

DRONE-UHKA!

Miehittämättömien lennokkien valvonta ja torjunta

Aki Torniainen

3/2018

Tiivistelmä

Tekijä	Tutkinto/kurssi ja opinnäytetyö/nimike	
Aki Torniainen	Poliisi (AMK)	
Julkaisun nimi	Julkisuusaste	
Drone-uhka! – Miehittämättömien lennokkien valvonta ja torjunta	Julkinen, työstä poistettu salassa pidettävää materiaalia. Laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta (21.5.1999/621) 24 § 1 mom. 5. kohta	
Ohjaajat ja opintoaine/opetustiimi	Opinnäytetyön muoto	
Jyrki Marttila ja Mika Kyyrö	Tutkimuksellinen opinnäytetyö	
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyön aiheena oli Drone-uhka – Miehittämättömien lennokkien valvonta ja torjunta. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää mikä on miehittämättömien lennokkien kehityksen ja käytön nykytila, millaisen uhan miehittämättömät lennokit aiheuttavat poliisitoiminnan näkökulmasta sekä millaiset edellytykset Suomen poliisilla on tähän uhkaan vastaamiseen.</p> <p>Opinnäytetyössä aihealuetta tutkittiin niin lennokkien historian, taloudellisen kehityksen kuin nykypäivän tilanteenkin valossa. Tutkimus toteutettiin kvalitatiivisena tutkimuksena ja siinä tutustuttiin laajasti ilmiötä koskevaan uutisointiin, harrastajien kokemuksiin sekä yritysten tarjoamiin ratkaisuihin pääasiassa sähköisten lähteiden kautta. Kerättyä tietoa syvennettiin kahdella teemahaastattelulla, joista toinen tehtiin droneihin vastatutustuneelle harrastajalle ja toinen alan asiantuntijalle.</p> <p>Tutkimustulosten mukaan dronet ovat tänä päivänä merkittävä ilmiö myös poliisitoiminnan näkökulmasta. Vaikka Suomessa on toistaiseksi säästytty drone-iskuilta, on uhka kuitenkin jo olemassa. Poliisin toimintamahdollisuuksien parantaminen niin lainsäädännön, koulutuksen kuin välineistönkin osalta olisi varmasti ajankohtaista.</p>		
Sivumäärä	Tarkastuskuukausi ja vuosi	Opinnäytetyökoodi (OPS)
34 + 1 liitesivu / Alkuperäinen 54 + 1 liitesivu	3/2018	AMK2015ONT
Avainsanat		
Drone, drooni, lennokka, miehittämätön ilma-alus, UAV, RPAS		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	2
2	TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	3
2.1	Aineiston hankkiminen	3
2.2	Tutkimusmenetelmä	3
3	TAUSTATIETOA	5
3.1	Mikä on drone?	5
3.2	UAV-historiaa	7
3.3	Kaupallinen kehitys	9
3.4	Dronen hankkiminen	11
3.5	Kokemushaastattelu	11
4	LAINSÄÄDÄNTÖ SUOMESSA	13
5	UHKAMALLEJA	15
5.1	Drone fyysisenä uhkana	16
5.2	Uhka lentoliikenteelle	17
5.3	Dronen muokkausmahdollisuudet	19
5.4	Tulevaisuuden visioita	19
6	TORJUNTAMALLEJA	20
7	POLIISIN TOIMINTAMAHDOLLISUUDET	23
8	ASiantuntijan haastattelu	23
9	MUUT VIRANOMAISET	23
10	JOHTOPÄÄTÖKSET	25
11	POHDINTAA	25
12	LÄHTEET	27
	LIITTEET	35

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni aiheeksi valikoitui Drone-uhka! – Miehittämättömien lennokkien valvonta ja torjunta. Aiheen valintaan vaikutti voimakkaasti sen ajankohtaisuus ja se, ettei aihetta ole vielä käsitelty tämän tasoisissa opinnäytetöissä vastaavalla tavalla.

Ensimmäisen kerran aihe kävi mielessäni, kun olin tutkinnan harjoittelussa Itä-Uudenmaan poliisilaitoksella Vantaalla.

Opinnäytetyöstä on poistettu salassa pidettävä osio. (Suojaustaso IV)

Laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta (21.5.1999/621) 24.1§ :n 5 k perusteella.

Ajatus unohtui vähäksi aikaa, kunnes tapasin ystäväni, joka oli aloittanut työt yrityksessä, jossa suunnitellaan ja valmistetaan miehittämättömiä lennokkeja yritysten käyttöön. Hänen kanssaan tuli keskustelua lennokkien käytöstä muuan muassa terroristisessa tarkoituksessa ja siitä, miten lennokkeja voidaan pysäyttää ennen kuin ne saavuttavat kohteensa. Ystäväni kautta sain vielä myöhemminkin paljon ajatuksia tähän opinnäytetyöhön, kiitos siitä hänelle.

Maanantaina palasin työpaikalleni Itä- Uudenmaan poliisilaitokselle ja hiljaisen aamupäivän aikana ajatus alkoi kirkastua päässäni. Päätin tehdä opinnäytetyöni miehittämättömien lennokkien valvonnasta ja torjunnasta.

Miehittämättömät lennokit ovat poliisien keskuudessa vielä melko uusi ja tuntematon ilmiö. Erityisesti niihin liittyvät uhkatekijät ovat asia, jota kokemukseni mukaan juuri kukaan tuntemistani poliiseista tai poliisiksi opiskelevista ei ole joutunut ajattelemaan. Miehittämättömiin lennokkeihin liittyviä uhkakuvia ei käsitellä Poliisiammattikorkeakoulussa poliisin ammattikorkeakoulututkinnon yhteydessä lainkaan. Tutkimuksessani päätinkin selvittää, mikä on miehittämättömien lennokkien aiheuttamien uhkien nykytila sekä mitä taustaa ja lainsäädäntöä siihen liittyy. Tutkimukseni tarkoituksena on vastata kysymyksiin: Mikä on miehittämättömien lennokkien kehityksen ja käytön nykytila? Millaisen uhan miehittämättömät lennokit aiheuttavat poliisitoiminnan näkökulmasta ja millaiset edellytykset Suomen poliisilla on tähän uhkaan vastaamiseen.

2 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

2.1 Aineiston hankkiminen

Valitsemastani aiheesta on olemassa hyvin vähän, jos ollenkaan, suomenkielistä kirjallisuutta tai tutkimusta. Aihe on kuitenkin hyvin ajankohtainen, joten siitä uutisoidaan paljon. Uutisoinnin lisäksi aiheesta julkaistaan koko ajan runsaasti asiantuntijoiden laatimia artikkeleja sekä harrastajien laatimia käytännön testejä.

Näistä syistä käytän työssäni runsaasti sähköisiä lähteitä. Uutislähteinä on käytetty luotettavina pidettyjä, pääosin valtiollisia uutisoijia. Olen lisäksi lainannut yliopistotasoisien tutkijoiden artikkeleja, jotka olen kääntänyt englannin kielestä suomen kielelle. Lähteissä viitataan edellisten lisäksi myös sosiaalisessa mediassa oleviin keskusteluihin ja videoihin. Sosiaalisen median tietosisällön oikeellisuuteen on aina suhtauduttava varauksella, mutta aiheen kokonaiskäsittelyn kannalta on mielestäni tärkeää hyödyntää myös sen ympärillä käytävää keskustelua ja harrastajien tekemään testityötä.

2.2 Tutkimusmenetelmä

Perinteisesti tutkimusstrategiat on jaoteltu kolmeen päätyyppiin: Kokeelliseen eli eksperimentaaliseen tutkimukseen, kvantitatiiviseen eli survey-tutkimukseen sekä kvalitatiiviseen eli laadulliseen tutkimukseen. (Hirsjärvi, Remes, Sajavaara, 134.)

Kokeellisessa tutkimuksessa mitataan yhden käsiteltävän muuttujan vaikutusta toiseen muuttujaan. Esimerkiksi tietystä populaatiosta otetaan näyte ja näytettä analysoidaan erilaisien koejärjestelyjen valossa. Kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen tutkimuksen tarkkarajainen määrittely ei ole kovin helppoa tai aina edes aina kovin järkevää. Ne voidaankin nähdä toisiaan täydentävinä eikä niinkään kilpailevina lähestymistapoina tutkimuksen tekoon. Kvalitatiivista tutkimusta voidaan käyttää kvantitatiivisen tutkimuksen esikokeena tai niitä voidaan käyttää menetelminä rinnakkain. Mikäli tutkimuksen tarkoituksena on selvittää vähän tunnettuja ilmiöitä sekä etsiä selitystä tilanteelle tai ongelmaan on tutkimustapana tyypillisesti kvalitatiivinen tutkimus. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa keskeisiä ovat johtopäätökset aiemmista tutkimuksista, aiemmat teoriat sekä se, että havaintoaineisto soveltuu määrälliseen, numeeriseen mittaamiseen. (Hirsjärvi ym., 134-140.)

Kokeellinen tutkimus ei sovellu tämän opinnäytetyön tutkimusmenetelmäksi, koska ei ole olemassa näytejoukkoa, johon voitaisiin kohdistaa kokeita tai analyysia. Valitsemastani aiheesta ei ole tehty laajaa tutkimusta ainakaan suomen kielellä, eikä siitä ole saatavilla suurta määrällistä havaintoaineistoa, joka soveltuisi ilmiön tutkimiseen kvantitatiivisen tutkimuksen avulla. Kvantitatiivinen tutkimus ei siis sovellu tämän opinnäytetyön tutkimusmetodiksi.

Kvalitatiiviselle tutkimukselle on tyypillistä, että tutkimus on luonteeltaan kokonaisvaltaista tiedonhankintaa. Aineisto kootaan luonnollisissa, todellisissa tilanteissa ja ihmistä suositaan tiedonkeruun instrumenttina. Aineiston hankinnassa käytetään usein laadullisia metodeja. Tällaisia metodeja ovat muun muassa teemahaastattelu, ryhmähaastattelut ja erilaisten dokumenttien ja tekstien diskursiivinen analyysi. (Hirsjärvi ym., 164.)

Laadullinen tutkimus tulee kysymykseen pääsääntöisesti silloin, kun ilmiötä ei tunneta eli ei ole teorioita jotka selittäisivät tutkimuksen kohteena olevaa ilmiötä. Laadullisella tutkimuksella pyritään saamaan ymmärrys ilmiöstä eli vastaus kysymykseen: ”Mistä tässä on kyse?” (Kananen, 16.)

