

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

**MIEHITTÄMÄTTÖMÄN ILMA-ALUKSEN HYÖDYT JA HAITAT
ILMATIEDUSTELUSSA OPERAATIO ENDURING FREEDOMISSA**

Kandidaatintutkielma

Kadetti

Juha Ikonen

Kadettikurssi 96

Ilmasotalinja

Huhtikuu 2012

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi Kadettikurssi 96	Linja Ilmasotalinja
Tekijä Kadetti Juha Ikonen	
Tutkielman nimi Miehittämättömän ilma-aluksen hyödyt ja haitat ilmatiedustelussa operaatio Enduring Freedomissa	
Oppiaine, johon työ liittyy Taktiikka	Säilytyspaikka MPKK:n kirjasto
Aika Huhtikuu 2012	Tekstisivuja 28 Liitesivuja 6
Tiivistelmä <p>Tämän tutkielman tarkoituksena on kirjallisuuskatsauksen keinoin luoda käsitys miehittämättömän ilma-aluksen ilmatiedustelukäytön hyödyistä ja haitoista operaatio Enduring Freedomissa. Tutkielmassa pohditaan lisäksi UAV:iden tulevaisuuden näkymiä ja kehityssuuntia ilmatiedustelun kannalta.</p> <p>Tämä tutkielma sisältää kvalitatiivisen tutkimuksen piirteitä ja tutkimusmetodina käytetään narratiivista kirjallisuuskatsausta. Tutkielman pääluvuissa tutustutaan UAV-konseptiin sekä tutkitaan UAV:n hyötyjä ja haittoja ilmatiedustelussa operaatio Enduring Freedomissa. Tutkielmassa on pyritty tutustumaan aihealueeseen kokonaisvaltaisesti ja sen pohjalta luomaan teoreettinen kokonaisuus tutkimuskysymyksiin vastaten.</p> <p>Operaatio Enduring Freedom alkoi 7.10.2001, kun Yhdysvaltain johtama liittouma hyökkäsi Afganistaniin vastauksena 11.9.2001 tehtyihin terrori-iskuihin. Operaation tavoitteena oli tuhota terroristien koulutusleirit ja infrastruktuuri Afganistanin alueella, pidättää al-Qaidan johto sekä lopettaa terrorismitoiminta Afganistanissa. Yhdysvaltain ilmavoimat on käyttänyt operaation alusta alkaen ilmatiedustelussa pääasiassa kahta UAV-tyyppiä, jotka ovat RQ/MQ-1 Predator ja RQ-4 Global Hawk. Tutkielmassa perehdytään näiden kahden UAV:n hyötyihin ja haittoihin. Vertailupohjana käytetään miehitettyjä ilma-aluksia</p> <p>Tutkielmassa käytettyjen lähteiden perusteella voidaan todeta, että miehittämättömillä ilma-aluksilla on etuja, joita ei voi saavuttaa miehitettyjä ilma-aluksia käyttäen. Hyödyt on jaettu tässä tutkielmassa rakenteellisiin, kustannuksellisiin ja tehtäväkohtaisiin hyötyihin. UAV-käytön merkittävin haitta lienee maa-aseman ja ilma-aluksen välisen datalinkin aiheuttamat haasteet ja rajoitteet. Lisäksi miehittämättömän ilma-aluksen haavoittuvuus ilmatorjuntatulien ja ilmasta ilmaan -ohjusten vaikutuspiirissä on vielä tällä hetkellä haaste. Tutkielmassa käsitellyt hyödyt ja haitat on todettu operaatio Enduring Freedomin kaltaisessa epäsymmetrisessä toimintaympäristössä, joten niiden soveltuvuutta symmetriseen toimintaympäristöön ei ole juurikaan arvioitu.</p> <p>Miehittämättömien ilma-alusten kehitystä todennäköisesti jatketaan tulevaisuudessa, ja kehityksen painopiste tulee olemaan monikäyttöisten UAV:iden kehityksessä. UAV:t tulee tulevaisuudessa korvaamaan miehitetyt ilma-alukset ilmatiedustelun ja ilmasta maahan -toiminnan osalta.</p>	
AVAINSANAT Miehittämätön ilma-alus, UAV, UAS, ilmatiedustelu, lentotiedustelu, Enduring Freedom	

MIEHITTÄMÄTTÖMÄN ILMA-ALUKSEN HYÖDYT JA HAITAT ILMATIEDUSTELUSSA OPERAATIO ENDURING FREEDOMISSA

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	1
2 TUTKIMUSASETELMA	3
2.1 Tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset.....	3
2.2 Tutkimusmenetelmä ja tutkimusaineisto.....	3
2.3 Aiemmat tutkimukset	5
3 UAV – MIEHITTÄMÄTÖN ILMA-ALUS	6
3.1 Miehitettömän ilma-aluksen käsite ja historia	6
3.2 Tehtävät.....	8
3.3 UAV-luokat.....	10
4 UAV:N HYÖDYT JA HAITAT ILMATIEDUSTELUSSA OPERAATIO ENDURING FREEDOMISSA	12
4.1 Operaatio Enduring Freedom.....	12
4.2 Yhdysvaltain ilmavoimien käyttämät UAV-mallit	14
4.2.1 RQ/MQ-1 Predator.....	14
4.2.2 RQ-4A/B Global Hawk.....	15
4.2.3 RQ-170 Sentinel.....	17
4.3 UAV:n hyödyt ilmatiedustelussa	18
4.3.1 Rakenteelliset hyödyt.....	18
4.3.2 Kustannushyödyt.....	20
4.3.3 Tehtäväkohtaiset hyödyt	21
4.4 UAV:n heikkoudet ja haasteet ilmatiedustelussa.....	22
4.5 UAV:n tulevaisuuden näkymät ilmatiedustelussa	25
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	26
5.1 UAV:n hyödyt epäsymmetrisessä toimintaympäristössä.....	26
5.2 Tiedonsiirto haasteena.....	27
LÄHTEET	29
LIITTEET.....	36

MIEHITTÄMÄTTÖMÄN ILMA-ALUKSEN HYÖDYT JA HAITAT ILMATIEDUSTELUSSA OPERAATIO ENDURING FREEDOMISSA

1 JOHDANTO

Nykyaikaisia miehittämättömiä ilma-aluksia (Unmanned Aerial Vehicle, UAV) on ollut operatiivisessa käytössä noin kaksi vuosikymmentä. Tämän ajanjakson kuluessa niiden tekniset ominaisuudet ja käyttöperiaatteet ovat kehittyneet merkittävästi. UAV:n alkuperäinen käyttöajatus ja sen tarjoamat hyödyt ovat säilyneet kuitenkin pääpiirteittäin samoina tähän päivään saakka. Aikaisemmin miehitetyin eli konventionaalisin ilma-aluksin toteutettuja tehtäviä on miehittämättömien ilma-alusten kehittymisen myötä kyetty suorittamaan UAV:ita käyttäen. Tämä on mahdollistanut lentäjien sijoittamisen maan pinnalle, kevyemmät ilma-alusrakenteet, pidemmän toiminta-ajan ja pienemmät käyttökustannukset. Näiden etujen myötä miehittämättömistä ilma-aluksista on tullut tärkeä osa Yhdysvaltain ilmavoimien käyttämää kalustoa. Käyttökokemuksia nykyaikaisen UAV:n käytöstä on kertynyt muun muassa Irakin ja Afganistanin sodissa.

Keväällä 2011 uutislehdissä kerrottiin Puolustusvoimien olevan hankkimassa uusia miehittämättömiä ilma-aluksia paremman tilannetietoisuuden luomiseksi¹. Tätä tietoa vahvistaa lokakuussa 2011 julkaistu uutinen, jossa kerrotaan Suomen puolustusvoimien vertailevan tällä hetkellä kahta israelilaisvalmisteista UAV:ta². Lisäksi marraskuussa 2011 Turun Sanomat uutisoi Rajavartiolaitoksen ja Puolustusvoimien suunnittelevan kymmenien miehittämättömien ilma-alusten hankkimista. Rajavartiolaitos harkitsee useiden erityyppisten koneiden hankintaa, koska valvottavat raja-alueet ovat erilaisia. Puolustusvoimat puolestaan hankkii UAV:t maavoimien pataljoonien käyttöön korvatakseen jalkaväkimiinojen

¹ Huhtanen, Jarmo: Suomi testaa salaa uusia tiedustelulennokkeja, *Helsingin Sanomat*, 8.4.2011

² Egozi, Arie: Finland extends unmanned systems evaluation, *Flight Global*, 26.10.2011

poistumisesta aiheutuvan suorituskyvyn heikkenemisen.³ Miehittämättömien ilma-alusten hankkiminen kuuluu Puolustusvoimien integroidun tiedustelun, valvonnan ja johtamisjärjestelmän kehittämisohjelmaan⁴. Täten tutkimus on aihepiiriltään mielenkiintoinen myös Puolustusvoimien näkökulmasta.

Tässä tutkielmassa perehdytään miehittämättömien ilma-alusten alkuperäiseen tehtävään, joka on ilmasta tapahtuva tiedustelu. Tutkielmassa käsitellään miehittämättömän ilma-aluksen hyötyjä ja haittoja ilmatiedustelussa vuonna 2001 alkaneessa operaatio Enduring Freedomissa. Tutkielmassa käsitellään vain Yhdysvaltain ilmavoimien käyttämiä miehittämättömiä ilma-aluksia.

³ *Turun Sanomat*: Suomi hankkimassa kymmeniä valvontalennokkeja viranomaisille, 1.11.2011

⁴ Marjamaa, Pekka: Ilmavoimien johtamisjärjestelmäalan muutoksesta, *Viestimies*, 4/2007, s. 8–11

2 TUTKIMUSASETELMA

2.1 Tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset

Tässä tutkielmassa selvitetään, millaisia hyötyjä ja haittoja miehittämättömän ilma-aluksen käytöllä on havaittu ilmatiedustelussa operaatio Enduring Freedomissa. Lisäksi pohditaan miehittämättömän ilma-aluksen tulevaisuutta ja kehityssuuntia ilmatiedustelun näkökulmasta. Hyötyjen ja haittojen arvioinnissa käytetään vertailupohjana kiinteäsiipisiä, miehitettyjä ilma-aluksia.

Tutkielman päätutkimuskysymys, johon tutkielman pääluvussa vastataan, on:

- Mitä hyötyjä ja haittoja UAV:n käytöllä on ilmatiedustelussa verrattuna miehitettyihin ilma-aluksiin?

Tutkielman alakysymykset ovat:

- Millaiset tulevaisuuden näkymät UAV-teknologialla on ilmatiedustelun näkökulmasta?
- Millaisia haasteita UAV:n ilmatiedustelukäyttö luo epäsymmetrisessä toimintaympäristössä?

2.2 Tutkimusmenetelmä ja tutkimusaineisto

Tämä tutkielma sisältää teoreettisen ja laadullisen eli kvalitatiivisen tutkimuksen piirteitä. Kvalitatiivisella lähestymistavalla pyritään kuvaamaan ja ymmärtämään tutkittavaa toimintaa tai ilmiötä. Laadulliset tutkimukset ovat tyypillisesti hypoteesittomia: tutkimuksen kohde valitaan tarkoituksenmukaisesti ja tutkimus toteutetaan joustavasti. Laadullisen tutkimuksen tulokset perustuvat tyypillisesti tutkijan omaan päättelyyn, joka pohjautuu aineiston perusteella tehtyihin johtopäätöksiin.⁵

Tämän tutkimuksen tutkimusmenetelmänä eli metodina käytetään kuvailevaa, narratiivista kirjallisuuskatsausta. Kirjallisuuskatsaus tutkimusmenetelmänä on aikaisemman olemassa

⁵ Eskola, Suoranta: *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*, Osuuskunta Vastapaino, Tampere, 2000, s. 13–24

olevan tiedon yhdistämistä yhtenäiseksi katsaukseksi. Narratiivinen kirjallisuuskatsaus on kuvaileva tiivistelmä jostakin tutkimuksen kannalta kiinnostavasta aiheesta.⁶

Tutkimuksessa analyysi- ja tulkintamenetelmänä on aineistolähtöinen analyysi. Aineistolähtöisessä analyysissä tutkimusaineistosta pyritään luomaan teoreettinen kokonaisuus. Aineistolähtöisessä analyysissä on tärkeää, että analysointi tapahtuu lähteiden ehdoilla eikä tutkijan omien hypoteesien mukaisesti.⁷ Tässä tutkielmassa on pyritty tutustumaan aihealueeseen kokonaisvaltaisesti ja sen pohjalta luomaan teoreettinen kokonaisuus tutkimuskysymyksiin vastaten.

Ennen tutkimusaineiston keräämistä on pohdittava, millä menetelmällä hankittua aineistoa analysoidaan. Tutkimusongelma ja valittu tutkimusote määrittävät, millaista aineistoa tutkimuksen tekemiseen tarvitaan. Yleisiä aineistonkeruumenetelmiä laadullisessa tutkimuksessa ovat haastattelu, kysely, havainnointi sekä erilaisiin dokumentteihin pohjautuva tietous.⁸ Lähtökohtaisesti narratiivisen kirjallisuuskatsauksen kautta hankittu tutkimusaineisto ei ole käynyt läpi erityisen systemaattista seula⁹.

Lähdeaineistona tutkielmassa käytetään aihepiiriin liittyviä ja julkisessa levityksessä olevia teoksia, artikkeleita sekä aiheeseen liittyviä aiempia tutkimuksia. Lähdeaineiston hankkimiseksi on käytetty erilaisia tietokantahakuja tutkimuksista ja artikkeleista sekä Internetistä löytyviä uutisia, artikkeleita ja sivustoja tutkielman aiheeseen liittyen.

Operaatio Enduring Freedomiin ja miehittämättömiin ilma-aluksiin liittyvät aiemmin tehdyt tutkimukset otetaan tutkielmassa huomioon tulosten, johtopäätöksien ja käytettyjen lähteiden osalta. Tutkimusten tuloksia tai johtopäätöksiä on käytetty tukena luodessa kokonaiskuvaa UAV:iden hyödyistä ja haitoista ilmatiedustelun näkökulmasta.

Suurin osa lähdeaineistosta on liittouman jäsenmaista peräisin, joka on otettava huomioon johtopäätöksiä tehtäessä. Lähteet korostavat usein UAV:iden hyötyjä mutta sivuuttavat havaitut haitat. Lähdeaineisto on pääosin englanninkielistä. Haasteena aineiston keräämisessä on tarpeeksi luotettavan ja toisistaan riippumattoman informaation löytäminen.

⁶ Salminen, Ari: *Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin*, Vaasan yliopiston julkaisuja, 2011, s. 3–8

⁷ Huttunen, Metteri: *Ajatuksia operaatiotaidon ja taktiikan laadullisesta tutkimuksesta*, Julkaisusarja 2, Taktiikan asiatietoa, 1/2008, s. 47

⁸ Sama, s. 51

⁹ Salminen (2011), s. 3–8

2.3 Aiemmat tutkimukset

Tähän aihepiiriin liittyen on tehty useita eri tutkimuksia niin Suomessa kuin ulkomaillakin. Tutkimukset eivät kuitenkaan ole tarkastelleet UAV:n käytön hyötyjä ja haittoja juuri ilmatiedustelun näkökulmasta. Lisäksi valtaosa suomenkielisistä tutkimuksista on tehty vähintään viisi vuotta sitten, minkä jälkeen julkisen tiedon määrä miehittämättömiin ilma-aluksiin liittyen on kasvanut.

