

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

MINI-UAV:N KÄYTTÖ LENTOTUKIKOHDAN VALVONNASSA

Kandidaatintutkielma

Kadetti
Valtteri Hautakoski

Kadettikurssi 98
Ilmasotalinja

Maaliskuu 2014

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi Kadettikurssi 98	Linja Ilmasotalinja
Tekijä Kadetti Valteri Hautakoski	
Tutkielman nimi MINI-UAV:N KÄYTTÖ LENTOTUKIKOHDAN VALVONNASSA	
Oppiaine, johon työ liittyy Operaatiotaito ja taktiikka	Säilytyspaikka Kurssikirjasto (MPKK:n kirjasto)
Aika Maaliskuu 2014	Tekstisivuja 24 Liitesivuja 3
TIIVISTELMÄ <p>Mini-UAV on miehittämätön pienoisolma-alus, joka tarjoaa käyttäjälleen mahdollisuuden reaaliaikaiseen tilannekuvaan, laajojen vastualueiden valvontakykyyn ja iskun jälkeiseen tiedusteluun. Pienen kokonsa puolesta järjestelmä kulkee joukkojen mukana valvontatehtävällä ja se on helppo lähettää suorittamaan tehtävää laukaisukatapultilta tai kädestä. Mini-UAV:n modulaarinen rakenne mahdollistaa vaurioituneiden osien nopean huollon sekä parantaa taistelunkestävyyttä.</p> <p>Sensorit luovat valvonta- ja tiedustelukyvyn rungon, sillä lennokki itsessään on vain lavetti, joka kuljettaa sensorit valvottavan kohteen ylle. Videokameralla varustetut päiväsensorit pystyvät havaitsemaan kohteen ja seuraamaan sitä reaaliajassa. Yöensoreissa käytettävät valonvahvistimet mahdollistavat operoinnin hämärällä ja yöaikana. Sensoreissa voidaan hyödyntää myös lämpökameraa, joka mahdollistaa kohteiden havaitsemisen peitteisestä maastosta.</p> <p>Lentotukikohdan toimintaympäristö luo laajuudellaan ja peitteisyydellään haasteita valvontaa suorittaville toimijoille. Laajaa ja vaikeakulkuista aluetta ei pystytä valvomaan aukottomasti, vaan pyritään estämään vapaa kulku alueella. Erikoisjoukkouhka luo lentotukikohdalle haasteita, jotka tulee kiistää tehokkaalla valvonnalla. Lentotukikohdan kriittisten kohteiden maalittamisen perusteella iskut toteutetaan ilmalavetin toimittamana asekuorman tai risteilyohjuksin.</p> <p>Toimintaympäristö luo haasteita mini-UAV:n toiminnalle. Peitteinen maasto hankaloittaa valvontaa ja mahdollistaa erikoisjoukkojen oman toiminnan salaamisen. Kesän ja talven aikana vallitsevat huonon lentosään olosuhteet rajoittavat lennokilla suoritettavaa tiedustelua. Iskun jälkeisessä tiedustelussa lennokki tarjoaa mahdollisuuden nopeaan tilannekuvan muodostamiseen.</p> <p>Tutkimuksen perusteella voidaan todeta mini-UAV:n olevan tehokas valvontatyökalu lentotukikohdan valvontaa suorittaville toimijoille. Toimintaympäristön tuomat haasteet tulee ottaa huomioon valvonnan suunnittelussa ja organisoinnissa, jolloin heikkoudet voidaan minimoida.</p>	
AVAINSANAT Mini-UAV, valvonta, iskun jälkeinen tiedustelu, lentotukikohta, toimintaympäristö	

MINI-UAV:N KÄYTTÖ LENTOTUKIKOHDAN VALVONNASSA

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TUTKIMUSASETELMA	3
2.1	TUTKIMUSTILANNE	3
2.2	TUTKIMUSMENETELMÄ.....	4
2.3	RAJAUKSET JA NÄKÖKULMA	4
3	MINI-UAV	6
3.1	OMINAISUUDET.....	6
3.2	LENNOKEISSA KÄYTETTÄVÄT SENSORIT.....	8
4	LENTOTUKIKOHDAN TOIMINTAYMPÄRISTÖ	10
4.1	TOIMINTAYMPÄRISTÖ	10
4.2	LENTOTUKIKOHTAAN KOHDISTUVA ERIKOISJOUKKOUHKA.....	12
4.3	VALVONTAA SUORITTAVAT TOIMIJAT	15
5	TOIMINTAYMPÄRISTÖN VAIKUTUS MINI-UAV:N KÄYTTÖÖN	17
5.1	VALVONTAKYKY	18
5.2	ISKUN JÄLKEINEN TIEDUSTELU	20
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	21

LÄHTEET

LITTEET

MINI-UAV:N KÄYTTÖ LENTOTUKIKOHDAN VALVONNASSA

1 JOHDANTO

Ilma-aseen nousujohteisuus ja ajankohtaisuus sotilasoperaatioissa sekä teknologian kehitys ovat luoneet monimuotoisen toimintaympäristön miehittämättömille lennokeille. Vahvan taloudellisen panostuksen ja teknologisen kehityksen myötä lennokkien skaala on kasvanut niin kokonsa kuin ominaisuuksien puolesta. Laajaa kommunikaatiotukea ja tilannekuvaa tarjoavista suurista lennokeista kehitys on jatkunut kohti pienempiä ja huomaamattomampia lennokkeja. Mini-UAV-järjestelmät tarjoavat rajoitetusti tietoa suurempiin lennokkeihin verrattuna, mutta pystyvät tarjoamaan elintärkeää tietoa yksittäiselle taistelijalle tai ryhmälle.

Taloudellinen panos ja mielenkiinto miehittämättömien lennokkien kehitykseen ovat jatkuvassa kasvussa niin maailmalla kuin Suomessakin. Puolustusvoimat hankki israelilaiselta Aeronautics Ltd:ltä Orbiter mini-UAV-järjestelmiä, joilla tullaan korvaamaan jalkaväkimiinojen suorituskykyä ja lisäämään alueellista valvontaa sekä tilannekuvan kehittämistä. Järjestelmällä tullaan parantamaan joukkojen kykyä valvoa toimintaympäristöään ja sen tuottamalla tilannetiedolla tullaan tukemaan joukkojen tilannetietoisuutta¹.

Mini-UAV-järjestelmät ovat saavuttaneet ulkomailla laajan operatiivisen käyttöasteen aina ryhmätasolla asti. Järjestelmiä hyödynnetään maajoukkojen tilannetietoisuuden kasvattamiseen ja toimintaympäristön valvontaan. Lennokeilla pystytään tarjoamaan tilannekuvaa sekä tiedustelutietoa yksittäiselle taistelijalle tai ryhmälle suoraan taistelukentältä. Mini-UAV-järjestelmä tarjoaa käyttäjälleen korvaamattoman edun toimia vaarallisella ja NBC-aseiden saastuttamalla taistelukentällä ilman, että vaarantaa itseään tai joukkoaan. Lennokeiden kyky valvoa organisaation vastuualuetta ilmasta korostuu vihollisuhan havaitsemisessa ja tunnistamisessa.

¹ Puolustusvoimat: Maavoimat hankkii minilennokkeja,
<http://www.puolustusvoimat.fi/wcm/su+puolustusvoimat.fi/pv.fi+staattinen+sivusto+su/puolustusvoimat/tiedotte/maavoimat+hankkii+minilennokkeja> 30.7.2013

misessa sekä iskun jälkeisessä tiedustelussa. Järjestelmällä voidaan tuottaa ilmatilannekuvaa vaativissa sääolosuhteissa niin päivä- kuin yöaikaanakin.

Tarkasteltaessa lentotukikohtaa, asettaa sen toimintaympäristö haasteita laajuudellaan, peitteisyydellään ja vaikeakulkuisuudellaan sen toimijoille. Peitteistä ja vaikeakulkuista maastoa on haastava valvoa aukottomasti. Laajan vastuualueen tehokas valvonta- ja tiedustelutoiminta si-
too valtavasti miehistö- sekä kalustoresursseja. Vuodenajasta riippuen valvonnan ja tiedustelun suorittaminen muuttuu ajallisesti haastavaksi, etenkin kiireellisissä tehtävissä, jotka sijoit-
tuvat vaikeakulkuiseen maastoon. Lentotukikohdan valvonta on tärkeää, sillä tukikohdassa si-
jaitsee sen toiminnan kannalta kriittistä infrastruktuuria sekä kalustoa.

Mini-UAV-järjestelmän avulla valvontaa suorittavat toimijat pystyvät lisäämään tilannetietoi-
suuttaan ja valvomaan laajoja alueita kerralla. Valvonnan avulla voidaan lisätä lentotukikoh-
dan yleistä turvallisuutta ja pystytään takaamaan niin henkilö- kuin ajoneuvoliikenteen teho-
kas valvonta. Pienen kokonsa ja modulaarisuuden ansiosta mini-UAV-järjestelmä kulkee val-
vontaa suorittavien toimijoiden mukana ja se voidaan lähettää suorittamaan tehtävää nopeasti.
Lähes äänetön ja huomaamaton mini-UAV pystyy valvomaan tehokkaasti laajoja vastuualuei-
ta ja luomaan tilannekuvaa toimintaympäristöstään. Sensoreiden hyvä erottelukyky ja mahdol-
lisuus toimia niin yö- kuin päiväolosuhteissa luo mahdollisuudet vihollisuhan havaitsemiseen,
luokitteluun ja tunnistamiseen.

Iskun kohteeksi joutuneen lentotukikohdan toiminta täytyy saada nopeasti korjattua, jotta se
pystyy jatkamaan tehtävänsä suorittamista. Ilmalavetin kuljettaman aselastin tai risteilyohjuk-
sen aiheuttamaa iskun jälkeistä tiedustelua voidaan suorittaa mini-UAV-järjestelmällä tehok-
kaasti ja taloudellisesti. Henkilöstön sitominen alueelle ensisijaisesti muodostuu vaaralliseksi,
jolloin iskun jälkeinen tiedustelu voidaan suorittaa ilmasta. Etenkin lentotukikohdan aukeat
alueet, kuten rullaus-, kiito- ja nousuteiden kunto ja korjaustoimenpiteet voidaan arvioida no-
peasti ja turvallisesti ilmasta. Välitön tieto infrastruktuurin vaurioista ja tarvittavista korjaus-
toimenpiteistä lyhentää lentotukikohdan vasteaikaa toimia täydellä teholla.