Tutkimuksessani on tarkoitus selvittää nimenomaan sitä, mistä miehittämättömien lennokkien ilmiössä on kyse, erityisesti ilmiöön liittyviin uhkakuviin keskittyen. Tutkimusmenetelmäni on siis kvalitatiivinen tutkimus. Kvalitatiivisessa tutkimuksessani perehdyn laajasti aihealuetta käsittelevään uutisointiin ja saatavilla olevaan tekniseen tietoon. Syvennän yleisesti saatavilla olevaa keräämääni tietoa teemahaastattelujen kautta.

Teemahaastattelut toteutettiin ennalta suunniteltua kysymysrunkoa hyväksikäyttäen, kuitenkin vapaan keskustelun omaisesti. Nauhoitin haastattelut ja litteroin ne. Yleisesti litterointia voidaan tehdä eri tasoisesti. Tarkimmassa tasossa litteroinnissa huomioidaan sanottujen asioiden lisäksi myös äänenpainot ja puheessa pidetyt tauot. Litteroinnissa riittää kuitenkin usein melko karkea taso, joka huomioi lauseen ytimen ja tiivistetyssä muodossa, jossa ei ole tuotu esille vastaajan koko ilmaisua. (Kananen, 102.)

Tämän työn kannalta haastattelujen olennainen osa oli mielestäni niiden asiasisältö. En siis kokenut, että haastatteluja olisi tarpeen litteroida täysin sanatarkasti tai taukoja ja äännähdyksiä huomioiden. Päädyinkin litteroimaan haastattelut siten, että niihin on jätetty puhekielisiä ilmaisuja, jotta haastateltavan oma ääni tulisi paremmin esille. Ilmaisuja on kuitenkin joiltain osin muokattu paremmin luettavaan ja ymmärrettävään muotoon, niiden asiasisällön kuitenkin kärsimättä.

Kokemushaastattelusta päätin käyttää työn kannalta vain olennaisimmat osat ja haastattelua onkin lyhennetty lopulliseen työhön merkittävästi. Asiantuntijahaastattelun osalta koin sen asiasisällön olevan niin merkittävää tämän opinnäytetyön kannalta, että päätin käyttää sitä lopullisessa työssä lähes kokonaan. Molemmat haastattelut lähetin litteroinnin jälkeen haastateltaville tarkistusta ja kommentointia varten.

Opinnäytetyöni luonteesta johtuen osa siitä on merkitty salassa pidettäväksi laki viranomais-toiminnan julkisuudesta 24 §:n perusteella. Opinnäytetyötä tehdessäni olen pyrkinyt siihen, että mahdollisimman suuri osa siitä olisi julkista ja tiettyjen osien salassapito ei merkittävästi heikentäisi työn informatiivista arvoa lukijalle.

3 TAUSTATIETOA

3.1 Mikä on drone?

Virallisemmin englannin kielessä drone tunnetaan nimellä UAV (unmanned aerial vehicle), joka suoraan suomennettuna tarkoittaa miehittämätöntä ilma-alusta. Miehittämättömästä ilma-aluksesta käytetään usein myös termiä RPAS (remotely piloted aircraft system), eli suoraan suomennettuna kauko-ohjattu lentokone järjestelmä.

Kielitoimiston sanakirjan mukaan oikea termi kuvaamaan miehittämätöntä ilma-alusta on lennokki tai miehittämätön lennokki (Kielitoimiston sanakirja, Kielikone). Puhekielessä ja kaupallisessa markkinoinnissa yleisesti käytetty synonyymi lennokille, on englannin kielen lainasana drone tai suomalaisittain drooni (Sanapöimintoja vuodelta 2016, kotimaisten kielten keskus). Sanan varsinaisessa merkityksessä englannin kielen drone tarkoittaa suomeksi kuh-nuria, eli urospuolista mehiläistä. Drone-sanan alkuperää käsiteltiin Wall Street Journalin artikkelissa vuonna 2013. Sen mukaan sanan alkuperä juontaa juurensa vuoteen 1935 ja Yhdysvaltain armeijaan. Britannian laivastolla oli tuohon aikaan käytössä kauko-ohjattava harjoituslentokone DH82B Queen Bee. Queen Bee tarkoittaa suomeksi kuningatarmehiläistä. Amiraali William H. Standley näki Britannian laivaston demonstraation Queen Bee -lentokoneesta ja halusi nimetä Yhdysvaltain kehittämän kauko-ohjattavan lentokoneen Droneksi, eli kuhnuriksi, Queen Been kunniaksi. Muutenkin nimeä pidettiin sopivana, koska Drone toimi vain emoalukselta ohjattuna, hieman kuin kuhnurimehiläinen pesästään ohjattuna ja lähetettynä. (Zimmer, Ben, 2013.)

Lainsäädännöllisesti miehittämätön ilma-alus, on mikä tahansa ilman lentäjää lennettävä ilma-alus. Ilmailulain 1. luvun 2 §:n 1. momentin 6. kohdan määritelmän mukaan ”tässä

laissa tarkoitetaan”, ”ilma-aluksella laitetta, jota kannattavat ilmakehässä muut ilman reaktiot kuin ilman reaktiot maan tai veden pintaa vastaan;” Lainsäädännöllisesti lennokki voi siis olla käytännössä mitä tahansa leijan ja kauko-ohjattavan lentokoneen väliltä. Vaikka teknisessä mielessä ja kirjoitetussa tekstissä lennokki ja miehittämätön ilma-alus voivat olla täysin sama laite, niin lainsäädännössä tehdään niiden välille eroa käyttötarkoituksen mukaan. Ilmailulain 1. luvun 6 §:n 4. momentissa mainitaan nimittäin erikseen harraste- ja urheilulennokki. Nykyisen laintulkinnan mukaan harraste- ja urheilulennokki ei siis ole lain tarkoittama miehittämätön ilma-alus, eikä siihen voida esimerkiksi soveltaa ilmailulain 167 §:n toimivaltuuksia. Käytännössä siis sama lennokki lennettynä esimerkiksi kaupallisessa tarkoituksessa, on miehittämätön ilma-alus, mutta lennettynä puhtaasti harrastekäytössä se on lennokki.

Opinnäytetyöstä on poistettu salassa pidettävä osio. (Suojaustaso IV)

Laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta (21.5.1999/621) 24.1 § :n 5 k perusteella.

Tyypillisesti puhekielessä ja uutisoinnissa dronella tai lennokilla tarkoitetaan kuitenkin kauko-ohjattavaa neli- tai heksakopteria, jossa usean sähkömoottorin voimalla nostetaan laitteen runko ja siihen mahdollisesti kiinnitetyt lisälaitteet ilmaan. Neli- tai heksa -etuliite viittaa kopterista puhuttaessa sen käyttämien roottorien määrään. Usein kuitenkin myöskin kuudella roottorilla varustettua kopteria saatetaan kutsua hieman virheellisesti heksakopteriksi. Tiedustelulennokilla taas yleisesti tarkoitetaan sotilaskäyttöön tarkoitettua lentokonemaista laitetta tai heksakopteria. Seuraavissa kuvissa on esimerkkinä tyypillinen markkinoilla oleva nelikopteri sekä Suomen puolustusvoimien tiedustelulennokki.



DJI Phantom 1-nelikopteri (kuva 1)



Puolustusvoimien Orbiter-lähivalvontalennokki (kuva 2)

3.2 UAV-historiaa

Tämän osion tarkoituksena on lyhyesti esitellä aiheen historiallista taustaa. Aiheen ajankoh-
taisuudesta huolimatta miehittämättömät ilma-alukset eivät ole uusi ilmiö ja niillä onkin ol-
lut rooli lähes koko ilmailun historian ajan. Tämän osion lähteenä on käytetty The Johns
Hopkins University Applied Physics Laboratory:n John F. Keanen ja Stephen S. Carrin
Technical digest -julkaisua vuodelta 2013.

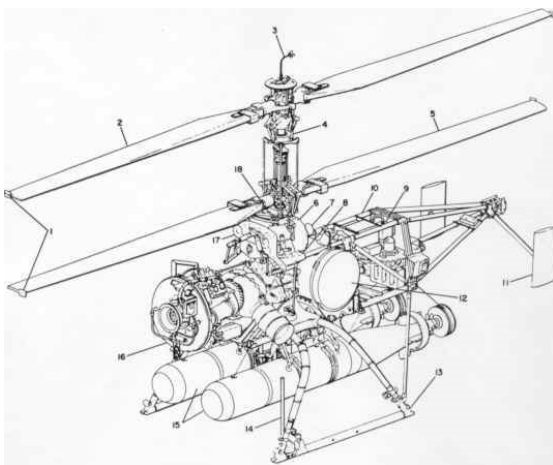
UAV:n historian voidaan siis hyvällä syyllä katsoa ulottuvan lähes yhtä pitkälle kuin miehi-
tetynt lentokoneenkin. Ensimmäiset kokeilut miehittämättömien ilma-alusten kanssa sijoit-
tuvat ensimmäiseen maailmansotaan 1900-luvun alkuun, kun 1911 gyroskoopin keksijänä
tunnetuksi tullut Elmer Sperry pyrki kehittämään radio-ohjattavan ”ilmatorpedon”. Projek-
tilleen Sperry sai rahoitusta Yhdysvaltain laivastolta ja tekikin vuonna 1913 ilmatorpedol-
laan 58 testilentoa. Projektiin liittyi mukaan tohtori Peter Cooper, joka oli ollut voimakkaasti
mukana kehittämässä radioteknologiaa, sekä hieman myöhemmin vuonna 1916 Carl Nor-
den, joka oli lentokonekehityksen asiantuntija. Useiden kehitysversioiden ja yli sadan testi-
lennon jälkeen Sperryn, Cooperin ja Nordenin kehittämä N-9 ilmatorpedo lensi onnistu-
neesti 14500 jaardia (noin 13000 metriä) ennen syöksymistään mereen. Laivastolle kehitetty
ilmatorpedo ei koskaan nähnyt toimintaa taistelukentällä, mutta onnistuneet kehitysyrietykset
johtivat tähän päivään kestäneeseen kiinnostukseen ja kehitykseen miehittämättömien ilma-
alusten saralla.

