

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

**MIEHITTÄMÄTTÖMÄT ILMA-ALUKSET, NIIDEN KEHITYS SEKÄ KÄYTTÖ
VIIMEAIKAISISSA SODISSA**

Pro Gradu -tutkielma

Kadetti
Jari Kananen

Kadettikurssi 90
Ilmatorjuntalinja

Maaliskuu 2007

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi 90. Kadettikurssi	Linja Ilmatorjunta
Tekijä Kadetti Jari Kananen	
Tutkielman nimi MIEHITTÄMÄTTÖMÄT ILMA-ALUKSET, NIIDEN KEHITYS SEKÄ KÄYTTÖ VIIMEAIKAISISSA SODISSA	
Oppiaine johon työ liittyy Operaatiotaito ja taktiikka	Säilytyspaikka Kurssikirjasto (MpKK:n kirjasto)
Aika Maaliskuu 2007	Tekstisivuja 61 Liitesivuja 18
TIIVISTELMÄ <p>Nykyaikaisten miehittämättömien ilma-alusten kaltaisia lentolaitteita on ollut sotilaallisessa käytössä noin neljän vuosikymmenen ajan. Laajempaan käyttöön ne ovat tulleet kuitenkin vasta 1990-luvulla, varsinkin Yhdysvaltojen johtamissa sotilaallisissa operaatioissa.</p> <p>Tämä työ on laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus, jossa käytetään tiedonkeruumenetelmänä asiakirja- ja tekstianalyysia. Tutkimusongelmana on: mikä merkitys miehittämättömillä ilma-aluksilla on nykyaikaisissa sotatoimissa? Tutkimusongelmaa on lähdetty ratkaisemaan tutkimalla Yhdysvaltojen merkittävimpien miehittämättömien ilma-alus eli UAV (Unmanned Aerial Vehicle) -järjestelmien käyttöä viimeaikaisissa sodissa.</p> <p>Tutkimuksen lähdeaineisto koostuu julkaistuista teoksista, artikkeleista ja oppaista, Yhdysvaltojen puolustusministeriön raporteista, Naton ilmapuolustusseminaarissa ja kadettien opetuksessa luennoilla tehdyistä muistiinpanoista sekä asiantuntijahaastattelusta. Tutkimusta lähestytään taktiikan näkökulmasta.</p> <p>Miehittämättömät ilma-alukset ovat jo nykyään tehokas voimavara huolimatta niiden vähäisestä määrästä. Niiden käyttö on erittäin hyödyllistä ainakin korkean riskin alueiden tiedustelussa. Maalin löytymisen ja tunnistamisen jälkeen kykenee UAV, laser-osoittimella varustettuna, valaisemaan maalin korkealla lentävälle pommikoneelle. Näin valaisija saadaan lähelle kohdetta saattamatta ihmistä vaaraan ja sillä voidaan suorittaa reaaliaikainen tuhotiedustelu sekä välitön jälkitiedustelu.</p> <p>Mikäli UAV on aseistettu, sillä voidaan suorittaa jo kokonaisia tuhoamistehtäviä. Se tiedustelee, paikantaa, valaisee, ampuu, suorittaa tuhotiedustelun sekä jälkitiedustelun. Ohjuksilla</p>	

tai ohjautuvilla ammuksilla aseistettuna UAV kykenee tuhoamaan pistemäisiä maaleja ilman suurta tuhovaikutuksen hajontaa ja sivullisten kohteiden ei toivottua tuhoutumista. Erityisen suuri hyöty aseistetusta miehittämättömästä ilma-aluksesta on yksittäisten liikkuvien maalien tuhoamisessa. UAV'n paikannettua yllättävä ja liikkuva maali se voidaan tuhota heti tunnistuksen jälkeen, eikä se ehdi paeta miehitetyn koneen paikalle saapumisen aikana.

AVAINSANAT

Miehittämätön ilma-alus, UAV, UCAV, UAS, lentotiedustelu

MIEHITTÄMÄTTÖMÄT ILMA-ALUKSET, NIIDEN KEHITYS SEKÄ KÄYTTÖ VIIMEAIKAISISSA SODISSA

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
1.1 Alustus tutkimukseen.....	1
1.2 Tutkimuksen tausta, päämäärä ja rakenne	3
1.3 Tutkimuskysymys ja viitekehys	5
1.4 Tutkimusmenetelmä ja lähdekritiikki	6
1.5 Keskeiset käsitteet	7
1.6 Rajaukset.....	9
2. MIEHITTÄMÄTTÖN ILMA-ALUS	10
2.1 Miehitettävien ilma-alusten historia	10
2.2 Nykyaikainen miehitettävien ilma-alusjärjestelmä	12
2.3 Johtopäätökset.....	14
3. YHDYSVALTOJEN MIEHITTÄMÄTTÖMÄT ILMA-ALUSJÄRJESTELMÄT ...	15
3.1 RQ/MQ-1/9 Predator/Reaper A/B	15
3.2 RQ-2 Pioneer	18
3.3 RQ-4 Global Hawk A/B	20
3.4 RQ/MQ-5 Hunter A/B/C	21
3.5 RQ-7A/B Shadow 200.....	23
3.6 RQ-8 Fire Scout A/B	25
3.7 Johtopäätökset.....	27
4. MIEHITTÄMÄTTÖMIEN ILMA-ALUSTEN KÄYTTÖ VIIMEAIKAISISSA SODISSA	28
4.1 Operaatio Desert Storm	28
4.2 Operaatio Allied Force	30
4.3 Operaatio Enduring “Freedom”	35
4.4 Operaatio Iraqi “Freedom”	38
4.5 Johtopäätökset.....	45
5. MIEHITTÄMÄTTÖMIEN ILMA-ALUSTEN TULEVAISUUS	47
5.1 Nykyiset ja tulevaisuuden UAS -ohjelmat.....	47
5.2 tulevaisuuden UCAV -ohjelmat.....	50
5.3 Mini ja mikro UAV -järjestelmät.....	54
5.5 Johtopäätökset.....	57

6. YHDISTELMÄ	59
6.1 Keskeisimmät johtopäätökset	59
6.2 Jatkotutkimuksen tarve	61
VIITTEET	62
LÄHTEET	74
LIITTEET	78

MIEHITTÄMÄTTÖMÄT ILMA-ALUKSET, NIIDEN KEHITYS SEKÄ KÄYTTÖ VIIMEAIKAISISSA SODISSA

1. JOHDANTO

1.1 Alustus tutkimukseen

Miehittämättömien ilma-alusten (UAV, Unmanned Aerial Vehicle) käyttöperiaatteet ja kehitys ovat tulleet ison askeleen eteenpäin 1990-luvulta tähän päivään. Miehitämättömiä ilma-aluksia käytettiin 1990-luvun alussa tiedusteluun ja maalienpaikannukseen pääsääntöisesti mustavalkoisen TV-kameran avulla, kun taas 2000-luvun operaatioissa yksittäisellä ilma-aluksella kyettiin suorittamaan jo kokonaisvaltaisesti liikkuvien maalien tuhoamistehtäviä. Vaikka järjestelmät ja niiden käyttöperiaatteet ovat muuttuneet, on niiden pohjimmainen ajatus säilynyt kehittämisen alkuvaiheista lähtien samana. Aikaisemmin miehitetyille koneille kuuluneita tehtäviä on pyritty suorittamaan miehittämättömillä ilma-aluksilla saattamatta lentäjää hengenvaraan.

Ilma-alukset kykenevät teknisten ominaisuuksiensa puolesta toimimaan vielä senkin jälkeen, kun lentäjän fysiologiset rajat tulevat vastaan. Mikäli lentäjän ei tarvitse olla osana ilma-alusta, hän ei joudu esimerkiksi G-voimille alttiiksi ja hänet voidaan vaihtaa jopa kesken lentotehtävän. Lentäjien koulutus ja määrä huomioiden, lentäjä ei ole ainoastaan vain heikoin, mutta myös arvokkain osa miehitettyä ilma-alusta. Niinpä miehittämättömät ilma-alukset sopivat Yhdysvaltojen puolustusministeriön mukaan miehitettyjä koneita paremmin ainakin 3-D eli ”Dull, Dirty or Dangerous” tehtäviin (pitkäveteinen, likainen tai vaarallinen). Seuraavat esimerkit tukevat USA:n puolustusministeriön väittämää:

Pitkäveteinen

Kosovon sodan aikaan vuonna 1999, B-2 koneet lensivät 30 tuntia kestäviä pommitustehtäviä Missouriista Serbiaan. Normaalista kahden hengen miehistöstä oli vahvistettu kolmannella jäsenellä ja komentajat arvioivat miehistön kykenevän aina 40 tuntia kestäviin operaatioihin. So-

dan jälkeisistä raporteista käy ilmi, että riittävän toimintakyvyn ylläpitämiseksi miehistön vahvuus olisi täytynyt olla neljä henkilöä. Tämä olisi kuitenkin kasvattanut kallista lentoharjoittelun tarvetta kalustolla, jota ilmavoimilla oli rajoitettu määrä käytössä. Uusien pilottien riittävä lentoharjoittelu olisi taas vähentänyt pommitustehtäviin käytössä olevien koneiden lentotehtävien määriä. Aseistettu MQ-1 Predator on suorittanut samanmittaisia tehtäviä Afganistanissa ja Irakissa, koneen ohjaajien tehdessä neljän tunnin mittaisia työvuoroja miltei kahden vuoden ajan. Tulevaisuuden miehittämättömille ilma-aluksille luodaan mahdollisesti ilmatankkauskyky, jolloin niiden lentoajat tehtävissä kasvavat entisestään.¹

Likainen

Yhdysvaltojen ilmavoimat ja laivasto käyttivät miehittämättömiä B-17 koneita ydinkokeissa vuosina 1946 – 1948. Ne ohjattiin ydinpilveen keräämään radioaktiivisia näytteitä muutama minuutti pommin räjäyttämisen jälkeen. Koneet pestiin välittömästi laskeutumisen jälkeen ja niiden näytteet siirrettiin laboratorioon saattamatta ihmisiä vaaraan. Vuonna 1948 ilmavoimat katsoivat riskin hyväksyttäväksi ja näin miehitetyt näyteenkeräyslennot aloitettiin. Näytelen-toja suoritettiin F-84 koneilla, joiden miehistöllä oli suojanaan 30 kg painavat lyijysuojapuvut. Osa lentäjistä kuoli takertuen lyijypukuihin koneen pudotessa maahan ja osa radioaktiivisen säteilyn aiheuttamiin vammoihin vuosia myöhemmin. Miehitettyjä näyteenottolentoja jatkettiin aina 1990-luvulle asti.²

Vaarallinen

Afrikassa toiminut Yhdysvaltojen ilmavoimien 3. tiedustelulento-osasto menetti toisen maailman sodan aikaan 25 prosenttia lentäjistään. Luku on suuri verrattuna samaan aikaan Saksaa pommittaneiden lentokoneiden miehistöjen viiden prosentin tappioihin. Kylmän sodan aika ja teknologian kehittyminen ei tuonut turvallisuutta tiedustelulentoihin. Yhdysvallat lopettivat ylilennot Neuvostoliiton alueella, kun Neuvostoliitto ampui USA:n U-2 tiedustelukoneen alas 1. huhtikuuta 1960 ja vangitsi sen lentäjän. Pudotetun U-2 koneen lentäjä Francis Gary Powers ei ollut ensimmäinen eikä viimeinen menetetty tiedustelukoneen lentäjä. Kylmän sodan aikaisissa tiedustelutehtävissä Yhdysvallat menettivät 23 lentokonetta ja 179 miehistön jäsentä. Nämä menetykset olivat osasy syy ilmavoimien kiinnostukselle miehittämättömiä ilma-aluksia kohtaan. Tiedustelu ei kuitenkaan ole ollut ainoa vaarallinen tehtävä ilma-aluksille. Vihollisen ilmatorjunnan lamauttamiseen tähtäävät SEAD (Suppression of Enemy Air Defence) -tehtävät aiheuttivat suurimmat tappiot USA:n ilmavoimille Vietnamin sodassa. Yhdysvallat ovat kehitelleet jo useita vuosia aseistettuja, nopeita ja häiveteknisin ominaisuuksin suunniteltuja miehittämättömiä ilma-aluksia SEAD -operaatioiden suorittamiseen.³

1.2 Tutkimuksen tausta, päämäärä ja rakenne

Tutkielman aihe on ajankohtainen, koska miehittämättömiä ilma-aluksia on kehitetty viime vuosikymmeninä paljon. Länsimaiset, varsinkin Yhdysvaltojen asevoimien käyttämät, miehittämättömät ilma-alusjärjestelmät (UAS, Unmanned Aircraft System) ovat erittäin kehittyneitä, mutta myös muiden asevoimien kehittäminen seuraa perässä. Miehittämättömiin ilma-alusjärjestelmiin käytetään paljon resursseja sekä nykyään, että tulevaisuudessa. Yksi tärkein kehityksen suunta on ollut viime vuosina miehittämättömien ilma-aluksien aseistaminen.⁴

Miehittämätön ilma-alus ei pelkää ilmatorjuntaa, eikä se ole korvaamaton toisin kuin ihmisen henki. Johtuen pienestä koosta tai tutkaprofiilista miehittämättömien ilma-alusten havainnointi ja torjunta muodostavat suuria haasteita ilmapuolustukselle. Miehittämättömien ilma-alusten tehtäviä voivat olla esimerkiksi tiedustelu-, valvonta-, tulenjohto-, tuhoamis- ja huoltokuljetustehtävät. Ilmatorjuntajoukkojen havaitessa miehittämättömän ilma-aluksen täytyy tehdä päätös ampumisen tai salaamisen välillä. Tulevaisuuden aseistetut UAV't eli UCAV't (Unmanned Combat Aerial Vehicle) voivat mahdollisesti suorittaa ilmataistelutehtäviä konventionaalisia ilma-aluksia vastaan.⁵

Aihe on mielenkiintoinen, koska miehittämättömät järjestelmät ovat tulevaisuutta niin maalla, merellä kuin ilmassa. Tulevana ilmatorjuntaupseerina tutkija on kiinnostunut siitä, mikä on ilmatorjunnan tulevaisuuden maalin kyky sekä merkitys osana vastustajan ilmasotatoimia. Tutkimuksessa pyritään tietoisesti välttämään lennokki-termiä käsiteltäessä miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä, vaikka lennokki-termiä on käytetty aikaisemmin yleisesti puolustusvoimien julkaisuissa. Termiä vältetään käyttämästä, koska nykyiset ilma-alukset ovat jo erittäin kehittyneitä ja osa myös suurikokoisia. Lennokki-termi sekoitetaan usein myös siviili- ja harrasteilmailuun sekä ilmatorjunnan maalilennokkeihin.⁶

Laajoja, kattavia tai taktiikkaa käsitteleviä tutkimuksia miehittämättömistä ilma-aluksista ei ole vielä laadittu. Tiedustelu-, valvonta- ja tulenjohtolennokkeja sivuavia tutkimuksia on joidakin. Kadetti Mikko Kuusiston tutkielma; Ilma-aseen toimintakyky pimeällä. Kadetti Oskar Koukun tutkielma; Lennokki ja matalatiedustelu Suomen ilmasto-olosuhteissa. Kapteeni Jari Turtiaisen tutkielma; lennokki- ja helikopteritulenjohdon ja maalitiedustelun järjestelyt. Kadettilylikersantti Jani Saksisen tutkielma; Lennokkien muodostama uhka taistelualuksille saaristossa 2000-luvulla.

Edellä mainittujen tutkimusten johtopäätökset eivät anna hyvää lähtökohtaa tälle tutkimukselle, koska niitä ei ole laadittu taktiikan näkökulmasta tai riittävän tarkasti ja laadullisesti. Kadetti Mikko Kuusiston pro gradu -työssä tutkitaan miehittämättömien ilma-alusten sensorien erottelukykyä ja kohteiden havaitsemis- ja tunnistusetäisyyksiä matemaattisten laskukaavojen avulla. Kadetti Oskar Koukun tutkimuksessa käy ilmi, että lennokkeja ei ole käytetty ankarissa ilmasto-olosuhteissa tiedusteluun ja näin niiden toimintakykyä ei voida verrata Suomen ilmasto-olosuhteisiin. Väittäminen ei ole tosi, koska Yhdysvaltojen asevoimien UAV:t toimivat ankarissa ilmasto-olosuhteissa jo Kosovossa, operaatio Allied Force:ssa ja myöhemmin Afganistanissa operaatio Enduring "Freedom:ssa". Kadettiylikersantti Jani Saksinen puolestaan päätyy tutkimuksessaan tuloksiin, jossa lennokkeja tullaan käyttämään tulevaisuudessa yhä enemmän tiedusteluun, valvontaan ja tulenjohtoon. Saksisen tutkimuksen johtopäätökset ovat osin jo nykyään itsestään selvyyksiä, jotka tukevat tämän tutkimuksen johtopäätöksiä.

Tutkimuksen toisessa luvussa luodaan katsaus miehittämättömien ilma-alusten historiaan sekä nykyaikaiseen miehittämättömään ilma-alusjärjestelmään. Tarkoituksena on tuoda esille miehittämättömien ilma-alusten tausta ja kehittymisen lähtökohdat, sekä alusten erilainen luokkiin jakaminen. Luvussa avataan aikaikkuna UAV -järjestelmien elinkaarelle, joka sulkeutuu viidennessä luvussa miehittämättömien ilma-alusten tulevaisuuteen muutaman kymmenen vuoden päähän nykyhetkestä. Ensimmäiset kokemukset sotakäytöstä luovat myös vertailukohtia nykyaikaisille sotakokemuksille.

Kolmannessa luvussa käsitellään Yhdysvaltain asevoimien merkittävimmän UAV -kaluston ominaisuuksia ja teoreettista toimintakykyä ilmoitettujen lukuarvojen avulla. Tärkeimpinä käsiteltävinä luokkina ovat taktisen-, operatiivisen- ja strategisen tason miehittämättömät ilma-alusjärjestelmät. Yhdysvaltojen asevoimat luokittelevat kuitenkin kaikki yhteisen ilmaoperaatiokeskuksen CAOC:n (Combined Air Operations Center) alaisena toimivat tiedustelutietoja tuottavat järjestelmät taktisiksi.⁷

Neljännessä luvussa tutkija käsittelee Yhdysvaltojen miehittämättömien ilma-alusten käyttöä viimeaikaisissa sodissa. Tarkoituksena on tutkia miehittämättömien ilma-alusten käyttöperiaatteita, ominaisuuksia, sekä todellista toimintakykyä neljän eri sotatoimen kautta.

Viidennessä luvussa tutkitaan miehittämättömien ilma-alusten tulevaisuutta, nykyisten järjestelmien elinkaarien, sekä uusien, vielä kehitteillä olevien järjestelmien avulla. Yhtenä käsiteltävänä kohteena ovat Yhdysvaltojen eri puolustushaarojen hankinnat ja tarpeet tulevaisuudessa. Luvussa tutkitaan myös aseistettujen miehittämättömien ilma-alusten sekä mikro ja mini

UAV -järjestelmien käyttöä ja kehittymistä. Yhdistelmäluvussa tutkija esittää keskeisimmät johtopäätökset ja työn tulokset, sekä jatkotutkimuksen tarpeen.

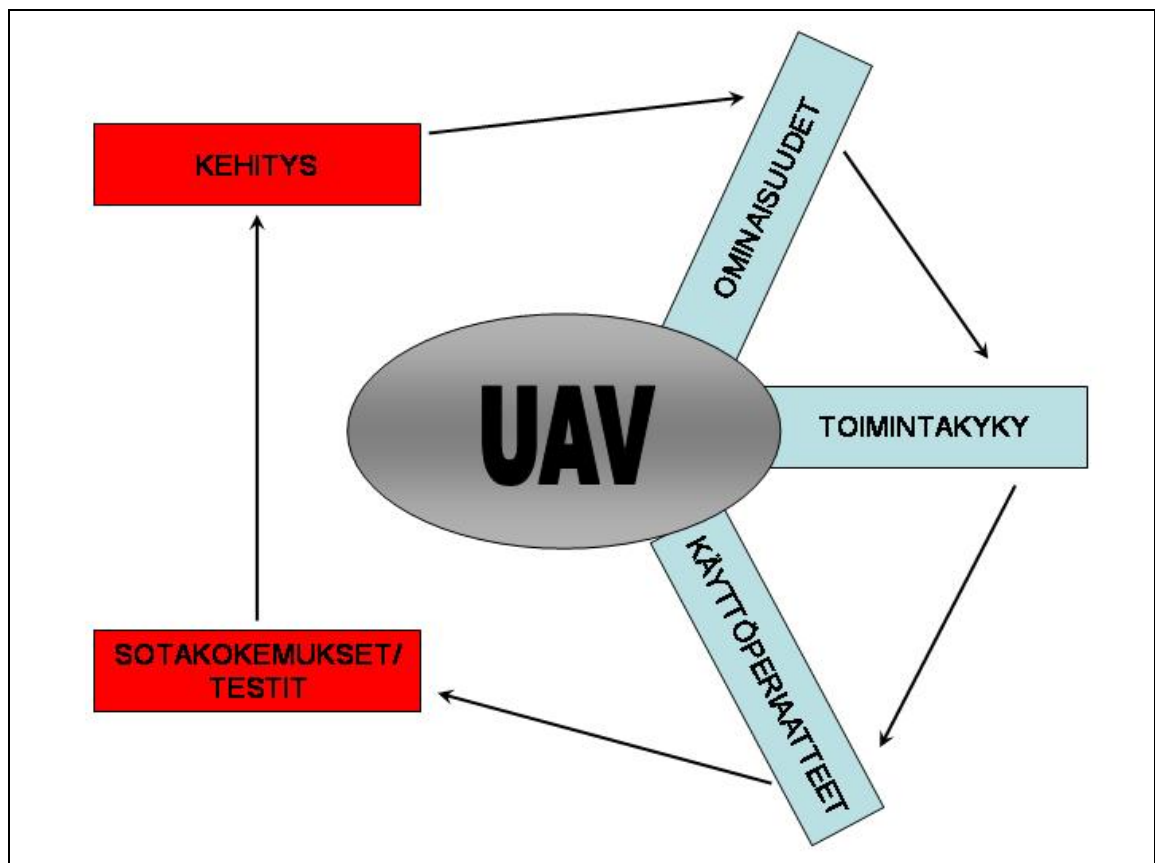
1.3 Tutkimuskysymys ja viitekehys

Tutkimusongelma ja tutkimuksen pääkysymys on:

- Mikä merkitys miehittämättömillä ilma-aluksilla on nykyaikaisissa sotatoimissa?

Tutkimuksen pääkysymyksestä johdetut alakysymykset ovat:

- Miten miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä on kehitetty?
- Mitkä ovat miehittämättömien ilma-alusten ominaisuudet ja toimintakyky?
- Miten miehittämättömiä ilma-aluksia on käytetty viimeaikaisissa sodissa?
- Miten miehittämättömiä ilma-aluksia kehitetään ja käytetään tulevaisuudessa?