2 TUTKIMUSASETELMA

Tutkimuksen pääkysymys on:

- Miten mini-UAV:ta voidaan käyttää lentotukikohdan valvonnassa?

Alakysymykset, jotka esittävät ratkaisuja pääkysymykseen ovat:

- Minkälainen lentotukikohdan toimintaympäristö on?
- Mitä rajoituksia toimintaympäristö luo mini-UAV:n käytölle?

2.1 Tutkimustilanne

Tutkimusasetelmasta ei ole tehty aikaisempia tutkimuksia. Aihealueeseen liittyvät tutkimukset käsittelevät mini-UAV:n ominaisuuksia erilaisissa toimintaympäristöissä ja tutkimusten konteksti on erilainen kuin tämän tutkimuksen. Tutkimukset, jotka on tehty mini-UAV:n osalta käsittelevät sen hyödyntämistä epäsuorantulen käytössä² ja mahdollisuuksista jalkaväkikompanian puolustustaistelussa.³

Kyseisissä tutkimuksissa on käsitelty mini-UAV:n ominaisuuksia, sensoreita ja suorituskykyä. UAV-lennokeista on tehty paljon tutkimuksia, mutta ne käsittelevät mini-UAV-järjestelmiä hyvin pintapuolisesti ja rajallisesti. Puolustusvoimien materiaalilaitos on tehnyt kenttäkokeita hankituille mini-UAV-järjestelmille ja ne käsittelevät tarkasti eri optisten sensorien erottelukykyä ja lennokin suorituskykyä.

Lentotukikohdan toimintaympäristöä⁴, vihollisuhkaa ja valvontaa⁵ käsitteleviä tutkimuksia on tehty. Ne paneutuvat pääasiassa maa- ja ilmauhan vaikutuksiin, ennaltaehkäisyyn sekä torjuntaan. Tutkimukset käsittelevät eri toimijoiden suorituskykyä uhkakuvaan peilaten. Kirjallisuudessa lentotukikohdan toimintaympäristöä, sen maa- sekä ilmauhkia sekä valvontaa käsittelee tukikohtaopas.

² Sarala, Paavo: *Miehittämättömien pienoissilma-alusten hyödyntäminen epäsuorantulen käytössä joukkoyksikö-tasolla*, Huhtikuu 12, TLL IV

³ Luttinen, Heikki: *Mini-UAV:n käyttömahdollisuudet jalkaväkikompanian puolustustaistelussa*, Huhtikuu 10, TLL IV

⁴ Isosomppi, Matti: *FRINGOP suunnittelun ryhmätyö: Toimintaympäristöanalyysi, Liite 3 lukuun E*, Syyskuu 10, TLL IV

⁵ Linkaja, Sami: *1. Luokan lentotukikohdan suojaamisen kehittäminen*, Huhtikuu 10, TLL IV

2.2 Tutkimusmenetelmä

Tässä tutkimuksessa käytetään kvalitatiivista eli laadullista tutkimusotetta. Laadullinen tutkimus pyrkii ymmärtämään tutkittavaa aihetta ja antaa vastauksia tutkijan omina mielipiteinä ja näkemyksinä. Kvalitatiivisen tutkimuksen pääperiaatteita on tutkittavan kohteen havainnointi, sekä teorian selittäminen lukijalle mahdollisimman ymmärrettävässä muodossa.⁶ Tutkimusmenetelmänä käytetään kirjallisuustutkimusta. Tutkimuksen tavoitteena on ymmärtää käsitellyä aihetta syvemmin ja löytää näkökulma jatkotutkimuksille.

Aineistoa on kerätty mahdollisimman kattavasti eri kirjoista ja tutkimuksista, mutta myös internetlähteistä ja artikkeleista. Aineiston keräämiseksi on kartoitettu tutkimuksia sekä suomen- että ulkomaankielisistä lähteistä. Tutkija on tämän jälkeen analysoinut aineistoa lukemalla, tulkitsemalla ja tekemällä johtopäätöksiä lukemastaan eri kirjallisuudesta.⁷ Yhdistelemällä tutkimusten tietoja ja tekemällä johtopäätöksiä pyritään selvittämään lähdeaineistojen relevanttisuus ja karsitaan virhelähteet pois. Kriittisyys erityisesti ulkomaalaisia kohteita ja valmistajan tuottamia esitteitä kohtaan on tuottanut tarkan kuvan järjestelmän käytöstä ja ominaisuuksista.

2.3 Rajaukset ja näkökulma

Tutkimuksen toimintakenttä rajautuu lentotukikohdan toimintaympäristöön, joka muodostuu lentotukikohdan ympärille. Tutkimuksen ensimmäisessä aluvussa esitellään mini-UAV-järjestelmä, sen ominaisuudet sekä yleisimmin käytetyt sensorit. Tutkimuksessa tarkastellaan mini-UAV:n tuomia mahdollisuuksia lentotukikohdan valvontaan ja iskun jälkeiseen tiedusteluun. Tutkimuksessa käytetään esimerkkinä Jyväskylän lentoasemaa, johon rinnastetaan tukikohdan vastualueen periaatepiirrokset ja toimintaympäristöanalyysin sääolosuhteet. Toimintaympäristön vaikutusta mini-UAV:n käyttöön tarkastellaan SWOT-analyysin⁸ kautta, jonka tulokset analysoidaan johtopäätöksissä muiden tulosten tueksi.

Lentotukikohdan uhkia käsitellään erikoisjoukkojen näkökulmasta. Uhkakuvaan kuuluu erikoisjoukkojen ilma-aseelle suorittama maalittaminen, jolla pyritään osoittamaan kohteita ilmakomponentin tuomalle asekuormalle tai risteilyohjuksille. Laajamittainen maahyökkäys ja

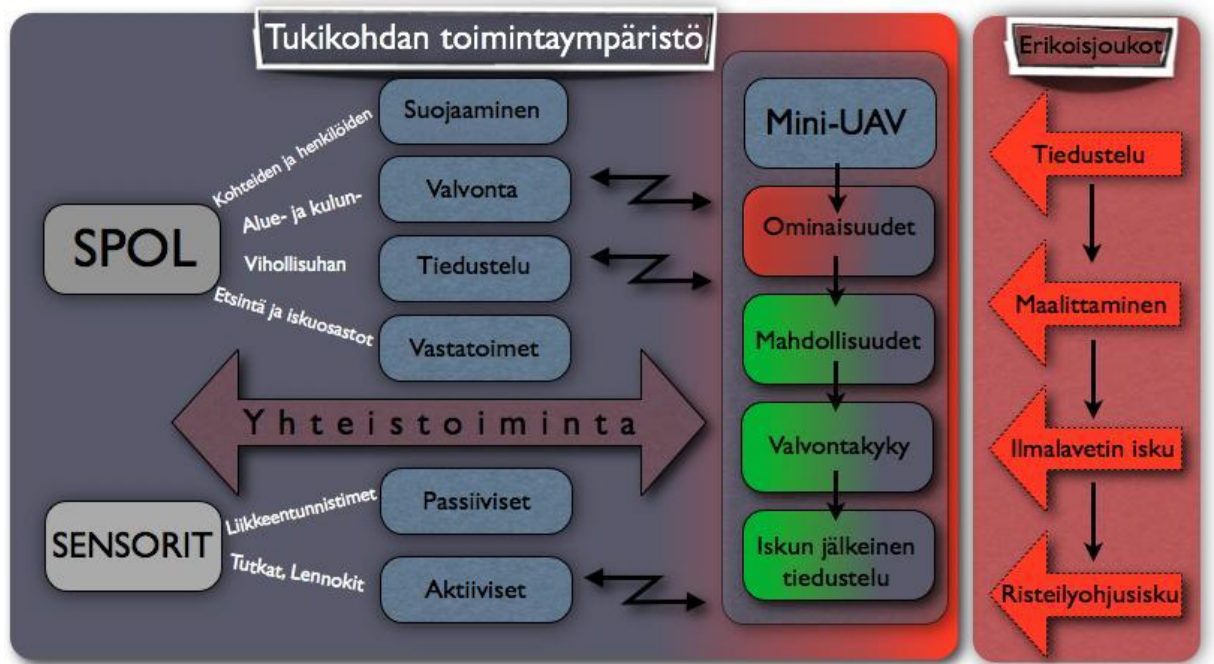
⁶ Tuomi, Jouni & Sarajärvi, Anneli: *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*, Hansaprint Oy, Vantaa, 2009, s. 28

⁷ Metteri, Jussi: *Laadullinen tutkimus, Ajatuksia operaatiotaidon ja taktiikan laadullisesta tutkimuksesta*, toimittaneet Huttunen, Mika & Metteri, Jussi, Edita Prima Oy, Helsinki, 2008, s. 53

⁸ Liite 2

tuholaistoiminta on rajattu pois, sillä ne ovat huomattavasti epätodennäköisempiä uhkia lentotukikohtaa vastaan. Tutkimusta tehdessä käsitellään vain TLL IV turvaluokallisia ja julkisia lähteitä.

Tutkimuksen näkökulmana on mini-UAV-järjestelmän käyttö lentotukikohdan valvonnassa. Valvonnalla tarkoitetaan vihollisuhan kartoittamista lentotukikohdan toimintaympäristön maastosta ja iskun jälkeistä tiedustelua. Mini-UAV-järjestelmän osalta tutkimuksessa käsitellään sen yleisiä ominaisuuksia, sensoreita ja käyttöperiaatteita lentotukikohdan valvonnassa. Tutkimuksessa tarkastellaan toimintaympäristön vaikutusta mini-UAV:n käyttöön.