Ensimmäisenä sotilaskäytössä merkittävää vaikutusta tehneenä miehittämättömänä ilma-
aluksena voitaneen pitää Saksassa vuonna 1939 kehitettyä Vergeltungswaffe eli paremmin
V1-rakettina tunnettua lentävää pommia. Jatkuvan kehittelyn jälkeen ensimmäinen V1 lau-
kaistiin Ranskan rannikolta kohti Englantia 13. kesäkuuta 1944. tämä oli ensimmäinen 9521
Englantiin laukaistusta V1-raketista. 2150kg painanut V1 pystyttiin ampumaan 250km pää-
hän ja se kantoi mukanaan 850kg räjähdysainetta. Maksinopeus sillä oli 650km/h ja näin
ollen se oli mahdollinen, joskin hyvin hankala maali Britannian ilmatorjunnalle. V1 ei ollut
aktiivisesti ohjattavissa, vaan sen ohjausjärjestelmään syötettiin lähtöpaikassa tiedot len-
nosta ja sen jälkeen se toimi alkeellisen autopilotin kaltaisesti. Vaikka V1-raketti muistutti
ulkoisesti hyvinkin paljon nykyisen kaltaista UAV-tiedustelulennokkia, toimi se siis käytän-
nössä enemmänkin ohjuksen kaltaisesti. Sen seuraava kehitysversio, V2 olikin ulkoisesti jo
täysin ohjuksen kaltainen. V1-raketin jälkeisen kehityksen miehittämättömissä ilma-aluk-
sissa voisi karkeasti jakaa ohjusten ja varsinaisten UAV:n kehitykseen.



Saksalaisia sotilaita siirtämässä V1 -rakettia vuonna 1944 (kuva 3)

Läpi Korean ja Vietnamin sotien ajan erityisesti Yhdysvaltain armeija pyrki kehittämään ilman lentäjää toimivia lentokoneita ja helikoptereita. Jo Korean sodassa Yhdysvaltain laivastolla oli käytössä lentotukialukselta tai lentokoneesta radio-ohjattava QH-50C drone-helikopteri, joka kykeni kantamaan ja laukaisemaan torpedoja ja syvyyspommeja.



QH-50C ”dronen” läpileikkauskuva (kuva 4)

UAV:n siirtyminen tiedustelukäyttöön alkoi vuonna 1965 sen jälkeen, kun Neuvostoliitto oli onnistunut ampumaan alas Yhdysvaltojen sen aikaisen huipputiedustelukoneen U-2:n. Yhdysvaltain armeija tilasi Ryan -yhtiöltä pitkänmatkan tiedustelukäyttöön tarkoitetun miehittämättömän ilma-aluksen. Tämän tilauksen pohjalta syntyi Ryan model 147H Lightning Bug, jota pidetään ensimmäisenä modernina UAV:na. Lightning Bug pystyi muun muassa tuhoamaan laivan jopa 100 mailin (noin 160 kilometrin) päästä. Kilpailu yleistyvien risteilyohjusten kanssa ja siitä seurannut rahoituksen väheneminen kuitenkin hidasti UAV:n kehitystä Yhdysvaltain armeijassa lähes vuosikymmeneksi. 1970-luvulla armeija käynnisti UAV:n kehittämiseen tarkoitetun Aquila-ohjelman, jonka tarkoituksena oli kehittää pieni tiedustelulennokki taistelukentän reaaliaikaiseen tiedusteluun. Yhdysvaltain armeija kuitenkin lopetti projektin 1987.

Aquila-ohjelman pohjalta UAV:n kehitys kuitenkin jatkui erityisesti Israelin armeijassa ja sen kehityksen lopputulemana oli AAI RQ-2 Pioneer -tiedustelulennokki, joka oli käytössä aina vuodesta 1986 vuoteen 2007 saakka. Pioneer-lennokki oli käytössä mm. Afganistanin ja Irakin sodissa.



Yhdysvaltain laivaston AAI RQ-2 Pioneer -tiedustelulennokki (kuva 5)

3.3 Kaupallinen kehitys

Sotilaallisen kehityksen rinnalla UAV on kehittynyt myös siviilipuolella teollisuuden tarpeisiin sekä laitteiden hintojen laskiessa siirtynyt myös kotitalouksiin ja harrastuskäyttöön. Vaikka miehittämättömät ilma-alukset ovat olleet olemassa jo vuosikymmeniä, ovat ne nousseet suureksi ilmiöksi vasta viime vuosina. Suurimpana syynä tähän voidaan pitää dronen merkittävää hinnan laskua. Esimerkiksi Iso-Britanniassa vuoden 2014 tammikuun ja lokakuun välisenä aikana Civil Aviation Authority:n myöntämät luvat lennättää droneja kasvoivat 80% (Quinn, Ben, 2014).

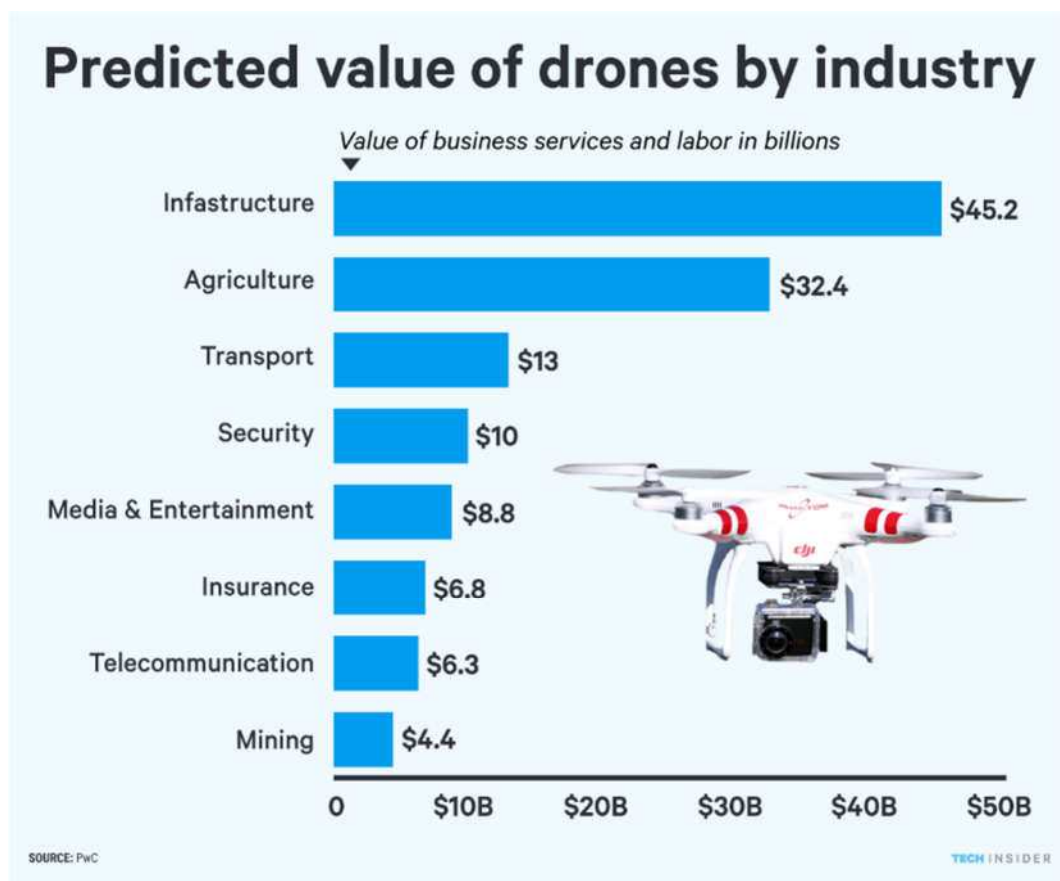
BBC:n tammikuussa 2015 julkaistussa uutisartikkelissa haastateltu texasilaisen drone-yhtiön 3D Roboticsin Roger Sollenberger kertoo, että vielä muutama vuosi sitten dronet olivat suuria, monimutkaisia ja erittäin kalliita valmistaa. Nyt niitä voi ostaa jo alle 1000 Yhdysvaltain dollarin (noin 800 euron) hintaan. (Belton, Pdraig, 2015.)

Erään hintojen kehitystä internetissä seuraavan sivuston mukaan esimerkiksi DJI Phantom 4 -dronen hankintahinta on laskenut maaliskuun 2016 noin 1400 Yhdysvaltain dollarin (noin 1135 euron) hinnasta helmikuun 2018 699 Yhdysvaltain dollarin (noin 565 euron) hintaan. (Camelcamelcamel.com, tarkistettu 8.3.2018)

Miehittämättömien lennokkien taloudellisia markkinoita seuraavan Inside Unmanned Systems -julkaisun mukaan dronejen siviilimarkkinoiden arvo on vuonna 2017 2.8 miljardia Yhdysvaltain dollaria (noin 2.3 miljardia euroa) ja tulee kasvamaan vuoteen 2026 mennessä 11.8 Yhdysvaltain dollariin (noin 9.6 miljardia euroon). (Divis, Dee Ann, 2017)

Puolalaisen konsultti- ja tutkimusyhtiö PwC:n toukokuussa 2016 julkaistun tutkimuksen mukaan dronejen taloudellinen vaikutus globaaleilla markkinoilla on lähitulevaisuudessa 127 miljardia Yhdysvaltain dollaria (noin 103 miljardia euroa). Tutkimuksessa on arvioitu palvelujen ja työvoiman korvautumista droneilla ja päädytty johtopäätökseen näiden arvosta. (Clarity from above, PwC global, tarkistettu 8.3.2018)

PwC:n julkaisema tutkimusraportti ”Clarity from above: PwC global report on the commercial applications of drone technology” on ladattavissa kokonaisuudessaan yhtiön verkkosivuilta. Raportissa on arvioitu dronejen taloudellisten vaikutusten jakautuvan maailmanmarkkinoille seuraavan kuvan mukaisesti:



Dronejen ennustettu taloudellinen merkitys teollisuudenalojen mukaan (kuva 6)

3.4 Dronen hankkiminen

Oman dronen hankkiminen ja lennokkiharrastuksen aloittaminen on tällä hetkellä erittäin helppoa. Suomessa lennokkeja myyvät lähes kaikki suurimmat elektroniikkakaupat. Kotimaan lisäksi dronen hankkiminen suoraan tuotantomaasta, esimerkiksi Kiinasta, on lähes yhtä helppoa. Kiinalaiset suuret verkkokaupat tarjoavat toimituksen Suomeen jopa ilman postikuluja ja paketti tuodaan tarvittaessa suoraan kotiovelle saakka. Verkkosivut ovat luettavissa suomeksi tai englanniksi ja tilaus onnistuu millä tahansa yleisimmistä käytössä olevista luottokorteista.

Taloudellisestikaan dronen hankkiminen ei ole enää suuri haaste. Esimerkiksi eräästä kotimaisesta verkkokaupasta, tai sen kivijalkamyymälästä, voi tällä hetkellä edullisimmillaan hankkia kameralla varustetun, kauko-ohjattavan, pienen heksakopteri-tyyppisen dronen hintaan 29,90€. Helpommin muokattavissa oleva, aiemmin kuvassa olleen DJI Phantomin kaltainen drone maksaa samassa kaupassa 298,90€. (Verkkokauppa.com, multikopterit, tarkistettu 8.3.2018)

Kyseisen kaltaisia droneja on kuitenkin saatavilla toisesta kotimaisesta verkkokaupasta hintaan 169€ (Superkauppa.fi, Syma x8hg, tarkistettu 8.3.2018). Dronet ovat niin samankaltaisia, että jopa osa niiden varaosista sopii yhteen. Tämän kaltaiseen droneen voi käyttäjä pienellä vaivalla vaihtaa paremman kameran tai hieman suuremmalla perehtymisellä korvata kameran jollain muulla hyötykuormalla.

