisesti (tai 5 m matalanopeusui-	Vähintään 150 m
A3	<25 kg (C3, C4)	Vain alueilla, joilla ei ole ihmisiä	Vähintään 150 m asutuksesta ja ihmisistä	Vähintään 150 m

Taulukko 1. Taulukko, joka havainnollistaa eri dronien luokkien mukaiset turvaetäisyydet. (Luotu Copilot tekoälyllä, 2025)

Lennättäminen avoimessa kategoriassa vaatii koulutuksen ja lupakirjan, jonka saa suorittamalla Traficomien verkkoteoriakokeen (A1/A3) ja tarvittaessa valvo-
tun lisäkokeen (A2) (Verkkoteoriakoe toiminnan alakategoriaan A1 ja A3, 2024). Koulutukset ja teoriakokeet keskittyvät erityisesti dronin turvalliseen operointiin ja turvamääräysten tuntemiseen. Helsingin Satamalla on opinnäytetyön kirjoitushetkellä kaksi A2-lupakirjan haltijaa, jotka voivat operoida dronina avoin-kategoriassa.

8.1.1 PDRA-riskiarviomenettely

Avoimen kategorian dronien käyttömahdollisuudet ovat varsin rajallisia, sillä niitä ei voi operoida ilman, että lennättäjällä on laitteeseen jatkuva näköyhteys (VLOS), ja droni on manuaalisessa ohjauksessa. Autonominen käyttö ei siis ole avoimessa kategoriassa mahdollista. Siksi on luotu ”Erityinen-kategoria”, johon kuuluvat dronit, jotka eivät täytä yllä olevan taulukon vaatimuksia. Erityinen-kategorian dronina operoitaessa on toimintaa varten suoritettava maa-riskiarvio, PDRA tai SORA.

PDRA tulee sanoista Predefined Risk Assessment. Tällainen riskiarvio on tehtävä operoitaessa erityinen-kategorian droonilla. PDRA perustuu ennalta luotuihin skenaarioihin, joiden puitteissa operointi tapahtuu. Esimerkiksi PDRA-S02 on esimerkki riskiarviomenettelystä, joka voisi soveltua Helsingin Sata-
man valvontadroonien operointiin. Siinä droni painaa enintään 25 kg, sen koko on korkeintaan 3 metriä, ja sitä operoidaan autonomisesti BVLOS, eli ilman suoraa näköyhteyttä ja hallintaa. (Tietoa ennakkoriskiarviosta (PDRA). 2023). Riskiarvio on toimitettava ilmailuviranomaiselle, Suomen tapauksessa Traficomille, ennen toiminnan aloittamista. PDRA-menettelyn hyväksyminen vaatii riskikartoituksen lisäksi operaattorin toimintakäsikirjaa. (Erityinen-kategorian toimintakäsikirjan sisältö, 2023). PDRA-menettelyn tarkempi analysointi ei ole tämän opinnäytetyön keskiössä.

8.1.2 SORA-maariskiarvio

Silloin kun droonilla operoidaan olosuhteissa, joka ei mahdu Avoin-kategorian sääntöihin tai PDRA-skenaarioihin, joudutaan tekemään SORA-maariskiarvio. SORA tulee sanoista Specific Operations Risk Assessment. Menettelyssä tehdään riskiarvio operoinnin luonteesta ja se auttaa ennen kaikkea operaattoria arvioimaan toimintaan liittyvät riskit. (EASA, S.a.). SORA on menettelynä huomattavasti raskaampi kuin PDRA, sillä siinä luodaan koko operaatiota koskeva riskikartoitus ilman ennakkoskenaariota. SORA on lähtökohtaisesti tarkoitettu vain tiettyyn paikkaan, mutta markkinoilla on toimijoita, joille Traficom on myöntänyt SORA-menettelyn mukaisen toimiluvan koko maahan. Kuten PDRA, myös SORA-menettelyn yksityiskohtainen avaaminen ei ole tämän opinnäytetyön keskiössä.