Kuva 1. Viitekehys

3 MINI-UAV

Mini-UAV-järjestelmä on taktisen tason lennokki, jota käytetään pataljoonatasolla lyhytkestoihin lähimaaston- ja vihollistiedustelutehtäviin. Pienen kokonsa ja matalan herätteen ansiosta järjestelmä on vaikeasti havaittavissa. Lennokeiden sensoreilla hankitaan tilanne- ja valvontakuvaa maajoukoille, jotka voivat hyödyntää tätä oman tilannekuvan rakentamiseen. Sensoreiden ansiosta järjestelmää voidaan hyödyntää niin päivä- kuin yökäytössäkin valvontatehtävissä sekä iskun jälkeisessä tiedustelussa.⁹

3.1 Ominaisuudet

Mini-UAV on rakennettu lentokoneen kaltaiseksi järjestelmäksi, joka hyödyntää samoja aerodynaamisia periaatteita kuin muut lentokoneet. Materiaaliratkaisuiden avulla on saavutettu mahdollisimman pieni paino lennokille, jotta sen lentokyky, kantama ja lentoaika on saatu maksimoitua. Lennokki koostuu komposiittimateriaaleista valmistetusta moduulirakenteesta, joka mahdollistaa vaurioituneiden osien nopean vaihdon ja kuljettamisen kantolaitteen avulla. Saumattomat, moduulirakenteiset komposiittirakenteet yhdistettynä pieneen kokoon lisäävät järjestelmän taistelunselviytymiskykyä.¹⁰ Rakenteellinen vahvuus on etu etenkin takaisinpaluussa operaatiosta, jossa mini-UAV avaa laskuvarjonsa ja leijuu ennalta ohjelmoituun pisteeseen tai lähtöpisteeseensä.

Lennokkia voidaan ohjata maa-aseman datalinkin välityksellä tai ennalta lennokkiin ohjelmoidulla lentoreitillä, jota se seuraa navigointijärjestelmänsä avulla. Mini-UAV:n pieni koko mahdollistaa sen kuljetuksen, joko kantolaitteen avulla tai ajoneuvolla. Kantolaitteen mukana kulkevat myös sen ohjausjärjestelmä, sekä siihen liittyvät sensorit ja datalinkkijärjestelmät. Lennokki voidaan lähettää operoimaan joko erityiseltä katapulttilaukaisualustalta tai heittämällä kädestä.¹¹ Yksinkertainen ja helppokäyttöinen käyttöliittymä luo mahdollisuuden operoida järjestelmää ilman erityistä lentokoulutustaustaa.

Yksi suurimmista mini-UAV-järjestelmän hyödyistä on sen pieni koko suhteutettuna suorituskykyyn. Eri toimijat luokittelevat järjestelmät eri tavalla, siipien kärkivälin, nopeuden, lasku- korkeuden ja hyötykuorman kantokyvyn mukaan. US Army luokittelee mini-UAV:n järjes-

⁹ United States Department of Defence: *U.S Army Roadmap for Unmanned Aircraft Systems 2010–2035*, Fort Rucker, 2010, s. 22

¹⁰ Sarala (2012), s. 7, TLL IV

¹¹ Liite 2

telmäksi, jonka maksimi lentoonlähtöpaino on alle 9 kg (<20 lbs), normaali operointikorkeus on alle 400 m (<1200 ft) ja ilmanopeus alle 185 km/h (<100 kts). Lennokkien hyötykuorman kantokykyä ei ole luokiteltu, mutta se on yleisimmissä järjestelmissä n.1,5 kg¹². Kaikki ominaisuudet ovat riippuvaisia toisistaan, joten esimerkiksi pienemmällä hyötykuormalla saavutetaan suurempia nopeuksia ja toiminta-aikoja.

Moottoriratkaisuilla on suuri rooli mini-UAV:n ominaisuuksissa. Moottorin ominaisuudet ratkaisevat olennaisesti järjestelmän toiminta-ajan, hyötykuorman kantokyvyn ja lakikorkeuden. Nykyaikaisilla sähkömoottoreilla ja akkuteknologialla on saavutettu kantamat ja hyötykuorman kantokyky, jotka mahdollistavat kattavan alueen valvonta- ja tiedustelukyvyn. Pulttonkaulaksi muodostuu järjestelmän tehonkulutus, joka täytyy optimoida akkujen suorituskyvyn mukaan.¹³ Myös toimintaympäristön lämpötila vaikuttaa akkujen suorituskykyyn. Kylmällä ilmalla akkujen suorituskyky heikkenee, joka vaikuttaa olennaisesti mini-UAV:n toiminta-aikaan. Sähkömoottorin suurin vaikutus lennokin ominaisuuksiin on sen matalaherätteen käyntiääni, jota on vaikea havaita ympäristön melun keskeltä.¹⁴



Kuva 2. Orbiter 2 Mini-UAV:n lentoonlähtö laukaisualustalta¹⁵

¹² United States Department of Defence (2010), s. 12

¹³ Luttinen (2010), s. 5, TLL IV

¹⁴ Sarala (2012), s. 7, TLL IV

¹⁵ http://media.defenceindustrydaily.com/images/AIR_UAV_Orbiter_Launch_lg.jpg, 30.7.2013

3.2 Lennokeissa käytettävät sensorit

Sensoreiden tehtävä on havaita taistelukentällä liikkuva maali ja tuottaa siitä ilmoitus järjestelmän käyttäjälle. Jokainen taistelukentällä liikkuva maali lähettää joko tahallisesti tai tahattomasti esimerkiksi lämpösäteilyä, joka voidaan tulkita sensoreiden avulla pääteikäyttäjälle halutuksi informaatioksi.¹⁶ Lennokki itsessään on vain lavetti, joka kuljettaa tiedonkeruuseen tarkoitettut sensorit valvottavan tai tiedusteltavan kohteen päälle. Lennokkien sensoriskaala on mittava ja voidaan todeta, että sensorit ovat lennokin pääjärjestelmä tilannekuvan tuottamiseksi.

Sensorit muodostuvat yleisimmissä lennokeissa modulaarisesti vaihdettavista yksiköistä, jotka sijoitetaan lennokin nokkaan. Sensorien pyöriminen vapaasti lennokin nokassa luo niille kyvyn kuvata niin vaaka- kuin pystytasossakin. Modulaarisuus mahdollistaa eri sensoreiden vaihdon tehtävien välillä. Sensoriteknologian tulee olla kantokyvyn kannalta mahdollisimman kevyttä, jotta lennokki pystyy toimittamaan sen tehokkaasti valvottavalle alueelle.

Lennokit pystyvät hyödyntämään hyvin laaja-alaista skaalaa eri sensoreita. Näihin kuuluvat valvonta- ja tiedustelukyvyn mahdollistavat päivä- ja yösensorit sekä lämpökamera, jotka pystyvät tuottamaan tarkkaa tilannekuvaa taistelukentältä.¹⁷ Päiväkamerat pystyvät tallentamaan kuvaamansa datan videokuvana ja kuvien sarjoina eli still-kuvina.

Yösensorit on toteutettu valonvahvistimia käyttävillä videokameroilla, jotka pystyvät erottamaan pimeässä liikkuvat kohteet. Tarkat yösensorit luovat mahdollisuuden tiedustelu- ja valvontakyvyille myös hämärässä sekä yöolosuhteissa, jolloin toiminnasta saadaan kattavaa kaikille olosuhteille ja vuorokauden ajoille.

Sensorit ovat gyrostabiloituja, joten ne pystyvät tarkkaan ja vakaaseen kuvaukseen lennon aikana. Kameroissa on jatkuva optinen zoomausmahdollisuus ja monia erilaisia kuvantamismodeja ohjaajan oman vapaan optiikan liikuttamisen lisäksi. Sensori pystyy lukittumaan johonkin tiettyyn kohteeseen tai koordinaatteihin ja seuraamaan sitä tiettyä pistettä. Sensorit pystyvät myös laaja-alaisella kuvien sarjoilla luomaan tietystä alueesta mosaiikkikuvauksella aluekuvan, jossa järjestelmä yhdistelee monia pieniä kuvia suureksi kokonaisuudeksi.¹⁸

¹⁶ Kosola, Jyri & Solante, Harri: *Digitaalinen taistelukenttä: Informaatioajan sotakoneen tekniikka 2.painos*, Edita Prima Oy, Helsinki, 2003, s. 187

¹⁷ Abatti, James: *Small power: The role of micro and small UAVs in the future*, Alabama, 2005, s. 172

¹⁸ Controp: D-stamp: Stabilized Miniature Payloads, <https://www.controp.com/item/D-stamp-payload>, 9.5.2013

Kuvaukseen ja kohteen seurantaan tarkoitettujen sensoreiden lisäksi mini-UAV-järjestelmät pystyvät hyödyntämään myös laaja-alaisesti muita taistelukentän valvontaan liittyviä sensoreita. Näihin sensoreihin lasketaan erilaisia NBC-aseita havaitsevat komponentit, jotka voidaan liittää osaksi lennokin hyötykuormaa. Tämän kaltaiset ”elektroniset nenät” pystyvät havaitsemaan vihollisen taistelukentälle levittämät vaaralliset aineet ja antamaan siitä reaaliaikaisen tiedon päätekäyttäjälleen.¹⁹



Kuva 3. Mini-UAV:ssa käytettäviä päivä- ja yötoiminnan mahdollistavia sensoreita²⁰

¹⁹ Jane's International Defence Review: *On the horizon, are the next generation of UAVs ready to take off?* Tammikuu 2013, s. 54