Kaavio 1. Viitekehys

Viitekehys viittaa tutkimuskysymyksiin. UAV:lla eli Miehittämättömällä ilma-aluksella on tietyt ominaisuudet, jotka määrittävät sen toimintakykyä. Toimintakyky puolestaan rajoittaa sekä määrittää aluksen ja järjestelmän käyttöperiaatteita, joiden mukaisesti alusta normaalisti käytetään operaatioissa. Testeissä ja operaatioissa muodostuneet havainnot aluksen suoritus-

kyvystä antavat perusteet järjestelmän kehittämiseksi. Ominaisuuksia kehittämällä saavutetaan erilainen toimintakyky, mikä taas puolestaan määrittää käyttöperiaatteita. Järjestelmää kehitetään havaintojen perusteella tietyssä aikakehyksessä, kunnes se vanhenee ja lopulta hylätään tai korvataan.

1.4 Tutkimusmenetelmä ja lähdekritiikki

Tieteellinen menetelmä eli metodi, voidaan suppean näkemyksen mukaan jakaa tilastolliseen tai laadulliseen menetelmään. Menetelmät antavat ohjeita aineiston keräämisestä ja analysoimisesta. Laajemmin nähtynä metodi voidaan käsittää sääntöjen ohjaamaksi menettelytavaksi, jonka avulla etsitään totuutta, tietoa tai ratkaistaan ongelmia. Metodin tarkoituksena on antaa myös ohjeita, kuinka muodostaa ja testata tutkimustuloksia aineiston analyysin nojalla.⁸

Tämä työ on laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus, jossa käytetään tiedonkeruumenetelmänä asiakirja- ja tekstianalyysia. Laadullisen tutkimuksen tarkoituksena on kuvailla ilmiöitä yksityiskohtaisesti ja saada jokin asia ymmärrettäväksi. Tutkijan on oltava ennakkoluuloton ja avoin tehdessään laadullista tutkimusta. Kieli jakaantuu tekstitasolla systemaattiseen eli järjestelmälliseen aspektiin, koska sillä on tiedollinen tehtävä ilmaista faktoja ja ajatuksia. Systemaattisella tekstianalyysilla tarkoitetaan todennettavissa olevan aineiston analyysia, jota ei saada kokoon suorien havaintojen perusteella. Tekstin keskeisten asioiden ja ajatusten tavoittamisen jälkeen voidaan ylimääräinen ja toissijainen aineiston osa sulkea pois. Tutkimuskysymysten näkökulmasta systemaattinen analyysi tarkentuu hermeneutiikkaan eli tulkintaoppiin, jolla tarkoitetaan tässä yhteydessä tekstin nykyisten merkitysten tutkimista.⁹

Laadullisen tutkimuksen lähtökohtana voidaan pitää aineiston laatua. Tässä tutkimuksessa lähdeaineisto koostuu julkaistuista teoksista, artikkeleista ja oppaista, Yhdysvaltojen puolustusministeriön raporteista, Naton ilmapuolustusseminaarissa ja kadettien opetuksessa luennoilla tehdyistä muistiinpanoista sekä asiantuntijahaastattelusta. Lähdeaineistoa on täydennetty internetissä julkaistuilla uutisilla sekä asiakirjoilla. Artikkeleiden ja asiakirjojen käyttö tutkimuksen lähdeaineistona on vaihtoehtona sille, että tarvittava materiaali kerätään erilaisin kyselyin ja käytännön kokein. Asiakirja- ja tekstiaineisto jaetaan alkuperäisiin eli primäärlähteisiin sekä sekundaarilähteisiin. Primaarilähde on peräisin siltä taholta, joka asian on aikaan saanut, kokenut, laatinut tai josta muuten voidaan todentaa sen autenttisuus.¹⁰ Lähes kaikki primäärlähteet ovat englanninkielisiä ja peräisin Yhdysvalloista. Lähdeaineiston alkuperä ei mahdollista laajaa objektiivista näkökulmaa tutkimukseen. Erityistä tarkkuutta on kiinnitetty

internetissä julkaistuihin uutisiin ja asiakirjoihin. Useat julkaistut teokset ovat yhdysvaltalaisen sotilaiden kirjoittamia ja sotilasalan lehtiartikkelit sotilaiden haastatteluista koottuja.

Tässä tutkimuksessa ainoa käytännöllinen ja parhaiten soveltuva menetelmä on asiakirja- ja tekstianalyysi, koska aiheesta on miltei mahdotonta tehdä käytännön kokeita tai laajoja kyselytutkimuksia. Kokeilla tai kyselytutkimuksilla ei saavutettaisi lisäarvoa tutkimukseen. Tutkimus etenee päälukujen osalta yksittäisten tarkkojen faktojen analysoimisesta johtopäätösosioiden tuloksellisiin yleistyksiin, joissa vastataan asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Tutkimus tuottaa konkreettista, kriittisesti analysoitua ja hyvin jäsenneltyä tietoa. Kieli on tietyiltä osin sotilaan ammattikielen tuntemuksen vaativaa.¹¹

Kvalitatiivisen aineiston keruussa käytetään saturaatio -käsitettä, jolla viitataan aineiston kyläisyyteen ja riittävyteen. Aineistoa on kerätty tutkimukseen liittyen enemmän, kuin se olisi tutkimusongelman kannalta välttämätöntä ja tuo näin lisäarvoa tutkimukseen. Tätä aineistoa analysoiden, on ylimääräinen ja vähempiarvoinen sekä epäluotettava aineisto suljettu pois. Tiedonkeruussa on pyritty pääsemään ensisijaisesti primaarilähteille, joita on vertailtu keskenään. Välillä on jouduttu käyttämään myös sekundaarilähteitä, johtuen esimerkiksi Yhdysvaltojen puolustusministeriön asiakirjojen salattavuusluokista. Tutkimuksessa esiintyvät miehittämättömien ilma-alusten tekniset tiedot ovat suurimmalta osin peräisin Jane's -tietopankista ja valmistajien ilmoittamista arvoista, joten ne eivät ole välttämättä täysin paikkaansa pitäviä, vaan suuntaa antavia.¹²

Laadullisen tutkimuksen ensimmäisenä pyrkimyksenä on tulkita ja luoda selitysmalli tutkittavalle ilmiölle. Kvalitatiivinen analyysi alkaa aineiston lukemisella ja reflektiolla. Tavoitteena on ymmärtää kerätyn aineiston todellinen sisältö. Tutkimuksen lähdeaineistosta on pyritty löytämään ne seikat, jotka ohjaavat miehittämättömien ilma-aluksien käyttöperiaatteita ja kehitystä osana nykyaikaisia sotatoimia.¹³

1.5 Keskeiset käsitteet

UAV (Unmanned Aerial Vehicle) eli miehittämätön ilma-alus on Yhdysvaltojen puolustusministeriön mukaan omalla moottorilla varustettu ilma-alus, joka ei kuljeta mukanaan ihmistä. Se voidaan laukaista ilmaan maalta, ilma-aluksesta tai laivan kannelta. Se käyttää aerodynaamisia voimia apunaan lentämisessä ja voi lentää itsenäisesti, ennalta määrättyä reittiä tai kauko-ohjattuna. UAV on korjattavissa ja tehtävän vaatiessa se voidaan myös uhrata. Se voi kantaa hyötykuormanaan sensoreita tai aseita, mutta taistelulataus ei ole kiinteä osa ilma-

alusta. Ballistiset ohjukset ja ammuksset eivät täten täytä miehittämättömän ilma-aluksen kaikkia vaatimuksia ja tunnusmerkkejä.¹⁴

UAS (Unmanned Aircraft System) eli miehittämätön ilma-alusjärjestelmä voi sisältää esimerkiksi seuraavat elementit: lentolaitteen runko, moottori, ohjausjärjestelmä, laukaisu- ja takaisinsaantijärjestelmä, navigointi ja ohjausjärjestelmä, maa-asema GCS, tehtävän suorittamista varten erillinen tukijärjestelmä, erilaisia hyötykuormia (sensorit ja vastaavat), viestiyhteys ja tiedonsiirto- ja tallennusjärjestelmä, omasuojajärjestelmä, harjoittelukalusto sekä käyttökäyttökunta.¹⁵

GCS (Ground Control Station) eli miehittämättömän ilma-alusjärjestelmän maa-asema, sisältää sen henkilöstön ja kaluston, joka kykenee käsittelemään, tulkitsemaan ja lähettämään edelleen ilma-aluksen sensoreiden tuottamaa informaatiota. Maa-asemalta suoritetaan ilma-aluksen valvonta ja ohjelmointi sekä ohjauskäskyt lennon aikana.¹⁶

Hyötykuorma on miehittämättömään ilma-alukseen asennettavien laitteiden valikoima. Hyötykuormaa ovat esimerkiksi videokamera, SAR (Synthetic Aperture Radar) -tutka, laserosoiotin, lämpökamera, ohjautuva ammus, erilaiset raketit tai ohjukset, elektronisen sodankäynnin välineet, ABC (Atomic, Biological, Chemical) -aineiden tunnistamiseen käytettävät sensorit sekä omasuojajärjestelmät.¹⁷

Tiedustelu määritellään seuraavasti: Omaan suunnitteluun ja toimintaan vaikuttavien seikkojen erityisesti vihollista ja maastoa koskevien tietojen hankkimista, kokoamista, tulkintaa, arviointia ja tarvitsijoille toimittamista.¹⁸

Valvonta määritellään seuraavasti: Suunnitelmallinen havaintojen tekeminen ja ilmoittaminen vastuu- tai toiminta-alueella tapahtuvasta toiminnasta sekä tapahtumien jatkuva seuraaminen. Valvonta jakaantuu maa-, meri-, ja ilmavalvontaan. Valvontaan kuuluu myös ne välttämättömät toimet, joihin havaintojen johdosta ryhdytään.¹⁹

Tulenjohto määritellään seuraavasti: Tulenjohto-organisaation, -välineiden ja -menetelmien muodostama kokonaisuus, jolla mahdollistetaan viholliseen vaikuttaminen epäsuoralla tulla.²⁰

*Kuvaustiedustelu*lla tarkoitetaan perinteisellä kuvaustekniikalla, elektro-optisella, lämpö-, tai tutkakuvauksella hankittuja tietoja. Hankittu kuvamateriaali tulkitaan, tarkistetaan sekä verra-

taan kuvatulkkien toimesta ja johtopäätösten jälkeen saatu tieto jaetaan käyttäjille. Kuvamateriaalin tulkitsemiseen kuvatulkit käyttävät erillisiä kuvakirjastoja. Kuvansiirto tarkoittaa kiinteän tai liikkuvan kuvan siirtämistä tiedonsiirto- ja viestiverkoissa erillistä kuvansiirtolaitetta hyväksi käyttäen. Saatua kuvamateriaalia voidaan tulkita sitten joko manuaalisesti tai tietokoneen avulla automaattisesti.²¹

1.6 Rajaukset

Tutkija rajaa käsiteltävät järjestelmät Yhdysvaltain asevoimiin, koska se on ollut edelläkävijä UAV -järjestelmien kehityksessä ja käytössä 1990-luvulta asti, muiden maiden asevoimien tullessa kovaa vauhtia perässä. Israel on tehnyt hyvän pohjatyön 1980-luvulla Yhdysvalloille taistelukentän taktisten UAV -järjestelmien kehittämisessä, mutta on jäänyt 1990-luvulla Yhdysvaltojen kehitystyön varjoon.

Tutkija rajaa tutkittavat ilma-alusjärjestelmät seuraaviin tyyppeihin: RQ/MQ-1/9 Predator/Reaper A/B, RQ-2 Pioneer, RQ-4 Global Hawk A/B, RQ/MQ-5 Hunter A/B/C, RQ-7 A/B Shadow 200 sekä RQ-8 Fire Scout A/B. Tutkittavien järjestelmien valinta perustuu tutkijan hankkimaan pohjatietoon järjestelmien määrästä, lentotunneista ja kehittämisestä. RQ-8 Fire Scoutia ei ole käytetty varsinaisesti vielä sotatoimissa, mutta se on tulossa laajahkoon käyttöön USA:n laivastolle, merijalkaväelle ja maavoimille. Viidennessä luvussa käsitellään vielä lisää miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä, mutta ne eivät ole painopisteasemassa tässä tutkimuksessa. Miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä on toki paljon lisääkin, mutta tutkimalla laajemmin muutamia jo käytössä olevia, vielä kehittyviä sekä tulevaisuuteen ulottuvia järjestelmiä, saadaan syvempää informaatiota tutkimusongelma huomioon ottaen.

Tutkimuksen nimi rajaa työtä ajallisesti, koska miehittämättömät ilma-alukset eivät ole olleet vielä pitkään operatiivisessa käytössä. Käsiteltävät sotatoimet on rajattu Desert Storm, Allied Force, Enduring ”Freedom sekä Iraqi ”Freedom” operaatioihin. Tämä siksi, että edellä mainitut operaatiot ovat nykyaikaisen kaltaisia sotatoimia ja näin ollen vielä hyödyllistä tietoa tarjoavia. Myös Bosniassa käytettiin miehittämättömiä ilma-aluksia vuonna 1995, mutta niiden käytöstä saatava tieto on vähäistä ja ei tuo lisäarvoa tutkimukseen.

2. MIEHITTÄMÄTÖN ILMA-ALUS

2.1 Miehittämättömien ilma-alusten historia

Teknologian kehittymistä tarkastellessa menneissä sodissa voidaan huomata, että miehittämättömien ilma-alus on sodankäynnin välineenä kohtalaisen uusi. Nykyaikaisten miehittämättömien ilma-alusten kaltaisia lentolaitteita on ollut sotilaallisessa käytössä vain noin neljän vuosikymmenen ajan, vaihtelevalla menestyksellä. Kuitenkin niiden kehittämisen juuret ja syntytyypit ovat paljon kauempana historiassa.

Ensimmäiset alkeelliset ja todistetut miehittämättömien ilma-alusten kokeilut sodassa ulottuvat aina Yhdysvaltojen sisällissotaan saakka 1860-luvulle. Sisällissodan molemmat osapuolet lastasivat kuumailmapalloihin räjähdysaineita ja lähettivät ne ilmaan. Kuumailmapallosa oli tarkoitus saada laskeutumaan vihollisen ammusvarastoihin ja räjäyttää ne. Kokeilut eivät olleet ymmärrettävästi kovin tehokkaita, koska pallojen lentomatka ja suunta oli hyvin vaikea arvioida johtuen vallitsevista sääoloista ja niiden vaihteluista.²²

Ensimmäiset ohjattavat miehittämättömät ilma-alukset kehitettiin 1900-luvun alussa. USA:n merivoimat kehittivät ennen ensimmäiseen maailman sotaan osallistumistaan vesitasolentokoneen, joka kykeni lentämään ilman kyydissä olevaa ohjaajaa. Tätä prototyyppiä testattiin ja kehitettiin vielä 1920- ja 1930-lukujen ajan. Ensimmäinen käyttökokemus miehittämättömällä ilma-aluksella tositoimissa tapahtui kuitenkin vasta toisessa maailman sodassa, jossa USA:n merivoimat käyttivät pientä Plywood ilma-alusta hyökätessään vahvasti puolustettuja kohteita vastaan Tyynellämerellä.²³

Myös USA:n ilmavoimat kehittivät oman miehittämättömän ilma-alus ohjelmansa toisessa maailman sodassa. Vuonna 1944 ilmavoimat kokivat suuria lentokone- sekä miehistötappioita, jonka seurauksena käynnistettiin Aphrodite -ohjelma. Ohjelmassa käytettiin vanhoja B-17 lentokoneita, jotka oli lastattu täyteen räjähdysaineita. Ensimmäisessä tehtävässä lentäjä lensi koneen oikeaan korkeuteen ja asetti sen lentämään oikeaan suuntaan, jonka jälkeen hyppäsi itse ulos. Toisessa tehtävässä toimittiin samankaltaisesti, mutta nyt konetta ohjattiin radio-ohjauksella toisesta lentokoneesta. Radio-ohjauksen avulla toinen B-17 saatiin ohjattua törmäämään kohteeseensa. Toisen maailman sodan jälkeen B-17 ilma-alusta käytettiin miehittämättömänä atomipommitesteissä eteläisellä Tyynellämerellä.²⁴

Kuumailmapallojen käyttö ei jäänyt ainoastaan Yhdysvaltojen sisällissodan historiaan. Toisessa maailman sodassa japanilaiset yrittivät lähettää kuumailmapalloja korkealla kohti Yhdysvaltojen mannerta, tarkoituksenaan sytyttää metsäpaloja ja aiheuttaa siviiliväestön keskuudessa paniikkia. Kokeilut epäonnistuivat ja ne lakkautettiin jo kuukauden kuluttua ensimmäisen kuumailmapallon lähettämisestä.²⁵

Ensimmäinen varsinainen tiedustelutarkoitukseen kehitetty lennokki syntyi 1950-luvun loppupuolella Fort Huachuassa, kun USA:n maavoimat asensivat valokuvauskamerat maalilennokkeihinsa. Useita vuosia myöhemmin valokuvauskamerat korvattiin tv-kameroilla. Vuonna 1964 USA:n ilmavoimat kehittivät UAV -ohjelman nimeltä Buffalo Hunter. C-130 lentokone kuljetti kahdesta neljään AQM-34 UAV'ta siipiinsä ripustettuina. Kone lensi lähelle toimintaluetta ja laukaisi ennalta ohjelmoitua UAV't matkaan.²⁶

C-130 koneessa oli positiot kahdelle UAV -operaattorille, jotka tulkitsivat AQM-34:n lähettämää informaatiota ja tarvittaessa muuttivat niiden lentoreittien ohjelmointia. Tiedustelulennon päätyttyä AQM-34 jäi laskeutumaan laskuvarjon varaan ja se napattiin suoraan ilmasta käyttötarkoitusta varten modifioituilla CH-3 helikoptereilla. AQM-34 UAV'ta käytettiin varsin monipuolisesti, sillä osa niistä oli varustettu lentolehtisillä, tutkalla tai elektroniseen tiedusteluun kykenevällä sensorilla. Toiset puolestaan TV-kameroilla, jolloin ne kykenivät lähettämään tehtävän aikana kuvia C-130 koneessa sijainneille operaattoreille.²⁷



Kuva 1. Kaksi AQM-34 UAV'ta ripustettuina C-130 koneeseen.²⁸

Suurimmassa osassa tehtävistä C-130 lensi Laosiin, Kamputsean tai Tonkingin lahden päälle ja laukaisi TV-kameroilla ja elektronisen tiedustelun sensoreilla varustetut UAV't matkaan. UAV'en tehtävänä oli normaalisti tiedustella ilmatorjuntaohjusjärjestelmien asemia niiden tutkien lähettämän signaalin perusteella. Tutkat käynnistettiin juuri ennen laukaisua ja moni

AQM-34 putosi kerätessään tietoa. Vaikka UAV menetettiin, niin ilmatorjuntaohjuksien asemat paljastuivat, jolloin ne voitiin tuhota ilmasta käsin. UAV'ta käytettiin myös jälkitiedusteluun B-52 koneiden pommittamien kohteiden yllä.²⁹

Ainakin kuvaustiedustelun osalta UAV'en tuottama informaatio oli usein hyvin sekavaa, joh-tuen esimerkiksi ilma-aluksen matalasta lentokorkeudesta. Joskus UAV saattoi lentää vain kuuden metrin korkeudella maasta. AQM-34 UAV't lensivät kaikkiaan 3 435 tehtävää Kiinan ja Pohjois-Vietnamin alueilla. Niiden käyttö oli varsin massamaista, sillä yhteensä 578 AQM-34 UAV'ta menetettiin vuosien 1964 - 1975 välisenä aikana. Paras yksittäinen AQM-34 onnistui suorittamaan 68 tehtävää, ennen kuin se ammuttiin alas.³⁰

Buffalo Hunter ei ollut ainoa Vietnamin sodan aikana käynnissä ollut UAV -ohjelma, sillä USA:n merivoimilla oli oma UAV -ohjelma nimeltään DASH (Drone Anti-Submarine Helicopter). Ohjelmassa oli kyse radio-ohjattavasta helikopterista, johon oli asennettu tv-kamera sekä kaksi 120 kilogramman torpedoa. Kopteria käytettiin tuhoamistehtäviin Pohjois-Vietnamin tarviketoukkuja vastaan Mekongin suistossa. Kopterilla suoritettiin monta onnistunutta tehtävää, mutta DASH -ohjelma lakkautettiin pian Vietnamin sodan jälkeen, koska kopterin suuntahyrrät olivat vanhanaikaiset ja sen ohjaaminen oli vaikeaa. DASH -ohjelma oli näin ensimmäinen nykyisten UCAR (Unmanned Combat Armed Rotorcraft) -järjestelmien esi-isä.³¹

2.2 Nykyaikainen miehittämätön ilma-alusjärjestelmä

Nykyaikaisen miehittämättömän ilma-alusjärjestelmän tarkka määrittely on vaikea tehtävä. Tutkittaessa järjestelmien käyttöä, määrittelyn perusteeksi voidaan ottaa esimerkiksi tekninen, ajallinen tai toimintakyvyn näkökulma. Tässä tutkimuksessa määrittely pohjautuu näiden edellä mainittujen tekijöiden yhdistelmään. Nykyaikaisen UAV -järjestelmän täytyy olla vielä teknisesti käyttökelpoinen sekä toimintakykyinen, sillä pelkästään tekninen käyttökelpoisuus rajaa ajallisen tekijän tiettyyn jaksoon. Tässä tutkimuksessa ensimmäisenä nykyaikaisena UAV -järjestelmänä pidetään Israelilaisten Mastiff UAV -järjestelmän pohjalta 1980-luvun puolivälissä kehitettyä RQ-2 Pioneeria. Sitä on käytetty jo operaatio Desert Storm'ssa ja se on yhä käytössä USA:n laivastolla ja merijalkaväellä. Vaikka joissakin Yhdysvaltaisissa lähteissä väitetään RQ-1 Predator -järjestelmän olevan ensimmäinen nykyaikainen UAV -järjestelmä, johtuen sen SAR -tutkasta ja toiminta-ajan pituudesta, niin se ei vaikuta tämän tutkimuksen määrittelyyn.³²

Yleisesti tarkasteltuna nykyaikainen UAS voi sisältää esimerkiksi kolmesta kuuteen ilma-alusta, joita ohjataan normaalisti maa-asemalta ennalta ohjelmoituna tai kauko-ohjauksella mahdollisesti datalinkin tai -linkkien välityksellä. Ilma-alusten sensorien aistima informaatio siirtyy vastaavasti maa-asemalle ja sieltä edelleen tarvitsijoille. Järjestelmään kuuluu yleensä myös muuta toimintaa tukevaa kalustoa, kuten konesuojia, huolto-, kuljetus- sekä operointi-ajoneuvoja, laukaisukatapultteja ja huoltokalustoa.³³

Miehittämättömät ilma-alukset kuuluvat miehittämättömät kauko-ohjattavat laitteet eli RPV (Remotely Piloted Vehicles) -luokkaan, joka käsittää ilma-alukset, veden pinnalla liikkuvat alukset sekä vedenpinnan alla liikkuvat alukset.³⁴ Miehittämättömiä ilma-aluksia voidaan luokitella monin eri perustein. Yhdysvaltojen puolustusministeriö on luokitellut UAV-järjestelmät 1990-luvun alkupuolella kolmeen ryhmään toiminta-ajan sekä -etäisyyden mukaan:

- UAV – Close Range - Lähietäisyyden UAV
- UAV – Short Range - Lyhyen etäisyyden UAV
- UAV – Endurance - Pitkän etäisyyden UAV

Lähietäisyyden UAV -luokka käsittää ne ilma-alukset, joiden toimintasäde on noin 50 kilometriä. Lyhyen etäisyyden UAV -luokkaan kuuluvat ilma-alukset, joiden suurin lentoaika on kahdeksasta kymmeneen tuntia, jotka tunkeutuvat vihollisen ilmatilaan ja toimivat 200 kilometrin säteellä datalinkin avustuksella. Pitkän etäisyyden UAV -luokkaan kuuluvat ilma-alukset, joiden toiminta-aika on vähintään 24 tuntia ja jotka kykenevät suorittamaan useita samanaikaisia tehtäviä.³⁵

Yhdysvaltojen Puolustusministeriön luokittelu muuttui 1990-luvun loppupuolella, kun lähietäisyyden ja lyhyen etäisyyden UAV -luokat yhdistettiin. Luokittelu perustuu kokoon, toimintasäteeseen ja ennen kaikkea UAV -järjestelmän tuottaman informaation käyttäjätason mukaan. Tässä tutkimuksessa käytetään seuraavaa voimassaolevaa luokittelua Yhdysvaltojen asevoimien miehittämättömien ilma-alus -järjestelmien osalta:

- Micro Unmanned Aerial Vehicle (MAV) - Mikro UAV
- Tactical Unmanned Aerial Vehicle (TUAV) - Taktisen tason UAV
- Medium Altitude Endurance Unmanned Aerial Vehicle (MAE) - Operatiivisen tason UAV
- High Altitude Endurance Unmanned Aerial Vehicle (HAE) - Strategisen tason UAV

Mikro UAV -luokan ilma-aluksen on oltava kooltaan jokaiseen suuntaan pienempi kuin 15 senttimetriä. Taktisen tason UAV -luokan ilma-alusten täytyy pystyä auttamaan taistelukentän taktisen tason komentajia tuottamallaan informaatiolla noin 200 kilometrin säteellä maa-asemastaan. Operatiivisen tason UAV -luokan ilma-alusten tulee kyetä tuottamaan informaatiota operatiivisen tason komentajille noin 750 kilometrin säteellä maa-asemastaan. Strategisen tason UAV -luokan ilma-alusten tulee kyetä tuottamaan pitkäaikaista ja lähes reaaliaikaista informaatiota laajojen alueiden valvontaan.³⁶

Yhdysvallat kuitenkin luokittelevat kaikki yhteisen ilmaoperaatiokeskuksen CAOC'n alaisena toimivat tiedustelutietoja tuottavat järjestelmät taktisiksi.³⁷ Tällä perusteella voidaan tutkia taktiikkaa myös ylemmän tason UAV -järjestelmien osalta, jotka toimivat CAOC'n alaisuudessa.