Maanpuolustuskorkeakoulussa kirjoitetuista opinnäytteistä on huomioitu tässä tutkielmassa Jari Kanasen pro gradu -tutkielma *Miehittämättömät ilma-alukset, niiden kehitys sekä käyttö viimeaikaisissa sodissa*, Jani Viitalan EUK:n tutkielma *Miehittämättömien ilma-alusten käyttömahdollisuudet ilmasta maahan -aseiden tarvitseman maalitiedon hankinnassa ilmatorjunnan suojaamassa ympäristössä* ja Sami Puuperän EUK:n tutkielma *Miehittämätön taisteluilma-alus UCAV, teknologiakatsaus*.

Kanasen työ käsittelee Yhdysvaltain käyttämiä UAV:ita otsikonmukaisessa konseptissa. Tutkielmassa pohdittiin miehittämättömän ilma-aluksen merkitystä nykyaikaisessa ilmaoperaatiossa. Tutkielma on aiheeltaan tähän tutkielmaan verraten laajempi, mutta se sisältää argumentoitua ja johdannonomaista informaatiota myös tämän tutkielman aihepiiriin liittyen. Viitala puolestaan tutkii työssään mahdollisuuksia hankkia miehittämättömällä ilma-aluksella ilmasta maahan -aseiden tarvitsemaa maalitietoa niiden laukaisemiseksi miehitetystä ilma-aluksesta. Tutkimus käsittelee siis lähinnä maalitiedon hankkimista, joka ei varsinaisesti ole tiedustelua. Puuperän tutkielmassa perehdytään miehittämättömiin taisteluilma-aluksiin sotatekniikan näkökulmasta. Kaikissa edellä mainituissa tutkielmissa käsitellään tämän tutkielman aihepiiriä, mutta mikään ei vastaa suoraan tämän tutkielman tutkimuskysymyksiin.

3 UAV – MIEHITTÄMÄTÖN ILMA-ALUS

3.1 Miehitettömän ilma-aluksen käsite ja historia

UAV (engl. Unmanned Aerial Vehicle) eli miehitettömän ilma-alus tarkoittaa ilma-alusta, joka pystyy lentämään ilman, että se kuljettaa mukanaan ihmistä eli tässä kontekstissa ohjaajaa.¹⁰ UAV määritellään usein myös moottoroiduksi lentolaitteeksi, jonka nostovoima tuotetaan aerodynaamisilla keinoin. UAV on myös suunniteltu palaamaan tehtävänsä suorittuaan takaisin tukikohtaan, joten esimerkiksi risteilyohjuksia ei voida pitää UAV:ina.¹¹ UAV:t ovat kauko-ohjattavia tai autopilotin avulla toimivia ilma-aluksia. UAV:ita kontrolloidaan maasta käsin useimmiten datalinkin avulla. UAV:ita on käytetty ilmasta tapahtuvaan tiedusteluun 1950-luvulta saakka. Teknologian kehityksen myötä miehitettömiä ilma-aluksia käytetään nykypäivänä myös taistelutehtävissä, joihin lukeutuvat maalinosoitus ja ilmasta maahan -pommitus¹².

Ilmatiedustelulla tarkoitetaan ilmasta käsin tehtävää tiedustelutyötä esimerkiksi kameroiden ja erilaisten sensoreiden avulla¹³. Ilmatiedustelua voi suorittaa esimerkiksi ilma-aluksilla ja satelliiteilla. Muutoin käsite on perinteisen tiedustelun kanssa samanlainen. Tiedustelu on toiminnassa tarvittavien tietojen keräämistä, käsittelyä ja tulkintaa, arviointia ja jakamista.¹⁴ Lentotiedustelu käsitteenä tarkoittaa samaa kuin ilmatiedustelu sillä poikkeuksella, että sitä suoritetaan pelkästään ilma-aluksilla eikä esimerkiksi satelliiteilla.

UAV ei ole täysin itsenäisesti toimiva lentolaite, vaan sen käyttämiseen vaaditaan erilaisia laitteita ja henkilökuntaa. Yhdessä nämä tekijät muodostavat UAS:n eli miehitettömän ilma-alusjärjestelmän. Miehitettömän ilma-alusjärjestelmä (Unmanned aerial vehicle system, UAS) sisältää tavallisesti UAV:n, sen hyötykuorman, maa-aseman (Ground Control Station, GCS), datalinkin sekä käyttöhenkilökunnan, johon kuuluu esimerkiksi lentäjä ja

¹⁰ Euroopan unionin neuvosto: *Asetus (EY) n:o 394/2006*, LIITE 1

¹¹ Saarikoski, *Ilmatorjunta 3/2009*, s. 12

¹² Sullivan, Jeffrey M.: *Evolution or Revolution? Rise of UAVs*, Technology and Society, IEEE, 2006

¹³ Pike, John: *Unmanned Aerial Vehicles*, <http://www.fas.org/irp/program/collect/uav.htm>, Federation of American Scientists, 2011

¹⁴ United States Army, *Field Manual 7-92: The Infantry Reconnaissance Platoon and Squad (Airborne, Air Assault, Light Infantry)*, 2001

sensorioperaattori. Lisäksi UAS:ään katsotaan sisältyvän kaikki UAV:n toimintaan tarvittavat muut tukijärjestelmät, kuten viestiyhteydet sekä tiedonsiirto- ja tallennusjärjestelmät.¹⁵

Yhdysvallat aloittivat UAV:n kehitystyön noin 40 vuotta sitten Vietnamin sodan päätyttyä, jolloin havaittiin miehittämättömille ilma-aluksille olevan tarvetta. 90-luvun alussa Persianlahden sodassa saadut kokemukset RQ-2 Pioneer UAV:n käytöstä laukaisivat nykyaikaisten miehittämättömien ilma-alusten laajemman kehityksen Yhdysvalloissa. Tämän myötä kehitettyjen UAV:iden hyödyt todistettiin Kosovon sodassa ja myöhemmin terrorismin vastaisessa sodassa.¹⁶

Miehittämättömät ilma-alukset mielletään usein pelkästään Yhdysvaltojen tai sen johtaman liittouman käyttämäksi välineeksi. Yhdysvaltalaisen UAV-valmistajien markkinaosuus maailmanlaajuisesti on noin 60 %¹⁷. UAV:n kehitystä ajaa kuitenkin eteenpäin maailmanlaajuisesti tälläkin hetkellä noin 50 valtiota¹⁸. Myös Afganistanissa on ollut käytössä eri maissa valmistettuja ja eri maiden operoimia miehittämättömiä ilma-aluksia. Tässä tutkielmassa pitäydytään Yhdysvaltain ilmavoimien operoimissa UAV:issa, joilla on operaatio Enduring Freedomissa lennetty eniten.¹⁹

Miehittämättömien ilma-alusten rakenne ja ominaisuudet perustuvat aiemmin miehitetyissä ilma-aluksissa käytettyyn aerodynaamiseen rakenteeseen. Uusimpien UAV:iden suunnittelussa on huomioitu myös häiveteknologian tarjoamat hyödyt.²⁰ Ensimmäiset miehittämättömät ilma-alukset oli useimmiten varustettu mäntä- tai suihkumoottoreilla, jotka oli kehitetty risteilyohjuksissa käytettävien moottoreiden pohjalta. Miehittämättömien ilma-alusten yleistymisen myötä moottoreita on kehitetty vastaamaan juuri UAV:iden tarpeita niiden käyttötarkoitusten ja muiden ominaisuuksien perusteella.²¹ UAV:iden ja miehitettyjen ilma-alusten moottorit on suunniteltu vastaamaan kunkin käyttötarpeita, jotka eroavat

¹⁵ Weatherington, Dyke: *Unmanned Aircraft Systems*, UAV Planning Task Force, Office of the Secretary of Defense, 2005, s.4

¹⁶ Hallion, Richard: *U.S. Air Power*, Global Air Power (toim. Olsen, John), 2011, s. 111

¹⁷ Dickerson, L: *UAVs on the rise*, Aviation Week & Space Technology, 15.1.2007

¹⁸ K.L.B. Cook: *The Silent Force Multiplier: The History and Role of UAVs in Warfare*, Aerospace Conference, 2007

¹⁹ U.S. Department of Defense, *Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2011-2036*, <http://www.defenseinnovationmarketplace.mil/resources/UnmannedSystemsIntegratedRoadmapFY2011.pdf>, 2011, s. 22

²⁰ Northrop Grumman: *X-47B UCAS*, <http://www.as.northropgrumman.com/products/nucasx47b/index.html>, 2012

²¹ Kumar, Rajesh: *Tactical Reconnaissance: UAVs versus Manned Aircraft*, Air Command and Staff College Maxwell AFB, 1997, s. 7

toisistaan tapauskohtaisesti. Tästä johtuen niiden vertailu keskenään on haastavaa ja osin tarpeetonta tämän tutkielman näkökulmasta.

Kooltaan UAV:t ovat tavallisesti samoihin tehtäviin suunniteltuja miehitettyjä ilma-aluksia pienempiä. Tämän on mahdollistanut koneessa olevan ohjaajan tarpeen poistuminen, mikä mahdollistaa esimerkiksi panssaroinnin vähentämisen ja perinteisten ohjaamojärjestelmien, kuten mittareiden, käyttölaitteiden ja ohjausjärjestelmien poistamisen. Massan vähentyessä moottorilta vaadittava tehomäärä saavutetaan kevyemmällä moottorilla. Ilma-aluksen massan pienetessä siiveltä vaadittava nostovoima pienenee, joka mahdollistaa kooltaan pienempien rakenteiden käyttämisen siiven valmistuksessa.²² Miehitämättömän ilma-aluksen koko määräytyy kuitenkin sen käyttötarkoituksen perusteella. Jos ilma-aluksessa halutaan kuljettaa suurta hyötykuormaa, on selvää, että ilma-aluksen rakenteellinen koko ja kokonaismassa kasvavat samalla.

UAV:t kykenevät kantamaan lukuisia erilaisia hyötykuormia. ISR-käyttöön tarkoitetut UAV:t on varustettu monipuolisella tiedusteluvarustuksella. Siihen kuuluu useimmiten visuaalinen ja infrapunakuvausjärjestelmä sekä erilaisia sensoreita, joilla voidaan mitata ja havainnoida esimerkiksi radiosignaaleja.²³ Lyhenne ISR (intelligence, surveillance and reconnaissance) tarkoittaa tiedustelua ja valvontaa.

3.2 Tehtävät

Aiemmin miehitetyillä ilma-aluksilla suoritettavat UAV:ille sopivat tehtävät toteutetaan nykyisin mahdollisimman usein miehitämätöntä ilma-alusta käyttäen. Tehtävä pyritään suorittamaan useimmiten UAV:lla, jos tehtävän suorittaminen on miehitetyllä ilma-aluksella jollain tavalla epäedullista. Tällaisia tehtäviä kutsutaan englanninkielisellä termillä *Dull, Dirty or Dangerous*, joka vapaasti suomennettuna tarkoittaa tylsää, likaista tai vaarallista tehtävää.²⁴

Tylsällä tehtävällä tarkoitetaan tehtävää, joka vaatii lentäjältä erityisen pitkää läsnäoloa ilma-aluksessa. Tästä ajasta varsinaisen tehtävän suorittamiseen kuluva aika on suhteellisen lyhyt, joten tehtävän suorittaminen miehitetyllä ilma-aluksella on lentäjälle pitkäväteistä ja

²² Laine, Hoffren, Renko: *Lentokoneen aerodynamiikka ja lentomekaniikka*, Sanoma Pro, 2006

²³ Carruso, Maddox: *Tactical Payloads for UAV*, <http://ftp.rta.nato.int/public//PubFulltext/RTO/EN/RTO-EN-009//EN-009-09.pdf>, 1999

²⁴ U.S. Department of Defense, 2011, s. 17

epäedullista resurssien tehokkaan käytön kannalta. Esimerkiksi operaatio Enduring Freedomin alussa lennetyt B-2 pommituslennot Yhdysvaltain Missouriista Afganistaniin kestivät noin 44 tuntia per lento²⁵. Jos kyseiset lennot olisi kyetty suorittamaan miehittämättömällä ilma-aluksella, olisi lentäjien vireystilaongelma pystytty ratkaisemaan vaihtamalla lentäjää ajoittain. Tällöin lentävän henkilöstön resursseja olisi kyetty käyttämään tehokkaammin. Konventionaalisilla ilma-aluksilla suoritetuilla pitkillä lennoilla joudutaan joskus turvautumaan huumeaineiksi luokiteltuihin piristeisiin²⁶. UAV:n käytön avulla välttyttäisiin näiden niin kutsuttujen ”go-pill”-piristeiden käyttötarpeelta. ”Go-pill”-piristeet sisältävät useimmiten dekstroamfetamiinia tai modafiniilia. Lääkkeillä on pitkäaikainen piristävä vaikutus, mutta ne aiheuttavat myös erilaisia haittavaikutuksia.²⁷ Lisäksi strategisen tason ilmatiedustelutehtävät ovat useimmiten pitkäkestoisia, joiden suorittamiseen UAV on hyvä vaihtoehto.