²⁰ <https://www.controp.com/category/short-range-payloads>, 1.8.2013

4 LENTOTUKIKOHDAN TOIMINTAYMPÄRISTÖ

Lentotukikohta on laaja organisaatio, jonka päätehtävä on mahdollistaa lentokoneiden tukeutuminen sen tarjoamiin toimintoihin. Tärkeimmät tukikohdan osat ovat kiitotie, rullaustiet ja seisonta-alueet.²¹ Näiden alueiden lisäksi lentotukikohdassa on hävittäjätoiminnan kannalta tärkeitä osia, jotka mahdollistavat nopeat hälytystehtävät ja tehtävien suorittamisen. Tällaisia osia ovat nousutiet sekä hälytys- ja hajautuspaikat. Rauhanajan toiminnassa lentotukikohdassa on valmiina tietyt peruselementit ja valmiuden kohottamisen jälkeen rakennetaan tarvittavat tukeutumiselementit. Tukikohdan toiminnan kannalta on tärkeää, että sen sisällä toimivat joukot toimivat tehokkaasti ja palvelevat yhteistä päämäärää. Lentotukikohdan organisaation, toimijoiden ja palveluiden tärkein tehtävä on lähettää ja vastaanottaa lentokoneita eli mahdollistaa niiden tukeutuminen.²² Lentotukikohdan muihin tehtäviin kuuluu johtaa oman vastuualueensa tulenkäyttöä, suojaamista, puolustamista sekä viranomaisyhteistyötä.²³

Lentotukikohdassa tukeutumista edellyttäviä toimintoja suorittavat sen sisällä toimivat joukot sekä siviiliyhteistyötä tarjoavat organisaatiot. Nämä toimijat suorittavat tukikohtatoimintaa, jonka tavoitteena on mahdollistaa hävittäjäyksiköiden tukeutuminen. Tukikohtatoiminnalla turvataan elintärkeät toiminnot, kuten valvonta, lentoteknillinen huolto, rakentaminen sekä lennonvarmistuspalvelut.²⁴ Toimijat järjestävät tukikohtaan kaikki tukeutumista edellyttävät olosuhteet, kuten johtamis-, viestintä- ja tulenjohtoyhteydet sekä lennonvarmistuspalvelut. Yhteistoimintaorganisaatiot tukevat lentotukikohdan kiinteitä joukkoja tarjoamalla palveluja teiden kunnossapitoon, lennonvarmistuspalveluihin ja kiinteistöjen kunnossapitoon.

4.1 Toimintaympäristö

Lentotukikohdan toimintaympäristö muodostuu laajasta vastuualueesta, jonka pinta-ala on noin 10–15 km x 10–15 km. Tukikohdan alue on jaoteltu kriittisten kohteiden kannalta kehämäiseksi, jolloin sisemmän kehän valvonta keskittyy selkeästi tiiviimmälle alueelle ja toiminta on tehostettua sen elintärkeän infrastruktuurin takia. Ulomman kehän joukot on ryhmitetty omille vastuualueilleen ja ne suorittavat omaa tehtäväänsä vartiointin, ilmatorjunnan sekä muiden toimintaa tukevien suoritteiden osalta.²⁵ Laajan toimintakentän vuoksi aluetta ei pys-

²¹ Ilmavoimien esikunta: *Tukikohtaopas* (TKK-OPAS), Edita Prima Oy, Helsinki, 2007, s. 19, TLL IV

²² Linkaja (2010), s. 7, TLL IV

²³ *Tukikohtaopas* (TKK-OPAS) (2007), s. 33, TLL IV

²⁴ Sama, s. 17

²⁵ Sama, s. 22

tytä valvomaan aukottomasti, vaan pyritään kiistämään vapaa kulku alueella. Tarkasteltavan tukikohdan vastuualueella sijaitseva Tikkakosken kylä ja sen teollisuusalueet luovat erikoisjoukoille edellytyksen tukeutua sekä tiedustella tukikohdan toimintoja.



Kuva 4. Periaatepiirros lentotukikohdan vastuualueesta

Toimintaympäristö luo tukikohdassa toimiville joukoille reunaehdot suorituskyvystä ja vaikeuttaa olennaisesti laajuudellaan alueen valvontaa, tiedustelua ja vastatoimintaa vihollista vastaan. Peitteinen maasto luo haasteita siellä liikkujalle niin aluskasvillisuuden, kuin puustonkin osalta etenkin kesällä, jolloin peitteisyys on korkeimmillaan. Jyväskylän lentoaseman ympäristön puusto on pääasiassa havumetsää, jolloin peitteisyys vallitsee kaikkina vuodenaikoina. Kesäisin lehtipuusto lisää peitteisyyden vaikutusta. Muualla, kuin raivatuilla lentoaseman liikennealueilla maaston aluskasvillisuuden peitteisyys on korkeimmillaan touko- ja elokuun välillä. Lentoaseman kasvillisuuden peitteisyys luo hyvät olosuhteet suojautumiselle ja maastoutumiselle.²⁶

Toimintaympäristö koostuu pääosin maatalousvaltaisista alueista, joista suurimmat ovat lentoaseman itäpuolella olevat pellot. Nämä suuret aukeat alueet kanavoivat vihollisen liikkeitä ja tekevät sen etenemisestä hankalaa. Talvella lentoaseman läheisyydessä olevat jäätyneet jär-

²⁶ Isosomppi (2010), s. 3, TLL IV

vet luovat samanlaisen aukean alueen, jolloin vihollisen havaitseminen on helpompaa.²⁷ Talvella maastossa kulkeminen hidastuu metsässä vallitsevan lumikerroksen takia. Lumensyvyys vaikuttaa oleellisesti Jyväskylän lentoaseman lähimaastossa liikkuvuuteen. Etenkin joulu- ja maaliskuun välisenä aikana lumensyvyys voi olla jopa 40 cm. Valvonnan suorittaminen hidastuu merkittävästi ilman apuvälineitä, kuten moottorikelkkaa, suksia tai lumikenkiä. Suoritettavan valvonnan kannalta talviolosuhteet muodostavat mahdollisuuden tarkkailla liikkumista lentotukikohdan alueella esimerkiksi lumikerrokseen jääneistä jalanjäljistä.²⁸

4.2 Lentotukikohtaan kohdistuva erikoisjoukkouhka

Tukikohtaan kohdistuva erikoisjoukkouhka on merkittävä tekijä lentotukikohdan uhkakuvan kannalta. Erikoisjoukkouhalla tarkoitetaan vihollisen erikoisjoukkojen suorittamaa maitse tahtuvaa hyökkäystä, jonka päämääränä on lamauttaa lentotukikohdan toiminta. Erikoisjoukkouhka pitää sisällään kohteiden maalittamisen johdosta toimitettavaa rynnäkköpommittajien sekä pommikoneiden ilmaoperaatiota tai risteilyohjusten iskuja.²⁹ Tukikohtapataljoona muodostaa suurimman puolustuksellisen toimijan erikoisjoukkouhkaa vastaan ja vastaa tulenkäytöllään lentotukikohdan puolustamisesta.³⁰

Erikoisjoukot ovat vaativiin ja monialaisiin tehtäviin koulutettuja sotilasjoukkoja, joiden tehtävänä on toimia vaikeissa olosuhteissa. Erikoiskoulutuksen saaneet sotilaat pystyvät toimimaan syvällä vihollisen linjojen sisällä ja vaikuttamaan kohteeseensa erikoisvarustelunsa ansiosta hyvin tehokkaasti. Erikoisjoukot toimivat yleensä pienissä ryhmissä ja voivat tarvittaessa hajautua pienempiin osastoihin. Pienen ryhmäkokonsa ja vaativan koulutustaustan ansiosta erikoisjoukot ovat nopeasti eteneviä ja pystyvät suojautumaan tehokkaasti. Erikoisjoukkojen toimintaa voidaan tukea maahanlaskuilla, jolloin siirtyminen vihollisen linjojen sisälle on suoraviivaista ja nopeaa. Toiminnan tunnusmerkkeinä ovat suoraviivainen ja röyhkeä tiedustelu, oman toiminnan suojaaminen, yllätyksellisyyden kiistäminen ja vaikutustapojen vaihtelu.³¹

Erikoisjoukkojen tavoitteena on kiistää ilmapuolustus ja sen käyttöönotto vaikuttamalla lentotukikohdan infrastruktuuriin ja sen sisällä oleviin toimijoihin. Ilmapuolustuksen lamauttaminen voi operaatiosta riippuen olla pysyvää tai ajanjaksoon sidottua. Tavoitteena on vaikuttaa

²⁷ Isosomppi (2010), s. 28, TLL IV

²⁸ Sama, s. 7

²⁹ *Tukikohtaopas* (TKK-OPAS) (2007), s. 27, TLL IV

³⁰ Linkaja (2010), s. 12, TLL IV

³¹ *Tukikohtaopas* (TKK-OPAS) (2007), s. 26, TLL IV

kohteisiin, kuten lentokoneisiin, valvonta- ja viestijärjestelmiin sekä tukeutumisverkostoon. Vaikuttamisen kohteina olevia tukikohdan tärkeitä infrastruktuureja ovat esimerkiksi:

1. kiito-, nousu- ja rullaustiet
2. lentokoneet, konesuojat ja hälytyspaikat
3. lennonvarmistuspalvelut
4. polttoainevarastot ja -kuljetukset
5. johtamis-, viesti- ja tulenjohtojärjestelmät³²

Näihin kohteisiin voidaan vaikuttaa maalittamalla, tulivaikutuksella tai välillisesti lamauttamalla kohteita, johon kyseiset järjestelmät tukeutuvat. Vaikutustien valinta määräytyy vaikutustehon myötä, jota verrataan oman toiminnan paljastumiseen. Maalittamisen ja tiedustelun pääpisteinä ovat samat kohteet kuin vaikuttamisessa. Näillä toimilla pyritään valmistelemaan suotuisat olosuhteet tuleville operaatioille ja iskuille. Erikoisjoukkojen toiminta on usein osa isompaa operaatiota ja näillä toimilla pyritään tukemaan laajempaa iskuja, kuten ilmaoperaatiota.³³

Erikoisjoukkojen operaation rakenne tukee tavoitteen saavuttamista vahvasti. Operaatio alkaa luomalla edellytykset toimia syvällä vihollisen alueella, jolloin tiedustellaan tarvittavat pohjatiedot, valmistellaan kalusto ja hankitaan esimerkiksi samankaltaiset maastopuvut kuin vihollisella. Joukot voidaan siirtää syvälle vihollisen alueelle maahanlaskuilla, moottoroidusti tai marssien. Operaatio alkaa joukkojen kokoontumisella ennalta sovitulle pisteelle, jonka jälkeen aloitetaan vihollisen puolustusryhmyksen ja vartiovuorojen tiedustelu, sekä kriittisten kohteiden seuranta. Vihollisen valvontajärjestelmää kyllästetään ja näin pyritään selvittämään vartiointiperusteet, joko tiedustelulla, peitteellä tai provokaatiolla.³⁴