8.2 Riskeistä yleisesti

Droonien operointiin liittyy paljon riskien hallintaa ja ennalta määritettyjä reuna-
ehteitä. Droonin vastuullinen operointi vaatiikin operaattorilta paljon erikois-
osaamista. Siksi valvontadroonien operointi on järkevää ulkoistaa alan toimi-
jalle. Sen sijaan pienempää kuvausdroonia voi operoida myös Helsingin Sata-
man oma koulutettu henkilökunta. Molemmissa tapauksissa operaattori tuntee
toimintaan liittyvät riskit ja osaa varautua asianmukaisesti.

9 DROONIEN ROOLI SATAMAA VASTAAN KOHDISTUVASSA SOTILAALLISESSA TOIMINNASSA

Kysymys droonien sotilaallisesta käytöstä on kasvanut vuoden 2025 aikana, kun Venäjän sotatoimet Ukrainassa ovat kiihtyneet ja droonit ovat tulleet yhä suuremmaksi osaksi sodankäynnin arkea. Ukrainan tapahtumien lisäksi venäläisiä sotilasdrooneja on eksynyt Puolan ilmatilaan ja pohjoismaissa on myös havaittu luvattomien droonien aiheuttamia ongelmia. (YLE (a), 2025. YLE (b), 2025).

Helsingin Satama kuuluu Suomessa kriittiseen infrastruktuuriin ja se on huoltovarmuuden ja yleisen yhteiskunnallisen toimivuuden osalta kriittinen solmu-kohta. On syytä olettaa satamien olevan yksi tärkeimpiä kohteita mahdollisessa sotatilanteessa, ja sotatilanteessa on oletettavaa, että satama on vihollisen kohdelistan kärjessä. Kun pohditaan satamaan kohdistuvia drooneihin liittyviä uhkia, on syytä aina muistaa, että mahdollisia tunkeutumisia on eri tasoisia, eikä suora sotilaallinen hyökkäys ole kovin todennäköinen. Siitä huolimatta sotilaallisia аспектеja on syytä hieman pohtia.

Suoraa tuhoa voi tehdä muullakin tavalla kuin drooneilla, ja sellaisten tapojen arviointi on tämän opinnäytetyön ulkopuolella. Droonien käyttö on mahdollista tiedusteluun, häirintään tai sabotaasiin. Olen kirjoittanut aiheesta blogikirjoituksen, jossa pohditaan miten droonien parvihyökkäys voisi haitata sataman toimintaa ja toimia osana hybridisodankäyntiä. Kirjoituksessa tuodaan esiin mahdollisuus, että tekoälyllä ohjattu tuhannen droonin parvi tunkeutuisi sataman ilmatilaan. Parvi voisi pelkällä läsnäololla halvaannuttaa sataman toiminnan, esimerkiksi lentämällä työkoneiden tai lähestyvien alusten välittömässä läheisyydessä. Droonien parvihyökkäykseen voi yhdistää myös mahdollisen kyberhyökkäyksen, joka voi lamaannuttaa sataman toiminnan täydellisesti useamman tunnin ajaksi. (Seppälä, 2025).

Droonien parvihyökkäys ei välttämättä aiheuta suoraa tuhoa, mutta on silti sodankäynnin muoto. Sataman on varauduttava mahdolliseen parvihyökkäykseen ainakin ymmärtämällä sen todennäköisyys, sekä pitämällä skenaarion tiimoilta tiiviisti yhteyttä puolustusviranomaisiin.

10 LIKETOIMINTA DROONEILLA

Toimeksiantaja on pyytänyt, että tässä yhteydessä tutkin myös liiketoiminnallisia näkökulmia. Helsingin Satama haluaisi, että sen alueella toimisi sellaisia toimijoita, jotka on ennalta hyväksytty. Tämä parantaa hallintaa erityisesti operatiivisen turvallisuuden näkökulmasta, kun Helsingin Satama tietää millaisten toimijoiden drooneja alueella operoi. Tutkimuksen aikana olen ollut yhteydessä alan yrityksiin, joilla kaikilla on tarjolla omanlaisiaan ratkaisuja.