Likaiseksi tehtäväksi voidaan kuvailla tehtävää, joka tulee suorittaa olosuhteissa, jotka aiheuttavat ilma-aluksen ohjaajalle tarpeetonta vaaraa. Esimerkiksi Japanin Fukushima ydinreaktoritapaturman näytteenkeruulennot radioaktiivisilla alueilla suoritettiin UAV:n avulla.²⁸ Kyseisen tapaturman yhteydessä Yhdysvaltain ilmavoimien RQ-4 Global Hawk suoritti tiedustelulentoja onnettomuusalueelle tarjoten viranomaisille tietoja reaktoreiden tilasta²⁹. Taistelukentällä vastaavanlaisia olosuhteita voisi ilmetä NBC-aseiden käyttöalueilla. NBC-aseilla (nuclear, biological, chemical) tarkoitetaan biologisia, kemiallisia ja ydinaseita.³⁰

Vaaralliset tehtävät ovat tehtäviä, joissa riskit ovat keskimääräisiä lentotehtäviä huomattavasti suuremmat. Jos tehtävä on mahdollista suorittaa käyttäen miehittämätöntä ilma-alusta, miehistö ei joutuisi hengenvaaraan. Vaarallinen tehtävä voi olla esimerkiksi SEAD-tehtävä (Suppression of Enemy Air Defenses). SEAD-tehtävien tarkoitus on lamaannuttaa vihollisen ilmapuolustus väliaikaisesti tai pysyvästi, jotta esimerkiksi pommitustehtävä saadaan suoritettua onnistuneesti pienempien riskien vallitessa.³¹ Myös SEAD-tehtäviä edeltävä kohteen tiedustelu on edullista suorittaa UAV:illa. UAV:illa suoritettava ilmatiedustelu

²⁵ RAND Corporation: *Operation Enduring Freedom*, Research brief, http://www.rand.org/pubs/research_briefs/RB9148/index1.html, 2005

²⁶ Iversen, Leslie: *Speed, Ecstasy, Ritalin: The Science of Amphetamines*, Oxford University Press, 2008, s. 73

²⁷ Woodring, J.C.: *Air Force scientists battle aviator fatigue*, <http://www.af.mil/news/story.asp?id=123007615>, 30.3.2004

²⁸ Sutton, Oliver: *Mission dull, dirty or dangerous? Call up a UAV*, Interavia Business & Technology, 2003

²⁹ U.S. Air Force, PACAF: *Air Force utilizes Global Hawk to support Japan relief efforts*, <http://www.pacaf.af.mil/news/story.asp?id=123247021>, 16.3.2011

³⁰ Kerr, Paul K.: *Nuclear, Biological and Chemical Weapons and Missiles: Status and Trends*, Congressional Research Service, 20.2.2008, s. 5

³¹ Bolkom, Christopher: *Military Suppression of Enemy Air Defenses (SEAD): Assessing Future Needs*, CRS Report for Congress, 24.1.2005

kohdistuu useimmiten alueille, joilla riski vihollisen vastatoimille on suuri. Tällöin UAV:n käyttö kyseisissä tehtävissä on hyvin perusteltua. Lisäksi UAV voi tarvittaessa jatkaa tehtävän suorittamista miehitettyä ilma-alusta kauemmin, koska se on uhrattavissa. Tällöin tulee kuitenkin arvioida UAV:n tappiosta aiheutuva haitta ja tehtävän jatkamisesta saatava hyöty. Arvion perusteella tulee päättää onko tehtävän jatkaminen järkevää.³²

3.3 UAV-luokat

Yhdysvaltain puolustusministeriö ryhmittelee Yhdysvaltain käytössä olevat UAV:t viiteen eri luokkaan. Ryhmittely perustuu ilma-aluksen kokoon ja suorituskykyyn (ks. liite 1).

Ensimmäiseen ryhmään (Group 1) kuuluvat UAV:t ovat niin sanottuja mikro-UAV:ita. Niiden massa on 0-20 paunaa (lbs) ja suurin toimintakorkeus on alle 1200 jalkaa maan pinnasta. Ne ovat useimmiten käsin laukaistavia tiedustelu-UAV:ita, jotka ovat taistelevan yksikön johtamia ja ohjaamia.

Toisen ryhmän (Group 2), niin kutsuttujen mini-UAV:iden massa on 21-55 paunaa ja suurin toimintakorkeus 3500 jalkaa maan pinnasta. Ainoa yhdysvaltalainen toisen ryhmän UAV on RQ-21A ScanEagle, joka on Yhdysvaltain merivoimien ja merijalkaväen käyttämä tiedustelu-UAV³³.

Kolmannen ryhmän (Group 3) UAV:t ovat pieniä taktisen tason UAV:ita. Niiden massa on alle 1320 paunaa, toimintakorkeus on korkeintaan 18 000 jalkaa ja suurin toimintanopeus on 250 solmua. Ne ovat siis jo huomattavasti suurempia kuin 1. tai 2. ryhmän UAV:t. Esimerkiksi RQ-7 Shadow on 3. ryhmän UAV³⁴. RQ-7 UAV:ita on käytössä yli 300 kappaletta ja niiden tarkoitus on tuottaa taktista tiedustelutietoa taisteleville maajoukoille. RQ-7 UAV:ita on käytössä myös Afganistanissa, mutta ne ovat Yhdysvaltain maavoimien ja merijalkaväen prikaatien operoimia, joten niitä ei käsitellä tässä tutkielmassa.³⁵

³² Kananen, Jari: *Miehittämättömät ilma-alukset, niiden kehitys sekä käyttö viimeaikaisissa sodissa*, Taktiikan laitos, MPKK, 2007, s.59

³³ Boeing: *ScanEagle: Overview*, www.boeing.com/defense-space/military/scaneagle, 2012

³⁴ Kananen (2007), s. 23

³⁵ Army-Technology.com: *Shadow 200 RQ-7*, Net Resources International, www.army-technology.com/projects/shadow200uav/, 2012

Neljännän ryhmän (Group 4) UAV:t ovat taktisen/operatiivisen tason UAV:ita ja ne eroavat 3. ryhmän UAV:ista kooltaan ja suorituskyvyltään. Neljännän ryhmän UAV:ita kutsutaan myös keskikorkeuden ja pitkän toiminta-ajan (Medium Altitude and Long Endurance, MALE) UAV:iksi. UAV:iden massa on yli 1320 paunaa ja toimintakorkeus on korkeintaan 18 000 jalkaa. MQ-1B Predator on 4. ryhmän UAV ja sen ominaisuuksia käsitellään luvussa 4.2. Neljännän ryhmän UAV:ita johdetaan useimmiten JFACC:n tai AOC:n toimesta. JFACC eli Joint Force Air Component Commander vastaa lentotoiminnan suunnittelusta, koordinoinnista hänelle annetun vastualueen piirissä. Useimmiten JFACC:n alaisuudessa on koko operaation ilmakomponentin osat mukaan lukien ilmavoimien, merivoimien ja merijalkaväen sekä maavoimien lentotoiminta. JFACC:lla on oikeus käyttää resursseja harkintakykynsä mukaan, jotta hänelle määrätyt tehtävät saadaan suoritettua.³⁶ AOC eli Air Operations Center on komentokeskus, joka hoitaa samoja tehtäviä kuin JFACC. AOC toimii tavallisesti JFACC:n alaisuudessa³⁷. UAV:ilta saatu tiedustelutieto kerätään yhteen AOC:ssä, josta se jaetaan edelleen sitä tarvitseville joukoille.

Viidennen ryhmään (Group 5) kuuluvat UAV:t ovat operatiivisen tai strategisen tason UAV:ita mallista riippuen. Niitä kutsutaan myös suuren korkeuden ja pitkän toiminta-ajan (High Altitude and Long Endurance, HALE) UAV:iksi. Niiden massa on yli 1320 paunaa ja suurin toimintakorkeus on yli 18 000 jalkaa. RQ-4 Global Hawk ja MQ-9 Reaper ovat ainoat viidennen ryhmään kuuluvat UAV:t. Molempia käsitellään tarkemmin luvussa 4.2. Myös viidennen ryhmän UAV:t toimivat JFACC:n ja/tai AOC:n alaisuudessa.

³⁶ Department of Defense: *Dictionary of Military and Associated Terms*, JP 1-02, http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp1_02.pdf, 15.3.2012, s. 175

³⁷ U.S Air Force: *Air Force Glossary*, Air Force Doctrine Document 1-2, <http://www.e-publishing.af.mil/shared/media/epubs/AFDD1-2.pdf>, 11.1.2007, s. 56

4 UAV:N HYÖDYT JA HAITAT ILMATIEDUSTELUSSA OPERAATIO ENDURING FREEDOMISSA

4.1 Operaatio Enduring Freedom

*Operaatio Enduring Freedom*lla tarkoitetaan liittouman operaatioita Afganistanissa 7.10.2001 alkaen. Operaatiosta käytetään usein osittain väärää termiä kuten *Terrorismin vastainen sota* (Global war on terror, GWOT) ja *Afganistanin sota*.³⁸ Terrorismin vastainen sota -käsitteellä (Global war on terror, GWOT) tarkoitetaan tässä tutkielmassa Yhdysvaltain johtamia terrorismin vastaisia operaatioita ympäri maailmaa. Yksi näistä operaatioista on Yhdysvaltain johtama liittouman operaatio Enduring Freedom (OEF-A)³⁹. Afganistanissa on käynnissä myös esimerkiksi NATO:n johtama ISAF-kriisinhallintaoperaatio, jossa on mukana suomalaisia rauhanturvajoukkoja. Operaatio Enduring Freedom on täysin oma operaationsa ja erillään muista Afganistanissa käynnissä olevista operaatioista.⁴⁰

Liittouman joukoilla tarkoitetaan tässä tutkielmassa Yhdysvaltain johtamia liittouman joukkoja operaatio Enduring Freedomissa, joihin kuuluu Yhdysvaltojen, Ison-Britannian, Australian ja Afganistanin Pohjoisen liiton joukkoja. Pohjoinen liitto koostuu islamistisista afgaanijoukoista, jotka taistelivat talebaaneja vastaan jo ennen operaatio Enduring Freedomin alkua.⁴¹

Operaatio Enduring Freedomin suunnittelu aloitettiin lähes välittömästi syyskuun 11. päivän terrori-iskujen jälkeen. Operaation aloittava hyökkäys toimeenpantiin vain alle kuukausi terrori-iskujen jälkeen. Terrori-iskuja pidetäänkin lähtölaukauksena operaatiolle.⁴² Al-Qaida -järjestön keulahenkilönä toiminut Osama bin Laden otti vastuun syyskuun terrori-iskuista, minkä seurauksena George W. Bush vaati Afganistanin Taleban-hallintoa luovuttamaan bin Ladenin ja muut al-Qaida -johtajat Yhdysvaltoihin oikeudenkäyntiä varten. Talebanien

³⁸ Benjamin S.Lambeth, *Air power against terror: America's conduct of Operation Enduring Freedom*, RAND Corporation, 2005, s. 74

³⁹ House of Commons Library, International affairs & Defence section: *Operation Enduring Freedom and the Conflict in Afghanistan: An Update*, <http://www.parliament.uk/documents/commons/lib/research/rp2001/rp01-081.pdf>, 31.10.2001

⁴⁰ NATO - ISAF: *About ISAF*, <http://www.isaf.nato.int/mission.html>, 3.2.2012

⁴¹ BBC: *Who are the Northern Alliance?*, http://news.bbc.co.uk/2/hi/south_asia/1652187.stm, 13.11.2001

⁴² Hallion (2011), s. 128

kieltäytyttyä Bushin vaatimukseen Yhdysvallat aloittivat hyökkäyksen Afganistaniin 7.10.2001.⁴³

Operaatio Enduring Freedomin alkuperäisenä tavoitteena oli presidentti George W. Bushin mukaan tuhota terroristien koulutusleirit ja infrastruktuuri Afganistanin alueella, pidättää al-Qaidan johto sekä lopettaa terrorismitoiminta Afganistanissa.⁴⁴ Operaatio aloitettiin lukuisilla ilmaiskuuilla, jotka tehtiin esimerkiksi B-2 pommikoneilla, F-14 ja F-18 hävittäjillä sekä Tomahawk-risteilyohjuksilla, jotka laukaistiin Yhdysvaltalain ja Britannian laivoista ja sukellusveneistä.⁴⁵ Operaation alusta alkaen liittouman ja Taleban hallinnon välillä on vallinnut epäsymmetrisen vastakkainasettelu. Epäsymmetrisellä sodankäynnillä tarkoitetaan epätasapainoista asetelmaa, joka vallitsee taistelevien joukkojen välillä johtuen suuresta voimasuhde-erosta esimerkiksi teknologian ja asevoimien osalta. Epäsymmetrisessä sodankäynnissä osapuolet käyttävät usein toisistaan eroavia strategioita ja varsinkin aseellisesti voimakkaampi osapuoli joutuu mukautumaan tavanomaisesta sodankäynnistä poikkeavaan toimintaympäristöön. Epäsymmetrisen sodankäynnin termiä käytti ensimmäisenä Andrew J.R. Mack vuonna 1975.⁴⁶

Tutkimuksen kannalta operaatio Enduring Freedom on mielenkiintoinen, sillä se on ensimmäinen operaatio, jossa on operatiivisessa käytössä nykyaikaisia RQ-4 Global Hawk ja RQ/MQ-1 Predator UAV:ita, joilla on tehty laajaa ilmatiedustelutyötä koko operaation ajan⁴⁷. Global Hawk UAV:ita oli valmistettu ja toimitettu Yhdysvaltain ilmavoimille operaation alkuun mennessä kolme kappaletta. Global Hawkeja on käytetty erilaisissa tiedustelutehtävissä operaation alusta lähtien⁴⁸. Kyseisiä UAV:ita käsitellään tarkemmin luvussa 4.2.

Tutkimuksen kannalta huomioonotettava tekijä operaatio Enduring Freedomissa on vuosien 2002 ja 2005 välillä tapahtunut liittouman painopisteen muutos Irakin sotaan, jolloin lentosuoritusmäärät miehittämättömillä ilma-aluksilla Afganistanissa laskivat.⁴⁹ Tästä voidaan päätellä, että UAV:t ovat tärkeässä osassa Yhdysvaltain asevoimien toimintaa, koska

⁴³ Ulkoasiainministeriö, Kehitysviestintä: *Taleban pitää otteessaan haurasta Afganistania*, <http://global.finland.fi/public/default.aspx?contentid=70144>, 2012

⁴⁴ Office of International Information Programs, U.S.Department of State: Statement by the President, 7.10.2001

⁴⁵ CNN, "Rumsfeld: Operation aims to clear the skies", 7.10.2001 & GlobalSecurity.org, *Operation Enduring Freedom - Afghanistan*, 7.5.2011

⁴⁶ Mack, Andrew: *Why big nations lose small wars: The politics of asymmetric conflict*, <http://www.jstor.org/pss/2009880>, Cambridge University Press, 1975

⁴⁷ Lambeth (2005), s. xxii

⁴⁸ Goebel, Greg: *Unmanned Aerial Vehicles*, <http://www.vectorsite.net/twuav.html>, 2012, luku 8.2

⁴⁹ Mason, Tony: *British Air Power*, Global Air Power (toim. Olsen, John), 2011, s. 58-60

Yhdysvallat näkivät tarpeelliseksi vetää UAV:t muista operaatioista Irakiin. Irakista saadut käyttökokemukset ovat olleet positiivisia⁵⁰.

Operaatio Enduring Freedom jatkuu edelleen. Yhdysvaltain presidentti Barack Obama ilmoitti kesäkuussa 2011 Yhdysvaltain vetävän 10 000 sotilasta pois Afganistanista vuoden loppuun mennessä. Lisäksi kesään 2012 mennessä joukkoja vedetään pois 23 000 sotilaan verran. Joukkojen vähennysten jälkeen maahan jää vielä ainakin 68 000 yhdysvaltalaista sotilasta.⁵¹ Tästä voidaan päätellä, että Yhdysvallat on mahdollisesti siirtämässä vastuuta alueen turvallisuustilanteesta NATO:n ISAF-joukoille ja Afganistanin omille turvallisuusjoukoille. Vetäytymisen syynä lienee Yhdysvaltain heikentynyt taloustilanne ja yhden operaatiotavoitteen eli Osama bin Ladenin johtaman terrorismitoiminnan alasajon osittainen saavuttaminen. Osama bin Laden sai surmansa Yhdysvaltain SEAL-erikoisjoukkojen tekemässä iskussa Pakistanissa. Myös Lähi-idän turvallisuustilanteen heikentyminen saattaa vaikuttaa vetäytymispäätökseen, jotta resursseja voidaan tarvittaessa siirtää muille alueille.