2.3 Johtopäätökset

Miehittämättömien ilma-alusten historia luo perusteet nykyaikaisen ilma-alusjärjestelmän rajaamiselle. Mikäli tutkija ei tunne järjestelmien kehittämisen historiaa ja aikaisempien sota-toimien käyttökokemuksia, on tutkimisen kannalta hyödyllisten sotatoimien ja järjestelmien rajaaminen vaikeaa.

Miehittämättömien ilma-alusten kaltaisten alkeellisten lentolaitteiden käyttötarkoitus oli aluksi kuljettaa haluttu ase- ja tuho vaikutus viholliselle kriittisiin kohtiin. Ensimmäiset lentolaitteet eivät olleet mitenkään ohjattavissa, vaan ne olivat tuulen ja sään armoilla. Toisen maailmansodan aikaan käytettiin ensimmäisen kerran radio-ohjausta lentolaitteiden ohjaamiseen, mutta risteilyohjusmainen käyttö räjähdela-stein kuljettamiseksi vihollisen ryhmytyksiin säilyi edelleen päätarkoituksena.

Vietnamin sodan aikaan miehittämättömien lentolaitteiden käyttö alkoi suuntautua aikaisemmasta lentävästä pommista poiketen tiedusteluun. Käyttö tiedustelutarkoituksessa oli massamaisista ja ilma-alusten menetykset suuria. UAV'illa paikannettiin ilmatorjunnan tuliasemia ja tutkia, jotta ne voitaisiin tuhota ja välttää omia konetappioita. Pommitusten jälkeen niitä käytettiin tuhottujen kohteiden jälkitiedusteluun. Käyttömäärät huomioon ottaen UAV'illa ei saavutettu nykyaikaisen kaltaista hyötyä tiedustelutarkoituksessa.

Alkeellisissa miehittämättömissä lentolaitteissa ja niiden käytössä oli samoja piirteitä verrattuna nykyaikaisiin miehittämättömiin ilma-aluksiin. Miehittämättömät lentolaitteet olivat tar-

vittaessa uhrattavissa, ne eivät kuljettaneet mukanaan ihmistä, mutta kykenivät kuljettamaan mukanaan aseita ja muuta hyötykuormaa. Nykyaikaisten järjestelmien osalta teknologia on siis uutta, mutta konsepti osin vanha. Nykyään ilma-alus on tärkeä ja eniten näkyvä, mutta pieni osa koko järjestelmästä ja sen sisältämästä kalustosta.

3. YHDYSVALTOJEN MIEHITTÄMÄTTÖMÄT ILMA-ALUSJÄRJESTELMÄT

3.1 RQ/MQ-1/9 Predator/Reaper A/B

General Atomics'n valmistama RQ-1A Predator on USA:n ilmavoimilla käytössä oleva operatiivisen tason potkurikäyttöinen UAS. Ensimmäinen Predator lensi vuonna 1994 ja operatiiviseen käyttöön se otettiin kesällä 1995. Tällöin kolme Predatoria vietiin Albaniaan, josta käsin ne toimivat Bosnian alueella. Yksi Predator tuhoutui maahansyöksyssä moottorivian seurauksena ja toinen ammuttiin alas. Pudonneet Predatorit vietiin Yhdysvaltoihin ja niihin asennettiin SAR -tutkajärjestelmät. Korjattuina ne palasivat takaisin keväällä 1996, jolloin ne sijoitettiin Unkariin.³⁸

Predator UAS sisältää normaalisti neljä ilma-alusta, maa-aseman, satelliittilinkin ja muun käyttöön tarvittavan kaluston. Järjestelmässä toimii noin 55 henkilöä eri tehtävissä, kuten ilma-aluksen operaattoreina, sensorien käyttäjinä, informaation tulkitsijoina sekä huolto- ja ylläpitotehtävissä. Järjestelmän eri komponentit (katso liite 3) on sijoitettu siirrettäville konttialustoille ja koko järjestelmä on siirrettävissä viidellä C-130 Hercules -kuljetuskoneella. UAS kyetään saattamaan käyttökuntoon noin kuudessa tunnissa lentokoneesta purkamisen jälkeen.³⁹

Predator A -ilma-alus maksaa alle 3 miljoonaa US dollaria.⁴⁰ Se on varustettu 113,3 hevosvoimaisella turboahdetulla neljäsylinterisellä Rotax 914F -moottorilla, joka sijaitsee rungon takaosassa. Moottorilta voima siirtyy muuttuvanousuiselle, kaksilapaiselle potkurille. Ilma-aluksen runko on valmistettu pääosin komposiitista, pituutta sillä on 8,13 metriä ja siipien kärkiväli on 14,85 metriä. Rungon takaosassa olevat vakaajat ovat v-muodossa ylösalaisin. Predatorin lentonopeus on noin 135 km/h, maksiminopeus 217 km/h ja sen toimintasäde on 740 kilometriä. Predatorilla on kyky kantaa hyötykuormaa 204 kg:n painosta ja sen maksimikorkeus on 7 620 metriä. Predator kykenee lentämään 24 tuntia ollen yhteydessä esimerkiksi taistelunjohtokoneisiin sekä AC-130 Gunship, A-10 Thunderbolt ja Tornado -koneisiin.⁴¹

RQ-1 Predatorin hyötykuorma sisältää L-3 Wescam 14TS sensoripaketin sekä Northrop Grummanin valmistaman AN/ZPQ-1 TESAR (Tactical Endurance Synthetic Aperture Radar) SAR -tutkan. L-3 Wescam 14TS sensoripaketti sisältää TV- ja pysäytyskuvakameran sekä jäädytetyn lämpökameran. Hyötykuormaan kuuluu myös suunnistamiseen, sensorien ohjaimiseen ja informaation välittämiseen tarvittava laitteisto.⁴² RQ-1 Predatorin SAR -tutkan väitettiin kykenevän tuottamaan kuvaa 30 senttimetrin resoluutiolla maksimikorkeudesta.⁴³



Kuva 2. RQ-1 Predator.⁴⁴

Kosovon kriisin jälkeen USA:n ilmavoimat halusivat testata Predatoria aseellisten iskujen tekemiseen. Tämä johti useiden testien sarjaan helmikuussa 2001, jossa Predatorin siipiä vahvistettiin ja siihen asennettiin laser-osoitin. Testeissä Predator laukaisi yhteensä 16 Hellfire -panssarintorjuntaohjusta panssarimaalia vastaan, joista 12 ohjusta osuivat suoraan kohteeseensa. Ohi menneistä ohjuksista kolme osui heti maalin taakse ja yksi meni useita kilometrejä ohi. Näiden testien jälkeen Predator sai uuden mallimerkinnän aseistetulleUCAV-versiolleen, MQ-1 Predator.⁴⁵

Päivitetty RQ-1 eli MQ-1 Predator -ilma-alus sisältää MTS -järjestelmän (Multispectral Targeting System) sisäisellä AGM-114 Hellfire ATM (Anti-Tank Missile) -panssarintorjuntaohjuksen ohjauskyvyllä sekä lämpökameran ja normaalin TV-kameran, laser-osoittimen ja laser-etäisyysmittarin yhdistettynä samaan pakettiin. Predator ei kykene kuljettamaan sekä MTS -järjestelmää, että SAR -tutkaa samanaikaisesti. Se voi kuitenkin kantaa ja käyttää kahta

laser-ohjattua AGM-114 Hellfire -panssarintorjuntaohjusta yhdessä MTS -järjestelmän kanssa.⁴⁶

General Atomics aloitti MQ-9 Predator B:n kehittelyn helmikuussa 2001, samoihin aikoihin kuin USA:n ilmavoimat testasivat MQ-1 -versiota. Predator B nimettiin uudestaan vuonna 2006 ja nykyisin se tunnetaan nimellä MQ-9 Reaper. Sitä käytetään ensisijaisesti tärkeiden kohteiden tuhoamiseen korkean riskin alueilla ja toissijaisesti sillä suoritetaan tiedustelu- ja valvontatehtäviä. Reaperin lentoa operoi kaksi henkilöä. Ensimmäinen operaattori toimii ilma-aluksen ohjaajana ja toinen hyötykuorman operaattorina.⁴⁷



Kuva 3. MQ-9 Reaper varustettuna kahdella GBU-12 -ammuksella.⁴⁸

Reaper -ilma-alus on varustettu Honeywell / Allied-Signal TPE-331-10T turboahdetulla moottorilla, joka kehittää noin 950 hevosvoimaa. Reaperin runko on lähes samanlainen kuin RQ / MQ-1 versioissa. Suurimpana näkyvänä erona versioissa on se, että Reaperin siipiväli on kasvatettu aikaisemman version 14,85 metristä 19,5 metriin ja sen pyrstössä on kaksi vakaajaa v-muodossa ylöspäin ja yksi alaspäin. Huippunopeus on kasvanut aikaisempaan Predator A -versioon verrattuna 217 kilometrin tuntivauhdista 390 kilometriin tunnissa. Reaper kykenee kantamaan hyötykuormaa maksimissaan 1 700 kg:n painosta ja hyötykuormana voi olla erilaisia sensoreita, aseistusta ja lisäpolttoainesäiliöitä. Ilma-aluksen toiminta-aika vaihtelee 14 – 42 tuntiin hyötykuormasta riippuen. Reaper voidaan aseistaa AGM-114 Hellfire -panssarintorjuntaohjuksilla, GBU-12 ja GBU-38 JDAM (Joint Direct Attack Munition) -ammuksilla. Ilma-alus kykenee kantamaan yhtä aikaa 14 Hellfire -ohjusta ilman lisäpolttoainesäiliöitä.⁴⁹ Yksi Reaper ilma-alus maksaa noin 4,5 miljoonaa US dollaria.⁵⁰

3.2 RQ-2 Pioneer

IAI / AAI:n valmistama RQ-2 Pioneer on pääasiallisesti Yhdysvaltojen laivaston ja merijalkaväen käytössä oleva taktisen tason UAS, jota käytetään rakettilaukaisun avulla laivan kannelta tai rannalta käsin. Pioneer on kehitetty Israelilaisten "Mastiff" UAV -järjestelmän pohjalta. Mastiff esiteltiin USA:n laivastolle maaliskuussa 1984 demonstraatiolla, jossa se lensi Israelin rannikolta ja laskeutui rannikon läheisyydessä olleelle taisteluhelikoptereiden kuljetusaluksen USS GUAM:n kannelle. Demonstraatio aiheutti kiinnostusta USA:n laivastossa ja syntyi päätös hankkia samankaltainen, mutta nopeampi ja suuremman toimintasäteen omaava UAV. Israelilainen IAI ja Yhdysvaltalainen AAI ryhtyivät yhdessä kehittämään ominaisuuksiltaan Mastiffia tehokkaampaa järjestelmää, joka sai nimekseen Pioneer.⁵¹

Pioneerien toimitus USA:n asevoimille alkoi jo vuonna 1986, jolloin USA:n laivasto sai käyttöönsä kaikkiaan yhdeksän Pioneer -järjestelmää. Jokainen Pioneer UAS sisälsi kahdeksan ilma-alusta ja niiden operointiin tarvittavan kaluston. Muutamia Pioneer -järjestelmiä annettiin käyttöön myös USA:n maavoimille, mutta maavoimat luovuttivat Pioneer -järjestelmänsä merijalkaväen käyttöön vuonna 1995. Virallisesti Pioneer sai RQ-2 mallimerkintänsä vasta vuonna 1997.⁵²



Kuva 4. RQ-2 Pioneer nousussa rakettilaukaisun avulla.⁵³

Pioneer UAS sisältää nykyisessä kokoonpanossaan viisi ilma-alusta (harjoituskokoonpanossa seitsemän) ja yhdeksän hyötykuormaa, joista viisi on TV-kameroita ja neljä FLIR (Forward

Looking Infra-Red) -sensoreita. Järjestelmään kuuluu yksi maa-asema tai vaihtoehtoisesti tehtävän suunnittelu- ja ohjausasema MPCS (Mission Planning and Control Station). Lisäksi kokoonpanossa on joko pneumaattinen, kahdella kiskolla varustettu katapulttilaukaisin tai vaihtoehtoisesti rakettilaukaisin. Järjestelmään kuuluu myös kiitorata- ja laivankansi pysäytin varustus, pysäytysverkko, komento- ja datalinkit sekä muuta toimintaa tukevaa kalustoa.⁵⁴

Hyötykuormasta riippuen yksi Pioneer -ilma-alus maksaa noin 250 000 US dollarista 1 miljoonaan US dollariin.⁵⁵ Pioneerin voimanlähteenä on ollut alun perin 26 hevosvoimainen Sachs SF 350 moottori, joka korvattiin vuonna 1997 tehokkaammalla 38 hevosvoimaisella UEL AR 741 moottorilla. Voima lennokin takana sijaitsevasta moottorista välittyy kaksilapaiselle työntöpotkurille. Pioneerin runko on ollut aluksi lasikuitua, perä kevlar-lasikuituseosta ja siivet kuituvahvisteiset, mutta vuonna 1990 esitelty versio Pioneer 2 on valmistettu lähes kokonaan komposiitista. Pioneerista on vielä kolmas versio, mallimerkinnältään Pioneer 2+, joka on hyvin samankaltainen kuin Pioneer 2, suurimpina eroina ovat polttoainetilavuus 45,4 litraa aikaisemman 41,6 litran sijaan sekä suurempi paino. Myös toimintakorkeus on kasvanut 2 version 3 600 metristä, 2+ version 4 575 metriin. Molempien versioiden suurin toimintasäde on 185 km, siipien kärkiväli 5,11 metriä ja rungon pituus 4,26 metriä. Hyötykuormaa Pioneer -ilma-alus voi kantaa 45,4 kg:n painosta. Maksiminopeus sillä on 185 km/h ja normaali matkanopeus on 148 km/h. Suurin toiminta-aika koneella vaihtelee viidestä tunnista kuuteen ja puoleen tuntiin.⁵⁶

Normaalina hyötykuormana Pioneer UAV:ssa on päiväkuvaukseen soveltuva korkearesoluutiainen IAI TAMAM TV-kamera tai FLIR -sensori. Vuodesta 1997 alkaen ilma-alukseen on asennettu kaksoissensoripaketti, joka sisältää normaalin TV- sekä lämpökameran. Pioneer -ilma-aluksessa voi olla asennettuna myös laserosoitin. Pioneeria on aikojen saatossa testattu useiden eri valmistajien tekemien 15 erilaisen hyötykuorman kanssa.⁵⁷

Ilma-alusta ohjataan maa-aseman kautta yleensä manuaaliohjauksella kahden operaattorin voimin. UAV'n laukaisu tapahtuu maalta käsin normaalisti kiitoratanousuna omien pyörien avulla tai vaihtoehtoisesti kiitoradan puuttuessa pneumaattisella kaksikiskoisella katapultilla tai rakettilaukaisun avulla. Mereltä käsin toimittaessa se laukaistaan ilmaan rakettilaukaisulla. Lennolta paluu ja laskeutuminen suoritetaan maalle joko omille pyörilleen kiitoradalle vaijeripysäytyksenä tai lentämällä ilma-alus pysäytysverkkoon. Merellä käytetään pääsääntöisesti verkkopysäytystä.⁵⁸

3.3 RQ-4 Global Hawk A/B

RQ-4A Global Hawk on Northrop Grumman'in valmistama, Yhdysvaltojen ilmavoimilla käytössä oleva strategisen tason UAS. Global Hawkilla suoritettiin ensilento 28.2.1998 ja siitä tehtiin alussa viisi prototyyppiä, joita testattiin paljon. Vuonna 1999 yksi prototyypeistä lensi USA:n ilmavoimien Floridan Eglin -tukikohdasta Alaskaan ja takaisin alle 25 tunnissa. Global Hawkin kehitys sai pienen takaiskun, kun yksi prototyypeistä putosi maahan Kaliforniassa ja tuhoutui.⁵⁹

Global Hawk kykenee lentämään erittäin korkealla kartoittaen laajoja maa-alueita tarkasti. Kun tehtävän parametrit on ohjelmoitu Global Hawkiin, se voi itsenäisesti rullata kiitoradalle, nousta ilmaan, lentää, kuvata kohteet, palata ja laskeutua. Maassa olevat operaattorit tarkkailevat monitoreista ilma-aluksen kuntoa ja tilaa. Operaattorit voivat myös tarvittaessa muuttaa sen navigointi- ja sensorisuunnitelmia lennon aikana.⁶⁰



Kuva 5. RQ-4 Global Hawk kaartaa.⁶¹

Yhden RQ-4A Global Hawk -ilma-aluksen hinta on sensorit mukaan lukien noin 48 miljoonaa US dollaria.⁶² Se on varustettu Rolls-Royce AE3007H suihkuturbiinimoottorilla ja kykenee kantamaan 907 kilogramman painosta hyötykuormaa. Global Hawkin runko on valmistettu pääosin alumiinista, mutta sen siivet on tehty hiilikuitu-komposiitti seoksesta. Ilma-aluksen hyötykuormana on HISAR -sensorijärjestelmä (Hughes Integrated Surveillance & Reconnaissance)

sance), johon kuuluu SAR -tutka ja liikkuvan maalin ilmaiseva MTI (Moving Target Indicator) -järjestelmä sekä normaalit TV- ja lämpökamerat. Sensoreiden tuottama digitaalinen informaatio voidaan siirtää maa-asemalle jopa 50 Megatavun sekuntivauhdilla joko suoraan tai satelliittilinkin kautta.⁶³

RQ-4A Global Hawkin siipien kärkiväli on 35,5 metriä, ja rungon pituus 13,4 metriä. Ilma-aluksen maksimi toimintasäde on 25 000 km jopa 19 800 metrin korkeudessa. Global Hawkin maksimi toiminta-aika on 35 tuntia ja lentonopeus 635 km/h. Tyypillisessä tehtävässä Global Hawk voi lentää noin 2200 kilometriä toiminta-alueelle ja pysyä asemassa 24 tunnin ajan. Sen pilven läpäisevä SAR -tutka sekä TV- ja lämpökamerat voivat kuvata 24 tunnissa noin 1^{1/2} kertaa Suomen lapin kokoisen alueen (138 000 neliökilometriä) 1 metrin resoluutiolla. Vaihtoehtoisesti sillä voidaan kuvata 30 cm resoluutiolla samassa ajassa 1900 kappaletta 2x2 km alueita. Satelliitin ja maa-aseman kautta informaatio voidaan välittää tulkitsemattomana lähes reaaliaikaisena taistelua suunnitteleville elimille.⁶⁴

Northrop Grumman kehittää myös suurempaa ja tehokkaampaa versiota Global Hawkista, joka kantaa mallimerkintää RQ-4B. B -versiossa on pidempi runko (14,5 m) ja suurempi siipien kärkiväli (39,90 m) kuin A -versiossa sekä mahdollisuus lisätä hyötykuorman painoa 50 % A -versioon verrattuna. B -versioon tulee myös uusi sähkövoimakone, joka tuottaa 150 % enemmän virtaa kuin vanhassa versiossa. B -versioon tulee mahdollisesti hyötykuormaksi signaalitiedustelu SIGINT (Signal Intelligent) -paketti sekä osaan ilma-aluksista uusi MP-RTIP (Multi-Platform Radar Technology Insertion Program) -tutka. USA:n ilmavoimat ovat suunnitelleet tilaavansa 54 RQ-4B Global Hawkia.⁶⁵

3.4 RQ/MQ-5 Hunter A/B/C

RQ-5A Hunter on USA:n maavoimilla käytössä oleva taktinen UAS. Hunter on kehitetty Israelissa IAI'n toimesta ja se on aiemmin tunnettu nimellä JIMPACS (Joint Improved Multi-mission Payload Aerial surveillance). Ensimmäinen Hunterilla suoritettiin Israelissa syyskuussa 1990. Ensimmäinen tuotantokappale, jonka kehittelyyn Northrop Grumman osallistui, sai ensilentoonsa helmikuussa 1994. Operatiiviseen käyttöön Hunter otettiin ensimmäisen kerran Kosovon sotaan liittyen vuonna 1999.⁶⁶

RQ-5A Hunter -järjestelmä sisältää kuudesta kahdeksaan ilma-alusta, helposti muunneltavan hyötykuorman, kaksi liikuteltavaa datalinkki-asemaa sekä kaksi tai kolme maa-asemaa. Järjestelmään kuuluu myös nousu- ja laskuterminaali sekä koneiden suoja. Lisäksi järjestelmä

sisältää liikuteltavan laukaisualustan, neljä video kauko-ohjaus terminaalia sekä huolto-, kuljetus- ja harjoittelukaluston.⁶⁷