3.5 Kokemushaastattelu

Tämän haastattelun tarkoituksena on selvittää sitä, miten helppoa tai vaikeaa dronen lennättäminen on. Haastateltu henkilö on noin 30-vuotias ICT-alalla työskentelevä perheenisä Etelä-Savosta, jolla ei ole aiempaa kokemusta dronen lennättämisestä. Kesällä 2016 henkilö sai lahjaksi Syma X8HW-1 -nelikopterin, joka on malliltaan DJI Phantomin kopio, ja aloitti sillä drone-harrastuksensa.

Haastattelu tehtiin puhelimitse ennalta suunnitellun kysymysrungon mukaisesti. Puhelu nauhoitettiin ja vastaukset litteroitiin. Kysymykset liitteenä.

”Aiempaa kokemusta droneista ei siis minulla ole. Ala-asteella oli aikanaan joku radio-ohjattava Nikko-auto. Siitä on niin pitkä aika, että ei siitä ainakaan mitään hyötyä ollut dronen käyttöä harjoitellessa. Dronea en ollut koskaan ennen edes kokeillut.”

Haastateltava koki aiemman kokemuksen puutteesta huolimatta drone-harrastuksen aloittamisen helpoksi.

”Ensimmäiseksi otin laatikosta, laitoin akut lataukseen ja hetken selailin ohjekirjaa.

Kun akut oli ladattu niin ulos vaan kokeilemaan. Ensimmäinen lento meni suoraan pihan tuijaan (puuhun), että ihan ensimmäinen kerta ei onnistunut kovin hyvin. Kolmannella yrityksellä drone rupesi lentämään jo ihan halutulla tavalla. ”

Dronen lennättämisen oppimista haastateltava kuvaa hyvin nopeaksi prosessiksi.

”Piti harjoitella sellainen reilu varttitunti, että koin hallitsevani dronen lennättämisen. Kaksi akkua lensin tyhjäksi ja sen jälkeen tuntui, että lennon rupeaa hallitsemaan. Tällä tarkoitan siis sitä, että dronen sai halutessaan pysymään noin 2m x 2m lentoalueella ja siirtämään sitä sitten, minne haluaa. Koin, että lentäminen omakotitalon pihalla oli jo turvallista ja hallittua.”

Vaikka haastateltava koki lennättämisen jo alkuvaiheesta asti helpoksi, ei kaikki sujunut kuitenkaan täysin ilman ongelmia. Olinkin hyvin kiinnostunut tietämään, mitä mahdollisia ongelmia uusi harrastaja kohtaa dronen kanssa.

”No suurin haaste oli varmaan saada drone kalibroitu kohdalleen. Siinä on siis gyro-skooppi, joka pitää kalibroida, että lentäminen onnistuu vakaasti. Drone piti laittaa tasaiselle alustalle ja siinä kalibroida. Käyttöönotto ja kalibrointi oli siis haastavinta.

Sen jälkeen haastavinta itse lentämisessä oli sen hahmottaminen. Suoraan ylös ja alas on helppo lentää, mutta sitten, kun rupeaa dronea pyörittelemään, niin suunta eteen vaihtuu koko ajan ja siinä on sitten hieman hahmotusvaikeuksia. Tämä siis silmämääräisesti lennettyä. Kameran kanssa oli helpompaa, kun koko ajan tietää mikä suunta on eteen ja missä on oikea ja vasen.

Ainoastaan kertaalleen olen täysin menettänyt dronen hallinnan. Silloin se iskeytyi täyttä vauhtia naapurin peräkärryn kuomuun. Droneen ei kuitenkaan tullut mitään vaurioita vaan se oli lentokuntoinen heti sen jälkeen. Hallinnan menettäminen johtui sillä kertaa nimenomaan siitä, että laitteen kalibrointi oli pielessä.

Lisäksi sääolosuhteet voivat tietysti hankaloittaa dronen lennätystä. Kova tuuli erityisesti haittaa lentoa, kun drone ei jaksakaan kunnolla lentää vastatuuleen. Puuskainen tuuli vaikeuttaa tietysti hallittavuutta muutenkin. Mutta esimerkiksi pienessä tiikusateessa drone toimii ilman ongelmia.”

Ehkä hieman yllättäen haastateltava siis koki dronen lennättämisen helpompana dronen kameran välityksellä, ilman suoraa näköyhteyttä droneen. Kysyinkin haastateltavalta jatkokeskustelunä, että pystyisikö hän lentämään dronen haluamaansa kohteeseen, selkeästi näköyhteyden ulkopuolelle, pelkän dronen kameran avulla.

”Kyllä joo, jos olisi selkeä kohde mihin olen menossa, niin helpompaa on tosiaan kameran kanssa lentää. ”

Lopuksi haastateltava teki pienen yhteenvedon siitä, voisiko kuka tahansa aloittaa dronella lentämisen.

”Voisin sanoa, että kuka tahansa joka on vähänkään kiinnostunut lentämään dronella, niin oppii sen kyllä hyvin nopeasti. Tiedän, että hyvin pienet lapsetkin onnistuvat droneja lennättämään. En usko, että laitteen käytön hankaluus on kenellekään este harrastaa dronella lentämisestä. ”

Haastateltavan mielestä dronella lentäminen on siis niin helppoa, että kuka tahansa motivoitunut henkilö voi sen oppia hyvin nopeasti ja pienellä vaivalla.

4 LAINSÄÄDÄNTÖ SUOMESSA

Suomen lainsäädännössä miehittämättömät lennokit kuuluvat ilmailulain piiriin. Vuonna 2014 voimaan tullut ilmailulaki huomioi miehittämättömät ilma-alukset omana osionaan.

Ilmailulain 2 §:n 1. momentin ”Tässä laissa tarkoitetaan:” 22 kohta: ”miehittämättömällä ilma-aluksella ilma-alusta, joka on tarkoitettu lentämään ilman ilma-aluksessa mukana olevaa ohjaajaa;” sekä 23 kohta: ” kauko-ohjatulla ilma-aluksella miehittämättömä ilma-alusta, jota ohjataan kauko-ohjauspaikasta;”

Ilmailulaki 9 §: ” Miehittämättömän ilma-alus saa poiketa lentosäännöistä muulta ilmailulta kielletyllä tai miehittämättömän ilma-aluksen lennättämistä varten erotetulla alueella, jos poikkeava menettely on suunniteltu ja toteutetaan siten, ettei lentoturvallisuutta vaaranneta.”

§ 61 ilma-aluksen asiakirjat: *”Liikenteen turvallisuusvirasto antaa tarvittaessa tarkemmat määräykset miehittämättömältä ilma-alukselta edellytettävistä asiakirjoista ottaen huomioon kansainvälisen ja Euroopan unionin lainsäädännön kehityksen. Miehittämättömältä ilma-alukselta edellytettäviä asiakirjoja on säilytettävä kauko-ohjauspaikassa, jollei Liikenteen turvallisuusvirasto toisin määrää.”*

6. luvun Kaupallinen ilmakuljetus ja lupa ilmailutoimintaan eräissä tapauksissa 62 §: *” Tässä luvussa tarkoitetaan unionilainsäädännön mukaisesti:” ensimmäisen momentin 13. kohta: ” kauko-ohjatun lentotoiminnan luvalla kauko-ohjauspaikasta ohjatun miehittämättömän ilma-aluksen käyttämiseen tarvittavaa lupaa.”*

§ 70 lentotyölupa 6. momentti: *” Lukuun ottamatta miehittämättömä ilma-alusta, jonka toimintamassa on alle 150 kilogrammaa, lentotyössä käytettävä ilma-alus on rekisteröitävä Suomen ilma-alusrekisteriin.”*

§ 76 lentopaikkojen ja alueiden käyttö 1. momentti: *” Ilma-aluksen lentoonlähtöön ja laskeutumiseen saa käyttää vain lentopaikkaa tai 2 momentissa tarkoitettua aluetta. Kielto muiden alueiden käyttämiseen ei koske hätätilannetta, pakkolaskua tai muita niihin rinnastettavia tapauksia, ei myöskään lentoonlähtöä ja laskeutumista miehittämättömällä ilma-aluksella tai sotilashelikopterilla, muulla valtion helikopterilla eikä etsintä- ja pelastustoimintaan käytettävällä helikopterilla pelastus-, virka-apu- ja operatiivisilla lennoilla. Aluksella olevan laskeutumisalueen käyttämisestä helikopterin lentoonlähtöön ja laskeutumiseen säädetään erikseen”*

Nykymuodossaan ilmailulaki huomioi siis miehittämättömät ilma-alukset, mutta ei rajaa niiden käyttöä kovinkaan tarkkaan. Lainsäädännön näkökulmasta kuka tahansa voi siis hankkia dronen ja harjoitella sillä lentämistä.

Rikoslain rangaistuspykälä ilmailulain rikkomisesta ilma-aluksen ohjailun osalta, on 23 luvun 1 §:n liikenneturvallisuuden vaarantaminen tai 23 luvun 2 §:n törkeä liikenneturvallisuuden vaarantaminen:

”Liikenneturvallisuuden vaarantamisesta tuomitaan myös se, joka 1 momentissa tarkoitetulla tavalla ... 2) ohjatessaan ilma-alusta tai toimiessaan sen miehistön jäsenenä tai muussa lentoturvallisuustehtävässä tai muulla tavoin rikkoo ilmailulakia (281/1995) tai sen nojalla annettuja säännöksiä tai määräyksiä”

Kameralla varustetun dronen ollessa kyseessä, voi kysymykseen tulla rikoslain 24:6 mukainen salakatselu:

” Joka oikeudettomasti teknisellä laitteella katselee tai kuvaa

1) kotirauhan suojaamassa paikassa taikka käymälässä, pukeutumistilassa tai muussa vastaavassa paikassa oleskelevaa henkilöä taikka

2) yleisöltä suljetussa 3 §:ssä tarkoitettussa rakennuksessa, huoneistossa tai aidatulla pihalualueella oleskelevaa henkilöä tämän yksityisyyttä loukaten,

on tuomittava salakatselusta sakkoon tai vankeuteen enintään yhdeksi vuodeksi.”

Mikäli dronea lennätetään lähellä lentokenttää tai raidealueella, voi kysymykseen tulla rikoslaki 23:11a liikenteen häirintä:

”Joka huomattavasti haittaa yleisen ilma-, raide- tai vesiliikenteen kulkua, on tuomittava liikenteen häirinnästä sakkoon tai vankeuteen enintään kuudeksi kuukaudeksi.”