4.2 Yhdysvaltain ilmavoimien käyttämät UAV-mallit

Yhdysvaltain ilmavoimilla on käytössään operaatio Enduring Freedomissa kaksi erilaista, alun perin ilmatiedustelua varten suunniteltua miehittämätöntä ilma-alusjärjestelmää⁵². Toinen niistä on RQ-1 Predator, joka on alun perin tiedustelukäyttöön tarkoitettu MALE-UAV. RQ-1 päivitettiin kuitenkin myöhemmin MQ-1 -versioksi, jolloin se sai ilmasta maahan-toimintakyvyn. Toinen Yhdysvaltain ilmavoimien operoima UAV on RQ-4 Global Hawk sen eri versioineen. Global Hawk on HALE-UAV, joka on korkealla toimiva ISR-käyttöön tarkoitettu UAV. Operaatio Enduring Freedomissa on käytetty erilaisia UAV:ita myös Yhdysvaltain maa- ja merivoimien sekä merijalkaväen operoimana.

4.2.1 RQ/MQ-1 Predator

Toinen operaatiossa käytössä olleista UAV:ista on General Atomics Aeronautical Systemsin valmistama *RQ-1 Predator*. Predator on potkurikäyttöinen ja Rotaxin valmistamalla

⁵⁰ Krane, Jim: *Iraqi Successes Have Air Force's Pilotless Planes Stealing Pilots' Jobs*, The Associated Press, 24.4.2003

⁵¹ Landler ja Cooper: *Obama will speed pullout from War in Afghanistan*, New York Times, 2011

⁵² Haulman (2003), s. 2

mäntämoottorilla varustettu operatiivisen tason UAV.⁵³ Predatorin suurin toimintakorkeus on 25 000 jalkaa, maksimi toimintaetäisyys 1 250 kilometriä ja suurin toiminta-aika 24 tuntia ilman ulkoista kuormaa. RQ-1:n käyttö vaatii lentäjän ja sensorioperaattorin, jotka ovat sijoitettu maanpinnalle.⁵⁴ Operaatio Enduring Freedomissa käytettyjen UAV:iden ohjaajat ovat sijoitettu useimmiten Yhdysvaltoihin, jolloin heidän ei tarvitse itse oleskella sotatoimialueella. Liitteessä 2 on esitetty RQ-1B Predatorin mittasuhteet. RQ-1B on 8,2 metriä pitkä ja sen siipien kärkiväli on 14,8 metriä. Predator on kutakuinkin Suomen ilmavoimien käyttämän ja BAE Systemsin valmistaman Hawk-suihkuharjoituskoneen kokoinen⁵⁵. RQ-1 Predator A -ilma-aluksen hankintahinta on hieman alle kolme miljoonaa Yhdysvaltain dollaria. Yhdysvaltain ilmavoimilla on käytössään yli 120 kappaletta RQ-1/MQ-1 Predatoria.⁵⁶

Ensilento Predatorilla lennettiin vuonna 1994, ja vuotta myöhemmin se otettiin operatiiviseen käyttöön Bosnian sodassa⁵⁷. Operaatio Enduring Freedomissa RQ-1:t otettiin käyttöön heti sodan alusta alkaen. RQ-1 Predatorin mallimerkintä vaihtui vuonna 2001 MQ-1 Predatoriksi, kun se varustettiin Hellfire-ohjuksilla muuttaen sen monikäyttöiseksi UAV:ksi.⁵⁸ Lokakuussa 2004 Predator-ilma-alusten kokonaislentotuntimäärä ylitti 100 000 lentotuntia⁵⁹. Vuonna 2007 Yhdysvaltain ilmavoimat otti käyttöön Predatorin pohjalta suunnitellun MQ-9 Reaperin. Reaperilla on tarkoitus korvata mahdollisimman suuri osa F-16-hävittäjän ilmasta maahan tehtävistä iskuista.⁶⁰

4.2.2 RQ-4A/B Global Hawk

Toinen operaatio Enduring Freedomissa Yhdysvaltain ilmavoimien käytössä olevista UAV:ista on *RQ-4 Global Hawk*. Se on Yhdysvaltalaisen Northrop Grummanin valmistama. Global Hawkin suunnittelu aloitettiin vuonna 1995, ja se lensi ensilentonsa vuonna 1998.⁶¹ Global Hawk oli vielä kehitysvaiheessa, kun se otettiin käyttöön operaatio Enduring

⁵³ U.S. Department of Defense, *Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005-2030*, http://www.fas.org/irp/program/collect/uav_roadmap2005.pdf, 2005, s. 4

⁵⁴ U.S. Air Force, <http://www.af.mil/information/factsheets/factsheet.asp?id=103>, 2009

⁵⁵ Ilmavoimat: *BAE Hawk Mk 51 ja 51A*,

<http://www.puolustusvoimat.fi/wcm/72502f00402f6b55a494f455b8694afa/Hawk.pdf?MOD=AJPERES>, 17.11.2011

⁵⁶ U.S. Department of Defense (2005), s. 4

⁵⁷ U.S. Department of Defense, *Predators Bound for Bosnia*, 1996

⁵⁸ U.S. Department of Defense (2005), s. 4

⁵⁹ Sama

⁶⁰ Vanden Brook, Tom: *Faster, deadlier pilotless plane bound for Afghanistan*, USA Today, 2007

⁶¹ U.S. Department of Defense (2005), s. 6

Freedomissa marraskuussa 2001. Global Hawk on strategisen tason tiedustelu-UAV. Sen tuottamaa tiedustelutietoa käytetään lähinnä operatiivisen ja strategisen tason suunnittelussa.⁶²

Global Hawk on varustettu Rolls Roycen valmistamalla suihkumootorilla, joka mahdollistaa suurimmillaan 420 solmun toimintanopeuden. Sen suurin lentokorkeus on 65 000 jalkaa, suurin toimintamatka 10 000 kilometriä ja toiminta-aika 28–32 tuntia mallista riippuen.⁶³

Global Hawk on suurin Yhdysvaltain käyttämä UAV. RQ-4A:n siipien kärkiväli on noin 35 metriä ja RQ-4B:n siipien kärkiväli on noin 39 metriä. Kummankin mallin mittasuhteet on esitetty liitteissä 3 ja 4. Esimerkiksi keskikokoisen ja kapearunkoisen Boeing 757-200 -matkustajalentokoneen siipien kärkiväli on 38 metriä. Pituudeltaan Global Hawk on noin 14 metriä, joka on noin kolmasosa Boeing 757:n pituudesta.⁶⁴ F-18 Hornetin kärkiväli on puolestaan 12,3 metriä ja se on 17,1 metriä pitkä⁶⁵. Täten Global Hawk on kooltaan kohtuullisen suuri miehittämättömäksi ilma-alukseksi.

Global Hawkin ominaisuuksista päätellen sen toiminta-alueella tulee vallita käytännössä ilmaherruus, jotta riski ilma-aluksen alasammutuksi tulemisesta pystytään hallitsemaan. Kokonsa myötä Global Hawkin tutkapinta-ala on hyvin suuri eikä se kykene liikehtimään siten, että sillä olisi mahdollista suorittaa ohjusväistöjä. Global Hawkin suurin toimintakorkeus mahdollistanee toiminnan ilmatorjuntatulen kantaman ulkopuolella lähes poikkeuksetta. Hävittäjätorjuntaa voidaan kuitenkin pitää Global Hawkille hyvin merkittävänä uhkana.

Global Hawkin on tarkoitus korvata U-2-tiedustelulentokone⁶⁶. Tämä tavoite näyttää kuitenkin epäonnistuneen, sillä Tammikuussa 2012 Yhdysvaltain ilmavoimat ilmoitti vähentävänsä RQ-4 Global Hawkin Block 30 -version konemäärää. Samalla tehtiin päätös jatkaa toimintaa Lockheed U-2 -tiedustelulentokoneella. Block 30 -version tarjoaman tiedustelutiedon hinta todettiin olevan liian suuri sen hyötyyn nähden.⁶⁷

⁶² GlobalSecurity.org, Intelligence. www.globalsecurity.org/intell/systems/global_hawk.htm, 14.6.2006.

⁶³ U.S. Department of Defense (2005), s. 6 & U.S. Air Force (2009).

⁶⁴ Boeing: *757-200 Technical Characteristics*, http://www.boeing.com/commercial/757family/pf/pf_200tech.html, 2012

⁶⁵ Boeing: *F/A-18 Hornet*, <http://www.boeing.com/defense-space/military/fa18/index.htm>, 2012

⁶⁶ U.S. Air Force, *Factsheets: RQ-4 Global Hawk*, <http://www.af.mil/information/factsheets/factsheet.asp?id=13225>, 2009

⁶⁷ Rosenberg: *DoD cuts Block 30 Global Hawk, but spares other UAVs*, Flight Global, <http://www.flightglobal.com/news/articles/dod-cuts-block-30-global-hawk-but-spare-other-uavs-367461/>, 26.1.2012

Yhdysvaltain ilmavoimien esikunnan mukaan RQ-4A mallin hinta on 37,6 miljoonaa yhdysvaltain dollaria ja RQ-4B:n hinta 55–81 miljoonaa yhdysvaltain dollaria. Global Hawkin hinta on siis yli 10 kertaa suurempi kuin luvussa 4.2.1 esitellyn Predatorin. Tämä lienee yksi syy valmistusmäärän alhaisuudelle, sillä Global Hawk keenee tiedustelemaan suurempaa aluetta kerrallaan kuin Predator, jolloin tarvittava konemäärä tiedusteltavaan alueeseen nähden on pienempi.⁶⁸

4.2.3 RQ-170 Sentinel

RQ-170 Sentinel on Yhdysvaltain ilmavoimien käyttämä ja Lockheed Martinin valmistama häiveominaisuuksilla varustettu ilmatiedusteluun suunniteltu miehittämätön ilma-alus⁶⁹. Global Hawkin tapaan RQ-170 on korkealla toimiva suuren toimintaetäisyyden (HALE) UAV. Sen maksimitoimintakorkeus on 50 000 jalkaa ja se on varustettu General Electricin valmistamalla suihkumoottorilla. RQ-170 lensi ensilentonsa Kandaharin tukikohdasta Afganistanissa vuonna 2007.⁷⁰ Yhdysvaltain ilmavoimat tuli julkisuuteen RQ-170:n olemassaolosta vasta vuonna 2009, jolloin sen kerrottiin olevan kehitysvaiheessa⁷¹.

RQ-170 Sentineliä on epäilty käytettävän operaatio Enduring Freedomissa, vaikka Yhdysvaltain ilmavoimat eivät ole tätä myöntäneet. Tätä väitettä kuitenkin tukee joulukuussa 2011 sattunut selkkaus Yhdysvaltojen ja Iranin välillä. Iran sai tällöin haltuunsa Yhdysvaltain RQ-170:n sen päädyttyä Iranin valtiorajojen sisälle. Iran väittää kaapanneensa Sentinelin elektronisen sodankäynnin keinoin. Yhdysvallat myönsivät menettäneensä kyseisen ilma-aluksen, mutta väittivät sen johtuneen teknisestä viasta, joka aiheutti ilma-aluksen hallitsemattoman putoamisen. Yhdysvallat painotti, että RQ-170:n toiminta liittyi CIA:n toimintaan Pakistanissa, josta se olisi harhautunut Iranin ilmatilaan teknisen vian vuoksi.⁷² Julkisuudessa on kuitenkin epäilty, että RQ-170 olisi ollut suorittamassa tiedustelutehtävää Afganistanissa tai keräämässä tiedustelutietoja Iranin ydinvoimaloista⁷³.

⁶⁸ U.S. Air Force (2009)

⁶⁹ U.S. Air Force: *RQ-170 Sentinel*, <http://www.af.mil/information/factsheets/factsheet.asp?id=16001>, 2010

⁷⁰ Airforce-technology.com, *RQ-170 Sentinel Unmanned Aerial Vehicle*, <http://www.airforce-technology.com/projects/rq-170-sentinel/>, Net Resources International, 2011

⁷¹ Trimble, Stephen: *USAF reveals RQ-170 Sentinel is new stealth UAV*, Flight Global, <http://www.flightglobal.com/news/articles/usaf-reveals-rq-170-sentinel-is-new-stealth-uav-335875/>, 7.12.2009

⁷² Ferran, Lee: *Obama: Hey Iran, Can We Get Our Drone Back?*, <http://abcnews.go.com/Blotter/obama-asks-iran-rq-170-sentinel-drone-back/story?id=15140133#.T0dn0IdUxaQ>, ABC-News, 12.12.2011

⁷³ Tactical Data: *US Military Unmanned Aircraft Systems*, <http://www.tacdata.co/home/2012/2/15/us-military-unmanned-aircraft-systems.html>, 2012

RQ-170 Sentinelistä löytyy hyvin rajallisesti tietoa julkisista lähteistä ja suurin osa siitä on pelkästään spekulatioita. Tästä syystä sitä ei oteta tässä tutkielmassa huomioon, koska sen mahdollisia hyötyjä ja haittoja ilmatiedustelun näkökulmasta on mahdotonta arvioida luotettavasti.

4.3 UAV:n hyödyt ilmatiedustelussa

Operaatio Enduring Freedomissa UAV:t ovat olleet tärkeässä roolissa ja ne ovat korvanneet miehitetyt ilma-alukset tietyissä tehtävissä kokonaan⁷⁴. UAV:n käyttöönotolla on kyetty saavuttamaan erilaisia hyötyjä verraten miehitettyjen ilma-alusten ja satelliittien tarjoamiin tiedustelumahdollisuuksiin. Kuten aiemmin luvussa 3.2 todettiin, UAV:t sopivat hyvin ”Dirty, dull & dangerous” -tehtäviin, koska tällöin kyetään välttämään ilma-aluksen miehistön tarpeeton kuormitus ja vaaraan asettaminen. UAV tarjoaa konseptina myös muita hyötyjä ja etuja, joita käsitellään tässä alaluvussa tarkemmin.

4.3.1 Rakenteelliset hyödyt

Vihollisen tiedusteleminen luokitellaan useimmissa operaatioissa korkean riskin tehtäväksi. Miehitetyllä ilma-aluksella suoritettu tiedustelu ei aseta vaaraan pelkästään ilma-aluksen miehistöä, sillä tiedustelun ilmituleminen voi aiheuttaa kauaskantoisia vaikutuksia. Taktisen tason virheet voivat aiheuttaa strategisen tason tappioita.⁷⁵ Jos vihollinen havaitsee, että jotain aluetta tai kohdetta tiedustellaan, he voivat tehdä johtopäätöksiä esimerkiksi tulevasta ilmaiskusta, jolloin iskun ja operaation todennäköisyys onnistua pienenee⁷⁶. Tällöin seuraukset voivat olla hyvin haitalliset, jos vihollinen kykenee esimerkiksi yllättämään hyökkäävän osaston. UAV:iden pienemmästä koosta ja niiden aiheuttamasta vähäisestä lentomelusta johtuen tiedustelun ilmitulemisen riski on konventionaaliseen tiedustelulentokoneen käyttöön verrattuna pienempi.⁷⁷ UAV:iden suhteellisen pieni koko mahdollistaa myös tiiviimpien lento-osastojen käytön, joka tekee osastojen käsittelystä,

⁷⁴ Marin ja Spataru: *The role and importance of UAV within the current theatres of operations*, INCAS BULLETIN, Volume 2, Number 2/2010, s.73

⁷⁵ Newport, R.I: *Compressing The Levels of War: Operation Desert Storm and Operation Allied Force Case Study*, Naval War College, <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA393528>, 2001, s. 17

⁷⁶ Sullivan (2006)

⁷⁷ Tice, Thurman: *UAV Limitations*, <http://www.airpower.au.af.mil/airchronicles/apj/apj91/spr91/4spr91.htm>, 4.9.1990

suojaamisesta ja johtamisesta helpompaa⁷⁸. Pienemmän koon myötä UAV:t ovat vaikeampi havaita tutkaa käyttäen.