10.1 Toimijat markkinoilla

Markkinoilla olevat toimijat ovat erikoistuneet turvallisuuspuoleen ja kuvaukseen. Kuvauspalvelut ovat yksinkertaisimmillaan tavallisia ilmakuvia, mutta alalla on myös toimijoita, jotka pystyvät tekemään 3D-mallinnuksia, ja laskemaan esimerkiksi hiekkakasojen tilavuuksia hyödyntäen drooneja. Viimeksi mainittu kuvaustyyli on nimeltään ilmafotogrammetria, jossa hyödynnetään valokuvia 3D-mallin luomisen apuna (Palojärvi, 2020).

Alalla on toimijoita, kuten Skydata ja RumbleTools, joilla on kyvykkyys suorittaa kaikkia vaativampiakin tehtäviä laitteillaan. Näiden järjestelmien etu on se, että dronit ovat varustettu korkealla automaation tasolla, ja ne pystyvät suoriutumaan monipuolisista tehtävistä. Rumble Toolsin Skyfleet-järjestelmä voi toimia alueella paitsi lentävänä valvontakamerana, myös suorittaa alueen teknistä valvontaa, kuten konttikenttien kuvausta.

Markkinoilla on olemassa useita pienempiä toimijoita, jotka ovat erikoistuneet pelkästään ilmakuvaukseen. Näillä toimijoilla ei ole käytössä vastaavaa automatiikkaa kuin yllä mainituissa kokonaisratkaisuissa, vaan kuvaukset hoidetaan käsipelillä. Joissakin tapauksissa, käsin suoritettu lentäminen voi olla helpompi toteuttaa johtuen säädöksistä. Lähtökohtaisesti dronien lennättäminen on suoritettava VLOS-säännön (kts. 4.4) mukaisesti, eli lennättäjällä on oltava näköyhteys drooniin. On lainsäädännön näkökulmasta hieman epäselvää, miten autonomisten dronien lennättäminen onnistuu esimerkiksi kuvaustehtävissä.

10.2 Omat toimijat mainoskuvaukseen ja turvallisuuteen

Vaikka nykyaikaiset autonomiset järjestelmät kykenevät tekemään monipuolisia kuvaustehtäviä etäohjauksella, on parempi, että turvallisuusjärjestelmiksi suunnitellut laitteet pidetään turvallisuustehtävissä, ja otetaan erilliset toimijat mainos- ja markkinointikuvauksia varten. Alalla on useita pieniä toimijoita, joista osa on tehnyt kuvausyhteistyötä Sataman kanssa aiemmin. Tätä opinnäytetyötä varten olen keskustellut kahden toimijan kanssa:

- Aeria Oy
- Propeller Helsinki Oy

Molemmat toimijat ovat kunnostautuneita ilmakuvauksessa ja molemmilla on uskottavat referenssit. Lisäksi molemmilla on taustaa Helsingin Sataman kanssa toimimisesta. Olen keskustellut opinnäytetyön prosessin aikana molempien toimijoiden kanssa, ja molemmilla toimijoilla on intressi toimia Helsingin Sataman yhteistyökumppanina tulevaisuudessa.

11 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KATSE TULEVAISUUTEEN

Tutkimuksen päätavoitteena oli selvittää dronien rooli Helsingin Sataman toiminnassa nyt ja tulevaisuudessa. Analyysin perusteella voidaan todeta, että dronit muodostavat merkittävän teknologisen mahdollisuuden sataman operatiivisen tehokkuuden, turvallisuuden ja digitalisaation kehittämisessä. Vaikka dronien nykyinen käyttö satamassa rajoittuu pääasiassa kuntokartoituksiin ja kuvaustehtäviin, niiden potentiaali ulottuu huomattavasti laajemmalle.

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen liittyen dronien nykyrooli on vielä marginaalinen, mutta jo olemassa olevat sovellukset osoittavat selkeitä kustannus- ja ajansäästöjä. Toiseen kysymykseen – millaisiin tehtäviin drooneja voidaan hyödyntää – vastauksena voidaan todeta, että dronit soveltuvat erityisesti aluevalvontaan, tekniseen tarkkailuun, digitaalisen kaksosen rakentamiseen sekä poikkeustilanteiden hallintaan. Näiden käyttökohteiden toteuttaminen edellyttää kuitenkin investointeja autonomisiin järjestelmiin ja tekoälypohjaisiin ratkaisuihin.