Muita mahdollisia, joskin hieman harvinaisempia, rikosnimikkeitä voivat olla myös aluevalvontalain 44 §:ssä säädetty aluerikkomus, rikoslain 12. luvun 5 §:ssä säädetty vakoilu, rikoslain 12. luvun 7 §:ssä säädetty turvallisuussalaisuuden paljastaminen tai 9 §:ssä säädetty laiton tiedustelutoiminta, rikoslain 17. luvun 7 §:ssä säädetty valtiorajarikos sekä saman luvun 7b §:ssä säädetty alueloukkaus ja rikoslain 21. luvun 13 §:ssä vaaran aiheuttaminen. (HE 201/2017)

5 UHKAMALLEJA

Tarkastelen tässä erilaisia dronen aiheuttamia uhkamalleja. Kaupalliseen käyttöön rakennetut dronet on yleensä suunniteltu yhtä pääkäyttötarkoitusta varten, joka on videokuvan tallentaminen ilmasta käsin. Esimerkiksi suuren Suomessa toimivan elektroniikkakauppaketjun valikoimassa olevista droneista jokaisessa on videokuvaukseen soveltuva kamera. Usein kamarassa on mahdollisuus videokuvan katsomiseen suoratoistona lennon aikana. (Gigantti.fi, Dronet ja viihdelaitteet, tarkistettu 8.3.2018)

Kuten jo lainsäädäntöosiossa todettiin, Suomessa kotirauhan suojaaman paikan tai henkilön yksityisyydensuojaa loukkaava kuvaaminen on laissa kielletty. Dronen käyttäminen sille suunnitellulla tavalla voi siis helposti mahdollistaa joko tahattoman tai tahallisen lain rikkomisen kuvaamisen muodossa. Dronen välittämää videokuvaa on teknisesti mahdollista lähettää suoratoistona internettiin lennon aikana, joten melko pienikin virhe dronen lennättämisessä, ja kameran kääntäminen väärään suuntaan, voi yllättäen täyttää jopa rikoksen tun-

nusmerkistön. Salakatselun lisäksi voi kyseeseen tulla myös rikoslain 24. luvun 8 §:n mukainen yksityiselämää loukkaavan tiedon levittäminen, kun videokuva onkin laitettu automaattisesti kaikkien nähtäville internetiin.

Uhkamallien osalta keskityn kuitenkin tässä tarkastelemaan aihetta pääasiassa tarkoituksellisten fyysisten uhkien kautta. Olen jakanut uhkamallit karkeasti kolmeen pääluokkaan: Drone fyysisenä uhkana -otsikon alla tarkastelen muokkaamattoman dronen käyttöä vahingonaiheuttamistarkoituksessa. Uhka lentoliikenteelle -osiassa keskityn dronejen muodostamaan uhkaan lentoliikenteen näkökulmasta. Dronen muokkaaminen -otsikon alla tutkin kaupallisen dronen muokkaamista toimivaksi terroriteon välineeksi.

5.1 Drone fyysisenä uhkana

Dronen ohjaajalla voi olla tavoitteenaan myös muu kuin aiemmin mainittu tiedon kerääminen. Nopeasti lentävä, ketterästi suuntaa muuttava drone on laitteena itsessään tarvittaessa paljonkin vahinkoa aiheuttava.

Tarkastellaan lyhyesti dronen fyysisiä ominaisuuksia: Esimerkiksi aiemminkin mainittu DJI Phantom 4 painaa käyttökunnossa 1380g ja saavuttaa parhaimmillaan 20m/s nopeuden (noin 72km/h) sen maksimilentokorkeuden ollessa jopa 6km. (DJI, Phantom 4 specs, tarkistettu 8.3.2018)

Kappaleen liike-energia voidaan laskea kaavalla:

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

(Dr. Richmond, Michael)

Kaavassa KE tarkoittaa kineettistä energiaa, eli kappaleen liike-energiaa, m = kappaleen massa ja v = kappaleen nopeus.

Tällä kaavalla laskettuna DJI Phantom 4:n liike-energia saadaan yhtälöllä

$$KE = (0,5) \times (1,380\text{kg}) \times (20\text{m/s})^2$$

$$KE = 276 \text{ J}$$

Maksiminopeudellaan kohteeseen osuva DJI Phantom 4 aiheuttaa siis 276 joulen energian törmäyksessä, mikäli oletetaan, että kaikki dronen liike saadaan siirtymään kohteeseen häviöttömänä.

European aviation safety agency (EASA) on myös tutkinut dronen liike-energian vaarallisuutta. EASA:n tutkimuksen kohteena on ollut lähinnä taivaalta putoava drone ja sen vaikutus alla olevaan ihmiseen. EASA:n johtopäätös on, että taivaalta ihmisen päälle putoava drone on sellaisenaan hengenvaarallinen. (Air traffic management, EASA looks to car crash science for UAV safety, 5.10.2016)

Probability of Fatality (%)	Kinetic Energy (Joules)	AIS Threshold
1	44	2
10	66	3
30	92	4
50	114	5
90	194	6

EASA:n taulukko: liike-energian kasvun vaikutus törmäyksen vaarallisuuteen. (kuva 7)

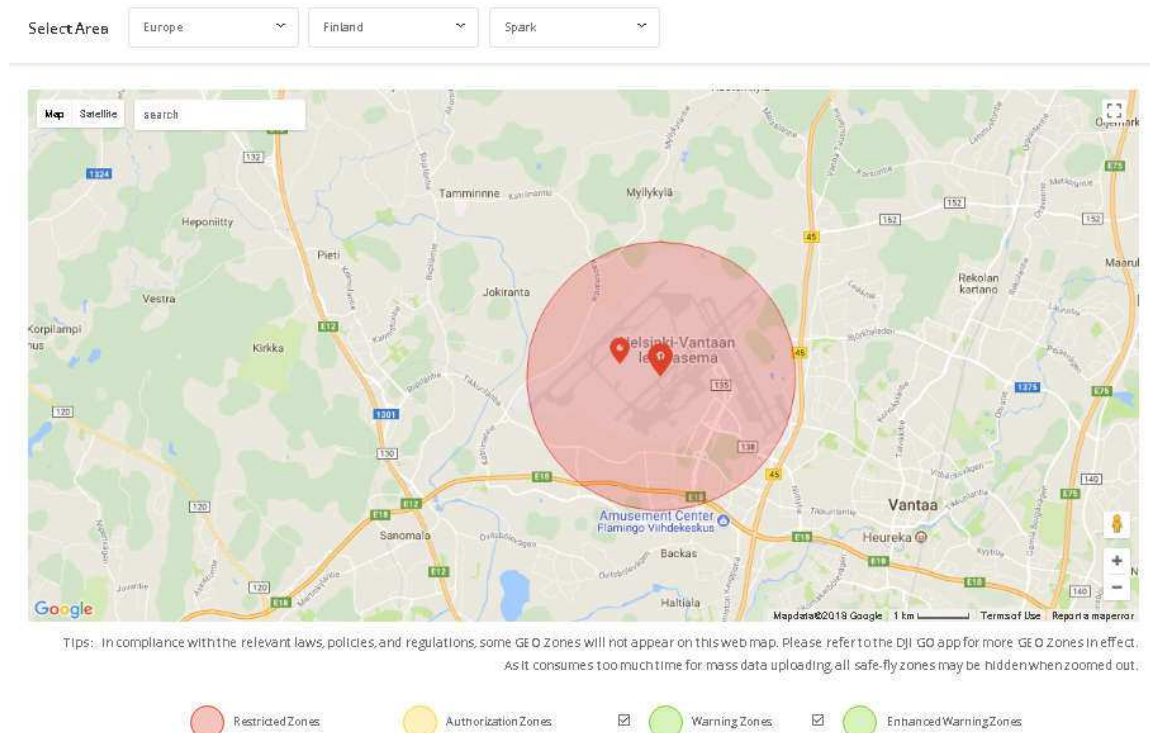
Vasemmalla taulukossa Probability of Fatality tarkoittaa suomennettuna kuoleman mahdollisuutta. AIS Threshold on kolaritapauksia arvioitaessa käytettävä, 1-6 asteikolla vamman vaarallisuutta kuvaava lukema, jossa 1 tarkoittaa pientä vammaa ja 6 kuolemaa aiheuttavaa vammaa. Taulukko on laadittu siten, että törmäyksen aiheuttaja on normaali marketista ostettavissa oleva multikopteri. (Air traffic management, EASA looks to car crash science for UAV safety, 5.10.2016)

Verrattaessa taulukon lukemia aiemmin saatuun tulokseen DJI Phantom 4 -dronen maksimi-liike-energiasta, voidaan todeta dronen törmäyksen ihmiseen olevan ainakin 90% todennäköisyydellä kuolettava.

5.2 Uhka lentoliikenteelle

Vaikka dronen voi lentää mitä tahansa laitetta, rakennusta tai muuta kohdetta kohti ja siten vaikuttaa sen toimintaan, haluan erityisesti nostaa esille uhan lentoliikenteelle.

Suuret valmistajat, kuten paljon esimerkkinä käytettävä DJI, ovat ohjelmoineen tehtaalla droneihin niin sanottuja No Fly Zoneja, eli alueita joihin dronella ei voi lentää. Näihin kuuluvat muun muassa lentokenttäalueet ja muuta kiinteät lentokieltoalueet. Käytännössä drone siis kieltäytyy lentämästä tällaiselle ennalta ohjelmoidulle alueelle, vaikka sen ohjaaja sen sinne pyrkisi lentämään. (DJI, Fly safe geo zone map, tarkistettu 8.3.2018)



Kuvankaappaus DJI:n sivuilta Helsinki-Vantaan lentoaseman No Fly Zonesta 6.2.2018. (kuva 8).

Kuten kuvasta voidaan nähdä, DJI:n valmistamaa dronea ei ainakaan periaatteessa voi lentää Helsinki-Vantaan lentokentän alueelle.

Opinnäytetyöstä on poistettu salassa pidettävä osio. (Suojaustaso IV)

Laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta (21.5.1999/621) 24.1§ :n 5 k perusteella.

Kanadan Quebecissa lokakuussa 2017 drone törmäsi Jean Lesagen kansainväliselle lentokentälle matkalla olleeseen matkustajakoneeseen 1500 jalan, eli noin 450 metrin korkeudessa. Matkustajakoneeseen tuli kuitenkin vain lieviä vaurioita ja se pääsi laskeutumaan lentokentälle. (Government of Canada, 2017.)