Kohteiden tiedustelulla pyritään kartoittamaan maalit, joihin pyritään vaikuttamaan halutulla tavalla. Vartiojärjestelyiden tiedustelun yhteydessä pyritään selvittämään myös kohteen ympärillä toimiva vartiointi ja tämän kautta löytämään parhaat mahdolliset lähestymisreitit kohteelle. Vaikutusperiaatteet valitaan kohteen vartiointiin, tavoitteen ja kaluston perusteella. Erikoisjoukot pyrkivät mahdollisimman häikäilemättömästi vaikuttamaan parhaalta mahdolliselta

³² *Tukikohtaopas (TKK-OPAS) (2007), s. 27, TLL IV*

³³ *Ilmavoimien esikunta: Ilmavoimien taistelutukikohta: tukikohdan maauhka, Huhtikuu 2012, s. 5–6, TLL IV*

³⁴ *Ilmavoimien taistelutukikohta: tukikohdan maauhka (2012) s. 5–6, TLL IV*

paikalta kriittisiin kohteisiin ja tunkeutumaan alueelle mahdollisimman provokatiivisesti, mutta huomaamattomasti.³⁵

Vaikutus kohteeseen aloitetaan valitsemalla tehokkain tapa, jolla saadaan haluttu vaikutus tukikohdan rakenteisiin ja tärkeisiin kohteisiin. Isku voi olla maalituksen perusteella toteutettu risteilyohjusisku tai ilmalavetin toimittama asekuorma. Maalituksen tavoitteena on kartoittaa lentotukikohdan kriittiset ja haavoittuvimmat kohteet, jotka lamauttavat sen toiminnan. Kohteet paikannetaan ja niiden tärkeyden priorisointi aloitetaan. Maalittaminen tapahtuu visuaaliselta etäisyydeltä, jolloin korkeat maastonmuodot luovat hyvät edellytykset tähystämiseksi.³⁶ Jyväskylän lentoaseman toimintaympäristö luo erikoisjoukoille hyvät mahdollisuudet tähystämiseksi sen läheisyydessä sijaitsevien korkeiden maastonkohtien ansiosta, jotka tarjoavat peitteisyydellään suojaa toiminnan toteuttamiseksi.³⁷

Onnistuneen maalittamisen seurauksena toteutetaan koottu ilmaoperaatio, joka koostuu useista ilmahyökkäyksistä. Ilmaoperaation kesto on noin 1–2 tuntia ja se tehdään 1–2 kertaa päivässä. Ilmaoperaatioiden keston ja toistuvuuden todennäköisyys riippuu tukikohdan maantieteellisestä sijainnista, jolloin uhkasuunnassa sijaitseva tukikohta saattaa kohdata useampia ilmahyökkäyksiä. Yksittäinen hyökkäys koostuu hävittäjäpommittajien sekä pommikoneiden iskuosastoista.³⁸ Edellytyksenä ilmaoperaation onnistumiselle on ilmaherruus, jolloin iskevällä osastolla on toimintavapaus taistelun alueen ilmatilassa.

Hävittäjäpommittajat suorittavat hyökkäyksensä minuuttien aikaporrastuksella, joko pareina tai yksittäisinä koneina. Tällöin ne pystyvät iskemään 2–5 maalitettuun maaliin. Hyökkäys suoritetaan ylilennolla käyttäen matalaa lentokorkeutta ja suurta nopeutta. Yksittäinen hävittäjäpommittaja pystyy kuljettamaan tukikohdan alueelle noin 7 500 kg:n asekuorman. Tyypillisenä aseistuksena käytetään 100–1 000 kg:n lentopommeja, ohjuksia, raketteja, miinoitteita sekä NBC-aseita. Iskevään osastoon on yleensä liitetty häirintäosasto, jonka tehtävänä on lamauttaa ilmatorjunta hävittäjäpommittajien lentoreitiltä.³⁹ Pommikoneet iskevät maalitettuihin kohteisiin tavanomaisilla aseilla, kuten 100–1 000 kg:n lentopommeilla vasta, kun hävittäjäpommittajien iskut ovat kyllästäneet lentotukikohdan ilmapuolustuksen. Pommikoneet voi-

³⁵ *Tukikohtaopas (TKK-OPAS) (2007)*, s. 26, TLL IV

³⁶ *Ilmavoimien taistelutukikohta: tukikohdan maauhka (2012)*, s. 19, TLL IV

³⁷ Isosomppi (2010), s. 30, TLL IV

³⁸ *Tukikohtaopas (TKK-OPAS) (2007)*, s. 28, TLL IV

³⁹ Sama, s. 29

vat käyttää aseistuksenaan myös pitkän matkan päästä laukaistavia risteilyohjuksia ja ilmasta-maahan rynnäkköohjuksia.⁴⁰

Erikoisjoukot pystyvät käyttämään myös kemiallisia aseita, virusperäisiä aseita sekä muita taudinaiheuttajia tukikohtaa vastaan. Erikoisjoukot pystyvät myös tuholaisoimintaan, jolloin kohteeseen asennettu ja kätkeyty räjähdde luo iskuvaikutuksen. Toteutuksen kannalta erikoisjoukot toimivat hyvin aggressiivisesti ja tehokkaasti. Vaikutuksen perille saaminen tapahtuu hyvin röyhkeästi ja nopeasti, jonka jälkeen vetäydytään takaisin omiin aseisiin tai ennalta määrättyyn vaihtosemaan. Tuli-isku pyritään toteuttamaan mahdollisimman yllätyksellisesti ja yhtäaikaaisesti.⁴¹ Joissain tapauksissa isku pyritään hämäyksen takia naamioimaan tukikohdassa tapahtuneeksi onnettomuudeksi, jolloin oman toiminnan peittäminen on kriittistä.⁴² Erikoisjoukkojen toiminta on todennäköisimmin kohteiden tiedustelua ja maalittamista, sillä suoritettu isku saattaa paljastaa joukon, jolloin se menettää toimintakykynsä.

Erikoisjoukot pyrkivät iskunsa jälkeen arvioimaan tuli-iskun vaikutuksen kohteeseen ja tarvittaessa jatkavat toimiaan tukikohtaa vastaan, jotta haluttu vaikutus saadaan aikaan. Vaikutuksesta riippuen erikoisjoukot pyrkivät vaihtamaan kohdettaan tai lisäämään iskujen tehoa. Toiminnalla voidaan häiritä myös tukikohdan toipumista iskusta, jonka tarkoituksena on lisätä aikaa, jolloin tukikohta on toimintakyvytön tai puolikuntoinen.⁴³



Kuva 5. Erikoisjoukko-operaation rakenne⁴⁴

⁴⁰ *Tukikohtaopas* (TKK-OPAS) (2007), s. 29, TLL IV

⁴¹ *Ilmavoimien taistelutukikohta: tukikohdan maauhka* (2012), s. 5–6, TLL IV

⁴² *Tukikohtaopas* (TKK-OPAS) (2007), s. 27, TLL IV

⁴³ *Ilmavoimien taistelutukikohta: tukikohdan maauhka* (2012), s. 5–6, TLL IV

⁴⁴ Sama, s. 14, mukailen

4.3 Valvontaa suorittavat toimijat

Tukikohdan puolustusta ja valvontaa suorittavat joukot koostuvat kiinteistä joukoista, liikkuvista joukoista, yhteistoimintaorganisaatioiden joukoista ja muista joukoista.⁴⁵ Nämä joukot yhdessä muodostavat päärunгон tukikohdan puolustukselle ja valvonnalle. Joukot vastaavat oman vastuualueensa valvonnasta ja lähipuolustamisesta.⁴⁶

Varsinaisesta tukikohdan valvonnasta ja puolustamisesta vastaa tukikohtapataljoona. Tukikohtapataljoona sisältää esikunnan, esikuntakomppanian, valvontakomppanioita sekä sotilaspoliisikomppanioita.⁴⁷ Sen tehtävänä on erikoisjoukkojen torjunta, tukikohdan suojaaminen sekä yleisen järjestyksen ja turvallisuuden ylläpito. Tukikohtapataljoonan on pystyttävä turvaamaan lentotukikohdan materiaalin ja tärkeimpien kohteiden toiminta sekä valvomaan koko lentotukikohdan vastuualuetta. Vastuualueen lisäksi tukikohtapataljoonan sotilaspoliisikomppaniat suorittavat liikkuvaa valvontaa, joka kattaa ajoneuvoilla partioinnin lentotukikohdan vastuualueella ja jalkaisin tapahtuvan partiotiedustelun. Sotilaspoliisikomppanioiden yksiköille määrätään erilliset vastuualueet, jotka muodostuvat alueen painopisteen, maaston, aluejaon ja suoritusmahdollisuuksien mukaan.⁴⁸

Aluevalvonnan tarkoituksena on kerätä tilannetietoa tukikohdan vastuualueella liikkuvista henkilöistä ja ajoneuvoista. Nämä tiedot annetaan tukikohdan esikunnalle arviointia ja tilannekuvan luomista varten. Sotilaspoliisikomppaniat liikkuvat partioidessaan joko autoilla tai jalan ja valvovat käskettyjä alueita sekä reittejä. Aluevalvonnasta saadaan mahdollisimman tehokasta, kun joukot tuntevat oman vastuualueensa sekä siellä toimivat muut joukot sekä niiden toiminnan.⁴⁹

Tukikohtapataljoonan vartiokomppaniat ja vartiojoukkueet vastaavat lentotukikohdan vastuualueilla sijaitsevista kulunvalvontapisteistä, erillisestä tähyystiedustelusta ja partiointitehtävistä alueella, jolla on harvaa tiestöä tai asutusta. Tämä partiointi suoritetaan jalkaisin tai polkupyörillä.⁵⁰ Partiot kiertävät ja suorittavat tiedustelua niillä lentotukikohdan alueilla, jotka ovat muuten katveessa aluevalvonnalta.⁵¹