Kolmannen tutkimuskysymyksen osalta droonien ympärille voidaan luoda liiketoimintaa, joka perustuu hallittuun palvelumalliin ja hyväksytyihin toimijoihin. Tämä parantaa turvallisuutta ja mahdollistaa kustannustehokkaan palvelutuotannon. Neljännen kysymyksen – droonien muodostamat riskit – osalta havaittiin, että uhkat vaihtelevat yksittäisistä luvattomista lennoista aina sotilaallisiin skenaarioihin ja hybridivaikuttamiseen. Näiden riskien hallinta edellyttää selkeitä vastuunjakoja, teknisiä valvontaratkaisuja sekä viranomaisyhteistyötä.

Viimeinen tutkimuskysymys koski sotilaallista käyttöä. Vaikka suora sotilaallinen hyökkäys satamaan ei ole todennäköinen, droonien käyttö tiedustelussa, häirinnässä ja sabotaasissa on realistinen uhkakuva, joka on huomioitava osana kokonaisturvallisuutta. Helsingin Sataman asema kriittisenä infrastruktuurina korostaa tarvetta varautumiseen ja harjoitteluun yhdessä viranomaisten kanssa.

Yhteenvetona voidaan todeta, että droonit eivät ole pelkästään tekninen lisä, vaan strateginen työkalu, joka tukee sataman digitalisaatiota, turvallisuutta ja operatiivista tehokkuutta. Suositeltavaa on edetä vaiheittain kohti droonien laajempaa käyttöönottoa, huomioiden teknologiset mahdollisuudet, lainsäädännön vaatimukset ja riskienhallinnan periaatteet.

11.1 Tulevaisuuden tutkimuksen kysymyksiä ja kehityskohteita

Vaikka tutkimus käsittelee asetettuja tutkimuskysymyksiä kohtuullisen laajasti, se jättää avoimia teemoja tulevaisuuden tutkimukselle. Tutkimus ei käsittele droonien teknisiä ratkaisuja. Aiheen tekninen tutkiminen ja tällaisten ratkaisujen kartoittaminen on tarpeen tulevissa tutkimuksissa. Teknisellä tarkoitan esimerkiksi droonien tiedonsiirtoon, tietoturvaan ja datan käsittelyyn liittyviä yksityiskohtaisia suunnitelmia. Mainittakoon, että tekninen tarkastelu ei ollut alun perin tutkimuksen keskiössä, vaan niiden tutkiminen vaatii erillisen opinnäytetyön.

Tutkimus käsittelee droonien aiheuttamien riskejä lähes pelkästään sotilaallisesta näkökulmasta, ja jättää muut riskit huomioitatta. Kappaleessa 9 keskity-

tään sotilaallisen uhan arviointiin. Sotilaallinen tarkastelukulma on otettu tutkimukseen Venäjän Ukrainaan kohdistaman hyökkäyssodan takia, jossa dronit näyttelevät merkittävää roolia. Tutkimuksen kirjoitushetkellä dronien sotilaallinen uhka on hyvin laajasti esillä kansalaiskeskustelussa. Tutkimus jättää käsittelemättä dronien avulla tehtävän rikollisen toiminnan ja siihen liittyvät riskit, pääasiassa siksi, että aiheesta on saatavilla varsin heikosti tietoa. On epäselvää, käytetäänkö drooneja tällä hetkellä rikolliseen toimintaan. Dronien yleistyessä myös niiden käyttö rikollisessa toiminnassa tulee yleistymään. Tällöin uudella tutkimuksella on tilaa pohtia näitä seikkoja, mahdollisesti satamaa laajemmasta näkökulmasta.

Kolmas tutkimuksen kehittämiskohde on kaupallisten toimijoiden tutkiminen, joka ei ole saanut riittävän laajaa käsittelyä. Kokonaan uusi tutkimus, joka käsittelee vain kaupallisia ulottuvuuksia voisi olla tarpeellinen. Tällaisessa tutkimuksessa voidaan jättää sivuun esimerkiksi yllä mainitut riski- ja uhkatekijät.