Yhdysvalloissa syyskuussa 2017 Staten Islandin yllä lentäneeseen armeijan UA60 Black Hawk -helikopteriin törmäsi drone 500 jalan, eli noin 150 metrin korkeudessa. Drone tör-

mäsi kopterin rungon vasemmalle puolelle aiheuttaen lommon ikkunaan ja jälkiä helikopterin roottorin yhteen lapaan, joka jouduttiin vaihtamaan. (Furfaro, Danielle, 2017.) Kummasakaan tapauksessa ei ole saatu näyttöä tahallisuudesta tai kohteen valikoinnista, vaan niitä pidetään onnettomuuksina.

5.3 Dronen muokkausmahdollisuudet

Opinnäytetyöstä on poistettu salassa pidettävä osio. (Suojaustaso IV)

Laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta (21.5.1999/621) 24.1§ :n 5 k perusteella.

5.4 Tulevaisuuden visioita

Opinnäytetyöstä on poistettu salassa pidettävä osio. (Suojaustaso IV)

Laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta (21.5.1999/621) 24.1§ :n 5 k perusteella.

Droneihin liittyvä terroriuhka on jo nyt aiheuttanut maailmalla kampanjoita kehitystä vastaan. Autonymousweapons.org -sivusto pyrkii kampanjoinnillaan kieltämään autonomiset aseet. Kampanjoinnissa on mukana muuan muassa Amnesty International sekä Human Rights Watch. (Autonymousweapons.com, Tarkistettu 8.3.2018.)

Kampanjaan on tehty tulevaisuuden drone-hyökkäyksiä kuvaava video, joka on tätä kirjoitettaessa nähtävissä Autonymousweapons.org -sivustolla tai esimerkiksi Youtubessa kanavalla Stop Autonymous Weapons, nimellä Slaughterbots. Video on 7.2.2018 saanut 2 353 595 katselukertaa pelkästään tämän yhden Youtube -kanavan kautta.

Videolla kuvitteellisen asehtaan edustaja esittelee suuressa auditoriossa yleisölle hänen yhtiönsä kehittämään uutta autonomisten aseiden tekniikkaa. Edustaja esittelee pienen, noin matkapuhelimen kokoisen dronen, jossa on kamera ja räjähdyspanos. Kameran avulla pieni drone tunnistaa vihollisen, lentää sitä kohti ja räjähtää. Edustaja näyttää edelleen, miten näitä pieniä autonomisesti toimivia droneja voidaan tiputtaa kuljetuskoneesta tuhansia kaupunkiin, jossa on vihollistaistelijoita. Dronet etsivät maalinsa, eikä omia tai siviilitappioita synny lainkaan.

Video jatkuu visiolla, jossa terroristit saavat teknologian käsiinsä. Ottamalla henkilöiden kuvia uutislähetyksistä, sosiaalisesta mediasta tai muualta internetistä terroristit pystyvät ohjelmoimaan droneihin oikeat kohteen. Sen jälkeen hyökkäyksiä tehdään yliopistoihin ja poliittisiin kohteisiin aiheuttaen tuhansia uhreja. Video päättyy Berkeleyyn yliopiston professorin Stuart J. Russellin puheenvuoroon. Russell kertoo, että tämä lyhyt video, on muutakin kuin pelkkää spekulointia. Se näyttää tulokset jo olemassa olevan teknologian yhdistelystä ja militarisoinnista.

6 TORJUNTAMALLEJA

Dronejen aiheuttama uhka on aiheuttanut maailmalla erilaisten torjuntajärjestelmien kehittämisen. Kaikissa paikoissa dronen ampuminen alas perinteisen ilmatorjunnan keinoin ei ole järkevää tai ylipäätään mahdollista. Kuten aiemmin esitellystä Irakissa tapahtunutta dronen hyökkäystä kuvaavalta videolta voitiin todeta, ei dronen alas ampuminen ole myöskään kovin helppoa.

Droneja vastaan on pyritty kehittämään erityyppisiä häirintälaitteita, joilla dronen lennätys voidaan estää. Yleensä nämä laitteet perustuvat dronen ohjaussignaalin häirintään radioaaltoja hyväksikäyttäen, elektromagneettiseen pulssiin (EMP) tai mikroaaltoihin. Näistä kaksi jälkimmäistä ovat lähinnä sotilaskäyttöön kehitettyjä ja kehitteillä olevia teknologioita. (Mizokami, Kyle, 2016.)

Esimerkiksi jo vuonna 2001 perustettu kiinalaistaustainen C.T.S. Technologys -yritys suunnittelee ja valmistaa drone-torjuntaan suunniteltuja järjestelmiä erilaisiin käyttötarkoituksiin. Yhtiön väitteen mukaan heidän salkun kokoisella häirintälaitteellaan voidaan estää drone-toiminta jopa 4km säteellä 95% todennäköisyydellä. Laite häiritsee ennalta määrättyjä taajuuksia ja pakottaa niillä toimivan dronen laskeutumaan. (Portable 0.4 to 6Ghz full bands Drone jammer digital source for Long range Upto 4KM, CTS Technologys, 27.1.2018.)

Kohdennetumpaan käyttöön yhtiö tarjoaa hieman kiväärin ja tv-antennin yhdistelmää muistuttavaa häirintälaitetta, jolla voidaan kohdentaa häirintäsignaali jopa 3km päähän (Generation 3 digital drone jammer gun 3 in 1 for 5000M, CTS Technologys, 5.7.2017).



C.T.S. Technologys -yhtiön mainoskuva Generation 3 digital drone jammer gun. (kuva 9)

Vastaavan tyyppisiä ratkaisuja tarjoavat myös monet muut yritykset. Australialainen Droneshield -yhtiön versio on nimeltään DroneGun mkII. Kilpailevan kiinalaisyrittäjän ratkaisusta poiketen DroneGun mkII perustuu kiväärimallisen käyttölaitteen ja reppuun sijoitetun laitteiston yhdistelmään. Käyttöetäisyyttä laitteelle luvataan 2km. Yrityksen mainosvideossa DroneGun mkII:n käyttäjä ottaa DJI Phantom-tyyppisen dronen laitteen tähtäimeen ja pakottaa sen laskeutumaan käyttäjän läheisyyteen. Videolla kuvataan kuinka dronen alkuperäinen ohjaaja menettää kokonaan kontrollin lennättämäänsä laitteeseen. (Droneshield, DroneGun MKII, tarkistettu 8.3.2018.)

Tämän tyyppisten laitteiden käyttöön sisältyy kuitenkin useita käytännön ongelmia. Dronet toimivat tyypillisesti 2.4Ghz ja/tai 5.8Ghz taajuuksilla. Esimerkiksi DJI Phantom 4 toimii 2.4Ghz taajuudella (DJI, Phantom 4 specs, tarkistettu 8.3.2018). Tästä huolimatta esimerkiksi C.T.S.:n ympärisäteilevä laukun kokoinen laite kykenee häiritsemään taajuuksia 0.4-6Ghz välillä (Portable 0.4 to 6Ghz full bands Drone jammer digital source for Long range Upto 4KM, CTS Technolygys, 27.1.2018).

Ongelman aiheuttaa dronejen lisäksi näillä taajuuksilla toimivat laitteet ja tiedonsiirtomenetelmät. Esimerkiksi yleisesti käytössä olevat langattomat lähiverkot (WLAN) toimivat IEEE 802.11 standardin mukaisesti 2.4Ghz ja 5Ghz taajuuksilla. Vastaavasti Bluetooth-standardiin perustuvat laitteet toimivat myös 2.4Ghz taajuudella. Bluetoothia käytetään erittäin laajasti erilaisissa jokapäiväisessä käytössä ovissa elektroniikkalaitteissa (Bluetooth, Radio Versions - The right radio, for the right job. Tarkistettu 8.3.2018). Bluetooth.com-sivuston mukaan vuonna 2018 kaikissa uusissa tietokoneissa, matkapuhelimissa ja tableteissa on käytössä Bluetooth (Bluetooth, Phone Tablet & PC - The IoT for Everyone. Everywhere. Tarkistettu 8.3.2018). Taajuuden häiritseminen aiheuttaisi siis merkittävää haittaa monille muillekin laitteille, kuin kohteena olevalle dronelle.

Michiganin teknologinen yliopisto on lähestynyt drone-ongelmaa hieman toisella tavalla jo tammikuussa 2016. Tohtori Mo Rastgaar rakensi yhteistyössä tohtori Evandro Ficanhon ja opiskelijoiden kanssa laitteen, jota kutsuu nimellä Drone catcher. Drone catcher on yksinkertaistettuna toinen drone, joka ampuu verkon jopa 40 jalan (noin 12 metrin) päähän ja nappaa kohteena olevan dronen mukaansa. Rastgaar kertoo saaneensa idean Drone catcheriin katsoessaan jalkapallon MM-kilpailuja ja siellä vartioida olleita tarkka-ampujia. Rastgaar kertoo ajatelleensa, että jos joku hyökkäisi kisapaikalle dronella, ei sitä olisi järkevää ampua alas, koska se saattaisi sisältää räjähteitä ja ammunnan seurauksena räjähtää. Hän ajatteli, että paras keino olisi napata drone. (Goodrich, Marcia, 2016.)

Youtubeen laittamallaan videolla Rastgaar yhdessä työryhmänsä kanssa testaa Drone catcheriä. Videolla Drone catcher ampuu verkon DJI Phantom -tyyppisen dronen ympärille ja lähtee sen jälkeen nousemaan suoraan ylöspäin. Video on kuvattu sekä maasta käsin, että kohteena olevan Phantomin kameralla. Videon saatetekstissä on kirjoitettu, että tarkoituksena on antaa toimiva vaihtoehto dronen alas ampumiselle ja pakkolaskeutumiselle paikoissa, joissa se ei ole turvallista. (TheHiroLab, 2016.)

Teknologisten torjuntajärjestelmien lisäksi, myös eläimiä on jo ehditty kouluttaa dronetorjuntaan. Youtubessa olevalla videolla Hollannin poliisi esittelee dronen alas pakottamiseen koulutettua kotkaa. Videolla simuloidaan henkilönsuojaustehtävää jonka aikana alueelle lentää luvaton DJI Phantom-tyyppinen drone. Läheisellä katolla on valmiudessa poliisin kotka sitä ohjaavan poliisimiehen kanssa. Poliisimies lähettää kotkan joka hetkeä myöhemmin pakottaa dronen laskeutumaan. (Eagles vs Drones, Signals Daily, 12.9.2016.) Vaikka kotkat osoittautuivat jopa ilmeisen tehokkaiksi dronejen torjunnassa, ilmoitti Hollannin poliisi joulukuussa 2017 lopettavansa kotkien käytön kustannussyistä. Kotkien koulutus ja ylläpito tuli huomattavasti odotettua kalliimmaksi. (Ong, Thuy, 2017.)