Yksi Hunter -ilma-alus maksaa noin 1,2 miljoonaa ja koko Hunter -järjestelmä noin 30 miljoonaa US dollaria.⁶⁸ UAV'n voimanlähteenä on kaksi 68 hevosvoimaista Moto Guzzin kaksisylinteristä nelitahtimoottoria. Työntävä moottori sijaitsee takana ja vetävä edessä, niistä voima välittyy puisille potkureille. Ilma-aluksen siipien kärkiväli on 8,84 metriä ja rungon pituus 7,01 metriä. Paino tyhjänä on 540 kg ja maksimi hyötykuorman paino on 113 kg. Hunter voi lentää maksimissaan 204 km/h, mutta normaali matkanopeus on 148 km/h. Ilma-aluksen toimintasäde on 200 km, maksimikorkeus noin 4 600 metriä ja toiminta-aika maksimissaan 12 tuntia. Normaalisti UAV:ssa on hyötykuormana TV- ja lämpökamerat, sekä G/H-kaistaa käyttävä ilmakuljetteinen tiedonsiirtojärjestelmä. Hunterin sensoripaketti voidaan vaihtaa helposti myös toisenlaiseen hyötykuormaan.⁶⁹



Kuva 6. RQ-5 Hunter nousussa rakettilaukaisun avulla.⁷⁰

RQ-5A Hunter ilma-aluksessa on kokeiltu myös SAR / MTI järjestelmää, sekä kemiallisten aineiden tiedusteluun sopivaa pakettia. Yhteen ilma-alukseen on asennettu myös tutkavaroitin. Sitä on kokeiltu tutkavaroitinjärjestelmän kanssa siten, että se on paikantanut tutkat ja lähettänyt datalinkin avulla tiedot tutkien sijainneista F-16 hävittäjille.⁷¹

Myös Hunterista on tehty aseistettu versio; MQ-5B. B -malliin on vaihdettu pidempi pyrstön keskisiipi ja sen moottori on vaihdettu tehokkaampaan HFE (Heavy Fuel Engine) turbodiesel-

moottoriin, joka kasvattaa sen toiminta-ajan aseistettuna 16 tuntiin. Vuonna 2003 Northrop Grumman teki testejä Huntereilla, joihin oli asennettu Viper Strike BAT (Brilliant Anti-Tank) täsmäohjattu pommi. Viper Strike ei paina kuin noin 22 kg ja se on tarkoitettu pääasiallisesti pieniä ajoneuvoja sekä rakennuksia vastaan. Testien aikana Hunterin laukaisemista yhdeksästä Viper Strike -pommista seitsemän osui kohteisiinsa. Testeissä yksi Hunter osoitti laserilla maalin ja laukaisi pommin. Viper Strike voidaan laukaista Hunterista suurimmillaan 3 300 metrin korkeudesta ja pommilla on 1 / 11 liitosuhde. Northrop Grumman on suunnitellut testaavansa Viper Strikea myös korkeammalla lentävillä UAV'illa, koska tällöin saavutetaan suurempi laukaisuetäisyys Viper Striken suuren liitokyvyn ansiosta.⁷²

Vuonna 2005 lennettiin ensi lento Hunterin uusimmalla RQ-5C mallilla, eli E-Hunterilla (Endurance Hunter). Northrop Grummanin ja USA:n maavoimien yhteishankkeena kehitetyssä E-Hunterissa käytetään samaa perusrunkoa ja HFE turbodieselmoottoria kuin MQ-5B mallissa. E-Hunterin toiminta-aika on kasvanut noin 40 tuntiin ja maksimikorkeus noin 8 000 metriin. Ilma-alukseen on mahdollista asentaa SAR -tutka sekä monipuolisesti sensoreita ja muuta hyötykuormaa.⁷³

3.5 RQ-7A/B Shadow 200

AAI'n valmistama RQ-7 Shadow 200 on USA:n maavoimilla käytössä oleva taktisen tason tiedustelu, valvonta- ja tulenjohto UAS. Shadow -järjestelmän kehitys pohjautuu satojen tuntien testaus- ja kehitystaustan omaavaan RQ-2 Pioneer -järjestelmään. Shadow UAV lensi ensilentonsa jo vuonna 1991 ja tuotantoon se tilattiin USA:n maavoimille mallimerkinnällä RQ-7A vuonna 1999. Ilma-aluksiin asennettiin uudet moottorit sekä päivitetty hätälaskeutus- ja takaisinpaluujärjestelmä vuoden 2003 loppupuolella sattuneiden lukuisien onnettomuuksien johdosta. Ilma-aluksesta on kehitetty myös RQ-7B -versio, jota esitettiin saatettavaksi tuotantoon vuonna 2004. B -versiossa on erona A -versioon suurempi siipien kärkiväli, tehokkaampi kantopinta-alue, suurempi peräsiipi, tilavampi polttoainesäiliö sekä parannetut navigointi- ja maalinpaikannusjärjestelmät. Shadowista on kehitetty myös T-mallisella pyrstöllä varustettu aikaisempi kehitysversio 200T, jota ei kuitenkaan koskaan kehitetty tuotantoversioksi.⁷⁴

Yksi RQ-7 Shadow UAS sisältää neljä ilma-alusta hyötykuormineen, kuusi HMMWV (High Mobility Multi-Purpose Wheeled Vehicles) -maastoajoneuvoa, kaksi ajoneuvoilla liikkuvaa maa-asemaa, kannettavan maa-aseman, hydraulisen katapulttilaukaisutrailerin, kaksi perävauhua ja muuta toimintaa tukevaa kalustoa sekä 18 hengen miehistön. Ensimmäinen maastoajo-

neuvo kuljettaa ilma-alukset ja laukaisutrailerin. Toinen ja kolmas kuljettavat ajoneuvoilla liikkuvat maa-asetat, neljäs ja viides ajoneuvo peräkärriineen miehistön sekä varusteet. Kuudes maastoajoneuvo kuljettaa muun operointia tukevan materiaalin ja kaluston. Koko järjestelmä voidaan kuljettaa lähelle toiminta-alueetta kahdella C-130 Hercules kuljetuslentokoneella.⁷⁵ Yksi Shadow 200 ilma-alus maksaa noin 350 000 U.S. dollaria.⁷⁶

Ilma-aluksen voimanlähteenä on rungon takaosaan sijoitettu 38 hevosvoimainen UEL AR-741 polttomoottori. Työntöperiaatteella toimiva moottori välittää voiman kaksilapaiselle potkurille. Shadow UAV'n maksiminopeus on 228 ja matkanopeus 156 km/h. Sen suurin nopeus maksimikorkeudessaan 4 575 metrissä on 106 km/h. Ilma-aluksen pituus on kokonaisuudessaan 3,4 metriä ja siipien kärkiväli versiosta riippuen A: 3,89 metriä, B: 4,29 metriä. Sen paino tyhjänä on 91 kg ja se kykenee kantamaan hyötykuormaa 25,3 kg:n painosta. Operatiivinen toimintasäde on suurimmillaan 80 km ja datalinkin suurin kantama 125 km. Toiminta-aika riippuen versiosta vaihtelee (A) viidestä ja puolesta tunnista (B) seitsemään tuntiin.⁷⁷



Kuva 7. RQ-7 Shadow kiitoradalla.⁷⁸

RQ-7A Shadowin hyötykuormana on ensisijaisesti IAI Tamam POP (Plug-In Optronic Payload) -sensoripaketti, joka sisältää normaalin TV- sekä lämpökameran. Toiseksi vaihtoehtoiseksi hyötykuormaksi ilma-alukseen on suunniteltu parannettua Wescamin TV- ja lämpökameran sisältämää sensoripakettia. Myös SAR / MTI -järjestelmää on suunniteltu Shadowin hyötykuormaksi. RQ-7B versio voidaan varustaa myös muilla kuin edellä mainituilla sensoreilla tai sensoripaketeilla.⁷⁹

Shadow -ilma-alus laukaistaan ilmaan maalta, joko hydraulisella katapulttilaukaisimella tai perinteisesti omilla pyörillään rullaten. UAV'ta voidaan ohjata maa-asemalta kauko-ohjauksella tai se voi vaihtoehtoisesti lentää ennalta ohjelmoituna GPS (Global Positioning System) -pohjaisen autopilotin avustuksella. Paluu ja laskeutuminen maahan tapahtuu normaalisti kolmipyöräisten laskutelineiden avulla.⁸⁰

3.6 RQ-8 Fire Scout A/B

Northrop Grummanin valmistama RQ-8 Fire Scout on pystysuoraan nouseva ja laskeva, pyöriväsiipinen taktisen tason miehittämätön ilma-alus (VTUAV, Vertical Takeoff and Landing Tactical Unmanned Aerial Vehicle). Fire Scout valittiin USA:n laivaston VTUAV-järjestelmäksi 9. helmikuuta 2000. Fire Scout -ilma-alus on kehitetty Schweizer 333 kevytheelikopterin rungon pohjalta. Northrop Grumman teki alussa ilma-aluksesta kolme prototyyppiä. Prototyyppimallit P-1 ja P-3 ovat miehittämättömiä, kun taas prototyyppimalli P-2 on miehitetty. Testilennot aloitettiin P-1 mallilla, joka tuhoutui laskeutuessa testilennoilta 4. marraskuuta 2000 Kalifornian China Lakella. Tuhoutumisen syynä oli viallisen tutkan antama väärä korkeuslukema. Testilentoja jatkettiin miehitetyllä P-2 versiolla. Miehittämätön P-3 versio toimi pohjana USA:n merivoimille toimitettaville koealuksille ja sillä suoritettiin ensilento 19. maaliskuuta 2002. P-3 version testit käynnistivät sarjatuotannon, jonka seurauksena ensimmäinen RQ-8A Fire Scout rullasi ulos tuotantolinjalta 16. tammikuuta 2003.⁸¹

Yksi RQ-8 Fire Scout VTUAV -järjestelmä sisältää kolme ilma-alusta, ilma-alusten hyötykuorman, datalinkki-paketin, kauko-ohjaus dataterminaalin sekä kaksi maa-asemaa. Yksi maa-asema kykenee käsittelemään kolmea ilma-alusta yhdenaikaisesti. Ilma-alusjärjestelmä on kuljetettavissa HMMWV maastoajoneuvoilla. Järjestelmästä on suunniteltu kolme eri versiota; kolmelapaisella roottorilla oleva RQ-8A merivoimien käyttöön, nelilapaisella roottorilla oleva RQ-8B Maavoimien Prikaatitason käyttöön, sekä nelilapaisella roottorilla varustettu MQ-9B Sea Scout (UCAR), joka kykenee kantamaan aseistusta.⁸²

RQ-8A version voimanlähteenä on yksi Rolls Roycen 250-C20W turboahdettu moottori, joka tuottaa kuristettuna 235 hevosvoimaa. Moottorista voima siirtyy kolmelapaiselle, 8,4 metriä halkaisijaltaan olevalle roottorille. Ilma-aluksen runko on seitsemän metriä pitkä, aluksen kokonaiskorkeus on 2,9 metriä ja peräroottorin halkaisija 1,3 metriä. Ilma-aluksen paino on tyhjänä, ilman polttoainetta 661 kg, hyötykuorman maksimipaino on 91 kg ja suurin lentoonlähtöpaino 1 202 kg. Fire Scoutin toimintasäde on 204 km, maksimi toimintakorkeus 6 100 metriä ja toiminta-aika enimmillään kuusi tuntia. Maksimi hyötykuormalla Fire Scout kyke-

nee nousemaan pystysuoraan ilmaan, lentämään 204 kilometrin päähän kohteelle, toimimaan kolme tuntia kohteella ja palaamaan lähtöpisteeseen.⁸³



Kuva 8. RQ-8A palaamassa aluksen kannelle.⁸⁴

Fire Scoutin hyötykuorma sisältää U-MOSP (UAV Multimission Optronically Stabilized Payload) -sensoripaketin ja SAR -tutkan sekä MTI -järjestelmän. Northrop Grumman ESS / IAI Tamam U-MOSP -sensoripaketti sisältää TV- ja lämpökameran sekä laseretäisyysmittarin ja -maalinosoittimen. Ilma-alukseen on kokeiltu asennettavaksi Stinger AAM (Air-to-Air Missile) -ilmataisteluoohjuksia sekä 70 millimetrisiä laser-ohjautuvia raketteja.⁸⁵

Ilma-alus kykenee nousemaan pystysuoraan itsenäisesti miehitetyn helikopterin tavoin sekä palaamaan laskeutuen pystysuoraan. Tämän takia USA:n merivoimat ovat olleet kiinnostuneita VTUAV -järjestelmistä, jotka omaavat muuten samat ominaisuudet kuin tavalliset UAV:t, mutta kykenevät toimimaan helposti pinta-alusten kansilta. USA:n laivasto on ilmoittanut tarvitsevansa 12 RQ-8A järjestelmää, mikä sisältää 36 ilma-alusta ja 24 maa-asemaa. Merijalkaväki on ilmoittanut tarvitsevansa 11 RQ-8A järjestelmää korvaamaan vanhat RQ-2 Pioneer järjestelmät ja USA:n maavoimat seitsemän RQ-8B järjestelmää.⁸⁶

3.7 Johtopäätökset

Tutkittaessa nykyaikaisten miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien kehittymistä 1980-luvun lopulta 2000-luvulle, voidaan todeta niiden kehittämisen lähtökohtien olleen ilmatiedustelussa. Ilma-alusten hyötykuormat ovat kehittyneet yksittäisistä TV-kameroista monimutkaisiin ja älykkäisiin sensoreihin, kuten SAR -tutkiin, MTI -järjestelmiin sekä erilaisiin monisensoripaketteihin. Aerodynamiikan, moottoreiden ja erilaisten datalinkkien kehittyminen on luonut ilma-aluksille suurempia toimintakorkeuksia, -aikoja ja -etäisyyksiä.

Varsinkin hyötykuormien kehittyminen mahdollistaa UAV´en monipuolisemmat tehtävät. Laser-osoittimet mahdollistavat yhteistyötehtävien suorittamisen miehitettyjen pommikoneiden kanssa, parantaen pommien osumatarkkuutta. Kameroiden ja tutkien kehittyminen mahdollistavat tarkempia tiedustelukuvia tai vaihtoehtoisesti kohteiden kuvaamisen kauempaa. Ilma-alusten aseistaminen näyttäisi kasvattavan niiden kokoa ja näin luovan myös paremman lavetin suuremmille ja tehokkaammille sensoreille. Vaikka UAV´ta on nykyään jo aseistettu, käyttöperiaatteet näyttäisivät olevan vielä enimmäkseen tiedustelussa, valvonnassa, maanosoituksessa ja -paikannuksessa.

Suurempia miehittämättömiä ilma-aluksia on mahdollista operoida satelliitin välityksellä, käytännössä mistäpäin maapalloa tahansa. Pienempiä ilma-aluksia operoidaan järjestelmien maa-asemilta ja niiden toimintaetäisyyksiä voidaan kasvattaa datalinkkien avulla. Kaikki käsitellyt UAV -järjestelmät kykenevät ainakin teoriassa lähes reaaliaikaiseen informaation välittämiseen maa-asemalleen tai suoraan tarvitsijoille.

Suihkumoottorilla varustettu RQ-4 Global Hawk kykenee lentämään yli 600 km/h nopeutta jopa 20 000 km korkeudessa, mutta tarvitsee tehokkaat ja kalliit sensorit. Pienemmät ilma-alukset lentävät tyypillisesti alle 200 km/h nopeudella maksimikorkeuden ollessa noin 5 000 – 8 000 metriä. Kaikki miehittämättömät ilma-alukset aiheuttavat ilmatorjunnalle haasteita, joihin joko suuresta lentokorkeudesta tai pienestä lämmönlähteestä ja koosta.

4. MIEHITTÄMÄTTÖMIEN ILMA-ALUSTEN KÄYTTÖ VIIMEAIKAISISSA SODISSA

4.1 Operaatio Desert Storm

Vuonna 1990 Irakin ja Kuwaitin välit alkoivat kiristyä. Valtioilla oli keskinäisiä kiistoja raja-alueilla olevista öljylähteistä ja niiden hallitsemisesta. Irakin talous oli huonossa kunnossa Iran-sodan jäljiltä ja se oli velkaa Kuwaitille, joka puolestaan halusi Irakin maksamaan velkansa takaisin. Irak halusi Kuwaitin rajoittavan öljyn tuotantoaan, jotta öljyn hinta nousisi maailmalla. Kuwait ei kuitenkaan suostunut tuotannon rajoittamiseen. Valtioilla oli myös kulttuurisia eroja ja Kuwaitin lämmin suhtautuminen länsimaihin kiristi tilannetta vielä entisestään.⁸⁷

Irak hyökkäsi Kuwaitiin 2. elokuuta 1990 ja miehitti sen yhdessä vuorokaudessa. Yleisesti oletettiin Irakin jatkavan hyökkäystään Saudi-Arabiaan ja laajentavan valtaansa arabimaailman keskuudessa. Yhdysvallat reagoi nopeasti tilanteeseen ja 8. elokuuta sen ilmavoimat sijoittivat ensimmäiset kaksi F-15 C/D hävittäjälentolaivuetta Dhahraniin Saudi-Arabiaan. YK:n turvallisuusneuvosto asetti ehdon Irakille: Irakin on vetäydyttävä Kuwaitista 15. tammikuuta 1991 mennessä tai koalitio käyttää kaikkea tarvittavaa voimaa sitä vastaan.⁸⁸ Irak ei aloittanut vetäytymistä asetettuun määräaikaan mennessä ja 17. tammikuuta käynnistettiin Kuwaitista operaatio Desert Storm. Operaatio alkoi Yhdysvaltain laivaston kahdelta alukselta ammutuilla Tomahawk -risteilyohjuksilla. Bagdadiin suuntautui alkuvaiheessa neljä aaltoa ilmasta käsin suuntautuneita iskuja, joista ensimmäinen vaikutti pääkaupungissa 02.40 paikallista aikaa. Ensimmäiset iskut suuntautuivat vahvasti puolustettuja kohteita vastaan, kuten Bagdadin lentokentille ja sotilaskasarmeihin.⁸⁹

Ensimmäisten ilma-iskujen jälkeen pommituksia Bagdadissa jatkettiin F-117A Night Hawk -rynnäkkökoneilla. F-117A -rynnäkkökoneet oli varustettu FLIR -sensoreilla, laserosoittimilla sekä 910 kilogramman laserohjatuilla pommeilla. Pommituksien kohteina olivat ainakin presidentin palatsi, Irakin ilmavoimien esikunta sekä useat ministeriöiden rakennukset. Pääkaupungin ulkopuolella iskuja suoritettiin lentokenttiä, ilmapuolustuksen tutkia sekä ilmatorjuntaohjuksien ja ilmatorjuntatykistön ryhmitysalueita vastaan. Pommituksia kohdistui myös asetetaisiin, öljynjalostamoihin sekä Scud -ohjusten laukaisualueille Länsi-Irakiin.⁹⁰

Yhdysvalloilla oli käytössään yhteensä kuusi Pioneer UAV -järjestelmää, jotka toimivat alueella jo hieman ennen Desert Storm operaatiota ja sen aikana. Merijalkaväellä oli käytössään

järjestelmistä kolme, laivastolla kaksi ja maavoimilla yksi. Pioneerit saavuttivat operaatioissa 1 698 lentotuntia yhteensä 545 lentosuorituksessa.⁹¹

Pioneerien suorittamat operaatiot sisälsivät niin päivä- kuin yölentotehtäviä käyttäen TV-kameraa ja FLIR -sensoria pääasiallisesti uhanalaisimmilla lentoalueilla. USS Missouriilta ja USS Wisconsinilta operoineet Pioneerit kykenivät tuottamaan lähes reaaliaikaista kuvaa maalien paikantamisessa pinta-alusten 16-tuumaisien laivakanuunoiden tulenjohtamiseksi vihollisen syvyyteen. Laivakanuunoiden tulta käytettiin ainakin Kuwaitin rannikon alueella paikannettuja irakilaiden linnoituksia sekä hyökkäysveneitä vastaan. Aluksilta toimineet Pioneerit paikallistivat myös merimiinoja ja suorittivat tiedustelutehtäviä sekä pommitusten jälkeen tuhottujen maalien jälkitiedustelua. Merijalkaväen käytössä olleet kolme Pioneer -järjestelmää toimivat ensisijaisesti maalien paikannukseen AV-8B -koneille sekä muille rynnäkkökoneille.⁹²

Maavoimien käytössä ollutta yhtä Pioneer -järjestelmää käytettiin ensisijaisesti AH-64 Apache taisteluhelikoptereiden lentoreittien tiedusteluun vihollisen ilmatorjunnan ja maajoukkojen ryhmitysten varalta. Sodan kuluessa irakilaiset oppivat varautumaan havaitessaan Pioneerin lentävän alueensa yli. Pioneerin ylilento tiesi joko laivakanuunoiden tulta tai Apachen iskua ryhmityksiä vastaan. Jane's tietopankin mukaan operaatio Desert Storm'n aikana noin 40 eri irakilaisjoukkoa antautui miltei välittömästi havaittuaan Pioneerin ylilennon.⁹³

Pioneerien tuottamien kuvien perusteella annettiin pommitustehtäviä B-52 ja F-15 koneille irakilaisia joukkoja ja ajoneuvoja vastaan. UAV'ta käytettiin myös Tomahawk -risteilyohjuksien ohjaamisen helpottamiseksi paikkatietojen avulla.⁹⁴ Pioneerit lensivät tiedustelutehtävässä myös Saudi Arabian koillis-osissa ja paikallistivat irakilaiden hyökkäykseen ryhmityvän joukon Khafjissa. Paikallistamisen jälkeen USA:n ilmavoimat iskivät ja tuhosivat hyökkäykseen ryhmittyneet irakilais-joukot.⁹⁵

USA:n noin 40 käyttämästä Pioneer -ilma-aluksesta 12 katosi ja 18 vaurioitui. Vaurioituneista ilma-aluksista kuitenkin 13 onnistuttiin korjaamaan kenttäolosuhteissa.⁹⁶ Operaation aikana yksi Pioneer ilma-alus tuhoutui maahansyöksyssä omien joukkojen sähkömagneettisen kentän aiheuttaman häiriön takia.⁹⁷

Pioneer -ilma-alukset eivät kestäneet huonoja sääoloja Irakissa. Pioneerien puisten potkurien laminoinnit liukenivat vesisateessa. Sumu ja kova sivutuuli tekivät lentolähdöistä ja laskeu-

tumisista vaikeita tai estivät ne kokonaan. Kevyen ilma-aluksen lennättäminen osoittautui vaikeaksi jo sellaisissa navakoissa tuulioloissa, joissa miehitetty lentokone kykeni suoriutumaan moitteetta lentotehtävästä.⁹⁸

USA:n merijalkaväki käytti myös yksinkertaisin TV-kameroin varustettuja BQM-174 Exdroni mini UAV'ta, suorittaen niillä 55 - 60 tehtävää operaation aikana. Näillä ei kuitenkaan saavutettu merkittävää hyötyä taistelulentä tiedustelussa. Myös toista mini UAV'ta FQM-151 Pointeria testattiin operaation aikana.⁹⁹

4.2 Operaatio Allied Force

Naton vuonna 1999 käynnistämä ilmaoperaatio serbejä vastaan kantoi nimeä operaatio Allied Force. Operaation käynnistämisen taustalla vaikuttivat väkivaltaiset tapahtumat Kosovossa eri väestöryhmien kesken jo vuosien takaa. Kosovo julistautui itsenäiseksi tasavallaksi 19. lokakuuta 1991 ja Albania tunnusti Kosovon itsenäisyyden heti. Serbian hallitus tuomitsi itsenäistymisen laillisuuden ja ryhtyi jäljittämään itsenäisyyttä kannattavia henkilöitä. Kosovon serbien vallasta vapauttavaa liikettä alettiin organisoida ja siitä kehittyi pienimuotoinen aseelliseen vastarintaan kykenevä ryhmittymä vuonna 1993. Tästä liikkeestä kehittyi ajan myötä UCK eli Kosovon vapautusarmeija, joka tuli julkisuuteen 1996 – 1997. Ensimmäiset avoimet tulitaistelut serbien ja Kosovon vapautusarmeijan välillä alkoivat vuonna 1998.¹⁰⁰