12 SKENAARIOITA

Luonnostellaan muutamia skenaarioita, millaisia sataman alueella voi tulla vastaan, ja millaista roolia dronit tai drooneja tarjoavat yritykset voivat tarjota. Skenaarioissa pohditaan valvontaa, teknistä apua sekä viestintäkuvausta.

12.1 Alueelle tunkeudutaan – dronivalvonta toiminnassa

On yöaika ja alueelle tunkeutuu henkilö. Henkilöllä ei välttämättä ole tavoitteena esimerkiksi vahingonteko, vaan hän on tunkeutunut alueelle silkasta päähänpistosta. Henkilö kiipeää aidan yli ja jatkaa alueelle. Henkilö havaitaan kiinteistä valvontakameroista, ja siitä tulee vartiointiliikkeelle hälytys. Hälytyksen perusteella Rumble Toolsin Skyfleet -drooni saa valvontatehtävän ja lähtee joko pesästä ilmaan tai partiolennotta hälytyksen mukaisesti alueelle. Riippuen dronin sijainnista ja tunkeutumispaikasta, drooni on kohteessa 2–3 minuutissa. Konenäköön ja tekoälyyn perustuvan teknologian avulla drooni havaitsee alueella liikkuvan henkilön, joka poikkeaa muusta liikehdinnästä alueella. Järjestelmä ymmärtää, että kyseessä on alueelle kuulumaton henkilö. Tämä on erityisen helppoa iltaisain ja öisin, kun alueella on vähän muuta liikennettä.

Ilmassa oleva droni alkaa seuraamaan henkilöä ja välittää reaaliaikaista kuva- ja paikkadataa alueen vartijoille, jotka lähtevät liikkeelle kohteeseen. Koko vartioiden matkan ajan droni seuraa kohdetta, ja ruudun edessä oleva tilanteen johtaja antaa ohjeita. Jos henkilö ei poistu alueelta välittömästi, henkilö saadaan kiinni noin 10 minuutin aikana siitä, kun hän on tunkeutunut alueelle.

Droonin etu suhteessa kiinteään valvontakameraan, on aktiivinen seuranta. Seuranta helpottaa järjestelmässä oleva lämpökamera. Valvontadrooni pystyy seuraamaan henkilöä alueella, vaikka hän yrittäisi piiloutua.

12.2 Alueella tapahtuu pienimuotoinen nestevuoto

On kesä ja suurin osat Helsingin Sataman vakituisesta henkilökunnasta on kesälomalla. Länsisatamassa tapahtuu pienimuotoinen nestevuoto, joka vaatii huomiota henkilökunnalta, mutta Länsisatama pyörii tapahtumahetkellä pääasiallisesti kesätyöntekijöiden voimalla. Organisaation kokeneempi operatiivisen henkilö on työssä Vuosaarella, eikä pääse kovinkaan nopeasti paikalle Länsisatamaan. Tilanteen konsultointi pelkän puheyhteyden perusteella ei välttämättä ole kovinkaan tehokasta. Tällaisessa tilanteessa voidaan ottaa ilmaan Länsisatamaan sijoitettu droni, joka välittää livekuvaa, jota kokeneempi henkilö voi katsoa ja antaa ohjeita. Reaaliaikainen tilannekuva parantaa huomattavasti monimutkaisen tilanteen hallintaa ja ymmärrystä.

Tässä tilanteessa droonista on myös se hyöty, että kuvamateriaalia voidaan käyttää myöhemmin asian selvittämiseen, ja korjaavien toimenpiteiden kehittämiseen. Täten droonista tulee myös oleellinen osa työturvallisuuden kehittämisessä.

12.3 Viestintä tarvitsee ilmakuvaa uudesta toiminnasta

Helsingin Satamassa otetaan käyttöön uudenlainen tapa tehdä raskaan kaluston lähtöselvitys. Viestintä haluaa menettelystä hyvää ja informatiivista kuva-

materiaalia, joka on saatavilla Helsingin Sataman viestintäkanavissa. Materiaalia toimitetaan myös alueella toimiville kuljetusliikkeille opetustarkoituksessa.