Miehittämättömien ilma-alusten ollessa valtaosassa tapauksista pienempiä kuin miehitetyt verrokkinsa, on niiden hyötykuorman kantokyky suhteellisesti suurempi. Tämä johtuu muun muassa miehistön kuljetustarpeen puuttumisesta, ja sen myötä raskaan panssaroinnin tarpeettomuudesta. Esimerkiksi MQ-9 Reaperin suurin hyötykuorma on 1 700 kg sen tyhjämassan ollessa 2 200 kg⁷⁹. Miehitettyjen ja miehittämättömien ilma-alusten välistä massaeroa ei voi kuitenkaan suoraan laskea UAV:iden eduksi. Miehistön poissaolo joudutaan korvaamaan erilaisilla sensoreilla ja järjestelmillä lisäten UAV:iden kokonaismassaa. Toisaalta ilmatiedustelun näkökulmasta ajateltuna, ilma-aluksella ei ole tarvetta kantaa mukanaan muuta hyötykuormaa tiedustelusensoreita lukuun ottamatta.⁸⁰

Konventionaalisten ilma-alusten liikehtelyä rajoittaa useimmiten ihmisen fyysisen suorituskyvyn asettamat rajoitukset. Ihmisen kyky sietää pystysuoraa kiihtyvyyttä on suhteellisen heikko verrattuna ilma-alusrakenteiden kestävyYTEEN. Ihminen pystyy säilyttämään toimintakykynsä, jos positiivinen pystysuora kiihtyvyys on korkeintaan 9 g:tä, joka tarkoittaa yhdeksänkertaista putoamiskiihtyvyyttä. Esimerkiksi risteilyohjukset, jotka ovat rakenteeltaan miehittämättömien ilma-alusten kaltaisia, kykenevät jopa 15 g:n kaartoihin. Täten on ainakin teoreettisesti mahdollista, että UAV:iden kyky suorittaa esimerkiksi ohjusväistö on merkittävästi miehitettyjä ilma-aluksia parempi.⁸¹ Miehittämättömiä ilma-aluksia ei tarvitse myöskään paineistaa, joka vähentää ilma-alusrakenteiden rasitusta varsinkin korkealla lennettäessä. Tästä johtuen suurimman toimintakorkeuden rajoittava tekijä on useimmiten moottori.

UAV:iden tukeutumismahdollisuudet ovat suhteellisen laajat verrattuna miehitettyihin kiinteäsiipisiin ilma-aluksiin. Suuri osa UAV:ista on mahdollista laukaista käsin tai pieneltä lavetilta. Varsinkin pienet taktisen tason tiedustelukäyttöön tarkoitetut UAV:t ovat usein helppo laukaista verraten pieneltä alueelta ja ne kykenevät palaamaan lähtötukikohtaansa ongelmitta. Kiitotieltä toimittaessa UAV:t tarvitsevat keskimäärin 200 metriä pitkän kiitotien lukuun ottamatta ryhmien 4 ja 5 UAV:ita. Kiitotie voi olla asfaltilla päällystetty tai raivattu ja

⁷⁸ Horton, James C.: *Unmanned Combat Aerial Vehicles: SEAD and EW for the Future*, Air War College, Maxwell AFB, 2005

⁷⁹ U.S. Air Force: *MQ-9 Reaper*, <http://www.af.mil/information/factsheets/factsheet.asp?id=6405>, 2012

⁸⁰ Child, Jeff: *UAV Payloads Focus on Autonomy, ISR and Comms*, COTS Journal, <http://www.cotsjournalonline.com/articles/view/101221>, Helmikuu 2010

⁸¹ Ortman, Sven: *“UAVs can sustain higher G loads than pilots” Really?*, <http://defense-and-freedom.blogspot.com/2009/03/uavs-can-sustain-higher-g-loads-than.html>, 2009

vahvistettu päällystämätön kiitotie.⁸² UAV:n laukaisualusta- ja kiitotievaatimukset vaihtelevat ilma-aluksen ominaisuuksista riippuen. Lähes kaikki miehitetyt kiinteäsiipiset ilma-alukset vaativat pidemmän ja päällystetyn kiitotien toimintansa mahdollistamiseksi. Poikkeuksina ovat VTOL-ilma-alukset (esim. F-35B)⁸³. VTOL-ilma-alukset (Vertical Take-off and Landing, VTOL) kykenevät pystysuoraan lento-olentoon ja laskeutumiseen. Näiden tekijöiden perusteella voidaan päätellä, että UAV:t kykenevät pääsääntöisesti mukautumaan taistelukentän vaatimuksiin miehitettyjä ilma-aluksia paremmin. Yhdysvaltain ilmavoimien käyttämät RQ-1 Predator⁸⁴ ja RQ-4 Global Hawk⁸⁵ vaativat toimintaansa päällystetyn kiitotien, joten tämän tutkielman viitekehyksessä UAV:iden mukautumisesta ei ole juurikaan hyötyä verrattuna miehitettyihin ilma-aluksiin. Predatorin kiitotien pituusvaatimus lento-olentoonlähdessä on noin 550 metriä ja laskussa noin 350 metriä⁸⁶. Global Hawkin kiitotien pituusvaatimus lento-olentoonlähdessä on noin 1000 metriä ja laskussa noin 2 400 metriä⁸⁷. Lento-olentoonlähde- ja laskeutumiskiidon pituuteen vaikuttaa muun muassa ilma-aluksen massa, tuuliolosuhteet, ilman lämpötila, lentokentän painekorkeus ja kiitotien mahdollinen nousu- tai laskugradientti⁸⁸.

4.3.2 Kustannushyödyt

UAV:iden ja miehitettyjen ilma-alusten kustannusvertailu on haastavaa johtuen niiden kykyjen, tehtävien ja ominaisuuksien eroavaisuuksista. Lisäksi käytössä olevat miehitetyt ilma-alukset ovat suunnittelultaan vanhempia kuin nykyaikaiset UAV:t, jolloin yksi yhteen vertailu on hyvin haastavaa, jollei mahdotonta. Valtaosa asiantuntijoista kuitenkin pitää UAV:ta käyttökustannuksiltaan halvempina miehitettyyn ilma-alukseen nähden.⁸⁹ UAV:iden hillitympi polttoaineenkulutus, joka saavutetaan UAV:iden suhteellisesti pienemmän omamassan myötä, mahdollistaa matalammat käyttökustannukset. Toisaalta UAV:iden suunnittelu- ja kehityskustannukset ovat konventionaalisia ilma-aluksia suuremmat.

⁸² U.S. Army Field Manual: *Unmanned Aerial Vehicles Test Draft, Jun 95*,

<http://www.fas.org/irp/doddir/army/fm34-25-2/25-2ch6.pdf>, s. 6-30

⁸³ Lockheed Martin: *F-35B*, <http://www.lockheedmartin.com/us/products/f35/f-35b-stovl-variant.html>, 2012

⁸⁴ Pike, John: *RQ-1 Predator*, <http://www.fas.org/irp/program/collect/predator.htm>, 2009

⁸⁵ U.S. Air Force: *Technical Manual IQ-4(R)A-2-DB-1*, DSN 785-3473,

http://www.wbdg.org/ccb/AF/AFETL/etl_09_1.pdf, 22.4.2008

⁸⁶ Department of The Air Force, Headquarters Air Force Civil Engineer Support Agency: *Airfield Planning and Design Criteria for Unmanned Aircraft Systems*, www.wbdg.org/ccb/AF/AFETL/etl_09_1.pdf, 28.9.2009, Table 4, s. 6

⁸⁷ Sama, Table 2, s. 4

⁸⁸ Teknillinen Korkeakoulu: *Lentokoneen suoritusarvot*, 2002, s. 24

⁸⁹ Kumar (1997), s. 24

UAV:iden tuotantoprosessissa on jouduttu ratkaisemaan ongelmia, joita ei ole tarvinnut huomioida miehitettyjen ilma-aluksien valmistuksessa.⁹⁰

Yksi suuri menoerä kokonaiskustannuksia arvioitaessa on koulutus. UAV:n tapauksessa suurin osa koulutuksesta on mahdollista toteuttaa simulaattorien avulla, jolloin saavutetaan suuri kustannussäästö miehitettyihin ilma-aluksiin verrattuna.⁹¹ Lisäksi UAV:ta on mahdollista ohjata datalinkin avulla jopa maailman toiselta puolen, jolloin kustannussäästöjä syntyy myös henkilöstö- ja infrastruktuurikuluissa.

Global Hawk Block 30 -version valmistaminen lopetetaan kustannussyihin vedoten, kuten luvussa 4.2.2 mainittiin. Tästä voidaan päätellä, että UAV:iden kehitystä ja käyttöä ei rahoiteta sokeasti, vaan UAV:iden käyttäjien tulee hyötyä niiden käytöstä. Operatiivinen kustannustehokkuus on siis tärkeässä roolissa UAV:iden kehitysprosessissa. Tästä voidaan tehdä johtopäätös, että UAV:n käyttökustannukset eivät aina ole konventionaalista ilma-alusta alhaisemmat, vaan vertailu tulee tehdä aina tapauskohtaisesti.

4.3.3 Tehtäväkohtaiset hyödyt

Luvussa 3.2 mainitut ”Dirty, dull or dangerous”-tehtävät muodostavat pohjan UAV:iden tehtäväkohtaisille hyödyille. Kyseiset tehtävät ovat operatiivisesti tehokkaampaa ja järkevämpää suorittaa miehittämättömiä ilma-aluksia käyttäen. Erityisesti vaarallisissa tehtävissä UAV:t ovat osoittautuneet tehokkaiksi ja hyödyllisiksi. Kuten luvussa 3.2 todettiin, UAV:illa voidaan ottaa suurempia riskejä operaation lopputuloksen kannalta kriittisissä tehtävissä kuin konventionaalisilla ilma-aluksilla, koska ne ovat tarvittaessa uhrattavissa.

Miehittämättömän ilma-aluksen käyttöä tiedustelutiedon saamiseksi operaatio Enduring Freedomissa on ylistetty Yhdysvaltain ilmavoimien johdon toimesta. Yhdysvaltain ilmavoimien esikuntapäällikkö Kenraali John Jumper kommentoi miehittämättömien ilma-alusten käyttöä verrattuna miehitettyihin ilma-aluksiin ja satelliitteihin operaatio Enduring Freedomissa sanoen: ”Antaa numeroiden puhua”.⁹² Jumper viittaa tilastoihin, joita on julkaistu operaatio Enduring Freedomista. Kyseiset luvut osoittavat, että miehittämättömän

⁹⁰ U.S. Government Accountability Office: *Opportunities Exist to Achieve Greater Commonality and Efficiencies among Unmanned Aircraft Systems*, <http://www.gao.gov/assets/300/293221.pdf>, Heinäkuu 2009, s. 2

⁹¹ Hoffman, Michael: *UAV pilot career field could save \$1.5B*, Air Force Times, http://www.airforcetimes.com/news/2009/03/airforce_uav_audit_030109, 1.3.2009

⁹² Lambeth (2005), s. 256

ilma-aluksen käytöllä on selkeästi positiivisia vaikutuksia operaation onnistumiseen ja omien tappioiden pienentämiseen. Yhdysvaltain ilmavoimien valtiosihteeri James Roche puolestaan kuvaili UAV:iden merkitystä sodassa kulttuurilliseksi läpimurrokksi. Hän tarkensi lausumaansa sanoen RQ-1 Predatorien ja AC-130 -lentokoneiden yhteiskäyttöä merkittäväksi ilmasta maahan -asejärjestelmäksi.⁹³ Tällä Roche viittaa ilmeisesti toimintamalliin, jossa RQ-1 lähettää AC-130:n miehistölle taistelualueelta reaaliaikaista videokuvaa, jonka perusteella miehistö tukee omia maassa taistelevia joukkoja.

Voidaan päätellä, että teoriassa UAV:illa voidaan saavuttaa hyötyjä konventionaalisiin ilma-aluksiin nähden myös symmetrisen sodankäynnin toimintaympäristössä. Ilmasta ilmaan -ohjusten ja ilmatorjuntatulen vaikutusalueella toimiminen asettaa UAV:t miehitettyjä ilma-aluksia heikompaan tilanteeseen. Voidaan kuitenkin ajatella, että UAV:iden tarjoamalla tiedustelutiedolla on varmasti kysyntää myös symmetrisissä toimintaympäristöissä. Kuten luvussa 4.3.1 todettiin, UAV-lento-osaston käsittely, suojaaminen ja johtaminen on helpompaa, mikä pätee myös symmetrisessä toimintaympäristössä.

4.4 UAV:n heikkoudet ja haasteet ilmatiedustelussa

Tällä hetkellä miehittämättömien ilma-alusten kyky taistella samanvertaista miehitettyä ilma-alusta vastaan on hyvin heikko. Käytännössä UAV:t tarvitsevatkin toimintaansa varten vähintään ajallisen tai paikallisen toimintavapauden ilmaherruusolosuhteissa. Tämä heikkous on merkittävä varsinkin symmetrisessä toimintaympäristössä. Operaatio Enduring Freedomissa tätä ongelmaa ei ole ollut, sillä Yhdysvaltain ilmavoimat saavutti ilmaherruuden hyvin nopeasti operaation alettua.⁹⁴ UAV-tiedusteluosastoja on toki mahdollista suojata hävittäjillä konventionaalisten lento-osastojen tapaan, mutta tällöin toiminnan ilmituleminen on huomattavasti todennäköisempää.