Molemmat osapuolet aseistautuivat ja välikohtausten määrä alkoi kasvaa. Kesällä 1998 Kosovon vapautusarmeija teki lukuisia hyökkäyksiä serbihallintoa vastaan ja otti useita kyliä haltuunsa. Serbiarmeija ryhtyi tukemaan serbipoliisia ja sen tekemiä kylien puhdistuksia rangastuksena sissien avustamisesta. Albaanien kapinointi kukistettiin loppukesällä 1998, jonka seurauksena pakolaisvirta kasvoi arviolta 200 000 – 300 000 henkeen.¹⁰¹

YK:n turvallisuusneuvosto antoi vuoden 1998 aikana neljä päätöslauselmaa. Niissä veloitettiin hallintoa lopettamaan etniset puhdistukset Kosovossa sekä saattamaan tulitauko alueelle. Jugoslavian hallitus ei toteuttanut päätöslauselmien mukaisia ehtoja ja Nato -maiden kannanotot Serbiaa vastaan kovenivat. Naton sotilaskomitea ja Naton Euroopan päämaja alkoivat suunnitella aseellisia toimia serbejä vastaan 12. kesäkuuta 1998. Natolla ei kuitenkaan ollut YK:n mandaattia sotatoimilleen vieraan valtion maaperällä, joka aiheutti erimielisyyksiä Nato -maiden kesken.¹⁰²

Lokakuussa 1998 Naton jäsenmaat saavuttivat yhteisymmärryksen sotatoimien aloittamisesta ja 13. lokakuuta Pohjois-Atlantin neuvosto antoi ilmavoimille aktivointikäskyn. Naton painostuksesta huolimatta vihollisuudet leimahtivat uudelleen käyntiin tammikuussa 1999. Serbien toimet albaaneja vastaan näyttivät etniseltä puhdistusoperaatiolta. Pelkkä voimankäytöllä uhkaaminen ei tuottanut tulosta ja käsky ilmaiskujen aloittamisesta annettiin 23. maaliskuuta 1999.¹⁰³

Operaatio Allied Force ja ilmahyökkäykset serbejä vastaan alkoivat illalla 24. maaliskuuta 1999. Operaation ensimmäisinä päivinä aloitettiin serbien ilmapuolustuksen lamauttaminen. Muita alkupäivien kohteita olivat esimerkiksi tietoliikennekeskus Belgradissa, tv- ja radioasema Jastrebacissa, lentotukikohta ja kasarmirakennukset Nisissä sekä varikko Leskovacissa. Kosovon alueella iskettiin sisäministeriön tukikohtaan Pristinassa, armeijan tukikohtaan Urasevacissa sekä varikkoon Prizenissä. Ensimmäisten päivien iskuihin osallistui myös B-2 Spirit -konepari.¹⁰⁴

Nato ei onnistunut tuhoamaan serbien ilmapuolustusta riittävän hyvin ja tästä johtuen lentokorkeudet jouduttiin pitämään suhteellisen korkeina. Ilmatorjuntaohjusten uhkan väitetään pysyneen yllä koko operaation ajan. Rynnäkkökoneiden lentoturvallisuusrajaksi asetettiin 4 500 metrin korkeus, joka oli ammusilmatorjunnan ulottumattomissa. Vain kaksi lentokonetta tuhoutui operaatiossa ja Naton tappiot jäivät pieniksi miehitettyjen ilma-aluksien osalta.¹⁰⁵

Operaation nimen oli tarkoitus korostaa Naton jäsenmaiden yhtenäisyyttä operaatiossa. Ilmasotatoimien oikeutuksen saamiseksi Nato kutsui ilmaiskujaan ”ilmakampanjaksi”.¹⁰⁶ Operaatioon osallistui kaikkiaan 13 Nato -jäsenmaata, joiden koneet lensivät 78 päivää kestäneessä operaatiossa yli 37 000 lentosuoritusta, joista noin 14 000 oli ilmaiskusuorituksia.¹⁰⁷ Osallistuneista Naton liittouman valtioista; Yhdysvalloilla, Saksalla, Ranskalla ja Iso-Britannialla oli käytössään miehittämättömiä ilma-alusjärjestelmiä. Tutkimuksen rajaukset huomioon ottaen tässä luvussa käsitellään kuitenkin vain USA:n käytössä olleita RQ-1 Predator, RQ-2 Pioneer ja RQ-5 Hunter järjestelmiä.¹⁰⁸

Koko ”ilmakampanjaa” johdettiin Naton Yhteisestä ilmaoperaatiokeskuksesta CAOC’sta Dal Molinin lentotukikohdasta Italiasta käsin. Myös miehittämättömien ilma-alusten toiminnan koordinointi hoidettiin alkuvaiheessa samasta CAOC’sta. Poikkeuksen muodosti alusta alkaen Tuzlan lentotukikohdasta Koillis-Bosniasta käsin operoitu Predator lentolaihue, joka oli koko operaation ajan USA:n ilmavoimien johdossa. Tilaisuuden tullen Predatoreilla pyrittiin operoimaan myös Petrovecin lentokentältä Makedoniasta. RQ-5 Hunterit olivat USA:n maavoi-

mien johdossa Makedoniassa huhtikuusta alkaen ja viisi RQ-2 Pioneer -järjestelmää USA:n laivaston käytössä USS Ponce aluksella.¹⁰⁹ Hunterit lensivät koko operaation aikana 1357 lentotuntia 246 lentosuorituksessa, paikallistaen ilmatorjunnan tutkia, tykistön osia ja ohjusten laukaisupaikkoja.¹¹⁰

Operaation alusta alkaen oli jokainen UAV -tehtävä koordinoitava etukäteen CAOC'n suunnittelijoiden kanssa ja sisällytettävä päivittäiseen Naton ATO (Air Tasking Order) ilmatoiminta-asiakirjaan. Yhteistoiminta CAOC'n suunnittelijoiden kanssa toimi pääosin hyvin, mutta joskus Predatorit ja Hunterit lähetettiin tiedustelemaan samaa kohdetta ja ne päätyivät lopulta kuvaamaan toistensa lentoa. Ilmasotatoimien alkuvaiheessa ongelmia tuotti myös miehitettyjen ilma-alusten muodostama yhteentörmäysriski, joka poistui Naton asetettua hävittäjille lentoturvallisuusrajaksi 4 500 metrin korkeuden, miehittämättömien ilma-aluksien toimiessa sen alapuolella. Kiireellisissä tapauksissa miehittämättömien ilma-aluksien tuottama informaatio jouduttiin välittämään CAOC'lle jopa faksilla tai sähköpostilla. Predatorien värillinen videokuvamateriaali oli kaikkein halutuinta informaatiota.¹¹¹

Jokainen UAV -yksikkö sai CAOC'n tiedusteluelimiltä päivittäin tehtäviä tärkeitä tiedusteltavista kohteista. Tärkeitä kohteita olivat esimerkiksi oletetut pakolaisleirit ja -kulkueet sekä Naton pommittamien kohteiden jälkitiedustelu. Normaalisissa tiedustelutehtävissä yhdelle UAV'lle annettiin jopa kymmenen tiedusteltavaa kohdetta. Huntereiden ja Predatorien suhteellisen hitaan lentonopeuden takia, niiden käyttöä suunnittelevien henkilöiden tuli olla erittäin tarkkana tiedusteltavien kohteiden valinnassa ja tärkeysjärjestyksessä.¹¹² Joidenkin ilmapommitusten aikana Predator suoritti reaaliaikaista tuhotiedustelua ja pysytteli tuhattavan kohteen läheisyydessä, kuvaten B-52 koneen pommien osumista ja kohteen tuhoutumista.¹¹³

Naton vaatimusten mukaan Hunter -järjestelmällä täytyi olla vuorokauden ympäri kaksi ilma-alusta välittömässä tehtävään lähtövalmiudessa. Predator -järjestelmälle oli asetettu ilmeisesti myös sama vaatimus. Teoriassa CAOC kykeni tiedustelemaan jokaiseen vuorokauden aikaan ainakin neljä kohdetta yhdenaikaisesti Kosovon alueella. Loppuvaiheessa ”ilmakampanjaa” Nato suoritti noin 300 ilmaiskua vuorokaudessa. Ilmaiskujen suuresta määrästä johtuen liittouma ei koskaan saanut reaaliaikaista informaatiota nopeaan maalin paikannukseen. Hunterit ja Predatorit olivat koko liittouman ainoita UAV -järjestelmiä, jotka kykenivät lähes reaaliaikaiseen informaation välitykseen CAOC'lle ja muille käyttäjille Pentagonin GBS'n (Global Broadcast System) kautta.¹¹⁴

Liittoumalle sattui operaation kuluessa useita erehdyksiä valitessa pommitusten kohteita. Jotkut pommitukset ja ohjukset kohdistuivat siviilitraktoreihin ja -busseihin, jolloin luonnollisesti moni siviili sai surmansa. Erehdykset johtivat ilmaiskujen voimankäytön säännöksiin kiristämiseen. Aikaisemmin rynnäkkökoneiden pilotit saivat tuhota maalin jonka havaitsivat, mutta nyt vaadittiin kahta eri havaintoa kohteen vahvistamiseksi sotilaskohteeksi. Toiseksi havainnoksi kelpasivat esimerkiksi miehitetty tiedustelulento tai miehittämätön ilma-aluksen tuottama informaatio. Nämä välittivät tiedon CAOC:lle, jonka jälkeen Naton Etelä-Euroopan ilmakomentaja kenraaliluutnantti Mike Short antoi käskyn toimia kohdetta vastaan. Järjestely oli ymmärrettävästi hidas ja kömpelö ottaen huomioon ilmaiskujen vuorokautiset määrät. Naton lentäjät syyttivätkin uutta järjestelyä huonosta menestyksestä tuhota serbien panssarivaujuja. Hitaalla UAV:lla saattoi kestää tunteja ennen kuin se saapui kohteelle ja sen tuottama informaatio oli tulkittuna käytettävissä. Vasta tämän jälkeen kohde kyettiin varmistamaan ja annettiin lentäjille lupa toimia kohdetta vastaan. Tänä aikana kohde oli saattanut jo siirtyä uusiin aseisiin tai lentokone joutua tankkaamaan lisää polttoainetta, joten Naton oli pakko käyttää yhä enemmän miehitettyjä ilma-aluksia kohteiden tiedusteluun, miehittämättömien lisäksi.¹¹⁵

USA:n ilmavoimat tilasivat Predatoreihin laser-osoittimet, jotta ne voisivat kohteen varmentamisen jälkeen valaista maalin korkealla lentävästä pommikoneesta pudotettaville laserohjautuville pommeille. Operaation viimeisenä päivänä Predator valaisi maalin miehitettylle ilma-alukselle, mutta operaatio ja ilmasotatoimet ehtivät kuitenkin loppua ennen kuin laser-osoittimet saatiin tehokkaaseen käyttöön maalien paikantamiseksi.¹¹⁶ Ongelmia aiheutti myös UAV:en joka sään toimintakyvyn puuttuminen. Kaikkien operaatioissa toimineiden miehittämättömien ilma-alusten toiminta oli hyvin rajoittunutta jäätävissä olosuhteissa, vesisateella ja tuulisella lentosäällä. Yhdessäkään UAV:ssa ei ollut jäätävien olosuhteiden ilmaisulaitteita tai ohjaussiivekkeiden jäätymistä estävää laitteistoa.¹¹⁷

Ongelmia aiheutui myös tiedonsiirrossa UAS:n maa-asemalta korkean tason komentajille sekä lentäjille. Osa komentajista halusi informaation suoraan itselleen nähtäväksi, kun siitä olisi ollut paljon suurempaa hyötyä tehtäviä suunnittelevilla elimillä. Allied Force operaation komentaja kenraali Wesley Clark jopa ohjaili miehittämättömiä ilma-aluksia itse haluamilleen alueille, joten niiden tuottama informaatio ei välttämättä palvelut käynnissä olevia tehtäviä parhaalla mahdollisella tavalla.¹¹⁸ Rynnäkkökoneiden lentäjille annettiin suullisia maalien paikantamisohjeita Predatorien tiedustelutietojen pohjalta. Suullisesti annetut paikkatiedot aiheuttivat usein väärinkäsityksiä ja ristiriitoja maalien paikoista ja tunnistamisesta. Naton

miehitetyt ilma-alukset eivät kyenneet ottamaan vastaan Predatorien osoittamien maalien koordinaatteja digitaalisesti lentäjien käyttöön.¹¹⁹

Serbit olivat ottaneet oppia Bosnian kriisistä vuodesta 1994 alkaen miehittämättömien ilma-alusten käyttöperiaatteista, ja serbien ilmatorjunta oli valmistautunut niiden varalle yllättävän hyvin. Serbit onnistuivat ampumaan alas yhden Predatorin vuonna 1995, joten sen tekniset ominaisuudet ja suorituskyky olivat hyvin tiedossa. Allied Force operaation aikana serbit saivat käsiinsä useita miehittämättömien ilma-alusten hylkyjä, kuten RQ-5 Hunterin. Kosovon maastosta johtuen serbit valmistautuivat torjumaan ilma-aluksia vain muutamaa eri suuntiin. Suurin osa Naton UAV:sta sijaitsi Makedoniassa ja niiden lento- ja laskeutumispaikat olivat serbien tiedustelun tiedossa. Serbit sijoittivat ilmatorjuntakalustoaan, kuten lämpökäikuisiä olkapääohjuksia UAV:en lentokäytävälle. Serbit käyttivät miehittämättömien ilma-aluksien tuhoamiseen myös MI-8 Hip helikopteria. He lensivät ilma-aluksen vierelle ja ampuivat kopterin 7,62 millimetrillä ovikonekiväärillä sen alas. Tällä keinolla serbit saivat pudotettua ensimmäisen RQ-5 Hunterin. Helikoptereita serbit käyttivät niin pitkään kunnes Naton hävittäjät tekivät sen liian vaaralliseksi. Miehittämättömien ilma-aluksien haavoittuvuuden takia niiden operaattorit halusivat ajoittaa lentotehtävät ainoastaan yöaikaiksi, jolloin serbien ilmatorjunta olisi rajoittunutta.¹²⁰

Serbit väittävät lähteissään ampuneensa alas Kosovossa noin 25 UAV:ta ja saman verran Serbiassa ja Montenegrossa. Serbit esittelivät sodan aikaan suuren määrän miehittämättömien ilma-aluksien hylkyjä kansainvälisessä mediassa. NATO ei ole julkistanut varmaa tietoa operaation aikaisista tappioista, mutta UAV -operaattoreiden ilmoitusten perusteella tappioluemat olisivat seuraavanlaisia:¹²¹

	Taisteluissa menetetyt	Ei taisteluissa menetetyt
– RQ-5 Hunter	5	3
– RQ-1 Predator	2	1
– RQ-2 Pioneer	2-4	0-2
– Naton kaikki UAV:t	21	6

RQ-5 Hunter -ilma-aluksista kaksi vaurioitui, mutta ne lähetettiin Yhdysvaltoihin korjattavaksi. Yksi Hunter lensi vuoren seinämään ja viisi ammuttiin ilmeisesti alas.¹²² Tuhoutuneista RQ-1 Predatoreista yksi ammuttiin alas Strela -ilmatorjuntaohjuksella, yksi ammusaseilla ja

yksi putosi jäätyksen takia. RQ-2 Pioneereista kolme ammuttiin ilmeisesti alas ja yksi putosi teknisen vian seurauksena.¹²³

4.3 Operaatio Enduring “Freedom”

Afganistanin sota alkoi lokakuussa 2001, kun Yhdysvaltalaisen kenraali Tommy Franksin johtama koalitio aloitti hyökkäyksen Taleban-hallintoa vastaan. Koalitioon kuuluivat Yhdysvaltain, Ison Britannian, Australian sekä Pohjoisen liiton joukkoja. Sodan oikeutuksena olivat syyskuun 11. päivän terrori-iskut World Trade Centeriin ja Pentagoniin, joista vastuun ottivat Afganistanissa Taleban-hallinnon suojassa toimineet Osama bin Laden ja Al-Qaida -järjestö. Yhdysvaltain presidentin, George W. Bushin saatua syyllisen selville syyskuun 11. iskuihin, hän vaati Taleban-hallinnolta Osama bin Ladenin ja Al-Qaida johtajien luovuttamista sekä terroristeja kouluttavien leirien sulkemista. Talebanit eivät suostuneet vaatimuksiin, vaan vaativat enemmän todisteita bin Ladenin syyllisyydestä. Talebanit ehdottivat bin Ladenin luovuttamista johonkin puolueettomaan valtioon asian tutkimiseksi. Bush ei tyytynyt ehdotuksiin, vaan käski hyökkäyksen aloittamisen Taleban-hallintoa ja Al-Qaidaa vastaan.¹²⁴

Yhdysvallat olivat valmistautuneet mahdolliseen terrorismin vastaiseen sotaan jo ennen syyskuun 11. terrori-iskuja. Yhdysvaltojen SOF (Special Operation Force) -erikoisjoukko-yksikkö oli lähetetty Afganistaniin jo kuukausia ennen varsinaista sotaa. Erikoisjoukkojen tehtävänä oli tutustua paikallisiin olosuhteisiin, paikantaa tärkeitä maaleja sekä luoda suhteita paikalliseen väestöön eli toisin sanoen ostaa afgaaneja puolelleen.¹²⁵

Varsinainen sota alkoi öisillä ilma-iskuilla ennalta määritettyihin maaleihin 7. lokakuuta 2001, Yhdysvaltain ja Britannian ilmavoimien pommituksilla Al-Qaidan ja Talebanien kohteita vastaan Kabulissa, Kandaharissa ja Jalalabadissa. Tärkeimmät maalit olivat alkuvaiheessa Talebanien hallussa olevat lentokentät ja johtamispaikat, mutta ensimmäisen kahden viikon strategiset pommitukset viestiyhteyksiä ja johtamispaikkoja vastaan eivät tuottaneet odotettuja tuloksia. Ilmasotatoimien painopisteen siirto johto-osista Talebanien taistelujoukkoja vastaan sekä Yhdysvaltojen erikoisjoukkojen hyökkäys Kandahariin, mahdollistivat Pohjoisen liiton joukkojen etenemisen. Joulukuuhun mennessä monet ”ilmakampanjan” kohteet oli tuhottu ja iskujen painopiste siirrettiin Tora Boran korkeille vuoristoalueille Talebanien ja Al-Qaidan epäiltyihin luolakohteisiin. Yhdysvaltojen erikoisjoukot suorittivat luolakompleksien puhdistusta taistellen vaikeassa maastossa puhdistuksien jatkuessa aina 17. joulukuuta saakka, jolloin viimeinenkin luolakompleksi vallattiin.¹²⁶

Vielä maaliskuussa 2002 Yhdysvaltojen ja afgaaniheimojen joukot suorittivat operaatio Anaconda'n, jossa ne hyökkäsivät Paktian maakunnassa noin 3000 metrin korkeudelle vuoristoon uudelleen ryhmittyneitä Taleban taistelijoita vastaan. Sadat Taleban taistelijat pakenivat Pakistaniin hyökkäyksen alta. Koko operaatio Enduring "Freedom" päätavoite oli saada Osama bin Laden sekä Al-Qaida johtajat kiinni. Osama bin Ladenin ruumista ei löydetty laajoista etsinnöistä huolimatta, mutta Al-Qaidan ja Talebanien infrastruktuuri tuhoutui lähes täysin.¹²⁷

Yhdysvalloilla oli käytössään operaatio Enduring "Freedom" aikana kolme eri miehittämätöntä ilma-alusjärjestelmää; RQ-1 Predator, aseistettu MQ-1 Predator sekä RQ-4 Global Hawk. Global Hawkille operaatio Enduring "Freedom" oli ensimmäinen sotatoimi sen kehittämisen jälkeen ja MQ-1 Predatorille ensimmäinen operatiivinen käyttö, varustettuna AGM-114 Hellfire -panssarintorjuntaohjuksilla. Yleisesti on epäilyksiä RQ-2 Pioneer ja RQ-7 Shadow -järjestelmien käytöstä Enduring "Freedom" operaatiossa, mutta siitä ei ole julkisesti saatavilla varmaa tietoa eikä näyttöä.¹²⁸

USA:n ilmavoimien CAOC sijaitsi Prince Sultan ilmavoimien tukikohdassa Saudi-Arabiassa. Pääsääntöisesti UAS'en tuottama informaatio koottiin CAOC:ssa, josta se tulkitsemisen jälkeen jaettiin taistelukentän komentajille ja lentäjille.¹²⁹

Predatorit operoivat Afganistanissa USA:n ilmavoimien sekä tiedustelupalvelu CIA:n johdossa Kuwaitista ja Pakistanista käsin. Aseistetut MQ-1 Predatorit olivat tärkeässä roolissa, kun niiden havaitsema liikkuva kohde täytyi kyetä tuhoamaan alle viidessä minuutissa. Useissa lähteissä epäillään aseistetun Predatorin kehittämisen syyksi Osama Bin Ladenia, ja hänen tuhoamisen mahdollistamista nopeasti havainnon jälkeen. MQ-1 Predatorien väitetään laukaiseen operaation aikana noin 40 Hellfire -panssarintorjuntaohjusta Al-Qaidan ja Talebanien eri kohteita vastaan.¹³⁰

Predatorit ja Global Hawkit toimivat yhteistyössä miehitettyjen ilma-alusten kuten AC-130 Gunship ja F/A 18-Hornet kanssa. Predatorit suorittivat maaltiedustelua tai valaisivat suoraan tuhottavan maalin laser-osoittimellaan koneille. AC-130 Gunship kykeni vastaanottamaan Predatorin ja Global Hawkin sensoreiden tuottamaa informaatiota ja esittämään sen kojelaudallaan lentäjille. Kosovossa tällaista mahdollisuutta ei ollut vielä käytössä.¹³¹

Ainakin yksi esimerkkitapaus tarkasta yhteistyötoiminnasta miehitetyn ilma-aluksen kanssa tapahtui operaatiossa vuonna 2002. Predator kuvasi Afganistanissa Taleban taistelijoiden joukkoa kerääntymässä moskeijan läheisyyteen. Predatorin kuvaus välitettiin AC-130

Gunship koneelle, joka lensi kohteelle ja pommitti sitä. Iskussa tuhoutui kolme Taleban taistelijoiden ajoneuvoa, moskeijan säästyessä koskemattomana.¹³²

Samoihin aikoihin vuoristossa käynnissä olleessa puhdistusoperaatio Anaconda:ssa USA:n maavoimien joukot paikansivat Al-Qaidan joukkojen vahvennetun konekiväärin tuliaseman. F-15 ja F-16 koneet yrittivät tuhota konekiväärin tuliaseman, mutta eivät osuneet siihen. CIA:n johdossa ollut Predator laukaisi Hellfire -panssarintorjuntaohjuksen konekiväärin tuliasemaa vastaan ja se tuhoutui. Tapaus on ilmeisesti ensimmäinen, kun aseistettua miehittämätöntä ilma-alusta on käytetty lähitulitukitehtävässä maavoimien joukoille.¹³³

Miehittämättömien ilma-aluksien toimintakykyä laski Afganistanissa ainakin ankarat sääolot. Kaksi Predatoria tuhoutui niiden siipien ohjaussiivekkeiden jäädyttyä pilvissä lentämisen seurauksena. Uudemmat Predatorit kyettiin varustamaan jäätyminenestolaitteistolla, mutta vanhemmissa RQ-1 malleissa tätä mahdollisuutta ei ollut. Ainakin yhden Predatorin maahan syöksymisen arvellaan johtuvan yhteyden katkeamisesta maa-asemaan. Predatorit joutuivat lentämään matalalla johtuen pilvikorkeudesta ja siipien jäätyminen mahdollisuudesta, jolloin ne olivat maaleina vihollisen ilmatorjunnalle ja käsiaseiden tulelle. Joskus matalaa lentokorkeutta jouduttiin käyttämään myös kuvien laadun ja tarkkuuden parantamiseksi. Operaatio Enduring "Freedom" aikana Pentagon julkisti raportin, jossa se totesi Predatorin olevan operatiivisesti tehoton ja epäsopiva sotatoimikäyttöön.¹³⁴

Operaatiossa toimi kaksi Global Hawkia, mallit '04 ja '05. Ne toimivat kahdesta eri tukikohdasta käsin Afganistanin ilmatilassa. Toinen tukikohdista sijaitsi Abu Dhabin Al Dhafassa ja toinen Shamsi:ssa Pakistanissa. Ensimmäiset Global Hawkin kuvaustiedustelun tulokset sota-toimikäytössä saatiin 27. marraskuuta 2001. Global Hawkin tehtävänä oli kuvata lentopäivinä yli 50 % operaation kaikista päivittäisistä maaleista. Ainakin toista Global Hawkia käytettiin iskujen jälkitiedusteluun. Global Hawkit tuottivat operaation aikana noin 15 000 kuvaa 50 tehtävässä, saavuttaen yhteensä noin 1000 lentotuntia.¹³⁵

Operaation aikana molemmat Global Hawkit menetettiin ja niiden tuhoutumisista esitetään useanlaisia syitä eri lähteissä. Ensimmäinen Global Hawk putosi joulukuussa 2001. Syyksi väitetään esimerkiksi väärin asennettua pulttia, huonoa säätä sekä ohjauslaitteiston toimintahäiriötä. Toinen Global Hawk putosi Heinäkuussa 2002 Afganistanin ja Pakistanin rajalle. Syyksi väitetään polttoainejärjestelmän vikaa ja moottoririkkoa sekä huonoa säätä. Molempien tuhoutumisien jälkeen Global Hawk ilma-alusten lennot ja testit keskeytettiin hetkeksi.