⁴⁵ *Ilmavoimien taistelutukikohta: tukikohdan maauhka* (2012), s. 33, TLL IV

⁴⁶ Linkaja (2010), s. 12, TLL IV

⁴⁷ *Tukikohtaopas* (TKK-OPAS) (2007), s. 39, TLL IV

⁴⁸ Sama, s. 80

⁴⁹ Sama, s. 88

⁵⁰ Sama, s. 80

⁵¹ Sama, s. 88

5 TOIMINTAYMPÄRISTÖN VAIKUTUS MINI-UAV:N KÄYTTÖÖN

Mini-UAV-järjestelmän tuomat mahdollisuudet lentotukikohdan valvonnan tehostamiseksi ovat monipuoliset. Reaaliaikaisen tilannetiedon tuottaminen lentotukikohdan joukoille vastuualueelta muodostuu tärkeäksi osaksi koko tukikohdan yhteistä tilannekuvaa. Tällä tilannekuvalla pystytään seuraamaan vihollisuhan kehittymistä ja muuttamaan valvonnan painopistettä lentotukikohdan alueella. Reaaliaikainen tilannekuva luo joukoille kyvyn toimia tehokkaasti ja helpottaa johtamista lentotukikohdassa.⁵² Laajalla vastuualueella erikoisjoukkojen liike voi olla hyvin sirpaleista, joten tarvitaan järjestelmä, joka pystyy valvomaan suuria alueita kerralla tehokkaasti. Suorituskykyisellä valvonnalla pystytään kiistämään erikoisjoukkojen tavoite tehdä yllätyksellinen aloite ja torjumaan mahdollinen kohteiden maalittaminen sekä ilmalavetin isku. Mini-UAV-järjestelmän yksinkertainen toimintaperiaate ja ohjaaminen luovat kyvyn toimia pienellä organisaatiolla sekä mobilisoituneena valvontaa suorittavien toimijoiden mukana.⁵³

Iskun jälkeinen tiedustelu on elintärkeää lentotukikohdan tehtävän suorittamisen ja toipumisen kannalta. Suorituskyvyn palauttaminen vaatii nopeaa ja systemaattista tilannearviota sekä tuhoalueen tiedustelua räjähdystuhojen ja räjähtämättömien ampumatarvikkeiden sekä pommi-
varalta.⁵⁴ Mini-UAV-järjestelmällä voidaan kuvata suuria alueita ilmasta käsin, jolloin iskun jälkeinen tiedustelu nopeutuu huomattavasti ja lentotukikohdan raivaustoimenpiteet voidaan aloittaa. Kuten valvonnassa, myös iskun jälkeisessä tiedustelussa mahdollisimman nopea tilannekuvan rakentaminen helpottaa johtamisen suunnittelua ja päätöksentekoa.⁵⁵

Vaikka mini-UAV tuo monia mahdollisuuksia lentotukikohdan valvontaan, tilannetiedon rakentamiseen sekä iskun jälkeiseen tiedusteluun, se on haavoittuvainen järjestelmä ulkopuolisille uhille. Vaihtelevat sääolosuhteet, kuten kova tuuli, huono näkyvyys ja pakkanen, vaikuttavat lennokin kykyyn toimia. Lentotukikohdan sijainnin mukaan peitteisyyden, tuuliolosuhteiden ja näkyvyyden vaihtelut saattavat muuttua radikaalisti. Koska Suomen ilmasto on hyvin vaihteleva, lennokin käyttö tulee suunnitella etukäteen tarkasti. Lähietäisyydellä lennettäessä vihollinen voi havaita lennokin paljain silmin tai kiikareilla. Peitteisen maaston suojassa lennokkia voidaan kuitenkin operoida huomaamattomasti matalalla lentokorkeudella.⁵⁶

⁵² *Tukikohtaopas (TKK-OPAS) (2007)*, s. 60, TLL IV

⁵³ Sarala (2012), s. 2, TLL IV

⁵⁴ *Tukikohtaopas (TKK-OPAS) (2007)*, s. 169, TLL IV

⁵⁵ Sama, s. 114

⁵⁶ Sarala (2012), s. 32, TLL IV

5.1 Valvontakyky

Mini-UAV mahdollistaa uudenlaisen valvontakyvyn lentotukikohdan vastuualueelle. Nopeasti liikkuva ja suuren vastuualueen kattava valvontakyky tuottaa jatkuvaa reaaliaikaista tilannekuvaa, jota pääteikäyttäjä tulkitsee ja jonka perusteella hän tekee päätöksiä. Lennokin kyky liikkua vapaasti vaikeakulkuisten maastonkohtien ohitse merkitsee huomattavaa ajallista säästöä ja tuo etuja valvovalle toimijalle. Alueella liikkuvat kohteet pystytään havaitsemaan pitkän kantaman päästä, jolloin operaattorille jää aikaa jatkotoimien suunnitteluun ja resurssien kohdentamiseen valvottavalle alueelle. Omien joukkojen kannalta on tärkeää, että lennokin sensorin erottelukyky mahdollistaa maalin tunnistamisen, jotta vihollisen joukot voidaan erottaa omista joukoista. Täten säästytään turhilta painopisteen muutoksilta ja resurssien kohdentamiselta. Maalien tunnistamisella saavutetaan myös etu määritellä ajallisesti tärkeimmät kohteet ja saadaan kyky vaikuttaa kriittisimpään kohteeseen ensin.⁵⁷ Lennokin erottelukyky on kuitenkin rajallinen ja henkilömaalien tunnistamiseen järjestelmä tulee kyetä viemään tarpeeksi lähelle kohdetta. Henkilömaalin tunnistamiseksi lennokin tulee olla 250–350 m etäisyydellä kohteesta, jolloin lennokin havaitseminen on mahdollista.⁵⁸

Lennokin käyttö tulee integroida yhteen valvovan toimijan kanssa, jolloin sen käyttö on luonnollista ja suunniteltua. Järjestelmän käyttö tulee suunnata vastuualueen syvyyteen, jossa maastonmuodot ja peitteisyys hankaloittavat tavallista tiedustelutoimintaa. Valvontaa ei voi täysin laskea mini-UAV-järjestelmän varaan, sillä sen toiminnan voivat estää äkilliset sääolosuhteiden vaihtelut, jolloin järjestelmän näkyvyys- tai tuulikomponentit voivat ylittyä turvallisen operoimisen takaamiseksi.⁵⁹

Jyväskylän lentoaseman toimintaympäristöanalyysiä tarkasteltaessa voidaan todeta, että suhteellinen kosteus ylittää huonon lentosään kriteerit lokakuusta helmikuuhun. Tarkasteltaessa päiväaikoja, aamuyöt ja aamut ovat todennäköisimpiä sumulle ja huonolle näkyvyydelle, jolloin suhteellinen kosteus ylittää 87 prosentin rajan. Loka- ja helmikuun välillä korkea suhteellinen kosteus vallitsee koko päivän ajan.⁶⁰ Etenkin aamuyö on ajankohtana kriittisin valvonnan kannalta yllätykseen pyrkivien erikoisjoukkojen toiminnalle. Lentotoiminnan kannalta

⁵⁷ Sama, s. 31

⁵⁸ Sama, s. 33

⁵⁹ Sama, s. 31

⁶⁰ Isosomppi (2010), s. 4, TLL IV

hyvät sääolosuhteet vallitsevat kesäkuukausina, jolloin näkyvyys, pilvikorkeus ja valoisuus mahdollistavat lentotoiminnan.⁶¹

Jyväskylän lentoaseman raivattujen liikennealueiden läheisyydessä oleva peitteisyys ei vaikuta lennokin kykyyn suorittaa valvontatehtäviä. Tukikohdan vastuualue koostuu peitteisestä havupuustosta ja maastonmuodoiltaan vaihtelevista alueista, jotka muodostavat erikoisjoukkojen toiminnalle sopivia etenemisuria.⁶² Aluskasvillisuuden peitteisyys on korkeimmillaan kesäkuukausina touko- ja elokuun välillä. Tämä muodostaa erikoisjoukoille hyvän suojan lennolla suoritettavaa tiedustelua kohtaan.⁶³ Lennokin kyky havaita, luokitella ja tunnistaa henkilömaalit peitteisestä maastosta pelkän videokameran avulla on rajallinen. Lämpökameralla varustettu sensori pystyy erottelemaan kohteita peitteisestä maastosta, mutta kesä- ja elokuun välinen korkea lämpötila saattaa vaikuttaa lämpökameroiden maalien havaitsemiskykyyn.⁶⁴ Talvella lumipeite luo mahdollisuudet seurata vihollisen liikkeitä lentotukikohdan vastuualueelle niiden jättämistä jäljistä. Luminen ja kylmä maasto luo olosuhteet, jossa lämpökameralla voidaan havaita vihollisen joukot kylmää taustaa vasten.⁶⁵

Sään vaikutuksesta huolimatta mini-UAV luo edellytykset laaja-alaisten alueiden reaaliaikaiseen valvontaan ja tiedusteluun. Sen pitkä toiminta-aika mahdollistaa pitkänaikaisen kohteiden seuraamisen sekä valvonnan ja laaja toimintamatka palvelee lentotukikohdan suurta vastuualuetta. Mini-UAV-järjestelmän rakentamaa tilannekuvaa vastuualueen valvonnasta kyetään jakamaan muille alueella toimiville joukoille päätelaitteen kautta. Reaaliaikaisen tilannekuvan jakaminen rakentaa joukkojen yhteistä tilannetietoisuutta, ja lennokin avulla päästään täysin uudentilanteille tilannekuvan jakamisen tasolle.⁶⁶

Nykyaikaisen nopeasti muuttuvan taistelukuvan mukainen tilannekuvan jakaminen on tärkeää lentotukikohdan kokoisessa organisaatiossa, jossa on monia toimivia elimiä. Tukikohdan aktiivinen valvonta ja tiedustelu vaativat nopeaa reagointia tilannekuvan muutoksiin, sekä joustavaa johtamista. Lentotukikohdan tapahtumien lisääminen ja kirjaaminen lentotukikohdan tilannekuvaan helpottuu mini-UAV:n tarjoaman tilannetiedon perusteella. Etenkin maatilanne-