UAV:iden erityisiksi heikkouksiksi voidaan lukea myös tekniset häiriö- ja vikatilanteet. Operaatio Enduring Freedomin aikana on tähän mennessä menetetty kaksi RQ-4 Global Hawkia, joista ensimmäinen tuhoutui joulukuussa 2001 ja toinen heinäkuussa 2002⁹⁵. Yhdysvaltalaisen onnettomuustutkintaraportin mukaan pääsyy ensimmäiseen onnettomuuteen

⁹³ Sirak, Michael: "Interview: James Roche—Secretary of the U.S. Air Force," *Jane's Defense Weekly*, 9.1.2002

⁹⁴ Puuperä, Sami: *Miehittämätön taisteluilma-alus UCAV, Teknologiakatsaus*, Sotatekniikan laitos, MPKK, 2009, s. 23

⁹⁵ Jane's: *Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Northrop Grumman RQ-4A Global Hawk*, 2004

oli mekaaninen vika, joka johtui asennusvirheestä. Ilma-aluksen tuhoutuminen olisi pystytty mahdollisesti välttämään, jos se olisi ohjattu laskeutumaan lähimmälle sopivalle laskupaikalle laukaisupaikan sijaan. Toisen Global Hawkin tuhoutumiseen johtanut onnettomuus johtui moottoriviasta, joka aiheutui polttoainesuuttimen vikaantumisesta. Ilma-alus tuhoutui yritetyn pakkolaskun yhteydessä.⁹⁶ Vikatilanteessa vian aiheuttajan selvittäminen on UAV:iden tapauksessa vaikeaa. Konventionaalisessa ilma-aluksessa lentäjä voi tehdä havaintoja mahdollisesta vian aiheuttajasta helpommin, ja näin ollen poistaa vian ilma-aluksen ohjaamosta käsin. UAV:n ohjaajan, joka voi sijaita tuhansien kilometrien päästä ilma-aluksesta, on hyvin haastavaa selvittää vian synnyttäjää saati poistaa se, jos vika vaikuttaa ilma-aluksen järjestelmien tai datalinkin toimintaan.

Syksyllä 2011 uutisoitiin Yhdysvaltain ilmavoimien miehittämättömiin ilma-aluksiin iskeneestä tietokoneviruksesta. Yhdysvaltain ilmavoimien mukaan löydetyn viruksen ei kuitenkaan havaittu aiheuttaneen minkäänlaisia haittoja UAV:n käytössä.⁹⁷ Tieto kuitenkin osoittaa, että miehittämättömiin ilma-aluksiin kyetään vaikuttaa informaatioidankäynnin keinoin. Tähän perustuen vaikuttaa siltä, että tulevaisuudessa kauko-ohjattavan UAV:n yhdeksi suurimmista uhista muodostuu informaatioidankäynti, josta esimerkkinä voidaan mainita tietokonejärjestelmien virukset.

Yhdysvaltain puolustusministeriö on listannut UAV:iden tulevaisuutta koskeviksi haasteiksi seitsemän eri tekijää. Näihin haasteisiin vastatakseen Yhdysvallat on budjetoitunut 1-1,5 miljardia yhdysvaltain dollaria käytettäväksi vuosittain UAV:iden kehitystyöhön.⁹⁸ Seuraavassa käsitellään keskeisimmät haasteet aihepiiriin liittyen.

- 1) UAV:n yhteiskäyttö muun kaluston ja puolustushaarojen välillä on yksi haaste. Esimerkiksi ilmavoimilla ja maavoimilla on omat projektinsa, mikä tekee UAV:n kehitystyöstä kalliimpaa.⁹⁹ Lisäksi tiedon jakaminen eri puolustushaarojen välillä on ollut vajavaista. Taktisen tason UAV:iden keräämä tiedustelutieto ei välttämättä tavoita korkeampia johtoportaita, jolloin tietoja ei voida käyttää esimerkiksi strategisessa suunnittelussa. Ongelma on sama myös päinvastaisesti. Operatiivisen ja strategisen tason

⁹⁶ Peck, Michael: Global Hawk Crashes: Who's to Blame?, National Defense Magazine, 5/2003

⁹⁷ Koskinen, Petri: Kauppalehti, 13.10.2011

⁹⁸ U.S. Department of Defense, *Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2011-2036*, <http://www.defenseinnovationmarketplace.mil/resources/UnmannedSystemsIntegratedRoadmapFY2011.pdf>, 2011, s. 13

⁹⁹ Hoffman, Michael: *Army, Air Force answer critics of UAV progress*, Army Times, http://www.armytimes.com/news/2010/06/army_uav_061910w/, 19.6.2010

UAV:iden tekemät havainnot eivät aina välity taisteleville joukoille, jotka niitä eniten tarvitsisivat.

- 2) Toinen haaste on itsenäisen toiminnan kehittäminen. Järjestelmien datayhteyksiä tulee kehittää ja päätöksentekoa nopeuttaa. Yksi haaste, joka pyritään tulevaisuudessa ratkaisemaan, on UAV:n riippuvuus toimivista kommunikaatioyhteyksistä. Datayhteyksien toimivuus, suojaaminen ja tietoverkkojen infrastruktuuri ovat tärkeänä kehityskohteenä UAV:n käytön toimintavarmuuden parantamisessa.
- 3) UAV:n käytön nopea kasvu ja kehitys asettavat kehityspaineita myös voimalaitteiden kehittämiseen. Tehokkaampi ja taloudellisempi voimalaite tehostaisi UAV:n käyttömahdollisuuksia suurempien toimintanopeuksien ja pidempien toiminta-aikojen myötä.
- 4) Yhteiskäyttö miehitettyjen ja miehittämättömien joukkojen välillä (manned-unmanned teaming, MUM) muodostaa yhden haasteen. Jos yhteiskäyttöä saadaan parannettua, joukon suorituskyky vaihtuvassa toimintaympäristössä kasvaisi. Ensimmäisen ja toisen haasteen ratkaiseminen loisi merkittävää edistystä myös tämän haasteen aiheuttamien ongelmien ratkaisemisessa.

Kaikkia näitä tekijöitä yhdistää kustannuksien aiheuttamat haasteet. Jotta UAV:iden käytön yleistymisen tulevaisuudessa saadaan säilytettyä, on tärkeää, että käyttö- ja kehityskustannukset pysyvät kilpailukykyisinä miehitettyihin ilma-aluksiin verrattuna.¹⁰⁰

Näiden Yhdysvaltain puolustusministeriön listaamien haasteiden perusteella voidaan päätellä, että UAV:iden kauko-ohjaamiseen tarvittavan datalinkin toimintavarmuus ja kapasiteetti on merkittävä ongelma. Symmetrisessä toimintaympäristössä vihollinen pystyisi todennäköisesti vaikuttamaan UAV:iden toimintaan elektronisen sodankäynnin keinoin. Nykyisten datalinkkien kapasiteetti siirtää tietoa UAV:sta maa-asetalle on ilmeisesti suhteellisen heikko. Lisäksi datayhteyden tehokas salaaminen lienee myös yksi tulevaisuuden haaste.

¹⁰⁰ U.S. Department of Defense (2011), s. v–vi

Lisäksi UAV:iden ollessa suhteellisen uusi konsepti ilma-aseen kokonaisuudessa aiheuttaa se ongelmia tietojen kasaamisessa ja eteenpäin jakamisessa.

4.5 UAV:n tulevaisuuden näkymät ilmatiedustelussa

Miehittämättömien ilma-alusten tulevaisuutta pohdittaessa voidaan todeta, että UAV:t ovat tulleet jäädäkseen osaksi ilmasodankäyntiä. Tulevaisuudessa niiden osuus ilma-alusten kokonaismäärästä tulee kasvamaan. Tällä hetkellä esimerkiksi Israelissa UAV:iden sotilaskäyttö kasvaa jatkuvasti. Israelin ilmavoimien UAV:iden lentotuntimäärät ovat vuositasolla jo suuremmat kuin konventionaalisten ilma-alusten. Yhdysvaltojen tapaan Israelin ilmavoimien UAV:illa on laaja tehtäväkirjo aina tiedustelusta maajoukkojen lähitulitukeen.¹⁰¹ Myös Yhdysvaltain UAV-lentotuntimäärät ovat kasvaneet huomattavasti viime vuosina (ks. liite 5). Miehittämättömien ilma-alusten merkityksen odotetaan korostuvan ilmaoperaatioissa muun teknologian kehityksen ohella seuraavan 20 vuoden aikana.¹⁰²

Operaatio Enduring Freedomissa ilma-aseen merkitys etenkin operaation alussa oli suuri. Ilmatorjuntajärjestelmien kehittyessä tiedustelutehtävien suorittaminen ilmasta käsin on hyvin vaarallista ja ohjaajan menettämisen riski miehitetyillä ilma-aluksilla kasvaa. Täten miehittämättömien ilma-alusten käyttö yleistyneessä tulevaisuudessa ainakin ilmatiedustelu ja ilmasta maahan -toiminnassa kuten SEAD-tehtävissä.¹⁰³ Kehitys viimeisen vuosikymmenen aikana osoittaa, että monikäyttöisten UAV:iden käyttö ilmaoperaatioissa tulee lisääntymään. Niiden kyky suorittaa tiedustelua ja ilmasta maahan -asevoimaa tekee niistä edullisen ja tärkeän osan Yhdysvaltain ilma-asetta.

¹⁰¹ Rostedt ja Arpalo, *ILMAILU-lehti*, 1/2012, s. 4

¹⁰² Marin ja Spataru (2010), s.73

¹⁰³ Puuperä (2009), s. 23

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 UAV:n hyödyt epäsymmetrisessä toimintaympäristössä

Tämän tutkielman tarkoituksena oli selvittää miehittämättömän ilma-aluksen ilmatiedustelukäytön hyötyjä ja haittoja operaatio Enduring Freedomissa. Tutkielmassa käytettyjen lähteiden perusteella miehittämättömät ilma-alukset sopivat hyvin eritasoiseen ilmatiedusteluun operaatio Enduring Freedomin kaltaisessa epäsymmetrisessä toimintaympäristössä. Yhdysvaltain vahvojen ilmavoimien avulla ilmatorjunnan lamauttaminen ja ilmaherruuden hankkiminen onnistuu Afganistanin kaltaista hallintoa vastaan sodittaessa suhteellisen helposti. Ilmaherruuden hankkimisen myötä toimintavapaus ilmassa antaa UAV:ille optimaaliset toimintaedellytykset varsinkin tiedustelun näkökulmasta. Symmetrisessä toimintaympäristössä toimimisesta UAV:illa ei ole vielä kokemuksia. Tämä muodostaa jatkotutkimustarpeen. Suomen puolustusvoimien tulevaisuuden hankintoja ajatellen olisi järkevää tutkia esimerkiksi monikäyttöisten UAV:iden toimintamahdollisuuksia osana Puolustusvoimien asejärjestelmiä.

Luvussa 3.2 mainittujen ”Dirty, dull and dangerous”-tehtävien suorittaminen on kustannustehokkaampaa miehittämättömiä ilma-aluksia käyttäen. Tämä hyöty on luettu tutkielmassa tehtäväkohtaiseksi hyödyksi. Yhdysvaltain ilmavoimien esikuntapäällikkö Kenraali John Jumper on kommentoinut UAV:n käytön hyötyjä operaatio Enduring Freedomin alaoperaatioissa. Hänen mukaansa miehittämättömän ilma-aluksen käyttö vaikuttaa positiivisesti tehtävän tavoitteen saavuttamiseen. UAV:iden ja miehitettyjen ilma-alusten yhteistyö on osoittautunut tehokkaaksi tavaksi suorittaa erilaisia ilmaoperaatioita. Yhdysvaltain ilmavoimien valtiosihteeri James Roche on kehoittanut kyseistä toimintatapaa ja lisäksi Yhdysvaltain puolustusministeriö on listannut miehittämättömien ja miehitettyjen järjestelmien yhteiskäytön kehittämisen yhdeksi kehityskohteeksi UAV:ihin liittyen. Tästä päätellen Yhdysvallat pyrkivät tulevaisuudessa käyttämään UAV:ita yhdessä miehitettyjen ilma-alusten kanssa yhä enemmän.

Useimmat UAV:t tarjoavat myös rakenteellisia etuja verrattuna ominaisuuksiltaan vastaaviin miehitettyihin ilma-aluksiin. UAV:t ovat useimmiten pienempiä kuin miehitetyt ilma-alukset, jolloin niiden havaitseminen on vihollisen kannalta haastavampaa. Pienemmän koon myötä UAV-lento-osastojen käsittely, suojaaminen ja johtaminen on helpompaa. UAV:iden

tukeutumismahdollisuudet ovat myös konventionaalisia ilma-aluksia laajemmat. Kaikki UAV:t eivät vaadi toimintaansa edes kiitotietä, ja ne jotka tarvitsevat kykenevät useimmiten toimimaan kapeammalta ja lyhyemmältä kiitotieltä kuin vastaavat miehitetyt ilma-alukset.

Miehittämättömien ilma-alusten kustannusvertailu konventionaaliin ilma-aluksiin verrattuna on haastavaa. Useimpien lähteiden ja asiantuntijoiden mukaan UAV:t ovat kuitenkin lähtökohtaisesti käyttökustannuksiltaan edullisempia kuin miehitetyt ilma-alukset.

Suunnittelu- ja kehityskustannuksiltaan UAV:ita pidetään kuitenkin kalliimpina kuin konventionaalisia ilma-aluksia. Yhdysvaltain puolustusministeriö pitää kuitenkin UAV:iden kehitystä selkeästi tärkeänä, sillä se on budjetoitunut vuosittain 1–1,5 miljardia yhdysvaltain dollaria eli noin 0,7–1,0 miljardia euroa UAV:n suunnittelu- ja kehitystyöhön.

5.2 Tiedonsiirto haasteena

Operaatio Enduring Freedomin aikana on tullut esille myös erilaisia heikkouksia ja haittoja UAV:iden käytössä. Heikkoudet ja haitat liittyvät useimmiten ilma-aluksen ja maa-aseman väliseen tietoliikenneyhteyteen. Tietoliikenneyhteyden aiheuttamat haasteet muodostuvat merkittäviksi varsinkin Enduring Freedomin kaltaisessa epäsymmetrisessä toimintaympäristössä. Jos ilma-alus vikaantuu, on sen selvittäminen hankalampaa maasta käsin kuin siten, että ilma-aluksen ohjaamossa olisi koulutettu henkilö käyttämässä järjestelmiä suoraan. Myös tiedonkulku eri puolustushaarojen välillä on ongelma, sillä Yhdysvaltain asevoimien kukin puolustushaara käyttää usein pelkästään omien tiedustelu-UAV:iden avulla saamiaan tiedustelutietoja. Lisäksi saadun tiedustelutiedon välittäminen taisteleville joukoille on ollut ajoittain vajavaista.

Tietojärjestelmien haavoittuvaisuus on myös suuri haaste miehittämättömien ilma-alusten käytössä. Luvussa 4.4 mainittu tapaus tietojärjestelmävirus tartunnasta UAV:ihin tukee johtopäätöstä. Tietoliikenteen riittävän vahva suojaaminen vaatii suuren osan UAV:n ja maa-aseman välisestä tiedonsiirtokapasiteetista. Tästä johtuen suojattuja yhteyksiä käytettäessä ilma-aluksesta maa-asemalle siirrettävän datan määrä rajoittuu, jonka johdosta päätöksentekoprosessi ja tilannetietoisuuden luominen hidastuu.

Haittoja ja haasteita pohdittaessa tulee huomioida, että UAV:t ovat kuitenkin kehityskulkunsa alkupuolella muodostaen suhteellisen uuden asejärjestelmän ilma-aseen konseptissa.

UAV:iden lentotuntimäärien jatkuva kasvu Yhdysvaltain käytössä viittaa UAV:n käytön lisääntymiseen ja kehityksen jatkumiseen myös tulevaisuudessa.