Joulukuussa 2017 Yhdysvaltain ilmavoimat kertoi, että he rahoittavat Oxfordin yliopiston tutkimusta, jonka tarkoituksena on selvittää haukkojen käyttöä drone-torjunnassa. Tutkimuksessa haukat on varustettu pienoiskameroilla ja GPS-lähettimillä. Haukkojen hyökkäystapaa droneja kohtaan tutkitaan ja lopulta on tarkoituksena saada valmistettua vastaavalla tavalla toimiva torjunta-drone. (Bachman, Justin, 2017.)

7 POLIISIN TOIMINTAMAHDOLLISUUDET

Perustuslain 1. luvun 2 §:n 3. momentin mukaan ” Julkisen vallan käytön tulee perustua lakiin. Kaikessa julkisessa toiminnassa on noudatettava tarkoin lakia.”

Poliisin toimintaa rajaa kaikessa toiminnassa lainsäädäntö. Myös miehittämättömien lennokkien osalta poliisin suorittamilla toimenpiteillä on siis oltava lakiperusta. Kuten jo aiemmin todettiin, lennokkien lennättäminen ei ole Suomen lainsäädännössä tiukasti rajattua. Lennokkien lennättäminen on sallittua toimintaa, mikäli se tapahtuu paikassa, jota ei ole varattu ilmailuliikenteen käyttöön tai muuten erikseen asetettu lentokieltoalueeksi, eikä sillä muuten rikota lakia.

Lainsäädäntö mahdollistaa kuitenkin poliisin puuttumisen lennokkien lennättämiseen myös muiden lakien kautta. Dronen lennättäminen voi tietyissä tapauksissa täyttää rikoksen tunnusmerkistön ja silloin poliisilla on poliisilain 1 §:n mukaan velvollisuus puuttua toimintaan (Poliisilaki 872/2011).

Opinnäytetyöstä on poistettu salassa pidettävä osio. (Suojaustaso IV)

Laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta (21.5.1999/621) 24.1§ :n 5 k perusteella.

8 ASIANTUNTIJAN HAASTATTELU

Opinnäytetyöstä on poistettu salassa pidettävä osio. (Suojaustaso IV)

Laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta (21.5.1999/621) 24.1§ :n 5 k perusteella.

9 MUUT VIRANOMAISET

Poliisi ei ole ainoa viranomainen, jonka tehtäviin kuuluu miehittämättömien lennokkien valvonta ja torjunta. Muita viranomaisia ovat, rikostorjuntaa ja tutkintaa suorittavat, Rajavartiolaitos, Tulli ja Puolustusvoimat.

Lainsäädännön näkökulmasta Rajavartiolaitos on tällä hetkellä jopa poliisia paremmassa asemassa toimivallan suhteen. Hallituksen esityksessä rajavartiolain muuttamisesta (HE 201/2017) ehdotetaan Rajavartiolaitokselle voimankäyttöoikeutta miehittämättömiä ilma-aluksia ja lennokkeja kohtaan. Uuteen rajavartiolakiin on tulossa pykälä: ”38 a § Miehittämättömän ilma-aluksen ja lennokin kulkuun puuttuminen.”

Hallituksen esityksen mukaan lain pykälässä:

”säädetäisiin rajavartiomiehen oikeudesta kohdistaa lyhytaikaisesti miehittämättömään ilma-alukseen tai lennokkiin ja sen kauko-ohjauslaitteisiin ja ohjaus- ja seurantayhteyksiin sekä muihin sen käytön edellyttämiin järjestelmän osiin (kokonaisjärjestelmä) sellaisia tarpeellisia voimakeinoja ja teknisiä toimenpiteitä, joita voidaan pitää puolustettavina”

Kyseinen laki antaisi Rajavartiolaitokselle siis poliisinkin kaipaamaa toimivaltaa puuttua miehittämättömän ilma-aluksen tai lennokin toimintaan:

”Toimivaltuudet mahdollistaisivat miehittämättömän ilma-aluksen tai lennokin kulkuun puuttumisen esimerkiksi ottamalla miehittämätön ilma-alus tai lennokki tilapäisesti haltuun, estämällä sen käyttö tai puuttumalla muulla tavoin sen kulkuun.”

Hallituksen esityksessä mainitaan suoraan muun muassa dronejen torjunnassa käytettävät, signaalin häiritään perustuvat laitteet:

”Miehittämättömien ilma-alusten ja lennokkien torjunnassa käytettäisiin radiolähettäviä, joilla on tietoyhteiskuntakaaren mukainen radiolupa. Toimenpiteissä ei olisi kyse rikoslain 38 luvun 5—7 §:ssä tarkoitetuista tietoliikenteen häirintärikoksista.”

Vaikka vastaavia toimivaltuuksia ei vielä tässä vaiheessa ole poliisille tulossa, voi rajavartiolain uudistus hyödyttää poliisinkin toimintaa virka-apujärjestelyjen kautta. Rajavartiolaitos on rajavartiolain 77 §:n mukaan velvollinen antamaan virka-apua poliisille. Toisaalta jo olemassa oleva lainsäädäntö nopeuttanee myös poliisilain uudistusta tältä osin.

16.3.2018 Helsingin-Sanomien julkaiseman uutisen mukaan sisäministeriö on aloittanut valmistelemaan säädöksiä poliisin uusista toimivaltuuksista. Uutisen mukaan poliisi on saamassa paremmat toimivaltuudet pudottaa lennokkeja ja muita miehittämättömiä ilma-aluksia. Uutisessa sisäministeriön erityisasiantuntija Elina Rantakokko kertoo, että uudet toimivaltuudet voivat tulla voimaan jo ensi vuoden alussa. Sisäministeriön mukaan poliisilla ei ole tällä hetkellä riittäviä toimivaltuuksia puuttua lennokkien käyttöön. (Kerkelä, Lasse, 2018) Sisäministeriö on julkaissut hankkeesta virallisen tiedotteen, joka on luettavissa esimerkiksi ministeriön verkkosivuilla. (Intermin.fi, SM009:00/2018)

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Miehittämättömät ilma-alukset muodostavat kansainvälisesti merkittävän uhan ja mahdollistavat keinon terroritekojen ja muiden rikosten toteuttamiseen. Suomen tämän hetkinen lainsäädäntö ei anna poliisille riittävää toimivaltaa drone-uhan hallintaan. Lainsäädäntöä kehitetään kovaa vauhtia niin Euroopan unionissa kuin kansallisellakin tasolla. Tekniikan kehittyessä on kuitenkin mahdollista, että valmistuva laki on jo valmiiksi hieman jäljessä uudistuneista uhkakuvista.

Vaikka lainsäädäntö saataisiinkin vastaamaan sen hetkistä käytännön uhkatilannetta, niin teknisiä ratkaisuja dronejen torjuntaan on kuitenkin hyvin rajatusti. Viranomaistoiminnan asettamat vaatimukset muun muassa laitteiden luotettavuuden suhteen rajaavat käytettävissä olevia vaihtoehtoja entisestään.

Opinnäytetyöstä on poistettu salassa pidettävä osio. (Suojaustaso IV)

Laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta (21.5.1999/621) 24.1§ :n 5 k perusteella.

11 POHDINTAA

Tutkimuksellisesti työni onnistuu mielestäni kartoittamaan droneja ilmiönä niiden historian, nykypäivän tilanteen, kuin suomalaisen poliisin toiminnan näkökulmastakin. Haastatteluihin valitut henkilöt ovat tarkoituksella taustoiltaan hyvin erilaisia: toinen on aloitteleva harrastaja ja toinen alan huippuasiantuntija.

Harrastajan haastattelun kautta saa mielestäni hyvän kuvan siitä, millaista on ottaa drone käyttöön ilman mitään taustakokemusta. Vaikka yhden henkilön haastattelun kautta saatua kokemuspohjaista tietoa ei tietenkään voi suoraan soveltaa koskemaan suurempia joukkoja, antaa se silti kuvan siitä, että dronet ovat nykypäivänä hyvin helppokäyttöisiä, nopeasti omaksuttavia ja helposti saatavilla olevia laitteita.

Asiantuntijan haastattelun kautta saa hyvinkin tarkan kuvan drone-ilmiöstä Suomen poliisin näkökulmasta. Poliisi on tiedostanut aiheeseen liittyvät haasteet, mutta myös siihen liittyvät suuret mahdollisuudet. Teknologian ja lainsäädännön nopea kehittyminen tuo mukanaan se, että poliisin on jatkuvasti panostettava miehittämättömän ilmailun alueeseen.

Opinnäytetyöstä on poistettu salassa pidettävä osio. (Suojaustaso IV)

Laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta (21.5.1999/621) 24.1§ :n 5 k perusteella.

Kokonaisuutena opinnäytetyöni antaa droneista ehkä turhankin synkän kuvan, koska olen käsitellyt aihetta lähes yksinomaan uhkanäkökulmasta. Miehittämättömät lennokit tarjoavat kaupallisten mahdollisuuksien lisäksi myös viranomaisille työkalun, jota voidaan hyödyntää laajasti päivittäisessä toiminnassa esimerkiksi kadonneiden henkilöiden etsinnässä tai kohteiden tiedustelussa. Poliisi onkin lisännyt lennokkien käyttöä ja koulutusta viime vuosina.

Opinnäytetyöstä on poistettu salassa pidettävä osio. (Suojaustaso IV)

Laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta (21.5.1999/621) 24.1§ :n 5 k perusteella.

Suomalaisen poliisitoiminnan näkökulmasta on mielestäni tärkeää, että drone-uhka otetaan vakavasti ja että todennäköisimpiä skenaarioita varten poliisin partioilla on selkeät toimintamallit.