⁶¹ Sama, s. 31

⁶² Sama, s. 3

⁶³ Sama, s. 31

⁶⁴ Sama, s. 6

⁶⁵ Sama, s. 8

⁶⁶ Sarala (2012), s. 9, TLL IV

kuvan luominen ja ylläpito muodostaa lentotukikohdan johtamiselle rungon, joka edesauttaa päätöksentekoa.⁶⁷

5.2 Iskun jälkeinen tiedustelu

Lentotukikohdan vastualueen iskun jälkeistä tiedustelua suorittavat kaikki lentotukikohdan joukot. Iskun jälkeisen tiedustelun tehtävänä on selvittää lentotukikohdan infrastruktuurille aiheutuneet tappiot ja lentotukikohdan tehtävän estävät vauriot. Tiedustelulla pyritään selvittämään myös räjähtämättömien ammustarvikkeiden ja räjähteiden määrä sekä liikennealueiden vauriot. Tärkeimmät kohteet, jotka tulee selvittää iskun jälkeisessä tiedustelussa, ovat tunkeumapommit, räjähtämättömät pommit, jatkuvat räjähdykset ja tulipalot. Arviossa selvitetään iskun tuhojen laajuus sekä aikamääre niiden korjaamiseksi.⁶⁸

Mini-UAV-järjestelmällä pystytään rakentamaan reaaliaikainen tilannekuva iskun jälkeisen tiedustelun kulusta, jotta tilannekeskukseen saadaan ensisijainen ja vahvistettu tieto iskun vakavuudesta ja vaurioiden laajuudesta. Tilannekuvan päivittämisen painopisteenä ovat lentotukikohdan toiminnan kannalta tärkeimmät alueet, kuten kiito-, rullaus- ja nousutiet. Tämä nopeuttaa johtamista joukkojen välillä ja raivaamisen suorituskykyä voidaan nostaa. Tilannekuvaa voidaan päivittää reaaliaikaisesti tiedustelemalla lennokilla vaurioita muista kriittisistä infrastruktuureista, kuten rakennuksista ja lentokoneista.⁶⁹

Lennoilla pystytään erottamaan Jyväskylän lentoaseman peitteettömällä ja raivatulla⁷⁰ sisäkehän alueella tapahtuneet vauriot. Ilmatilannekuvasta voidaan nopeasti selvittää koko lentotukikohdan kriittisten liikennealueiden ja infrastruktuurin vauriot sekä mahdollisten tulipalojen sijainnit. Lämpökameran avulla voidaan löytää palopesäkkeiden sijainnit, jolloin maajoukot säästyvät haitallisten kaasujen vaaroilta ja pelastustoimet saadaan kohdennettua nopeasti oikeisiin kohteisiin. Nopealla tiedustelulla pystytään minimoimaan lentotukikohdan toimintakyvytön aika ja toipuminen voidaan aloittaa nopeasti. Räjähteiden ja muun maastoon levineen materiaalin tiedusteluun tulee käyttää maajoukkoja, sillä peitteisyys sekä maaston muodot estävät iskun jälkeisen tiedustelun lennokilla muualla kuin raivatulla alueella.

⁶⁷ Linkaja (2010), s. 20, TLL IV

⁶⁸ *Tukikohtaopas* (TKK-OPAS) (2007), s. 169, TLL IV

⁶⁹ Sama, s. 169

⁷⁰ Isosomppi (2010), s. 18, TLL IV

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Mini-UAV luo ominaisuuksillaan kokonaisuuden, joka on tehty laajojen alueiden valvontaan ja tiedusteluun. Järjestelmän kyky toimia valvovan toimijan ”silminä” tilannekuvan rakentamiseksi ja tukikohdan alueen valvomiseksi on edellytys tehokkaalle toiminnalle. Reaaliaikaisen videokuvan lähetyksen avulla tilannekuvaa voidaan tulkita suoraan päätelaitteelta ja sen perusteella tehdä päätöksiä joukkojen liikkeistä sekä toimista. Mini-UAV:n laaja kantama ja toiminta-aika tukevat lentotukikohdan laajan vastuualueen valvomista ja sen vihollisuhan tiedustelua. Lennokin suuri nopeus mahdollistaa järjestelmän nopean siirtymisen vastuualueella, jolloin vastuualueen valvonnan painopistettä voidaan muuttaa nopeasti. Järjestelmä liikkuu valvovan toimijan mukana tehtävän aikana ja se voidaan lähettää tehtävälle ilman suuria lentoonlähtöpaikan valmisteluita. Tämä edesauttaa nopeaa järjestelmän käyttöä ja kiireellisen tilanteen hallintaa. Lähes äänettömän sähkömoottorinsa ansiosta mini-UAV-järjestelmää voidaan käyttää vihollisen läheisyydessä meluisassa ympäristössä. Osien modulaarisuuden ansiosta järjestelmän taistelunkestävyys paranee ja sen huoltaminen on maastossa helpompaa.

Mini-UAV:n käyttö on riippuvainen vallitsevista sääolosuhteista. Kovalla ja puuskaisella tuulella sen operointi on mahdotonta, sillä kevyeen rakenteen vuoksi se on altis suurelle tuulen nopeudelle. Valvonnan ja tiedustelun suunnitteluprosessissa tulee ottaa huomioon vaihtoehtoisia ratkaisuja, koska matala pilvikorkeus ja huono näkyvyys kiistävät mini-UAV:n operoinnin. Pienestä koostaan huolimatta järjestelmä voidaan havaita paljaalla silmällä tai kiikareilla lennettäessä matalalla. Suurimpia mini-UAV-järjestelmiä voidaan seurata myös tutkalla, joka aiheuttaa riskin lennokin alas ampumiselle. Toimittaessa ympäristössä, jossa taustamelu on vähäistä, lennokin moottorin käyntiäänäni on havaittavissa.

Mini-UAV:ssa käytettävät sensorit muodostavat lennokin valvonta- ja tiedustelujärjestelmän rungon. Niitä voidaan käyttää kohteen havaitsemiseen, tunnistamiseen ja luokitteluun. Erilaiset päivä- ja yösensorit mahdollistavat valvonnan eri vuorokauden aikoina. Tämä lisää lennokin käyttölaajuutta tukikohdan valvomiseksi. Lämpökameran avulla kohteet voidaan havaita peitteiseltä ja laajalta vastuualueelta. Sensoreiden modulaarisuuden ansiosta niitä voidaan vaihtaa tehtävien välillä nopeasti, jolloin lennokka saadaan nopeasti jatkamaan tehtäväänsä. Mini-UAV-järjestelmää joudutaan operoimaan matalalta lentokorkeudelta, koska sensoreiden erottelukyky on heikko suurilla lentokorkeuksilla. Tämä johtaa altistumisen vihollisen tulivaiikutukselle ja mahdolliselle mini-UAV:n alas ampumiselle.

Lentotukikohdan toimintaympäristön laaja pinta-ala ja peitteinen maasto luovat edellytykset vihollisen toiminnalle. Laajan valvottavan pinta-alan vuoksi alueella liikkumista ei voida täysin kiistää, jolloin lentotukikohdan turvallisuus vaarantuu. Tikkakosken kylä ja teollisuusalueet luovat erikoisjoukoille edellytykset tukeutua ja soluttautua paikalliseen väestöön. Kylän sijainti tukikohdan läheisyydessä mahdollistaa tukikohdan toimintojen ja rakenteiden tiedustelun jo rauhan aikana. Tukeutumalla paikalliseen infrastruktuuriin erikoisjoukot pystyvät hankkimaan tärkeitä tietoja tukikohdasta ja sen toiminnoista myös paikalliselta väestöltä. Tukeutuminen lähialueen taajamaan luo myös riskin erikoisjoukkojen kiinnijäämiselle, jos heidän toimintansa pystytään havaitsemaan. Tikkakosken kylä sijaitsee tukikohdan vastualueen sisäpuolella, jolloin siviilien liikettä tukikohdan alueella ei voida täysin kiistää. Tällöin lennolla suoritettava henkilömaalien erottelu sekä tunnistaminen erikoisjoukkojen ja siviilien välillä muodostuu ongelmaksi.

Kesäaikana suotuisia erikoisjoukkojen toiminnalle ovat peitteiset liikkumisväylät, jotka suojaavat omaa toimintaa valvonnalta. Erikoisjoukkojen suorittamaa maalittamista helpottavat korkeat maastonkohdat, joista on suora visuaalinen näköyhteys lentotukikohdan kriittisiin kohteisiin ja infrastruktuuriin. Lentotukikohdan ympäristön runsas aluskasvillisuus luo edellytykset erikoisjoukkojen piiloutumiselle ja yllätyksellisyydelle. Aukeat maaston kohdat, kuten pellot ja järvet kanavoivat erikoisjoukkojen liikettä, jolloin ne joutuvat valitsemaan liikkumisurikseen tiettyjä maaston kohtia.

Talviolosuhteissa lumipeite vaikeuttaa maastossa liikkumista, jolloin valvontaan ja tiedusteluun joudutaan käyttämään moottorikelkkaa, lumikenkiä tai suksia. Erikoisjoukkojen liike hidastuu merkittävästi ja jäljitettävyyden paraneen lumeen jääneiden jälkien ansiosta. Luminen maasto tarjoaa erikoisjoukoille suojautumismahdollisuuden ja oman toiminnan peittämisen edellytykset. Kaivautuminen lumihankeen kiistää lämpötiedustelun ja vaikeuttaa joukkojen havaittavuutta. Talvella järvien jäätyminen mahdollistaa niiden ylityksen sekä maahanlaskut, mutta altistaa samalla erikoisjoukot helposti havaittaviksi.