LÄHTEET

Airforce-technology.com, RQ-170 Sentinel Unmanned Aerial Vehicle, <http://www.airforce-technology.com/projects/rq-170-sentinel/>, Net Resources International, 2011

Army-Technology.com: Shadow 200 RQ-7, Net Resources International, www.army-technology.com/projects/shadow200uav/, 2012

BBC: Who are the Northern Alliance?, http://news.bbc.co.uk/2/hi/south_asia/1652187.stm, 13.11.2001

Benjamin S.Lambeth, Air power against terror: America's conduct of Operation Enduring Freedom, RAND Corporation, 2005

Boeing: 757-200 Technical Characteristics, http://www.boeing.com/commercial/757family/pf/pf_200tech.html, 2012

Boeing: F/A-18 Hornet, <http://www.boeing.com/defense-space/military/fa18/index.htm>, 2012

Boeing: ScanEagle: Overview, www.boeing.com/defense-space/military/scaneagle, 2012

Bolkcom, Christopher: Military Suppression of Enemy Air Defenses (SEAD): Assessing Future Needs, CRS Report for Congress, 24.1.2005

Carruso, Maddox: Tactical Payloads for UAV, <http://ftp.rta.nato.int/public//PubFulltext/RTO/EN/RTO-EN-009///EN-009-09.pdf>, 1999

Child, Jeff: UAV Payloads Focus on Autonomy, ISR and Comms, COTS Journal, <http://www.cotsjournalonline.com/articles/view/101221>, Helmikuu 2010

CNN, "Rumsfeld: Operation aims to clear the skies", 7.10.2001 & GlobalSecurity.org, Operation Enduring Freedom - Afghanistan, 7.5.2011

Cook, K.L.B.: The Silent Force Multiplier: The History and Role of UAVs in Warfare, Aerospace Conference, 2007

Department of Defense: Dictionary of Military and Associated Terms, JP 1-02,
http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp1_02.pdf, 15.3.2012

Department of The Air Force, Headquarters Air Force Civil Engineer Support Agency:
Airfield Planning and Design Criteria for Unmanned Aircraft Systems,
www.wbdg.org/ccb/AF/AFETL/etl_09_1.pdf, 28.9.2009

Dickerson, L: UAVs on the rise, Aviation Week & Space Technology, 15.1.2007

Egozi, Arie: Finland extends unmanned systems evaluation, Flight Global, 26.10.2011

Eskola, Suoranta: Johdatus laadulliseen tutkimukseen, Osuuskunta Vastapaino, Tampere,
2000

Euroopan unionin neuvosto: Asetus (EY) n:o 394/2006, LIITE 1

Ferran, Lee: Obama: Hey Iran, Can We Get Our Drone Back?,
<http://abcnews.go.com/Blotter/obama-asks-iran-rq-170-sentinel-drone-back/story?id=15140133#.T0dn0IdUxaQ>, ABC-News, 12.12.2011

GlobalSecurity.org, Intelligence. www.globalsecurity.org/intell/systems/global_hawk.htm,
14.6.2006.

Goebel, Greg: Unmanned Aerial Vehicles, <http://www.vectorsite.net/twuav.html>, 2012

Hallion, Richard: U.S. Air Power, Global Air Power (toim. Olsen, John), 2011

Hoffman, Michael: Army, Air Force answer critics of UAV progress, Army Times,
http://www.armytimes.com/news/2010/06/army_uav_061910w/, 19.6.2010

Hoffman, Michael: UAV pilot career field could save \$1.5B, Air Force Times,
http://www.airforcetimes.com/news/2009/03/airforce_uav_audit_030109, 1.3.2009

Horton, James C.: Unmanned Combat Aerial Vehicles: SEAD and EW for the Future, Air War College, Maxwell AFB, 2005

House of Commons Library, International affairs & Defence section: Operation Enduring Freedom and the Conflict in Afghanistan: An Update,
<http://www.parliament.uk/documents/commons/lib/research/rp2001/rp01-081.pdf>,
31.10.2001

Huhtanen, Jarmo: Suomi testaa salaa uusia tiedustelulennokkeja, Helsingin Sanomat, 8.4.2011

Huttunen, Metteri: Ajatuksia operaatiotaidon ja taktiikan laadullisesta tutkimuksesta, Julkaisusarja 2, Taktiikan asiatietoa, 1/2008

Ilmavoimat: BAE Hawk Mk 51 ja 51A,
<http://www.puolustusvoimat.fi/wcm/72502f00402f6b55a494f455b8694afa/Hawk.pdf?MOD=AJPERES>, 17.11.2011

Iversen, Leslie: Speed, Ecstasy, Ritalin: The Science of Amphetamines, Oxford University Press, 2008

Jane's: Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Northrop Grumman RQ-4A Global Hawk, 2004

Sullivan, Jeffrey M.: Evolution or Revolution? Rise of UAVs, Technology and Society, IEEE, 2006

Kananen, Jari: Miehitämättömät ilma-alukset, niiden kehitys sekä käyttö viimeaikaisissa sodissa, Taktiikan laitos, MPKK, 2007

Kerr, Paul K.: Nuclear, Biological and Chemical Weapons and Missiles: Status and Trends, Congressional Research Service, 20.2.2008

Koskinen, Petri: Kauppalehti, 13.10.2011

- Krane, Jim: Iraqi Successes Have Air Force's Pilotless Planes Stealing Pilots' Jobs, The Associated Press, 24.4.2003
- Kumar, Rajesh: Tactical Reconnaissance: UAVs versus Manned Aircraft, Air Command and Staff College, Maxwell AFB, 1997
- Laine, Hoffren, Renko: Lentokoneen aerodynamiikka ja lentomekaniikka, Sanoma Pro, 2006
- Lockheed Martin: F-35B, <http://www.lockheedmartin.com/us/products/f35/f-35b-stovl-variant.html>, 2012
- Mack, Andrew: Why big nations lose small wars: The politics of asymmetric conflict, <http://www.jstor.org/pss/2009880>, Cambridge University Press, 1975
- Marin, Spataru: The role and importance of UAV within the current theatres of operations, INCAS BULLETIN, Volume 2, Number 2/2010
- Marjamaa, Pekka: Ilmavoimien johtamisjärjestelmälän muutoksesta, Viestimies, 4/2007
- Mark Landler, Helene Cooper: Obama will speed pullout from War in Afghanistan, New York Times, 2011
- Mason, Tony: British Air Power, Global Air Power (toim. Olsen, John), 2011
- NATO - ISAF: About ISAF, <http://www.isaf.nato.int/mission.html>, 3.2.2012
- Newport, R.I: Compressing The Levels of War: Operation Desert Storm and Operation Allied Force Case Study, Naval War College, <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA393528>, 2001
- Northrop Grumman: X-47B UCAS, <http://www.as.northropgrumman.com/products/nucasx47b/index.html>, 2012
- Office of International Information Programs, U.S.Department of State: Statement by the President, 7.10.2001

Ortmann, Sven: "UAVs can sustain higher G loads than pilots" Really?, <http://defense-and-freedom.blogspot.com/2009/03/uavs-can-sustain-higher-g-loads-than.html>, 2009

Peck, Michael: Global Hawk Crashes: Who's to Blame?, National Defense Magazine, 5/2003

Pike, John: RQ-1 Predator, <http://www.fas.org/irp/program/collect/predator.htm>, 2009

Pike, John: Unmanned Aerial Vehicles, <http://www.fas.org/irp/program/collect/uav.htm>, Federation of American Scientists, 2011

Puuperä, Sami: Miehittämätön taisteluilma-alusUCAV, Teknologiakatsaus, Sotatekniikan laitos, MPKK, 2009

RAND Corporation: Operation Enduring Freedom, Research brief, http://www.rand.org/pubs/research_briefs/RB9148/index1.html, 2005

Rosenberg: DoD cuts Block 30 Global Hawk, but spares other UAVs, Flight Global, <http://www.flightglobal.com/news/articles/dod-cuts-block-30-global-hawk-but-s pares-other-uavs-367461/>, 26.1.2012

Rostedt ja Arpalo, ILMAILU-lehti, 1/2012

Saarikoski, Ilmatorjunta 3/2009

Salminen, Ari: Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin, Vaasan yliopiston julkaisu, 2011

Sirak, Michael: "Interview: James Roche—Secretary of the U.S. Air Force," Jane's Defense Weekly, 9.1.2002

Sutton, Oliver: Mission dull, dirty or dangerous? Call up a UAV, Interavia Business & Technology, 2003

Tactical Data: US Military Unmanned Aircraft Systems, <http://www.tacdata.co/home/2012/2/15/us-military-unmanned-aircraft-systems.html>, 2012

Teknillinen Korkeakoulu: Lentokoneen suoritusarvot, 2002

Tice, Thurman: UAV Limitations,

<http://www.airpower.au.af.mil/airchronicles/apj/apj91/spr91/4spr91.htm>, 4.9.1990

Trimble, Stephen: USAF reveals RQ-170 Sentinel is new stealth UAV, Flight Global,

<http://www.flightglobal.com/news/articles/usaf-reveals-rq-170-sentinel-is-new-stealth-uav-335875/>, 7.12.2009

Turun Sanomat: Suomi hankkimassa kymmeniä valvontalennokkeja viranomaisille, 1.11.2011

U.S Air Force: Air Force Glossary, Air Force Doctrine Document 1-2, <http://www.e-publishing.af.mil/shared/media/epubs/AFDD1-2.pdf>, 11.1.2007

U.S Army Field Manual: Unmanned Aerial Vehicles Test Draft, Jun 95,

<http://www.fas.org/irp/doddir/army/fm34-25-2/25-2ch6.pdf>

U.S. Air Force, Factsheets: RQ-4 Global Hawk,

<http://www.af.mil/information/factsheets/factsheet.asp?id=13225>, 2009

U.S. Air Force, <http://www.af.mil/information/factsheets/factsheet.asp?id=103>, 2009

U.S. Air Force, PACAF: Air Force utilizes Global Hawk to support Japan relief efforts,

<http://www.pacaf.af.mil/news/story.asp?id=123247021>, 16.3.2011

U.S. Air Force: MQ-9 Reaper,

<http://www.af.mil/information/factsheets/factsheet.asp?id=6405>, 2012

U.S. Air Force: RQ-170 Sentinel,

<http://www.af.mil/information/factsheets/factsheet.asp?id=16001>, 2010

U.S. Air Force: Technical Manual 1Q-4(R)A-2-DB-1, DSN 785-3473,

http://www.wbdg.org/ccb/AF/AFETL/etl_09_1.pdf, 22.4.2008

U.S. Department of Defense, Predators Bound for Bosnia, 1996

U.S. Department of Defense, Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005-2030,
http://www.fas.org/irp/program/collect/uav_roadmap2005.pdf, 2005

U.S. Department of Defense, Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2011-2036,
<http://www.defenseinnovationmarketplace.mil/resources/UnmannedSystemsIntegratedRoadmapFY2011.pdf>, 2011

U.S. Department of Defense, Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2011-2036,
<http://www.defenseinnovationmarketplace.mil/resources/UnmannedSystemsIntegratedRoadmapFY2011.pdf>, 2011

U.S. Government Accountability Office: Opportunities Exist to Achieve Greater Commonality and Efficiencies among Unmanned Aircraft Systems,
<http://www.gao.gov/assets/300/293221.pdf>, Heinäkuu 2009

Ulkoasiainministeriö, Kehitysviestintä: Taleban pitää otteessaan haurasta Afganistania,
<http://global.finland.fi/public/default.aspx?contentid=70144>, 2012

United States Army, Field Manual 7-92: The Infantry Reconnaissance Platoon and Squad (Airborne, Air Assault, Light Infantry), 2001

Vanden Brook, Tom: Faster, deadlier pilotless plane bound for Afghanistan, USA Today, 2007

Weatherington, Dyke: Unmanned Aircraft Systems, UAV Planning Task Force, Office of the Secretary of Defense, 2005

Woodring, J.C.: Air Force scientists battle aviator fatigue,
<http://www.af.mil/news/story.asp?id=123007615>, 30.3.2004















LIITTEET

Liiteluettelo:

LIITE 1	Yhdysvaltain puolustusministeriön UAV-luokittelu
LIITE 2	RQ-1B Predatorin mittasuhteet
LIITE 3	RQ-4A Global Hawkin mittasuhteet
LIITE 4	RQ-4B Global Hawkin mittasuhteet
LIITE 5	UAV lentotunnit (1996–2011)

LIITE 1

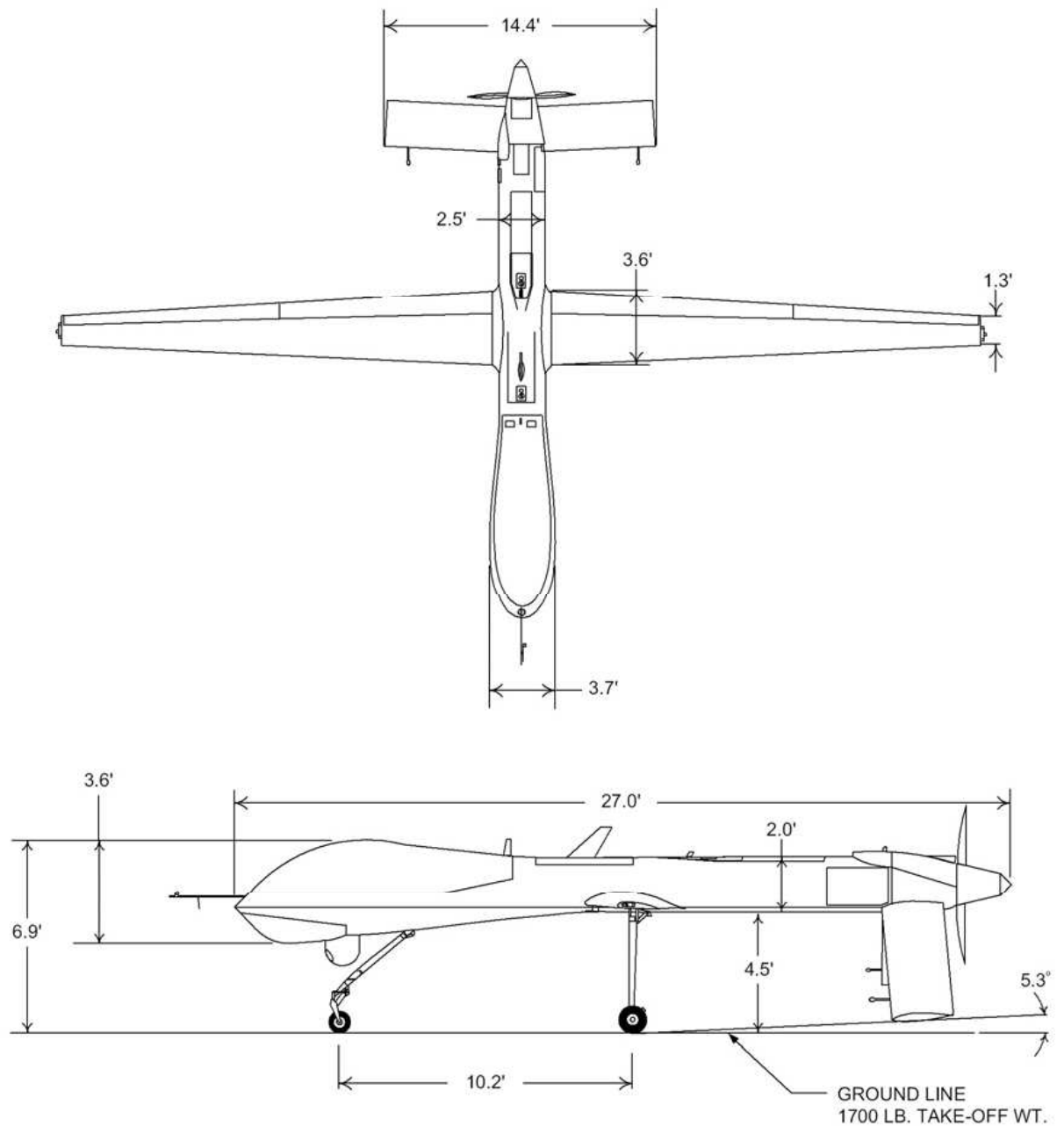
Lähde: Department of Defense, Unmanned systems integrated roadmap FY2011-2036