Lähtöselvitys päätetään kuvata monesta eri näkökulmasta, myös dronilla. Aluksi kuvausta pilotoidaan käyttäen Helsingin Sataman omaa kuvausdronia, jota operoi oma koulutettu henkilöstö. Kun sopivasta kuvakulmasta ja skenaarioista on päätetty, viestintä ottaa yhteyttä yhteistyöyhteyteen, joka tekee ammattimaista dronikuvausta.

Yhteistyöyhteyksillä on käytössä ammattimaisempi kuvauskalusto, ja lisäksi heillä on ammattitaitoa kuvauksesta aivan eri tavalla kuin Helsingin Sataman omalla henkilökunnalla. Yhteistyömenettelyn ansiosta kumppaniyhteyden tuntee toimintaympäristön ja kulkuluvat sekä lentoluvat ovat jo valmiiksi kunnossa. Kuvaus voidaan suorittaa nopeasti ja joustavasti. Tässä skenaariossa saadaan käyttöön sekä Helsingin Sataman oma droni, että yhteistyökumppanin ammattitaito ja ammattitason laitteisto.

LÄHTEET

Castrillo, V. U., Manco, A., Pascarella, D., & Gigante, G. 2022. A Review of Counter-UAS Technologies for Cooperative Defensive Teams of Drones. *Drones*, 6(3), 65.

Code of practice on security in ports. 2003. International Maritime Organisation. PDF-dokumentti. Saatavissa <https://www.wcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Security/Documents/LOIMOCodeOfPracticeEnglish.pdf>

DJI Mavic 3 Pro, s.a. DJI. WWW-dokumentti. Saatavissa <https://www.dji.com/fi/mavic-3-pro> [viitattu 30.9.2025]

DJI Neo, s.a. DJI. WWW- dokumentti. Saatavissa <https://www.dji.com/fi/neo> [viitattu 26.9.2025]

DJI Store. 2025. DJI Mavic 3 Enterprise Series Speaker. DJI. WWW- dokumentti. Saatavissa <https://store.dji.com/fi/product/dji-mavic-3-enterprise-speaker?vid=119841> [viitattu 30.9.2025]

Dronenerds, s.a. Fixed Wing Vs. Quadcopter: Which to Use When? WWW-dokumentti. Saatavissa <https://enterprise.dronenerds.com/blog/enterprise-drone-program/fixed-wing-vs-quadcopter-which-to-use-when/> [viitattu 26.9.2025]

EASA. 2023. Remote identification will become mandatory for drones across Europe. EASA. WWW-dokumentti. 28.11.2023. Saatavissa <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/remote-identification-will-become-mandatory-drones-across> [viitattu 13.10.2025]

EASA, s.a. Specific Operations Risk Assessment (SORA). EASA. WWW-dokumentti. Saatavissa <https://www.easa.europa.eu/en/domains/drones-air-mobility/operating-drone/specific-category-civil-drones/specific-operations-risk-assessment-sora> [viitattu 18.12.2025]

Erityinen-kategorian toimintakäsikirjan sisältö. 2023. Traficom. WWW-dokumentti. 16.8.2023. Saatavissa <https://www.droneinfo.fi/fi/erityinen-kategorian-toimintakasikirjan-sisalto> [viitattu 18.12.2025]

EUSPA. 2025. What is GNSS. European Union Agency for the Space Programme. WWW-dokumentti. 15.1.2025. Saatavissa <https://www.euspa.europa.eu/eu-space-programme/galileo/what-gnss> [viitattu 1.10.2025]

Fahlstrom, P., Gleason, T. & Sadraey, M. 2022. Introduction to UAV Systems. 5. painos. New Jersey, John Wiley & Sons.

GPS-häiriöihin varauduttu ilmailussa: Suomeen ja Suomessa on turvallista lentää. 2024. Traficom. WWW-sivusto. 3.5.2024. Saatavissa <https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/gps-hairioihin-varauduttu-ilmailussa-suomeen-ja-suomessa-turvallista-lentaa> [viitattu 1.10.2025]

Harjapää, R. 2025. Turvallisuuskoordinaattori. Haastattelu. 22.5.2025. Helsingin Satama

Hinttaniemi, T. 2025. Varautumispäällikkö. Haastattelu. 28.5.2025. Helsingin Satama.