Global Hawkin ongelmiksi muodostuivat kallis hinta, epäluotettavuus sekä suuren lentokorkeuden muodostama tarve tehokkaille sensoreille.¹³⁶

4.4 Operaatio Iraqi "Freedom"

Yhdysvaltojen terrorismin vastainen sota Afganistanissa sai jatkoa Irakin toisesta sodasta. Vuoden 2002 marraskuussa YK:n asetarkastajat jatkoivat Irakissa kesken jäänyttä työtään: pyrkimyksenä oli selvittää, oliko maassa joukkotuhoaseita. Yhdysvallat ei kuitenkaan ollut tyytyväinen järjestön antamiin raportteihin, eikä myöskään suostunut odottamaan tarkastusten jatkumista. Yhdysvallat ilmoitti, että hyökkäisi liittolaisineen Irakiin - vaikka ilman YK:n lupaa, jos tarve vaatii.¹³⁷

Yhdysvaltojen johtamalla koalitiolla oli ollut käynnissä operaatio Southern Watch jo vuosia ennen operaatio Iraqi "Freedomia". Operaatio Southern Watch sisälsi Irakin lentokieltoalueiden valvonnan, jota suoritettiin ilmasta käsin myös miehittämättömillä ilma-aluksilla. Irakilaisten rakentama valokuituverkosto mahdollisti koalition ilma-alusten havaitsemisen tutkilla, jotka oli sijoitettu lentokieltoalueiden ulkopuolelle. Tutkien havaitsemien maalien paikkatiedot lähetettiin valokuituteitse eteen ryhmitetyille ilmatorjuntaohjuspattereille, jotka käynnistivät omien asejärjestelmiensä tutkat vasta viime hetkellä ennen ohjuksen laukaisemista. Eteen ryhmitettyjen ilmatorjuntapattereiden havaitseminen muodostui erittäin vaikeaksi, koska niiden ei ollut pakko käyttää omia valvontatutkia ilmatilannekuvan muodostamiseksi ja ennakkovaroituksen saamiseksi.¹³⁸

Miehitettyjen ilma-alusten käyttö ilmapuolustuskohteiden tiedusteluun sekä lentokieltoalueiden valvontaan sisälsi korkean riskin tulla alas ammutuksi. Irakilaisten ilmapuolustuksen käyttämä tutkataktiikka pakotti varovaisuuteen miehitettyjen ilma-alusten käytössä korkean riskin alueilla ja loi näin suuren tarpeen miehittämättömille ilma-aluksille. USA:n ilmavoimat siirsivätkin RQ-1 Predator yksiköt Kuwaitiin Camp New Jersey tukikohtaan, josta käsin ne operoivat Irakin ilmatilassa jo operaatio Southern Watch'n aikaan. Vuoden 2001 loppupuolella Predatorit paikallistivat eteläisellä lentokieltoalueella ainakin yhden SA-3 Goa ilmatorjuntaohjuksien laukaisualustan.¹³⁹

Yhteensä neljä Predatoria tuhoutui Southern Watch operaation aikana. Neljästä tuhoutuneesta Predatorista kolme tuhoutui irakilaisten ilmatorjuntatulen takia vuoden 2001 loppupuolella ja yksi irakilaisten Mig-25:n alas ampumana joulukuussa 2002. Mig-25:n tuhoama Predator oli varustettu Stinger AAM -ilmataisteluojuksilla ja se ehti ampua Stingerin kohti irakilaisten

konetta ennen kuin se pudotettiin. UAV onnistui lähettämään myös videokuvaa tapahtuneesta ennen romuttumistaan.¹⁴⁰

Loppukesällä 2002 USA:n puolustusministeri Rumsfeld antoi joukoille uudet toimintaohjeet: koneita tulittavien ilmatorjunta-asemien lisäksi tulee hyökätä niitä tukevia tutkia ja johtokeskuksia vastaan sekä pommittaa eri yksiköitä yhdistäviä valokuitulinjoja. Irakin ilmapuolustuksen ja ranskalaisvalmisteisen KARI -ilmapuolustusjärjestelmän lamauttaminen aloitettiin jo yli puoli vuotta ennen varsinaista sotaoperaatiota.¹⁴¹

Operaatio Iraqin ”Freedom ’n” piti alkaa mittavilla ilmaiskulla vuorokauden USA:n presidentti Bushin ilmoittaman määräajan umpeutumisen jälkeen. Liittouman joukkojen komentaja kenraali Franks käski heti ennakkovaroituksen saatuaan kaksi F-117A -rynnäkkökoneetta ilmaan odottamaan pommien kanssa presidentti Bushin päätöstä. Bushin päätöksestä 20. maaliskuuta 2003, klo 02.12 Suomen aikaa, kului vain kaksi ja puoli tuntia everstiluutnantti Mathew McKeonin johtamien F-117A -rynnäkkökoneiden pudottamien neljän pommin putoamiseen Saddam Husseinin bunkkeriin. Pommien puhkaistua bunkkerin katon, iski alueelle kahdeksasta merivoimien aluksesta laukaistut neljäkymmentä risteilyohjusta, jotka osuivat kohteeseensa.¹⁴²

Saddam Husseinin bunkkeriin tehdyn iskun jälkeen Irakiin suunnattiin ilmahyökkäyksiä Yhdysvaltain lentotukialuksilta sekä Merijalkaväen ja Englannin Kuninkaallisten Ilmavoimien käytössä olevista tukikohdista. Hyökkäyksistä puuttui kuitenkin vielä Yhdysvaltain ilmavoimat ja varsinkin sen raskaat pommikoneet. Perjantaina 21. maaliskuuta raskaat B-52 -pommikoneet nousivat ilmaan Fairfordin tukikohdasta Englannista. Pimeän laskeuduttua Bagdadiin alkoi ensimmäinen laaja ilmaisku kiinteitä hallinto-, johtamis-, tietoliikenne-, tiedustelu- ja ilmapuolustuskohteita vastaan, mutta supistettuna aikaisemmin suunnitellusta 3000 pommin vuorokausivauhdista.¹⁴³

RQ-4 Global Hawkin lentoreitti ulotettiin Bagdadista pohjoiseen, Mosulin kaupungin yläpuolelle asti. Osa Predatoreista oli aseistettu Hellfire -panssaritorjuntaohjuksilla kohteenaan Bagdadin ilmatorjuntajärjestelmien tutkat. Global Hawk oli tärkeä tiedustelukuvien tuottaja, sillä useita kertoja vuorokaudessa Irakin yli lentäneet kuusi kuvaussatelliittia tuottivat kuvaa vain noin viiden minuutin ajan kerrallaan. Global Hawk pystyi tuottamaan lähes reaaliaikaista ja suuriresoluutioista tilannekuvaa tuntien ajan noin 300 km levyiseltä alueelta. Kuutta kuvaussatelliittia ja lennokkeja täydensivät kaksi signaalitiedustelusatelliittia ja RC-135 Rivet Joint -signaalitiedustelukoneet, joilla kuunneltiin Irakin johdon teleliikennettä.¹⁴⁴

Operaatio Iraqi ”Freedom” toimi erinomaisena testikenttänä Yhdysvaltojen ja sen johtaman koalition käyttämille miehittämättömille ilma-alus-järjestelmille. Persianlahden sodan aikaan vuonna 1991 Yhdysvalloilla oli käytössään vain yksi varsinainen UAV -järjestelmä RQ-2 Pioneer, mutta nyt erilaisia järjestelmiä oli käytössä kaikkiaan kymmenen. Koalition joukoilla oli nyt mahdollisuus saada videokuvaa laajoilta alueilta miltei reaaliajassa.¹⁴⁵

Predatorit lensivät Iraqi ”Freedom” operaatiossa tukeakseen jokaista suurta tehtävää. Niiden väitetään tuottaneen kuvaa päivällä ja yöllä sellaisella laadulla, että käyttäjä pystyi optimaalissa olosuhteissa erottamaan jopa 4,8 kilometrin etäisyydeltä sotilashenkilön siviilistä. Predatorista 17 lensi tehtävissä Iraqi ”Freedom” operaation aikana, suorittaen yhteensä yli 100 tehtävää. Nämä edellä mainitut tehtävät sisältävät myös yhteistyötehtävät, jotka olivat tavallimmillaan käyttää esimerkiksi RC-135 Rivet Joint elso-konetta paikallistamaan Irakin ilmatorjuntaohjuksien, SAM (Surface-to-Air-Missile), laukaisualueita. Paikallistamisen jälkeen Predator lähetettiin lähemmäs alueelle löytämään kohde ja lähettämään tuoreet tiedustelutiedot ja tarkat koordinaatit paikasta.¹⁴⁶

Predatorin aseistettu versio MQ-1 ampui operaation aikana ainakin 12 Hellfire -panssarintorjuntaohjusta irakilaisten kohteita vastaan. MQ-1 Predator oli tärkeä voimavara tuhottaessa liikkuvia kohteita, jotka olisivat saattaneet siirtyä maalin paikantamisen ja miehitetyn koneen paikalle saapumisen välisenä aikana.¹⁴⁷

Hellfire -panssarintorjuntaohjuksilla varustetulla Predatorilla tehdyistä iskuista, ainakin kahdesta tapauksesta löytyy tietoa julkisista lähteistä. Nämä kaksi ohjusiskua tehtiin maaliskuussa 2003. Iskujen kohteina olivat ZSU-23-4 ilmatorjunta-ajoneuvo Al Amarahin kaupungin lähistöllä, sekä TV-lautasantenni Bagdadin keskustassa aivan moskeijan vieressä. Vaikka MQ-1 Predatorissa ei ollut aina Hellfire -panssarintorjuntaohjuksia kiinnitettyinä, ne auttoivat parantamalla paikannustarkkuutta ja nopeuttamalla reagointiaikoja kohteen havaitsemisesta iskun suorittamiseen.¹⁴⁸

Kuwaitissa sijainneessa tukikohdassaan Predator -ilma-alukset altistuivat auringon paisteelle ja maasta heijastuvalle äärimmäiselle kuumuudelle. Niitä yritettiin pitää auringolta suojassa ja jäähdyttää koneellisesti mahdollisimman pitkään ennen tehtävään lähtöä. UAV´en rullausmatkoja suojista kiitoradalle lyhennettiin ja lento-ohjelmia nopeutettiin, silti kuumuus uhkasi niiden elektroniikkajärjestelmiä ja runkoa. Toimenpiteistä huolimatta lento-ohjelmat kesällä estyivät kokonaan kuumimpaan aikaan päivästä.¹⁴⁹ Ainakin kolme RQ-1 Predator UAV´ta tuhoutui vihollisen käsiaseiden tulen, ilmatorjuntatykkien tulen tai toimintahäiriön

seurauksena. Kaikki menetykset tapahtuivat Bagdadin yläpuolella tai sen välittömässä läheisyydessä maaliskuun 2003 aikana.¹⁵⁰

Operaatio Iraqi "Freedom'ssa" toimi 20 Pioneeria. Ne toimitettiin Kuwaitiin, Camp Coyoten tukikohtaan, josta niitä operoitiin siihen saakka kunnes maavoimien hyökkäys Bagdadiin alkoi. Pioneerit saavuttivat yli 1300 lentotuntia yhteensä 388 tehtävässä.¹⁵¹ Koko operaation aikana vain yksi Pioneer UAV tuhoutui maaliskuussa 2003 irakilaisten ilmatorjuntaohjuksen osuman seurauksena.¹⁵²

Pioneer UAV't kuvasivat reittiä Bagdadiin samalla kuin maajoukot etenivät kohti kaupunkia. Pioneerin päiväkuvaukseen tarkoitettun TV-kameran tarkkuus oli riittävä, jotta sillä kyettiin tunnistamaan ja erottamaan vihollisen ajoneuvot omista ajoneuvoista. Tigrisjoen ylitystä yrittänyt merijalkaväen divisioona kohtasi vahvaa vastarintaa Al Amarah'n lähistöllä, eikä päässyt etenemään joen yli. Pioneer UAV tiedusteli etenemisreittiä ja havaitsi Irakilaisten panssaroitun joukon yrittävän kourata pysäytyneen merijalkaväen divisioonan sivustaan. Pioneerin kuvaama informaatio lähetettiin merijalkaväen Hornet ja Harrier -koneille, jotka tekivät ilmaiskun irakilaisten panssaroitua joukkoa vastaan, aiheuttaen sille suuret tappiot. Irakilaisten kourkaus pysähtyi ja merijalkaväki pääsi etenemään.¹⁵³

Pioneerin avulla löydettiin myös irakilaisten tykistöasemia, ennen kuin irakilaiset ehtivät toimia niistä liittouman joukkoja vastaan. Tästä oli hyötyä liittouman joukoille, sillä yksikään merijalkaväen sotilas ei menettänyt henkeään epäsuoran tulen vaikutuksesta sodan ensimmäisenä päivänä. Yksi Pioneer löysi 47 eri tykistön osaa sekä SCUD -asemia Suwarah'n läheltä. UAV'n tuottaman informaation pohjalta tehtiin isku tykistöä vastaan. Irakilaiset eivät ehtineet toimia paljastuneista tykistöasemistaan.¹⁵⁴

Koko operaatio Iraqi "Freedom'n" aikana Pioneer UAV'en avulla löydettiin ainakin vihollisen tykistön osia, panssarivaunuja, maavoimien joukkoja, ilmatorjuntaohjuksia, raketinheitteitä sekä tutkajärjestelmiä.¹⁵⁵

Global Hawk operoi Irakissa korkeammalla ilmassa kuin muut UAV't, ja sen sensoreiden tuottamaa informaatiota saatiin myös huonolla säällä. Kovien hiekkamyrskyjen aikaan 24. – 27. maaliskuuta matalalla tapahtuva lentotoiminta oli estynyttä, mutta Global Hawk kykeni lentämään myrskyn yläpuolella ja tuottamaan SAR -tutkallaan tilannekuvaa operaation johdolle. USA:lla oli käytössään kaksi Global Hawkia tiedustelutehtävissä operaatio Southern Watch'n aikaan ja vain yksi operaatio Iraqi "Freedom'ssa"; malli '03. Tällä yhdellä UAV'lla

oli lentotehtäviä sodan jokaisena päivänä. Se toimi Yhdistyneistä Arabi Emiraateista käsin, mutta sitä ohjattiin USA:n ilmavoimien Kalifornian Beale -tukikohdasta käsin. SAR -tutkan avulla kyettiin hyvin paikallistamaan maaleja, jopa pysyviä maajoukkoja, kuten panssaroitu Medina Divisioona.¹⁵⁶

Global Hawk ohjattiin usein Irakin kansalliskaartin suurten ryhmittymien läheisyyteen, kun joukoista oli saatu tiedusteluhavainto jonkun muun elimen tai sensorin kautta. UAV kykeni lentämään kohteen yllä normaalisti 24 tuntia yhtäjaksoisesti, välittäen kuvatulkeille analysoitavaksi informaatiota joukkojen toiminnasta ja ryhmityksestä. Ilmavoimien Beale -tukikohdassa Kaliforniassa informaatio käsiteltiin, tulkittiin ja lähetettiin taas eteenpäin CAOC'lle Prince Sultaniin Saudi-Arabiaan, jossa informaatiota käytettiin apuna suunniteltaessa ilmatointasuunnitelmaa ja iskukohteita.¹⁵⁷

Kun USA:n maavoimien hyökkäys pysähtyi hiekkamyrskyn aikaan, irakilaiset yrittivät siirtää panssaroidun Medina-divisioonan etelään hiekkamyrskyn suojassa. Irakilaisten ajoneuvojen väitetään tuhoutuneen totaalisesti, kun yksi E-8 Joint-STARS (Surveillance Target Attack Radar System) lentokone ja yksi Global Hawk UAV paikallistivat maalien todelliset paikat hiekkamyrskyssä ja osoittivat ne miehitetyille lentokoneille.¹⁵⁸

Yhdessä tehtävässä Global Hawk kuvasi Irakilaisten ohjusjärjestelmän tuliaseman valtatie sillan alta. Kuvat saatiin UAS'n maa-asemalle tulkittavaksi ja informaatio kohteesta lähetettiin edelleen F/A-18 Hornet hävittäjälle kojetauluun. Hornet'n lentäjä paikansi tietojen perusteella irakilaisten ohjusten asemat ja tuhosi ne. Koko tapahtumaketjuun ensimmäisestä havainnosta tuhoamiseen kului aikaa noin 20 minuuttia, vaikka kuvat tulkittiin ihmisen toimesta välissä.¹⁵⁹

Global Hawkin väitetään paikallistaneen noin 55 % irakilaisten tärkeistä ilmapuolustuskohteista (sisältäen SA-3 ja SA-6 ilmatorjuntapattereita). Ilmapuolustuskohteiden paikallistamisen osuus oli ainoastaan noin 3 % kaikista tiedustelu- ja valvontatehtävistä. Operaation tiedustelu- ja valvontatehtävistä vain noin 5 % lennettiin miehitetyillä lentokoneilla, mikä on aika vähän ottaen huomioon miehitettyjen ja miehittämättömien ilma-alusten määrän; kahdeksan E-8 Joint-STARS'ia, yhdeksän RC-135 Rivet Joint'ia, 15 U-2 konetta ja yksi ainoa Global Hawk. Kaikki edellä mainitut ilma-alukset sensoreineen yhdistettynä satelliittien muodostamaan kuvaan tuottivat katkeamattomasti tiedustelutietoa koalition ylimmälle johdolle koko operaation ajan.¹⁶⁰

Global Hawkin etuna oli sen joustava uudelleen käskytyks lennon aikana, verrattuna esimerkiksi U-2 koneeseen. Kun U-2 kone lähti ilmaan, sillä piti olla täysin valmis lentosuunnitelma kyseiseen tehtävään liittyen. Global Hawk sai lähteä ilmaan vajaalla suunnittelulla, jolloin yllättävän ja tärkeän kohteen havaittuaan sen parametreja kyettiin joustavasti muuttamaan maasta käsin lennon aikana. Normaalisti Global Hawk lähetettiin kuvaamaan yllättäen havaittuja kohteita U-2:n sijasta.¹⁶¹

Global Hawk tuotti kaiken kaikkiaan noin 4800 kuvaa, jotkut kahdesta neljään tuntia ja jotkut vain muutamia minuutteja vanhoja. USA:n ilmavoimien analyttikkojen mukaan pelkästään Global Hawkin tuottaman informaation perusteella tuhottiin kaiken kaikkiaan yli 300 panssarivaunua, 40 ilmatorjuntapatteria, 300 ilmatorjuntaohjusta, 70 ilmatorjuntaohjus-järjestelmien kuljetusajoneuvoa ja 15 ilmatorjuntaohjuksen ampumalaitetta.¹⁶²

Operaatio Iraqi "Freedom'ssa" toimi yhteensä 16 RQ-5 Hunteria. Ne toimitettiin maaliskuussa 2003 Kuwaitiin, lähelle Camp New Jersey tukikohtaa, mistä niitä operoitiin ja josta käsin ne toimivat Irakin ilmatilassa. Hunter -yksiköt suorittivat Irakissa maavoimien Prikaati-, Divisioona- ja Armeijakunta tasan tiedustelua. Marraskuuhun 2003 mennessä ne olivat lentäneet noin 3000 tuntia yli 600 lentosuorituksessa tukien maavoimien taistelua.¹⁶³

Hunter yksiköille rakennettiin uusi kiitotie Najaf'n kaupungin lähistölle maavoimien edettyä sen ohi. Näin lentomatkat Bagdadiin lyhenivät ja tiedustelu nopeutui. Uudelta kiitotieltä käsin toimien Hunterit etenivät edellä ja toimivat päivittäin yhteistyössä taisteluhelikoptereiden kuten AH-64D Apache Longbow'n kanssa helikopteritulenjohto- ja jälkitiedustelutehtävissä. Näin Huntereilla voitiin tarjota sekä tarkkoja paikannustietoja ennen iskuja että tuho- ja vaikutustietoja iskujen jälkeen.¹⁶⁴ Helikopteripilotit kommunikoivat UAV -operaattorin kanssa puheyhteydellä. UAV -operaattorin kautta tullut informaatio tuhottavista vihollisen kohteista helpotti helikopteripilottien työtä. UAV'en suorittama jälkitiedustelu mahdollisti kohteen tuhoutumisen varmistamisen ilman helikopterin ja pilotin asettamista turhaan alttiiksi riskeille iskujen jälkeen. UAV'n toiminta-aika on luonnollisesti pidempi kuin helikopterilla tai lentokoneella. Tämä mahdollisti sen, että lennokka pystyi siirtymään kohteelle tai sen läheisyyteen aikaisemmin, ja poistumaan kohteelta myöhemmin kuin esimerkiksi AH-64.¹⁶⁵