Toimintaympäristön sääolosuhteilla on suuri vaikutus mini-UAV:n operointiin. Kesäaikana hyvä näkyvyys ja korkea pilvikorkeus mahdollistavat valvomis- ja tiedustelutoimet. Maaston kattava peitteisyys luo kuitenkin suotuisat olosuhteet erikoisjoukoille oman toiminnan salaamiseksi ja piiloutumiseksi. Aluskasvillisuus luo mahdollisuuden piiloutua myös valvontaa suorittavilta toimijoilta. Korkean lämpötilan vaikutukset lämpökameran toimintaan ovat negatiiviset, sillä pieni kontrasti taustan ja kohteen välillä pienentää erottumiskykyä maastosta.

Talviaikana näkyvyys heikkenee ja pilvikorkeus laskee kesäaikaan verrattuna. Mini-UAV:n operoinnin mahdollistavat sääolosuhteet vähenevät huomattavasti, jolloin valvonnan suunnitteluprosessissa tulee ottaa huomioon myös muut vaihtoehdot valvonnan suorittamiseksi. Ope- roitaessa järjestelmää matalan pilvikorkeuden vallitessa, on huomioitava vihollisen kyky ha- vaita lennokki. Talvella valvontakyky paranee käytettäessä lämpökameraa, sillä taustan ja kohteen välinen lämpöero on suurempi.

SWOT-analyysi⁷¹ tukee tutkimuksesta saatuja havaintoja. Mini-UAV antaa valvonnalle monia mahdollisuuksia vahvuuksillaan, mutta on altis myös ulkoisille uhille. Sisäisien vahvuuksien avulla voidaan todeta järjestelmän sopivan liikkumiseen joukon mukana, joka mahdollistaa nopean ja tehokkaan valvontakyvyn osoittamisen vastuualueelle. Sisäiset heikkoudet on osit- tain kumottavissa huolellisella mini-UAV:n käytön suunnittelulla ja organisoinnilla. Suunnit- telulla voidaan optimoida toiminta-aika ja sensoreiden käytön tarve. Päätekäyttäjän muodos- tama inhimillinen riski pystytään minimoimaan järjestämällä tehokas koulutus järjestelmän käyttöä varten.

Ulkoiset mahdollisuudet tukevat mini-UAV:n käyttöä lentotukikohdan valvontaan. Järjestel- mällä pystytään rakentamaan reaaliaikaista tilannekuvaa valvonnassa ja iskun jälkeisessä tie- dustelussa. Lentonopeuden tuoma hyöty vastaa laajan vastuualueen valvonnassa tarvittavia nopeita painopisteen muutoksia. Lämpökameran tuoma etu havaita kohteita peitteisestä maas- tosta tukee saatuja tuloksia. Kuten sisäisiä heikkouksia, myös ulkoisia uhkia pystytään mini- moimaan suunnittelulla. Lentokorkeudet ja -reitit tulee suunnitella siten, että paljastuminen viholliselle kiistetään mahdollisimman tehokkaasti, ellei alas ampumisen riskiä ole etukäteen hyväksytty. Talvisin huonon lentosään olosuhteiden vallitessa tulee valvonnan painopistettä siirtää enemmän joukkojen suorittamaksi maavalvonnaksi, jolloin mini-UAV:n valvontakykyä käytetään vain tarvittaessa. Kesällä mini-UAV:n valvontakykyä voidaan käyttää tehokkaam- min ja suuremmalla volyymilla maavalvonnan tukena, jolloin voidaan kumota osa sensoreiden erottelukyvyn heikkouksista. Iskun jälkeisen tiedustelun kannalta tulee harkita lentotukikoh- dan liikennealueiden läheisyydessä olevan peitteistön ja puuston raivaamista, jolloin tuhojen kartoittaminen on tehokkaampaa mini-UAV:lla.

Tutkimuksen luotettavuutta tukevat lähteinä käytetyt maisteri- ja esiuupseerikurssilla tehdyt tutkimukset. Ilmavoimat on julkaissut lentotukikohdan toimintaympäristöä ja vihollisuhkaa

⁷¹ Liite 3

käsitteleviä teoksia, jotka ovat yleisesti hyväksytyjä lähteitä. Tukikohtaopas on viimeisin julkaistu teos, joka käsittelee tukikohtatoimintaa. Sen tiedot ovat osittain vanhentuneet, mutta perustiedot ovat yhä päteviä. Sensoreita käsittelevät lähteet ovat pääasiassa valmistajan omia esitteitä sensoreidensa suorituskyvystä. Näiden lähteiden tuloksien varmentamiseen on käytetty maisteri- ja esiupseerikurssilla tuotetuista tutkimuksista saatuja tuloksia, jolloin on saatu mahdollisimman tarkka kuva sensoreiden oikeasta suorituskyvystä. Ulkomaalaisia tutkimuksia ja oppaita on käytetty mini-UAV:n peruskäyttöperiaatteiden selvittämiseen, sekä mini-UAV-järjestelmän luokitteluun muiden UAV-järjestelmien kesken.

Jatkotutkimuksen kannalta tulisi selvittää, kuinka mini-UAV voi toimia osana eri puolustushaarojen toimintaympäristöjä? Tämä tutkimus keskittyy vain ilmavoimien lentotukikohdan valvontaan ja tiedusteluun. Ilmavoimien jatkotutkimuksen kannalta olisi tärkeää selvittää, kuinka mini-UAV:n suorituskyky soveltuu uuden lentotukikohtakonseptin toimintaympäristöön?

LÄHTEET

1 JULKAISEMATTOMAT LÄHTEET

1.1 Opinnäytteet

Linkaja Sami: 1. *Luokan lentotukikohdan suojaamisen kehittäminen*, Esiupseerikurssi nro 62:n tutkielma, Turvaluokiteltu TLL IV, Maanpuolustuskorkeakoulu, 2010

Luttinen Heikki: *Mini-UAV:n käyttömahdollisuudet jalkaväkikomppanian puolustustaistelussa*, Kadettikurssi nro 94:n tutkielma, Turvaluokiteltu TLL IV, Maanpuolustuskorkeakoulu, 2010

Sarala Paavo: *Miehittämättömien pienoissilma-alusten hyödyntäminen epäsuorantulen käytössä joukkoyksikötasolla*, Esiupseerikurssi nro 64:n tutkielma, Turvaluokiteltu TLL IV, Maanpuolustuskorkeakoulu, 2012

1.2 Ohjesäännöt

Tukikohtaopas (TKK-OPAS), Ilmavoimien esikunta, Turvaluokiteltu TLL IV, Edita Prima Oy, Helsinki, 2007

1.3 Muut julkaisemattomat lähteet

Ilmavoimien taistelutukikohta: Tukikohdan maauhka, Ilmavoimien esikunta, Turvaluokiteltu TLL IV, 2012

Isosomppi Matti: *FINGOP suunnittelun ryhmätyö: Toimintaympäristöanalyysi*, Liite 3 lukuun E, Turvaluokiteltu TLL IV, Ilmasotakoulu, 2010

2 JULKAISTUT LÄHTEET

2.1 Kirjallisuus

Metteri, Jussi: Laadullinen tutkimus, *Ajatuksia operaatiotaidon ja taktiikan laadullisesta tutkimuksesta*, toimittaneet Huttunen, Mika & Metteri, Jussi, Edita Prima Oy, Helsinki, 2008

Kosola Jyri ja Solante Harri: *Digitaalinen taistelukenttä, Informaatioajan sotakoneen tekniikka*, Julkaisusarja 1 n:o13, Maanpuolustuskorkeakoulu, Tekniikan laitos, Edita Prima Oy, Helsinki, 2003

Tuomi Jouni ja Sarajärvi Anneli: *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*, Hansaprint Oy, Vantaa, 2009

2.2 Artikkelit

Controp: D-stamp, Stabilized Miniature Payloads,
<https://www.controp.com/item/D-stamp-payload>, 9.5.2013

Jane's International Defence Review: *On the horizon, are the next generation of UAVs ready to take off*, Tammikuu, 2013

Puolustusvoimat: Maavoimat hankkii minilennokkeja,
<http://www.puolustusvoimat.fi/wcm/su+puolustusvoimat.fi/pv.fi+staattinen+sivusto+su/puolustusvoimat/tiedotteet/maavoimat+hankkii+minilennokkeja>, 30.7.2013

2.3 Muut julkaistut lähteet

Abatti James: *Small power: The role of micro and small UAVs in the future*, Alabama, 2005

U.S Army Roadmap for Unmanned Aircraft Systems 2010-2035, United States Department of Defence, Fort Rucker, 2010

Iskun jälkeinen tiedustelu tarkoittaa esimerkiksi ilma-aseiskun jälkeistä osuman, tuhojen ja räjähtämättömien ammusten tiedustelua sekä jälkitoimenpiteiden arviointia.⁷²

Lentotukikohta on toimintaympäristö, johon lentokoneet (hävittäjät, kuljetuskalusto ja yhteyskoneet) tukeutuvat. Keskeisiksi toimintakohteiksi muodostuvat kiitotiet, nousutiet ja hälytyspaikat. Lentotukikohtaan sisältyvät siellä toimivat joukot.⁷³

Mini-UAV eli miehittämätön pienoisolma-alus on taktisen tason lennokki, joka pystyy kuljettamaan valvontaan ja tiedusteluun tarkoitettuja sensoreita hyötykuormanaan ja välittämään reaaliaikaista tilannekuvaa käyttäjälleen. Järjestelmä on tarkoitettu kannettavaksi järjestelmäksi sotilaille, jotka voivat tarkkailla lähiympäristöään ja luoda tilannekuvaa lennokin tuottaman tilannetiedon avulla.⁷⁴

Valvonta tarkoittaa systemaattista kohteen tarkkailua ja tiedon keräämistä toiminnasta, joka tapahtuu toimintaympäristö- sekä vastuualueella.⁷⁵

NBC-ase tarkoittaa asejärjestelmiä, joiden vaikutusperiaate muodostuu ydin-, biologisten- tai kemiallisten aseiden vaikutuksesta.⁷⁶

⁷² *Tukikohtaopas (TKK-OPAS) (2007)*, s. 168, TLL IV

⁷³ Sama, s. 217

⁷⁴ Sarala (2012), s. 6, TLL IV

⁷⁵ *Tukikohtaopas (TKK-OPAS) (2007)*, s. 88, TLL IV

⁷⁶ Sama, s. 26