IBM (a), 2025. What is a digital twin? WWW-dokumentti. Päivitetty 17.10.2025. Saatavissa <https://www.ibm.com/think/topics/digital-twin> [viitattu 23.10.2025]

Juuti, M. 2025. Operaattivinen päällikkö. Haastattelu. 30.5.2025. Finnsteve.

Karjalainen, P. 2025. Valtioneuvoston selvitys: Komission tiedonanto EU:n sisäisen turvallisuuden strategiasta "ProtectEU". Suomen Satamat Ry. PDF-dokumentti. 1.6.2025. Saatavissa <https://suomensatamat.fi/wp-content/uploads/2025/06/LiV-ProtectEU-SuomenSatamatry-4.6.2025.pdf>

Kielitoimiston sanakirja, 2025. KOTUS. Saatavissa <https://www.kielitoimiston-sanakirja.fi/drone> [viitattu 10.12.2025]

Kielikello, 2018. Drone vai drooni? KOTUS. WWW-dokumentti. 3/2018. Saatavissa <https://kielikello.fi/drone-vai-drooni/> [viitattu 10.12.2025]

Laadullisen tutkimuksen prosessi, s.a. Tietoarkisto. WWW-dokumentti. Saatavissa <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/laadullisen-tutkimuksen-prosessi/> [viitattu 2.10.2025]

Lahtinen, K. & Huhtinen, A-M. 2021. Kansallinen turvallisuus murroksessa. Jyväskylä: Docendo

Lennättäminen avoimessa kategoriassa. 2024. Traficom. WWW-dokumentti. 27.3.2024. Saatavissa <https://droneinfo.fi/fi/lennattaminen-avoimessa-kategoriassa> [viitattu 29.9.2025]

Liljeqvist, N. 2025. Markkinointipäällikkö. Haastattelu. 27.5.2025. Helsingin Satama

Mavic 3 Pro Specs, s.a. DJI. WWW-sivusto. Saatavissa <https://www.dji.com/fi/mavic-3-pro/specs> [viitattu 13.10.2025]

Miehittämättömän ilmailun lyhenteitä. 2022. Traficom. WWW-dokumentti. 14.1.2022. Saatavissa <https://droneinfo.fi/fi/miehittamattoman-ilmailun-lyhenteita> [viitattu 26.9.2025]

Missä ei saa lennättää? 2025. Traficom. WWW-dokumentti. 12.8.2025. Saatavissa <https://droneinfo.fi/fi/missa-ei-saa-lennattaa> [viitattu 29.9.2025]

Mustonen, P. 2009. Satama. Sitkeä taistelu yhteishyvän puolesta. Helsinki. Otava

Palojärvi, H. 2020. Fotogrammetria mallintajan työkaluna: Valokuvaus 3D-mallinnuksen apuvälineenä. Metropolia. Viestintä. Opinnäyte. PDF-dokumentti. Saatavissa <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202005057315> [viitattu 6.11.2025]

Port of Helsinki (a), s.a. Helsingin Satama. WWW-sivusto. Saatavissa <https://www.portofhelsinki.fi/tietoa-meista/helsingin-satama/> [viitattu 22.9.2025]

Port of Loviisa, s.a. Historia. WWW-sivusto. Saatavissa <https://portofloviisa.fi/loviisan-satama-oy/historia/> [viitattu 9.10.2025]

Rantala, H. 2024. Häirintä ja häirinnän torjunta Wlan-ympäristössä. Tampereen yliopisto. Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta. Kandidaatintutkielma. PDF-dokumentti. Saatavissa <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/157271/RantalaHenri.pdf?sequence=2> [viitattu 24.10.2025]

Seppälä, T. 2025. Jos drooneja olisi tuhat. WWW-dokumentti. 11.10.2025 Saatavilla <https://portechfortress.wordpress.com/2025/10/11/jos-drooneja-olisi-tuhat/> [viitattu 29.10.2025]

Skyfleet, s.a. Welcome to a new era of security. Rumble Tools. WWW-sivusto. Saatavilla <https://rumbletools.com/> [viitattu 26.9.2025]

Space Finland, s.a. Satellite Navigation Systems. Traficom. WWW-sivusto. Saatavilla <https://spacefinland.fi/en/satellite-navigation-systems> [viitattu 1.10.2025]