Huntereita käytettiin maaltiedusteluun myös maavoimien joukkojen tiedustelutietojen perusteella. Maavoimien 2. Panssaroidun jalkaväkirykmentin tiedustelijat havaitsivat Irakilaisten tuliylläkköpaikkoja ja ilmatorjuntatykin tuliaseman. Tiedustelutietojen perusteella 2. Panssaroidun jalkaväkirykmentin tulitukiupseeri suunnitteli yhdessä Hunter -yksikön päällikön kans-

sa tiedustelulennon. Seuraavana päivänä panssarijalkaväki lähti etenemään kohti ylläkköpaikkoja. Samaan aikaan lähetettiin Hunter alueen ylle kuvaamaan Irakilaisten asemia ja niiden miehittämistä. Kun Irakilaiset olivat asemissaan, AC-130 Gunship pommitti asemia. Pommituksen jälkeen Hunter suoritti jälkitiedustelun ja kuvasi tuhoutuneita asemia. Panssarijalkaväen sotilaat tuhosivat jäljelle jääneet irakilaiset sotilaat.¹⁶⁶

Hunter UAV:t paikallistivat operaatio Iraqi "Freedom'ssa" ainakin Irakin maavoimien tykistön osia, tuliylläkköasemia, ilmatorjuntatykkeitä, panssarivaunuja ja raketinheitimiä. Varsinaisen operaation jälkeen Huntereita on käytetty Irakissa "terrorismin vastaiseen" sotaan. Kesäkuuhun 2004 mennessä Hunterit olivat saavuttaneet jo 5 000 lentotuntia Irakissa. Keväällä 2005 Hunter oli USA:n ainoa aseistettu UAV Irakissa.¹⁶⁷

Yksi Hunter UAV tuhoutui ja toinen vaurioitui maaliskuussa 2003. Tuhoutunut Hunter ammuttiin alas ilmatorjuntaohjuksella Bagdadin yläpuolella ja vaurioitunut sai osuman Irakilaisten ilmatorjuntatykin ammuksista, mutta saatiin korjattua.¹⁶⁸ Hunter UAV oli teknisesti varsin luotettava, mutta todella riippuvainen vallitsevasta säästä. Hunterien lentotehtäviä ei peruttu operaatio Iraqi "Freedom'ssa" muiden syiden kuin sääolojen takia. UAV'n pieni koko ja paino verrattuna esimerkiksi suureen Global Hawkii aiheutti ongelmia lentoonlähdessä ja laskeutumisessa navakalla sivutuulella.¹⁶⁹

USA:lla oli käytössään Irakissa yhdeksän RQ-7 Shadow UAV -järjestelmää. Syyskuuhun 2004 mennessä ne olivat lentäneet yhteensä noin 10 000 lentotuntia 2 500 lentosuorituksessa. Shadow -järjestelmät toimivat liikkuvien Prikaatien yhteydessä tiedustellen teiden suunnassa maavoimien hyökkäysreittejä ja tuottaen tietoa Prikaatitasolla.¹⁷⁰

Normaalisti Shadow -yksikön tehtävän suunnittelu suoritettiin yhteistyössä Prikaatin tiedustelukomppanian henkilöstön kanssa. Ajallisesti tämä tarkoitti sitä, että Shadow -yksikkö sai Prikaatista tehtävän noin kolmesta neljään päivää ennen sen suorittamista. Tehtävän saatuaan yksikkö aloitti suunnittelun ja valmistavat toimenpiteet tiedustelulentoa varten. Suunnitelma sisälsi tiedusteltavat kohteet ja niiden tärkeysjärjestyksen ja se sisällytettiin Prikaatin tiedustelu- ja valvonta suunnitelmaan sekä ATO -ilmatoiminta-asiakirjaan. Tiedustelutietoa saatiin koko lennon ajan ja UAS'n maa-aseman henkilöstö oli radioyhteydessä Prikaatin liikkuviin yksiköihin sekä Prikaatin ja Divisioonan tiedustelutietoja analysoiviin henkilöihin. Lopullinen tulkitun tiedon sisältävä tiedusteluraportti oli julkaistuna Prikaatin joukkojen käytössä noin 30 – 90 minuuttia UAV'n laskeutumisesta.¹⁷¹

Shadow -järjestelmä ei ole ollut kovinkaan luotettava operaation aikaisten ja sen jälkeisten onnettomuusraporttien perusteella. Kuumuus ja ilmassa oleva irtohiekka ovat aiheuttaneet lukuisia moottoreiden vaurioitumisia. Shadow -ilma-alusta on moitittu myös sen kovasta moottorin äänestä, joka helpottaa vihollisen ilmatorjunnan aistihavainnointia. Ainakin yksi Shadow tuhoutui operaatiossa vihollisen tulen vaikutuksesta.¹⁷² Operaation jälkeen vuosien 2004 – 2005 aikana on tuhoutunut useita Shadow UAV'ta moottorivioista johtuneiden puotamisien seurauksina.¹⁷³

4.5 Johtopäätökset

Tutkittaessa viimeaikaisia sotatoimia, voidaan havaita ilma-aseen roolin korostuminen, varsinkin sodan alkuvaiheessa. Sotaa valmistava tiedustelu ja joukkojen siirrot aloitetaan hyvissä ajoin, jopa vuosia ennen varsinaisen operaation alkua. Ennen sotaa suoritettava lentotiedustelu tapahtuu mahdollisuuksien mukaan korkealla lentävillä miehitetyillä signaali- ja kuvaus-tiedustelukoneilla. Korkean riskin alueilla, kuten ilmatorjunnan vaikutuspiirissä, tiedusteluun pyritään käyttämään miehittämättömiä ilma-aluksia. Lentotiedustelusta saatavaa informaatiota täydennetään kuvaussatelliittien tuottamalla hetkittäisellä kuvalla.

Miehittämättömien ilma-alusten käytön painopiste on ollut viimeaikaisissa sodissa vahvasti tiedustelussa. Niillä on tiedusteltu omien maajoukkojen sekä helikoptereiden hyökkäysreitit, jolloin on saatu havainto ja ennakkovaroitus vihollisesta. Aikaisten vihollishavaintojen johdosta johtajat ovat voineet mahdollisesti ennakoida taisteluja johtaessaan reagoinnin sijaan.

Tiedusteltavia kohteita ovat olleet ainakin vihollisen ilmatorjunnan tutkat ja ryhmitysalueet, tärkeimpien maajoukkojen ryhmitysalueet ja tuliylläkköpaikat, panssaroidut joukot sekä tykistön ryhmitysalueet ja raketinheitimet. Tiedustelutietoja on käytetty maalien paikantamiseen ja tulenjohtoon, jonka jälkeen kohteet on pyritty lamauttamaan tai tuhoamaan epäsuoralla tulella, ilmaiskuilla ja maavoimien operaatioilla. UAV'ta on käytetty myös kohteiden tuhoamisen aikana reaaliaikaiseen tuhotiedusteluun, jolloin pommien osuvuudesta ja kohteen tuhoutumisesta on saatu välitön palaute asettamatta miehitettyä konetta turhaan vaaralle alttiiksi. Kohteen pommittamisen jälkeen niillä on suoritettu jälkitiedustelu, jolla on varmistettu kohteen tuhoutuminen tai lisäpommitusten tarve.

Miehittämättömiä ilma-aluksia on käytetty tiedustelun lisäksi maalien varmentamiseen, jolloin on voitu välttää esimerkiksi siviilikohteiden tuhoaminen. Laser-osoittimella varustettuna

niitä on käytetty maalien osoittamiseen korkeammalla lentävälle pommikoneelle. Näin osu-
matarkkuus on parantunut ja valaisija on saatu lähemmäksi kohdetta saattamatta ihmistä hen-
genvaaraan.

2000-luvun operaatioissa aseistettuja miehittämättömiä ilma-aluksia on käytetty jo kokonais-
valtaisiin tuhoamistehtäviin. UCAV'illa on suoritettu kohteen tiedustelu, paikantaminen, va-
laisu, tuhoaminen, reaaliaikainen tuhotiedustelu sekä jälkitiedustelu. Ohjuksilla tai ohjautuvil-
la ammuksilla aseistettuna UCAV'illa on kyetty tuhoamaan pistemäisiä maaleja ilman suurta
tuhovaikutuksen hajontaa ja sivullisten kohteiden ei toivottua tuhoutumista. Erityisen suuri
hyöty aseistetusta miehittämättömästä aluksesta on ollut ilmatorjunnan ja yksittäisten liikku-
vien maalien tuhoamisessa. UCAV'n paikannettua yllättävä ja liikkuva maali se on voitu tu-
hota heti tunnistuksen jälkeen, eikä se ole enää ehtinyt paeta miehitetyn koneen paikalle saa-
pumisen aikana. Miehitettyjä ilma-aluksia ei ole tarvinnut asettaa yhtä usein vaaralle alttiiksi
ilmatorjunnan lamauttamis- ja tuhoamistehtäviin.

Miehittämättömiä ilma-aluksia on ollut liian vähän korvaamaan kokonaan määrällisesti miehi-
tettyjen ilma-alusten tiedustelutehtävät, puhumattakaan kohteiden tuhoamistehtävistä. Esi-
merkiksi Allied Force operaation loppuvaiheessa ilma-iskujen määrä oli parhaimmillaan 300
suoritusta vuorokaudessa, joten muutamilla käytössä olleilla UAV'illa ei kyetty suorittamaan
kohteen paikannusta ja jälkitiedustelua. Operaatio Iraqin "Freedom'ssa" UAV'en määrä oli
moninkertainen verrattuna Kosovoon, mutta niitä ei vielääkään ollut riittävästi.

Viimeaikaisissa kriiseissä informaatio on saatu lähes reaaliajassa miltei kaikilta miehittämät-
tömiltä ilma-aluksilta maa-asemalle. Ongelmaksi on joissakin tapauksissa muodostunut tulkit-
semattoman tiedon edelleen lähetys tarvitsijoille. Tulkitusta informaatiosta on tehty tieduste-
luraportti ja se on ollut ainakin Shadow -järjestelmältä maavoimien käytössä parhaimmillaan
jo 30 minuutin kuluttua UAV'n laskeutumisesta. Kokonaisuutta tarkastellen, voidaan sanoa,
että lähes reaaliaikaista, mutta tulkitsematonta tietoa on ollut joukoilla kattavasti käytössä.
Ihmisen toimesta tulkittua tietoa ei voida tietenkään toimittaa mitenkään reaaliajassa, mutta
paikallaan olevien kohteiden tuhoamiseen tällä viiveellä ei ole ollut merkitystä.

Miehittämättömien ilma-alusten tekninen luotettavuus ei ole ollut lähelläkään keskimääräistä
miehitettyä ilma-alusta. Tästä kertovat niin teknisten vikojen kuin sääolojen aiheuttamat maa-
han syöksymiset ja tuhoutumiset. Eri UAV't ovat olleet haavoittuvia esimerkiksi kovalle tuu-
lelle, jäätymiselle, kuumuudelle, irtohiekalle sekä vesisateelle. Myös korkealla lentävä ja suh-
teellisen suurikokoinen RQ-4 Global Hawk on ollut riippuvaisempi hyvästä säästä kuin mie-

hitetty ilma-alus. Sää ei kuitenkaan estä Global Hawkin SAR -tutkan toimintaa, mutta itse ilma-aluksen lentoon lähdön ja laskeutumisen se voi estää.

Tekniset ongelmat ja riippuvaisuus hyvästä säästä eivät ole olleet ainoat UAV´en toimintakykyä laskevat tekijät. Ainakin pienemmät potkurikäyttöiset operatiivisen ja taktisen tason UAV´t ovat olleet tuhottavissa vihollisen hävittäjillä, helikoptereilla ja ilmatorjunnalla. Niiden ennalta ohjelmoitu lentoreitti on pääosin suora, ja niillä on jouduttu lentämään matalalla johtuen pilvistä tai kuvauksen tarkkuuden parantamisesta. Potkurikäyttöiset ilma-alukset ovat lisäksi äänekkäitä ja hitaita. Suuret vihollisen ilmatorjunnan ja käsiaseiden tulen aiheuttamat tappiot aiheutuvat osin kuitenkin korkean riskin alueella lentämisestä, jossa normaalisti vältetään miehitettyjen ilma-aluksien käyttöä. Poikkeuksen vihollisen tuottamiin tappioihin muodostaa RQ-4 Global Hawk, joka kykenee lentämään jopa 20 000 metrin korkeudessa pääosin vihollisen ilmatorjunnan kantaman ulkopuolella. Global Hawkin suuri toimintakorkeus asettaa myös kovat vaatimukset sen sensoreille ja niitä päivitetäänkin RQ-4B malliin.

Huolimatta pienempien UAV´en suurista tappioista, voidaan niille antaa myös rajoitettu itsepuolustus- ja ilmataistelukyky. Tästä todisteena ovat Predatorien Hellfire -panssaritorjuntaohjusten käyttökokemukset sotatoimista, sekä Stinger -ilmataisteluohjuksien laukaisu Irakilaisien MIG-25 konetta kohti. Esimerkiksi Serbien Kosovossa käyttämä helikopterin ovikonekivääritaktiikka Hunterin pudottamiseksi on liian vaarallista, mikäli UAV´ssa on asennettuna Stinger -ilmataisteluohjukset.

5. MIEHITTÄMÄTTÖMIEN ILMA-ALUSTEN TULEVAISUUS

5.1 Nykyiset ja tulevaisuuden UAS -ohjelmat

Yhdysvaltojen puolustusministeriö on määritellyt Roadmap 2005 – 2030 -toimintasuunnitelmassaan useita tavoitteita parantaa ja kehittää miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien tehokkuutta, käyttöperiaatteita sekä luotettavuutta. Toimintasuunnitelmassa mainittujen tavoitteiden pääkohdat ovat seuraavanlaisia:

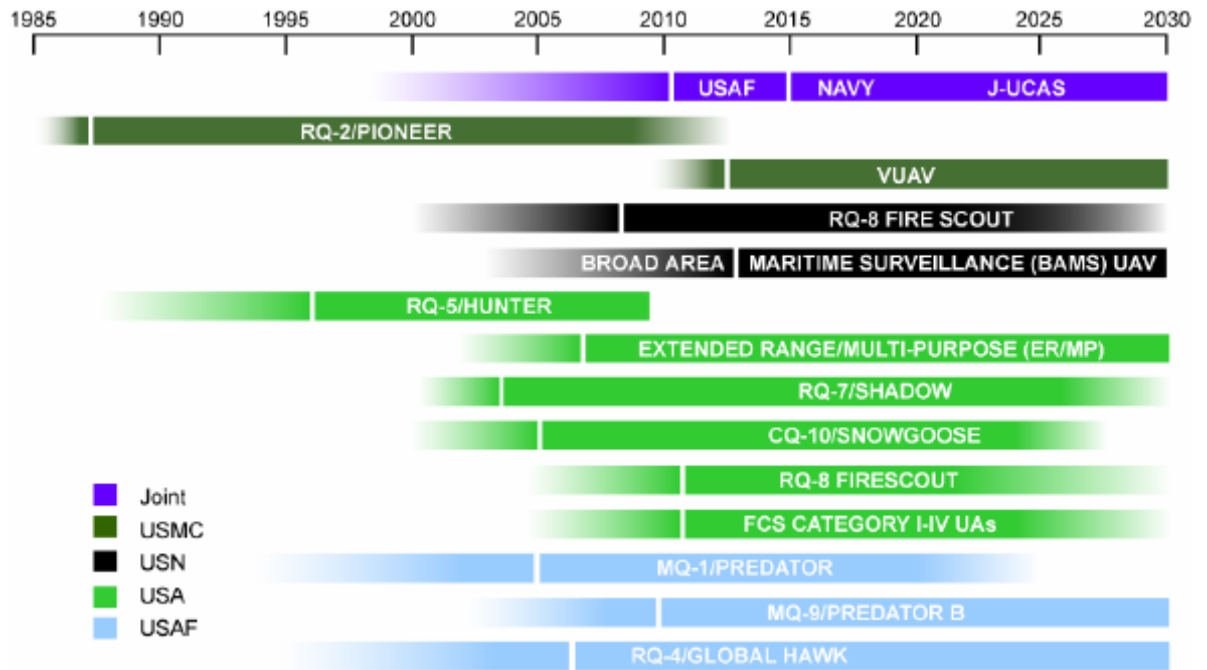
- Tulevaisuuden J-UCAS´n (The Joint Unmanned Combat Air System) tulee kyetä suorittamaan SEAD -tehtäviä, tiedustelu- ja valvontatehtäviä, ilmaiskuja sekä elektronisten laitteiden lamauttavia iskuja.

- UAS´n datalinkkejä tulee parantaa ja näin mahdollistaa reaaliaikainen tiedonkulku kaikilla järjestelmillä, sekä ehkäistä häiriöitä ja kantoaallon katkeamisesta johtuvia ilma-alusten putoamisia.
- Videokuvamateriaali tulee saada lähes reaaliajassa (alle 3 minuuttia) jaettua taistelukentälle kaikilla järjestelmillä.
- Miehitämättömien ilma-alusten käyttöturvallisuutta tulee parantaa ja näin ehkäistä yhteentörmäysriskiä miehitettyjen ilma-alusten kanssa. Ilma-aluksiin tulee mahdollisuuksien mukaan kehittää itsenäinen yhteentörmäysvaroitin ja väistöjärjestelmä.
- Ilma-aluksien moottoreiden luotettavuutta täytyy lisätä.
- Toimintakykyä vaikeissa ilmasto-olosuhteissa täytyy kasvattaa.
- Lähes kaikille UAV´lle tulee luoda kyky käyttää aseistusta ja aseiden ripustus- ja käyttöjärjestelmiä tulee yhdenmukaistaa.¹⁷⁴

Puolustusministeriö on vaatinut myös UAV´en yhteistoimintakyvyn parantamista miehitämättömien ilma-alusten keskinäisessä sekä miehitettyjen ilma-alusten kanssa tapahtuvassa tiedonsiirrossa. VTUAV -ilma-aluksia tullaan tulevaisuudessa käyttämään mahdollisesti huoltotäydennysroolissa korkean riskin alueilla. Miehitämättömien ilma-alusten luokittelu tulee muuttumaan käytettävän teknologian mukaiseksi poiketen vanhasta kokoluokan ja toiminta-etaisyyden mukaisesta luokittelusta. Miehitämättömistä ilma-aluksista tullaan käyttämään tulevaisuudessa todennäköisesti UA (Unmanned Aircraft) -termiä nykyisen UAV´n sijaan.¹⁷⁵

Tutkimuksen liitteen 6 taulukosta voidaan havaita, että varsinkin New Yorkin terrori-iskujen jälkeen miehitämättömien ilma-alusjärjestelmien kehittämiseen ja hankkimiseen käytettävät rahalliset resurssit ovat kasvaneet huomattavasti. Vuoden 2010 rahoitus on noin kymmenkertainen verrattuna vuoteen 2000. Rahoituksen kasvu johtuu osaltaan Predatorien, Shadowien ja Global Hawkien suurista tilaus- ja toimitusmääristä sekä uusien aseistettujen X-mallien kehittelystä.¹⁷⁶

Niin maa-, meri- kuin ilmavoimillakin on omat intressit UAV -ohjelmia ja tulevaisuuden hankintoja kohtaan. USA:n laivastolla ja merijalkaväellä on tavoitteena korvata vanhat RQ-2 Pioneer -järjestelmät vuosien 2010 – 2014 aikana kokonaan RQ-8 Fire Scout VTUAV -järjestelmillä. Laivasto on suunnitellut tarvitsevansa tulevaisuudessa ainakin 168 Fire Scout -ilma-alusta. Laivastolle on suunniteltu hankittavaksi kaksi erikoisvarusteltua RQ-4 Global Hawk Maritime Demonstration mallia. Laivastolla ja ilmavoimilla on yhteishankkeena tarkoitus tilata tulevaisuudessa myös aseistettuja, mutta vielä kehitteillä olevia J-UCAS -järjestelmiä.¹⁷⁷ J-UCAS´ia käsitellään enemmän seuraavassa alaluvussa.



Taulukko 1. USA:n puolustusministeriön suunnittelema UAS -elinkaari.¹⁷⁸

Ilmavoimien suunnitellut ja jo toimeenpannut tilaukset ovat varsin massiivisia. Vanhoja ja korvattavia järjestelmiä ei ole, joten ilmavoimien käytössä olevien järjestelmien kokonaismäärä kasvaa suuresti. Ilmavoimat ovat tilanneet yli 100 MQ-1 Predator -ilma-alusta joka kasvattaisi Predatorien kokonaismäärän noin 200:n ilma-alukseen. Ilmavoimilla on suunnitteilla lähes kaikkien vanhojen RQ-1 mallien aseistaminen, joiden elinkaari ulottuisi päivitetynä aina vuoteen 2025 saakka. MQ-9 Predator B -ilma-aluksien kokonaismääräksi on suunniteltu 63 kappaletta, jotka olisivat käytössä ainakin vuoteen 2030 asti. Suurempien RQ-4 Global Hawkien kokonaismääräksi on suunniteltu 58 ilma-alusta samalla elinkaarella kuin MQ-9 Predator B -järjestelmä.¹⁷⁹

USA:n maavoimien tavoitteena on korvata jo hieman vanhentuneet RQ-5A Hunterit uudemmilla RQ-5B ja E-Hunter versioilla sekä RQ-7 Shadow 200 -järjestelmillä kokonaan vuoteen 2011 mennessä. Maavoimat ovat suunnitelleet 164:n Shadow -ilma-aluksen kokonaismäärää, joiden elinkaari ulottuisi 2028 – 2030 asti. Tehokkaammalla moottorilla varustetun E-Hunterin elinkaaren on suunniteltu jatkumaan aina vuoteen 2015 saakka. Maavoimat ovat ilmoittaneet halukkuutensa hankkia myös RQ-8 Fire Scout VTUAV -järjestelmiä.¹⁸⁰

USA:n maavoimilla on käynnissä laaja UAS -hanke, jolla pyritään korvaamaan Huntereiden poistumisen aiheuttama tyhjiö sekä lisäämään maavoimien tiedustelukykyä. Uuden ohjelman nimi on ER/MP UA (Extended Range / Multipurpose Unmanned Aircraft). ER/MP UAV on

luokituksestaan MAE -luokan miehittämätön ilma-alus, ja se tulee olemaan mahdollisesti Predatorin pohjalta kehitetty Warrior. Maavoimien vaatimuksen mukaan ER/MP -ilma-aluksia täytyy kyetä operoimaan RQ-7 Shadow -järjestelmän maa-asemalta. Maavoimat ovat suunnitelleet tilaavansa 90 ER/MP -ilma-alusta, joiden on tarkoitus saavuttaa operatiivinen toimintakyky vuonna 2007. Vuonna 2004 maavoimat tarvitsivat enemmän miehittämättömiä ilma-aluksia Irakiin korvaamaan Huntareiden päivityksen aiheuttamaa katoa, joten maavoimille luovutettiin käyttöön kolme I-Gnat-ER -ilma-alusta. I-Gnat-ER -ilma-alus pohjautuu suurelta osin RQ-1 Predator ilma-alukseen. I-Gnat-ER -ilma-aluksia toimitetaan maavoimille vielä kaksi lisää, joten kokonaismääräksi tulee viisi ilma-alusta. I-Gnat-ER -järjestelmää ei ole tarkoitus tilata enempää maavoimille.¹⁸¹

5.2 tulevaisuuden UCAV -ohjelmat

Kuten tutkimuksessa on tullut jo esille, yksi pääsuunta miehittämättömien ilma-alusten kehittämisessä on ollut niiden aseistaminen älykkäillä ohjautuvilla pommeilla tai ohjuksilla. MQ-1 Predatorilla on suoritettu useita kymmeniä onnistuneita Hellfire laukaisuja sotatoimissa operaatio Enduring "Freedom"stä" lähtien. Myös MQ-5B Hunterilla on laukaistu BAT -ammuk- sia onnistuneesti testeissä, mutta varsinaisesta sotatoimikäytöstä ei ole saatavilla tietoa julkisista lähteistä. Näistä malleista ja niiden onnistumisista huolimatta, miehittämättömien ilma-alusten aseistaminen sekä niiden laajamittainen käyttö on vielä tulevaisuutta.