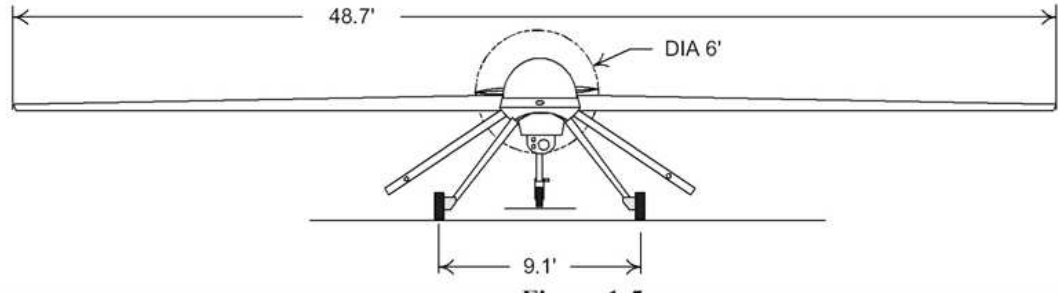
DoD Unmanned Aircraft Systems (As of 1 JULY 2011)					
General Groupings	Depiction	Name	(Vehicles/GCS)	Capability/Mission	Command Level
Group 5 • > 1320 lbs • > FL180		•USAF/USN RQ-4A Global Hawk/BAMS-D Block 10 •USAF RQ-4B Global Hawk Block 20/30 •USAF RQ-4B Global Hawk Block 40	•9/3 •20/6 •5/2	•ISR/MDA (USN) •ISR •ISR/BMC	•JFACC/AOC-Theater •JFACC/AOC-Theater •JFACC/AOC-Theater
		•USAF MQ-9 Reaper	•73/85* <small>*MQ-1/MQ-9 same GCS</small>	•ISR/RSTA/EW/ STRIKE/FP	•JFACC/AOC- Support Corps, Div, Brig, SOF
Group 4 • > 1320 lbs • < FL180		•USAF MQ-1B Predator	•165/85*	•ISR/RSTA/STRIKE/FP	•JFACC/AOC-Support Corps, Div, Brig
		•USA MQ-1C Warrior/MQ-1C Gray Eagle	•31/11	•(MQ-1C Only-C3/LG)	•NA
		•USN UCAS- CVN Demo	•2/0	•Demonstration Only	•NA
		•USN MQ-8B Fire Scout VTUAV	•14/8	•ISR/RSTA/ASW/ ASUW/MIW/OMCM/ EOD/FP	•Fleet/Ship
Group 3 • < 1320 lbs • < FL180 • < 250 knots		•USA MQ-5 Hunter	•45/21	•ISR/RSTA/BDA	•Corps, Div, Brig
		•USA/USMC/SOCOM RQ-7 Shadow	•368/265	•ISR/RSTA/BDA	•Brigade Combat Team
		•USN/USMC STUAS	•0/0	•Demonstration	•Small Unit
Group 2 • 21-55 lbs • < 3500 AGL • < 250 knots		•USN/SOCOM/USMC RQ-21A ScanEagle	•122/13	•ISR/RSTA/FORCE PROT	•Small Unit/Ship
Group 1 • 0-20 lbs • < 1200 AGL • < 100 knots		•USA / USN / USMC / SOCOM RQ-11 Raven	•5628/3752	•ISR/RSTA	•Small Unit
		•USMC / SOCOM Wasp	•540/270	•ISR/RSTA	•Small Unit
		•SOCOM SUAS AECV Puma	•372/124	•ISR/RSTA	•Small Unit
		•USA gMAV / USN T-Hawk	•270/135	•ISR/RSTA/EOD	•Small Unit

Liite 1: Yhdysvaltain puolustusministeriön UAV-luokittelu

LIITE 2

Lähde: Department of The Air Force, Headquarters Air Force Civil Engineer Support Agency: www.wbdg.org/ccb/AF/AFETL/etl_09_1.pdf, 28.9.2009

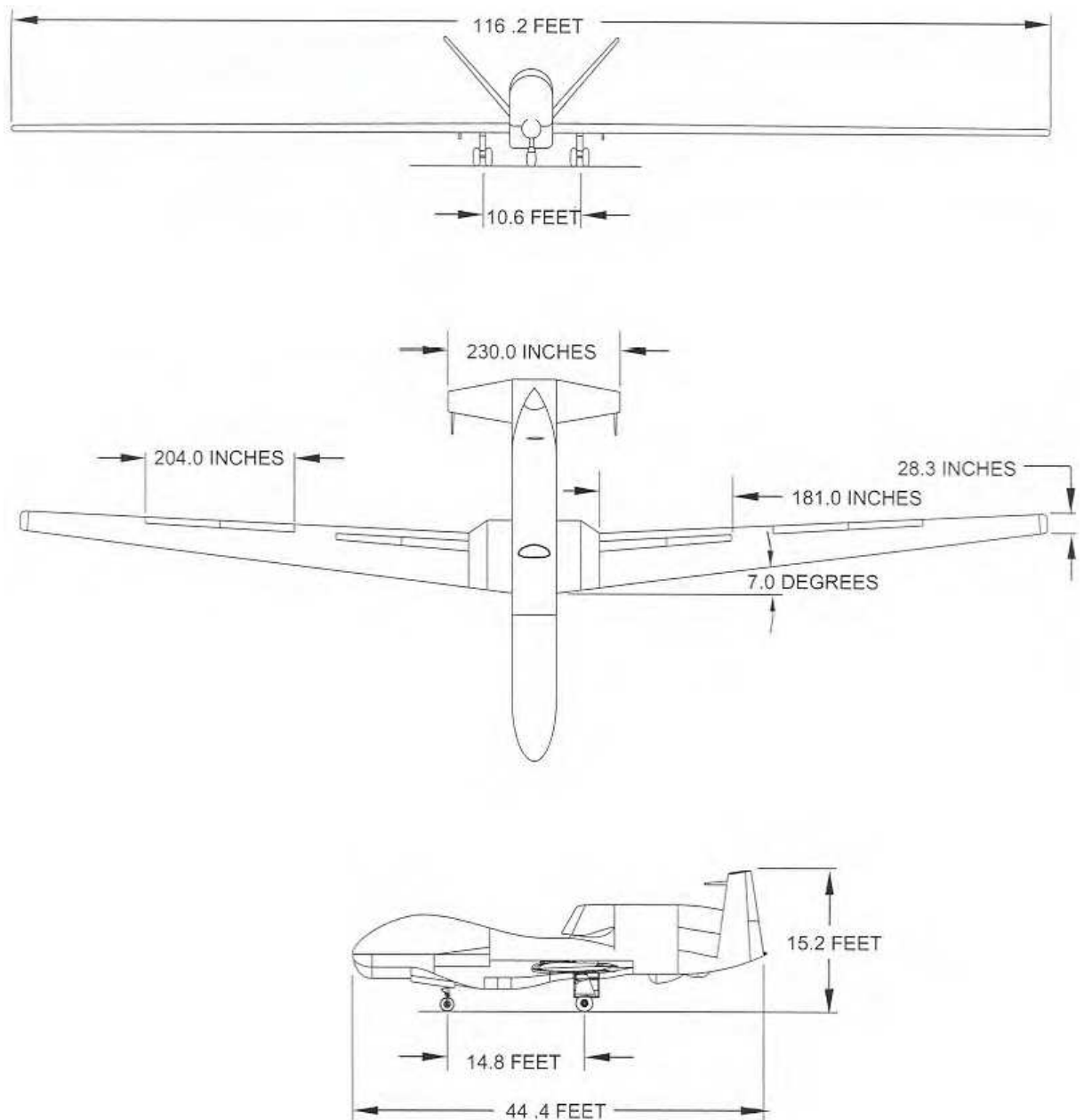




Liite 2: RQ-1B Predatorin mittasuhteet

LIITE 3

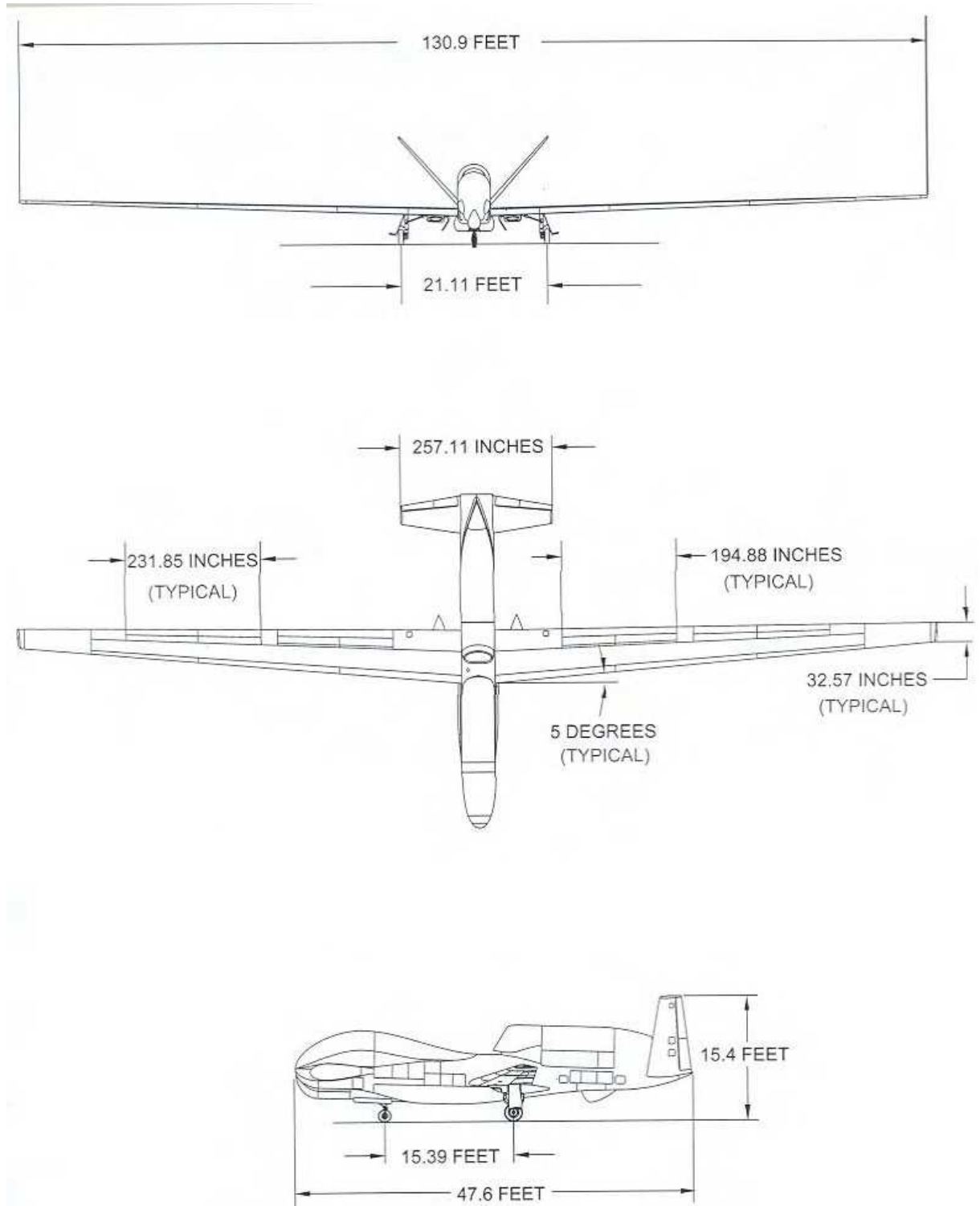
Lähde: Department of The Air Force, Headquarters Air Force Civil Engineer Support Agency: www.wbdg.org/ccb/AF/AFETL/etl_09_1.pdf, 28.9.2009



Liite 3: RQ-4A Global Hawkin mittasuhteet

LIITE 4

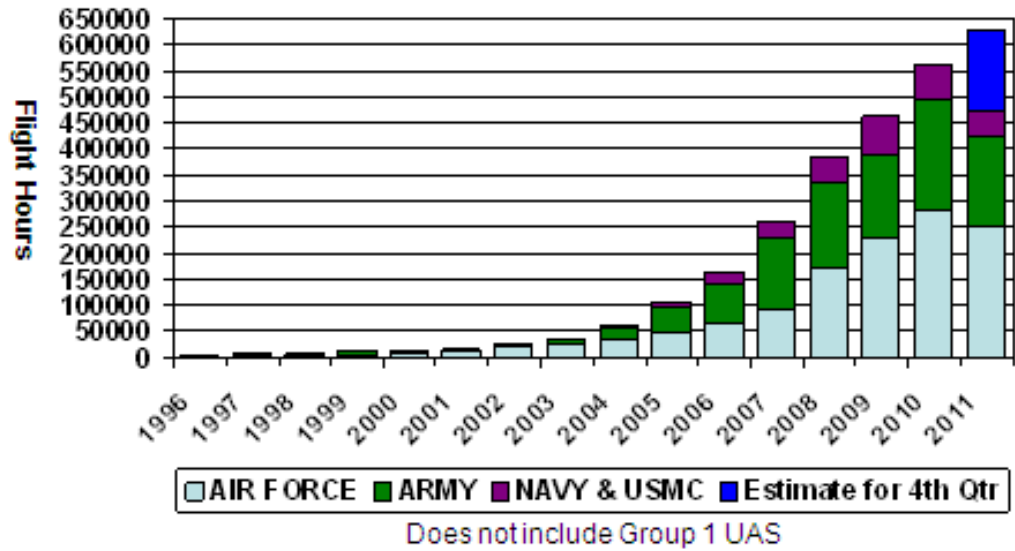
Lähde: Department of The Air Force, Headquarters Air Force Civil Engineer Support
Agency: www.wbdg.org/ccb/AF/AFETL/etl_09_1.pdf, 28.9.2009



Liite 4: RQ-4B Global Hawkin mittasuhteet

LIITE 5

Lähde: Department of Defense, Unmanned systems integrated roadmap FY2011-2036



Liite 5: UAV lentotunnit (1996-2011)