Steenblock, G. 2025. Drooni-asiantuntija. Haastattelu. 12.6.2025. Hamburg Port Authority

Stoner, 2025. What is RTH (Return-to-Home) & How Does it Work? Flyeye.io. WWW-sivusto. 30.4.2025. Saatavissa <https://www.flyeye.io/drone-acronym-rth/> [viitattu 23.10.2025]

Tietoa ennakkoriskiarviosta (PDRA). 2023. Traficom. WWW- dokumentti. 29.11.2023. Saatavissa <https://droneinfo.fi/fi/tietoa-ennakkoriskiarviosta-pdra?toggle=PDRA-S02> [viitattu 26.9.2025]

UAS-ilmatilavyöhykkeen hakeminen, s.a. Traficom. WWW-dokumentti. Saatavissa <https://droneinfo.fi/fi/uas-ilmatilavyohykkeet/uas-ilmatilavyohykkeen-hakeminen> [viitattu 30.9.2025]

Verkkoteoriakoe toiminnan alakategoriaan A1 ja A3. 2024. Traficom. WWW-dokumentti. 27.2.2024. Saatavissa <https://www.droneinfo.fi/fi/verkkoteoriakoe-toiminnan-alakategoriaan-a1-ja-a3> [viitattu 18.12.2025]

Vyas, K. 2025. A brief history of drones: from pilotless balloons to roaming killers. Interesting Engineering. 12.3.2025. WWW-sivusto. Saatavissa <https://interestingengineering.com/innovation/a-brief-history-of-drones-the-remote-controlled-unmanned-aerial-vehicles-uavs> [viitattu 10.12.2025]

Who runs GPS?, s.a. GPS.gov. WWW-dokumentti. Saatavissa <https://www.gps.gov/who-runs-gps> [viitattu 1.10.2025]

KUVALUETTELO

Kuva 1. Ensimmäinen drooni, Kettering Bug. Greg Hume - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=18121472> [viitattu 13.12.2025]

Kuva 2. DJI Mavic 3 Pro drone. WWW-dokumentti. Saatavissa <https://www.verkkokauppa.com/fi/product/872818/DJI-Mavic-3-Pro-drone-DJI-RC> [viitattu 16.12.2025]

Kuva 3. Sitaria fixed - wing UAV. s.a. WWW-dokumentti. Saatavissa. <https://www.uavos.com/uavos-fixed-wing-uav-sitaria-completed-flight-tests/> [viitattu 16.12.2025]

Kuva 4. Prohibited area EFP35 – MEILAHTI. Droneinfo. 2021. WWW-dokumentti. Saatavissa <https://www.droneinfo.fi/en/news/efhy-restrictive-uas-geographical-zone> [viitattu 10.9.2025]

Kuva 5. Dronekartta. Flyk.com. 2025. Kuvakaappaus. Saatavissa <https://flyk.com/map?drone&lang=fi&light#p=9.58/60.3923/25.9955> [viitattu 16.12.2025]

Kuva 6. Dronekartta. Flyk.com. 2025. Kuvakaappaus. Saatavissa <https://flyk.com/map?drone&lang=fi&light#p=12.18/60.15228/24.95676> [viitattu 16.12.2025]

Kuva 7. Dronekartta. Flyk.com. 2025. Kuvakaappaus. Saatavissa <https://flyk.com/map?drone&lang=fi&light#p=12.18/60.2291/25.16735> [viitattu 16.12.2025]

Kuva 8. Lämpökameran kuvaa Vuosaaren satamasta 30.6.2025. Tuomo Seppälä, Helsingin Satama 2025. Ei saatavilla

Kuva 9. Droonilla kuvattua yleiskuvaa Loviisan satamasta. Tuomo Seppälä, Helsingin Satama 2025. Ei saatavilla.

Kuva 10. Nosturin yksityiskohtia kuvattuna DJI Mavic 3 droonilla. 1.7.2025. Tuomo Seppälä, Helsingin Satama 2025. Ei saatavilla.

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Taulukko, joka havainnollistaa eri droonien luokkien mukaiset turvaetäisyydet. (Luotu Copilot tekoälyllä, 2025)