12 LÄHTEET

Air traffic management, EASA looks to car crash science for UAV safety, 5.10.2016. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<http://www.airtrafficmanagement.net/2016/10/easa-looking-to-car-crash-science/>

Autonomousweapons.com, Members of the Campaign to Stop Killer Robots. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://autonomousweapons.org>

Bachman, Justin, The Military Is Using Falcons to Build a Drone Killer, Bloomberg, 5.12.2017. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-12-05/the-military-is-using-falcons-to-build-a-drone-killer>

Belton, Pdraig, Game of drones: As prices plummet drones are taking off, BBC, 16.1.2015. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<http://www.bbc.com/news/business-30820399>

Bluetooth, Radio Versions - The right radio, for the right job. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.bluetooth.com/bluetooth-technology/radio-versions>

Bluetooth, Phone Tablet & PC - The IoT for Everyone. Everywhere. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.bluetooth.com/markets/phone-pc>

Camelcamelcamel.com, Amazon price history for DJI Phantom 4 Quadcopter (B01CFXQZD0). Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://camelcamelcamel.com/DJI-CP-PT-000314-Phantom-4-Quadcopter/product/B01CFXQZD0>

Clarity from above: PwC global report on the commercial applications of drone technology -raportin yhteenveto verkkosivulla. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.pwc.pl/clarityfromabove#>

Clarity from above: PwC global report on the commercial applications of drone technology, PWC network, 5/2016. Luettu 8.3.2018

Luettavissa

<https://www.pwc.pl/pl/pdf/clarity-from-above-pwc.pdf>

C.T.S. Technologys, Portable 0.4 to 6Ghz full bands Drone jammer digital source for Long range Upto 4KM, 27.1.2018. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<http://ctstechnologys.com/portable-0-4-to-6ghz-full-bands-drone-jammer-digital-source-for-long-range-upto-4km.html>

C.T.S. Technologys, Generation 3 digital drone jammer gun 3 in 1 for 5000M, 5.7.2017. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<http://ctstechnologys.com/generation-3-digital-drone-jammer-gun-3-in-1-for-5000m.html>

Divis, Dee Ann, Civilian Drone Market Worth 73.5 Billion Through 2026, Inside Unmanned Systems, 6.9.2017. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<http://insideunmannedsystems.com/civilian-drone-market-worth-73-5-billion-2026/>

DJI, Fly safe geo zone map. Luettu 8.3.2018

<https://www.dji.com/fly-safe/category-mc?w&www=v1>

DJI, Phantom 4 specs. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.dji.com/phantom-4/info#specs>

Dronesield, DroneGun MKII. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.dronesield.com/dronegun/>

Finlex, Ampuma-aselaki 9.1.1998/1. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1998/19980001>

Finlex, Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi rajavartiolain ja ulkomaalaislain muuttamisesta sekä eräksi niihin liittyviksi laeiksi, HE 201/2017. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<http://finlex.fi/fi/esitykset/he/2017/20170201>

Finlex, Ilmailulaki 864/2014. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140864>

Finlex, Poliisilaki 872/2011. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110872>

Finlex, Sisäministeriön asetus poliisin voimakeinoista sekä kulkuneuvon pysäyttämisestä, 245/2015. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150245>

Finlex, Valtioneuvoston asetus poliisista 1080/2013. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20131080#Pidp453122480>

Furfaro, Danielle, Civilian drone crashes into Army helicopter, New York Post, 22.9.2017. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://nypost.com/2017/09/22/army-helicopter-hit-by-drone/>

Gigantti.fi, Dronet ja viihdelaitteet. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.gigantti.fi/catalog/kamerat/fi-dronet-viihdelaatteet/dronet-ja-viihdelaatteet>

Goodrich, Marcia, Drone Catcher: "Robotic Falcon" can Capture, Retrieve Renegade Drones, Michigan Technological University, 7.1.2016. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.mtu.edu/news/stories/2016/january/drone-catcher-robotic-falcon-can-capture-retrieve-renegade-drones.html>

Government of Canada, Statement by Minister of Transport about a drone incident with a passenger aircraft in Quebec City, 15.10.2017. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

https://www.canada.ca/en/transport-canada/news/2017/10/statement_by_minister_of_transport_about_drone_incident_with_passenger.html

Hirsjärvi, Sirkka & Remes, Pirkko & Sajavaara, Paula, Tutki ja Kirjoita, Tammi, 13. osin uudistettu painos, Otavan Kirjapaino, 2007.

IEEE Standard 802.11, Langattomien verkkojen standardi. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://standards.ieee.org/findstds/standard/802.11ah-2016.html>

Intermin.fi, Poliisin toimivaltuudet lennokkeihin ja miehittämättömiin ilma-aluksiin puuttumiseen SM009:00/2018, 14.3.2018. Luettu 19.3.2018.

Luettavissa:

<http://intermin.fi/hankkeet/hankesivu?tunnus=SM009:00/2018>

John F. Keane & Stephen S. Carr, A Brief History of Early Unmanned Aircraft, The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory Technical Digest Volume 23, Number 3, 2013. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

http://www.jhuapl.edu/techdigest/td/td3203/32_03-keane.pdf

Joshi, Divaya, Commercial Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Market Analysis – Industry trends, companies and what you should know, Business insider, 8.8.2017. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<http://www.businessinsider.com/commercial-uav-market-analysis-2017-8?r=US&IR=T&IR=T>

Kananen, Jorma, Laadullinen tutkimus opinnäytetyönä – Miten kirjoitan kvalitatiivisen opinnäytetyön vaihe vaiheelta, Suomen yliopistopaino Oy – Juvenes Print, 2014

Kerkelä, Lasse, Poliisi saa pian ampua alas lennokkeja – tarkoitus puuttua laittomaan tiedusteluun, salakuvaukseen tai muuhun uhkaan, Helsingin-Sanomat, 16.3.2018. Luettu 19.3.2018.

Luettavissa:

<https://www.hs.fi/kotimaa/art-2000005606718.html>

Kielitoimiston sanakirja, Kotimaisten kielten keskus ja Kielikone Oy. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/netmot.exe?motportal=80>

Kotimaisten kielten keskus, Sanapöimintoja vuodelta 2016. Luettu 15.3.2018

Luettavissa:

https://www.kotus.fi/sanakirjat/kielitoimiston_sanakirja/uudet_sanat/vuoden_sanapöiminnot/sanapöimintoja_2016

Mizokami, Kyle, The Army's Real-Life "Phaser" Would Knock Out an Entire Drone Swarm With One Shot, Popular Mechanics, 14.11.2016. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.popularmechanics.com/military/weapons/a23881/the-army-is-testing-a-real-life-phaser-weapon/>

Nolimituav.com, DJI Phantom 1. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<http://store.nolimituav.com/DJI-Phantom-1>

Ong, Thuy, Dutch police will stop using drone-hunting eagles since they weren't doing what they're told, The Verge, 12.12.2017. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.theverge.com/2017/12/12/16767000/police-netherlands-eagles-rogue-drones>

Quinn, Benn, Drone permits issued to UK operators increase by 80%, The Guardia, 26.10.2014. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.theguardian.com/world/2014/oct/26/drones-permit-uk-british-airline-pilots-association-unmanned-aircraft-house-of-lords>

Richmond, Michael (Dr.), Kinetic Energy (and total energy) in the relativistic regime, Rochester institute of technology - school of physics and astronomy. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

http://spiff.rit.edu/classes/phys150/lectures/ke_rel/ke_rel.html

Signals Daily, Eagles vs Drones -videojulkaisu, 12.9.2016. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.youtube.com/watch?v=tKNN49idCUo>

Stop Autonomous Weapons, Slaughterbots -videojulkaisu, 12.11.2017. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.youtube.com/watch?v=9CO6M2HsoIA>

Superkauppa.fi, Syma x8hg. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.superkauppa.fi/syma-x8hg.html>

TheHiroLab, Robotic Falconry - Drone Catcher System for Removing the Intruding Drones -videojulkaisu, 3.1.2016. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.youtube.com/watch?v=jvdKNBSWPYU&feature=youtu.be>

Verkkokauppa.com, multikopterit. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.verkkokauppa.com/fi/catalog/10884c/Multikopterit/products/1?sort=price>

Zimmer, Ben, The Flight of 'Drone' From Bees to Planes, The Wall Street Journal, 26.7.2013. Luettu 8.3.2018

Luettavissa:

<https://www.wsj.com/articles/SB10001424127887324110404578625803736954968>

Poistettu salassa pidettäviin osioihin liittyvät lähdemerkinnät.

Laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta (21.5.1999/621) 24.1§ :n 5 k perusteella.

KUVAT

1. https://www1.dji.com/cms_uploads/product/cover/6/1@374.jpg
DJI -yhtiön mainoskuva.
2. <https://www.ess.fi/incoming/2016/02/27/1399269.jpg/ALTER-NATES/w640/1399269.jpg>
Puolustusvoimien kuva, julkaistu Etelä-Suomen Sanomat -lehden uutisen yhteydessä.
3. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/bf/Bundesarchiv_Bild_146-1975-117-26%2C_Marschflugk%C3%B6rper_V1_vor_Start.jpg/300px-Bundesarchiv_Bild_146-1975-117-26%2C_Marschflugk%C3%B6rper_V1_vor_Start.jpg
Das Bundesarchiv - Saksan valtionarkiston kuva, julkaistu wikipedia -artikkelin yhteydessä.
4. http://www.gyrodynehelicopters.com/images/P._18_General_Arrangement_QH-50C.jpg
Gyrodyne Helicopter Historical Foundation -verkkojulkaisun kuvituskuva.
5. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/54/US_Navy_050627-N-0295M-175_Two_Sailors_wait_for_the_signal_to_release_an_RQ-2B_Pioneer_Unmanned_Aerial_Vehicle_prior_to_its_flight_demonstration.jpg
Yhdysvaltain laivaston julaksiema kuva ID050627-N-0295M-175, julkaistu wikipedia -artikkelin yhteydessä.
6. <https://static1.businessinsider.com/image/57336e19dd0895f9788b4874-1200/tigraphicsdrones-replacing-labor.png>
Business insider -lehden uutisen kuvituskuva.
7. <http://www.airtrafficmanagement.net/wp-content/uploads/2016/09/dronetable.png>
European Aviation Safety Agency:n kuva, julkaistu Aircraft management -verkkojulkaisussa.
8. <https://www.dji.com/flysafe/geo-map>
DJI-yhtiön lentokieltoaluekartta, valinnat: Europe, Finland, Spark. Kohdistettu Helsinki-Vantaan lentoasemaan ja otettu kuvankaappaus.
9. <https://i1.wp.com/ctstechnologys.com/wp-content/uploads/2016/08/DJ005.jpg?resize=678%2C381>
C.T.S. Technologys -yhtiön mainoskuva.

Poistettu salassa pidettäviin osioihin liittyvät lähdemerkinnät.

Laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta (21.5.1999/621) 24.1§ :n 5 k perusteella.

LIITTEET

Kokemushaastattelun kysymykset

1. Onko sinulla aiempaa kokemusta droneista tai muista radio-ohjattavista laitteista?
2. Miten koit dronella lentämisen aloittamisen?
3. Miten kauan sinun piti harjoitella, että koit hallitsevasi dronen lennättämisen?
4. Mitä hankaluuksia koit dronen lennättämisessä olevan?
5. Koetko, että pystyisit lentämään dronen haluamaasi kohteeseen pelkästään sen kameran avulla?
6. Onko vielä jotain mitä haluaisit sanoa aiheesta?

Opinnäytetyöstä on poistettu salassa pidettävä osio. (Suojaustaso IV)

Laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta (21.5.1999/621) 24.1§ :n 5 k perusteella.