Yhdysvaltojen maavoimat ovat yhdessä puolustusmateriaalia kehittävän DARPA'n (Defense Advanced Research Projects Agency) kanssa suunnitelleet miehittämättömiä aseistettua pyöriväsiipistä ilma-alusta, UCAR'ia. Mikäli UCAR tulee tuotantoon, sen pääkäyttäjä tulee olemaan maavoimat. Valmistajiksi on valittu Yhdysvaltalaiset asealan yritykset Lockheed Martin ja Northrop Grumman. UCAR'n tehtäviksi on suunniteltu aseellista tiedustelua ja ilmaiskutehtäviä tulevaisuuden taistelutilassa. Vaatimus UCAR'n kehittelyyn on ollut kyky suorittaa itsenäisiä ja yhteistyötehtäviä matalalla lentäen, saaden tarkka asevaikutus kohteeseen. UCAR'n yhtenä tarkoituksena on helpottaa operaattorin osuutta tehtävien suorittamisessa. Operaattori syöttää yksinkertaiset parametrit alukselle ja se itsenäisesti havaitsee ja paikantaa tuhottavan kohteen.¹⁸²

UCAR'n kahdeksan miljoonan US dollarin hintavaatimus on aiheuttanut haasteita kehittäjille. Ilma-aluksen hyötykuormaksi on suunniteltu ainakin SAR -tutkaa, laser-tutkaa sekä TV- ja lämpökameroita. Huolimatta UCAR'n alhaisesta hinnasta, sen uhrattavuus ei ole samaa luokkaa kuin aikaisemmillä miehittämättömillä ilma-aluksilla. UCAR'n tulee selviytyä mahdolli-

simman toimintakuntoisena tehtävästä takaisin.¹⁸³ Alkuperäisen suunnitelman mukaan UCAR´n ensimmäisen prototyypin ensi lento oli ajoitettu vuoteen 2006, mutta ohjelma keskeytettiin joulukuussa 2004 maavoimien rahoitusongelmien takia. Varmuutta ohjelman jatkumisesta ei vielä ole.¹⁸⁴

DARPA´n, USA:n ilmavoimien ja laivaston yhteishankkeena on kehittää yhteistyötehtäviin ja vihollisen ilmatorjunnan lamauttamistehtäviin kykenevä aseistettu miehittämätön ilma-alusjärjestelmä J-UCAS. Hanke sisältää kaksi pääjärjestelmää; Boeing´n X-45 UCAV ja Northrop Grummanin X-47 Pegasus UCAV-N (Naval Unmanned Combat Air Vehicle). Ohjelma alkoi DARPA´n kehitystyönä, mutta sitä ovat jatkaneet USA:n ilmavoimat ja laivasto vuodesta 2005 eteenpäin.¹⁸⁵



Kuva 9. X-45A ja ensimmäisen GPS -ohjatun pommin laukaisu testeissä 18. huhtikuuta 2004.¹⁸⁶

Ensimmäinen Boeing X-45A -ilma-alus valmistui syyskuussa 2001 ja onnistunut ensilento sillä suoritettiin toukokuussa 2002. Toisella valmistuneella ilma-aluksella ensilento suoritettiin saman vuoden marraskuussa. X-45´n nousu ja laskeutuminen suoritetaan kiitotieltä rullaten. Ilma-aluksen voimanlähteenä käytetään Honeywell F124 -suihkumoottoria, jonka avulla UCAV saavuttaa 0.8 Machin nopeuden. A -version suurin toimintakorkeus on 10 670 metriä ja maksimi hyötykuorman paino 680 kg. Ilma-aluksen häiveominaisuuksin suunniteltu komposiittirunko muistuttaa B-2 Spirit pommikoneen runkoa. Ilma-aluksen siipien kärkiväli on 10.31 metriä ja ne ovat irrotettavissa kuljetusta sekä varastointia varten. UCAV´n aseet on sijoitettu rungon sisälle ja ne laukaistaan avautuvien pommiluukkujen kautta.¹⁸⁷

Hyötykuorman kehittämisen lähtökohdaksi on asetettu vaatimus kyetä reaaliaikaiseen tiedonvälitykseen ja nopeaan liikkuvien maalien paikannukseen. UCAS´n tulee kyetä tarjoamaan käyttäjälle riittävän tarkka tieto paikannetusta kohteesta, jotta pommien laukaisukomento ilma-alukselle voidaan lähettää. Tämän pohjalta on päädytty alustavasti hyötykuormaan, joka sisältää ainakin ohjattavia ammuksia, AESA (Active Electronically Scanned Array) SAR-tutkan, jonka tulee kyetä noin 60 cm resoluutioon 80 km etäisyydeltä.¹⁸⁸

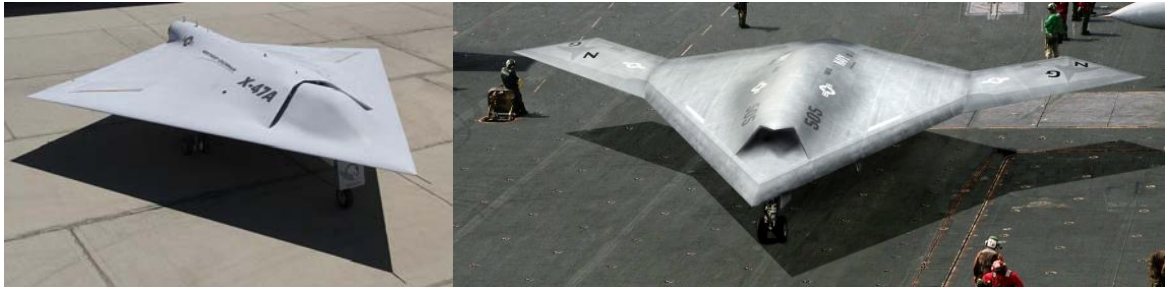
Boeing X-45A´sta on tehty myös kaksi kehitysversiota; X-45B ja X-45C. B -versio on A -versioon verrattuna suurempi ja voimakkaammalla suihkumoottorilla varustettu. B -version huippunopeuden väitetään olevan 0.85 Machia ja toimintasäteen noin 2 400 km. X-45B´n suurin toimintakorkeus on 12 200 metriä ja se kykenee kantamaan kahta 454 kg:n pommia rinnakkain pommikuilussa. DARPA päätti keskeyttää X-45B´n kehittelyn keuhällä 2003 ja keskittyä kehittämään suorituskykyisempää X-45C -versiota. X-45C käyttää samaa runkoa kuin B -versio, mutta siivet ovat suuremmat ja uudelleen muotoiltu. Siipien uusi muotoilu mahdollistaa aikaisempaa suuremman hyötykuorman ja suuremman toimintaetäisyyden. C -version ensilento on suunniteltu suoritettavaksi vuonna 2007.¹⁸⁹

Yhdysvaltojen puolustusministeriö on antanut Boeing´lle tehtäväksi mahdollistaa X-45C´n ilmatankkaus käyttäen KC-135 Stratotanker´ia. Demonstraatio on tarkoitus suorittaa vuonna 2010, UCAV´n lentäessä itsenäisesti ennalta ohjelmituna. Ilmavoimat ja laivasto ovat ilmoittaneet käyttävänsä X-45C´n tulevia operatiivisia tuotantoversioita korkean riskin alueilla elektroniseen häirintään, SEAD -toimintaan sekä tiedusteluun. Ilmatankkauskyky mahdollistaa UCAV´lle pidemmän toiminta-ajan ja paremman hyötysuhteen aseiden käytölle. Kun UCAV saadaan pysymään jatkuvasti ilmassa, ei kalliita ohjattavia pommeja tarvitse laukaista toissijaisia maaleja vastaan.¹⁹⁰

Northrop Grumman aloitti X-47 Pegasus UCAV-N -järjestelmän kehittämisen vuonna 2000 osana J-UCAS -ohjelmaa. DARPA´n ja USA:n laivaston vaatimuksina oli saada kehitettyä yhteistoimintaan kykenevä häiveominaisuuksin suunniteltu UCAV, jolla on mahdollista toimia lentotukialukselta käsin. Lisävaatimuksena oli myös hyvä aerodynamiikka ja hallittavuus hitaalla lentonopeudella. Ensimmäinen versio X-47 -ilma-aluksesta valmistui helmikuussa 2001 ja ensilento X-47A´lla suoritettiin helmikuussa 2003.¹⁹¹

X-47A on varustettu Pratt & Whitney JT15 -suihkumoottorilla. Sen suorituskyvystä ei mainita julkisissa lähteissä muuta kuin, että sen liikehtimiskyky on yli 3 g:tä. Vaatimukseksi sen kehittämiseksi on asetettu 2 400 km toimintasäde 2 040 kg:n hyötykuormassa. Hyötykuormaksi

on suunniteltu samankaltaista J-UCAS -hyötykuormaa kuin X-45:ssä, jolla kyetään suorittamaan SEAD-, ilmaisku- ja valvontatehtäviä. Suunnistusjärjestelmänä ilma-aluksessa on USA:n laivaston käyttämä SRGPS (Shipboard Relative Global Positioning System) -järjestelmä. Ilma-aluksen nousu suoritetaan rullaten lentotukialuksen kannelta ja laskeutuminen kannelle pysäytysvaijerin avulla.¹⁹²



Kuva 10. X-47A (vas.) ja retusoitu kuva X-47B -versiosta lentotukialuksen kannel-
la.¹⁹³

X-47:stä on suunniteltu myös suurempi B -versio. X-47B runko poikkeaa A -versiosta siipien osalta, jotka mahdollistavat paremman ohjattavuuden hitaalla lentonopeudella. Hyvä ohjattavuus hitaassa lennossa on tärkeää, koska UCAV:n tulee kyetä laskeutumaan hitaasti lentäen lentotukialukselle.¹⁹⁴ Tavoitteena saavuttaa operatiivinen toimintakyky X-47B:llä ajoittuu vuoteen 2018.¹⁹⁵

Myös X-45C:tä tullaan harkitsemaan lentotukialuksesta operoitavaksi mallimerkinnällä X-45CN. Tällä hetkellä näyttää, että mikäli J-UCAS -hanke suoritetaan loppuun, niin X-45C voitaneen ottaa operatiiviseen käyttöön vuoden 2010 jälkeen, ja siitä tulee yhdessä X-47B:n kanssa osa J-UCAS -järjestelmää.¹⁹⁶ Vuoden 2006 alussa ilmoitettiin J-UCAS -ohjelman uudelleen muotoilemisesta, joka saattaa tarkoittaa ohjelman keskeyttämistä tai lakkauttamista. Vaikka ohjelma lakkautettaisiin, niin se on antanut arvokasta tietoa tulevaisuuden UCAV -järjestelmän vaatimuksista ja teknologian tämän hetkisestä kyvystä.¹⁹⁷

USA:n ilmavoimilla on käynnissä projekti, jossa tutkitaan elektronisten laitteiden lamauttavaa HPM (High Power Microwave) -aseen käyttöä UCAV:sta käsin. HPM -asetta on suunniteltu käytettäväksi ilmeisesti X-45 tai X-47 UCAV:ssa. Teoriassa idea HPM -aseesta UCAV:n hyötykuormana on hyvä, varsinkin asutuskeskuksessa, jossa maan pinnalta toimiessa rakennukset muodostavat katveja ja esteitä. Ilmasta käsin vaikutus saataisiin todennäköisesti tehokkaammin suoraan kohteeseen. Haasteiksi ovat muodostuneet tarve todella isolle antennille tarvittavan vaikutuksen aikaan saamiseksi sekä tarpeeksi tehokas ja pieni virtalähde. Nykyisellä teknologialla HPM -ase täytyy viedä suhteellisen lähelle kohdetta, jolloin ilma-alus jou-

tuu vaaraan tulla alas ammutuksi. USA:n ilmavoimien edustajien mukaan HPM -aseella varustettua UCAV'ia ei nähdä ilmassa ainakaan ennen vuotta 2008.¹⁹⁸

Huolimatta aikaisempien projektien rahoitusvaikeuksista, DARPA suunnittelee aivan uudenlaista UCAV -ohjelmaa. Cormorant on suihkumoottorilla varustettu veden kestävä miehittämätön ilma-alus, joka voidaan laukaista ilmaan sukellusveneestä tai pinta-aluksesta ja se kykenee laskeutumaan veteen. Cormorantin valmistajaksi on valittu projektin alkuvaiheessa Yhdysvaltalainen Lockheed Martin. Cormorant tulee olemaan häiveominaisuuksilla varustettu UCAV, jolla voidaan suorittaa tiedustelu-, valvonta- ja tuhotiedustelutehtäviä sekä aseellista tiedustelua. Vaatimukseksi on asetettu myös kyky toimia osana tulevaisuuden Joint -operaatioita. Ilma-aluksen painoksi on suunniteltu noin 4 500 kg ja siipien kärkiväliksi yli 5 metriä. Huippunopeudeksi on ilmoitettu 0.8 ja normaaliksi lentonopeudeksi 0.5 Machia. Yhdysvaltalaisien lähteiden mukaan Cormorantia on jo testattu, mutta yhtään koelentoa sillä ei ole vielä suoritettu. Roadmap 2005 – 2030 -toimintasuunnitelmassa ilmoitetaan Cormorantin tulevan tuotantoon ilman tarkempia aikamääreitä.¹⁹⁹

Vuonna 2003 Lockheed Martin ilmoitti kehittelevänsä muuttuvasiipistä, risteilyohjusmaista Minion -UCAV'ia. Lockheed Martin'in mukaan Minion on ilmakuljetteinen ja ilmasta laukaista UCAV. Sen laukaisupaino on 3 400 kg ja maksimi hyötykuorman paino 400 kg. Minionin on ilmoitettu kykenevän kuljettamaan tiedustelusensoreita, elektronisten laitteiden häirintäjärjestelmää, HPM -asetta tai neljää 100 kg:n GPS -ohjattua pommia. Ilma-aluksen runko on suunniteltu häiveominaisuuksin ja se on varustettu suihkumoottorilla. Toimintaetäisyydeksi sille on ilmoitettu yli 1 800 km. Minion on ilmeisesti tarkoitettu laukaista ilmaan joko B-2 Spirit tai F-22 Raptor -koneesta. Vuoden 2003 jälkeen Minion -ohjelmasta on annettu julkisuuteen hyvin vähän tietoa, joten se on luokiteltu joko salaiseksi tai peruutettu.²⁰⁰

5.3 Mini ja mikro UAV -järjestelmät

Yhdysvalloilla on ollut Mini UAV -järjestelmiä kokeellisessa käytössä jo operaatio Desert Storm'ssa, mutta operatiiviseen käyttöön ne on saatu vasta viime vuosina. Pienet UAV't ovat saavuttaneet suosiota maavoimien ja merijalkaväen keskuudessa, varsinkin Enduring "Freedom" ja Iraqi "Freedom" operaatioissa. Ne ovat hankintahinnaltaan edullisia, joten niitä on mahdollista hankkia kaikille tärkeimmille taistelussa oleville komppanioille. Niitä on mahdollista kantaa selkärepussa mukana taistelussa, ja ne voidaan saattaa käyttökuntoon muutamassa minuutissa. Pienen ilma-aluksen edullisen hinnan vuoksi se on helposti uhrattavissa ja korvattavissa uudella vastaavalla laitteella. Sensorit saadaan matalalla lentäen lähelle kohdetta ja

kuva on tarkkaa, verrattuna esimerkiksi korkealla lentävään Global Hawkiin. Kulman takaa tulevan tilanteen hahmottaminen helpottaa johtajien taistelutekniikkaa ja päätöksen tekoa. Tämän kaltaisilla järjestelmillä on kuitenkin tiettyjä rajoituksia ja ongelmia toiminnassaan. Pienet UAV't ovat vaikeita ohjata tuulisella ja huonolla säällä. Kova tai puuskittainen tuuli voi estää lentotoiminnan kokonaan. Asutuskeskuksessa korkeat rakennukset, sähkölinjat ja mastot tuovat omat haasteensa ilma-aluksen lennättämiseen.²⁰¹

Dragon Eye on USA:n merijalkaväellä käytössä oleva mini UAV. Dragon Eye laukaistaan ilmaan suoraan kädestä heittämällä tai kuminauhalla linkoamalla. Järjestelmään kuuluu kolme ilma-alusta, laptop -maa-asema, kaksi TV-kameraa ja yksi lämpökamera jokaista ilma-alusta kohti, kaksi datan vastaanottoasemaa ja akkuja kahden tunnin operointia varten. Dragon Eye on saavuttanut jo operatiivisen toimintakyvyn ja kymmenen järjestelmää on ollut käytössä Iraqi "Freedom" operaatiossa. USA:n merijalkaväki on ilmoittanut tarvitsevänsä kaikkiaan 467 järjestelmää käytettäväksi komppania-, joukkue- ja ryhmätasolla.²⁰²

Raven mini UAV on kehitetty Pointerin pohjalta, mutta se on pienempi ja sitä on helpompi ohjata. Raven otettiin ensi kerran käyttöön operaatio Iraqi "Freedom'ssa" komppania- ja joukkuetason tiedusteluun. Raven -järjestelmä sisältää kolme ilma-alusta ja maa-aseman. Vuonna 2004 maavoimat ostivat 1 000 järjestelmää ja ovat suunnitelleet ostavansa 1 328 Raven -järjestelmää lisää erityisesti käytettäväksi Irakiin ja Afganistaniin. Myös ilmavoimat aikovat hankkia Raven -järjestelmiä vanhojen Pointereiden rinnalle.²⁰³



Kuva 11. Sotilas lähettää Raven mini UAV'n ilmaan rakennuksen katolta Irakissa.²⁰⁴

FQM-151 Pointer on vanhin käsiteltävistä mini UAV’sta. Se otettiin ensi kerran käyttöön jo vuonna 1988 USA:n merijalkaväessä. Siitä lähtien Pointereita on käytetty tiedusteluun ainakin Desert Storm, Enduring ”Freedom” ja Iraqi ”Freedom” operaatioissa. Pointer -järjestelmä sisältää kolmesta neljään ilma-alusta ja maa-aseman. Sitä operoimaan vaaditaan kolme henkilöä. Koko järjestelmä on kuljetettavissa kahdessa selkäreppussa. Ensimmäisessä repussa kulkevat ilma-alukset varusteineen ja se painaa 20,4 kg. Toisessa repussa on maa-asema, joka painaa alle 9,1 kg. Hyötykuormana ilma-aluksessa voi olla TV- ja lämpökamera, valokuva-kamera sekä erilaisia säänmittaussensoreita. Ainakin 27 Pointer -järjestelmää on toimitettu vuosien saatossa merijalkaväen, ilmavoimien ja maavoimien käyttöön. Tällä hetkellä USSOCOM’n (United States Special Operations Command) alaisuudessa käytetään Pointer -järjestelmiä Afganistanissa ja Irakissa.²⁰⁵

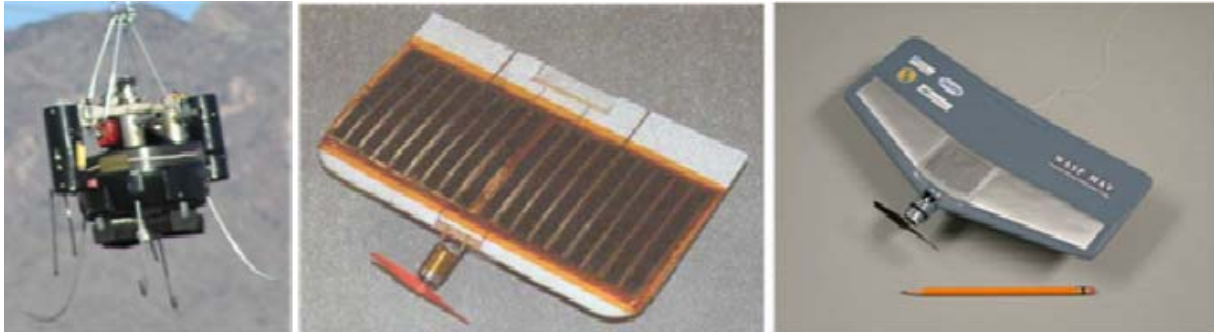
FPASS (Force Protection Aerial Surveillance System) mini UAV on suunniteltu USA:n ilmavoimien tarpeisiin valvoa lentotukikohta-alueita kotimaan ulkopuolella. Sillä valvotaan kiitoiteiden rullausteitä, yleistä lentotukikohdan toimintaa sekä tukikohtaan kohdistuvaa liikennettä. FPASS tunnetaan myös nimellä Desert Hawk ja sitä on käytetty ainakin Tallil -lentotukikohdassa Afganistanissa. Ilma-alus voidaan varustaa joko TV- tai lämpökameralla. FPASS -järjestelmä sisältää kuusi ilma-alusta ja laptop -maa-aseman. Helposti liikuteltava järjestelmä saadaan toimintakuntoon kymmenessä minuutissa. FPASS’n toimitus ilmavoimille alkoi jo vuonna 2002. Tällä hetkellä käytössä on kuusi järjestelmää, mutta ilmavoimat ovat suunnitelleet tilaavansa 15 järjestelmää lisää.²⁰⁶

	Dragon Eye	FPASS	Pointer	Raven
VALMISTAJA	Aerovironment	Lockheed Martin	Aerovironment	Aerovironment
PAINO	2 kg	2,3 kg	2,27 kg	1,9 kg
SIIPIN KÄRKIVÄLI	1,25 m	1,12 m	2,74 m	1,4 m
HYÖTYKUORMA	0,5 kg	0,5 kg	0,5 kg	1 kg
VOIMANLÄHDE	akku	akku	akku	akku
TOIMINTAKORKEUS	n. 300 m	90 – 150 m	30 – 300 m	n. 300 m
TOIMINTASÄDE	5 – 10 km	yli 9 km	n. 8 km	yli 10 km
TOIMINTA-AIKA	30 – 60 min	60 – 90min	60 h	1,5 h

Taulukko 2. Mini UAV’en ominaisuuksia.²⁰⁷

Tulevaisuudessa mahdollisesti jokaisella sotilaalla voi olla taisteluliivin taskuun mahtuva henkilökohtainen mikro UAV taistelussa mukana. Mikro UAV’en kehittäminen alkoi 1990-luvun puolivälissä ja ensimmäinen lentävä versio tehtiin saman vuosikymmenen lopussa. Mikro UAV’ta on suunniteltu käytettäväksi kaupunkiympäristössä ja jopa rakennusten sisällä.

Haasteita hyvin pienien mikro UAV´en kehittämässä on ollut tehokkaan hyötykuorman kehittämässä, niin että kymmeniä tai satoja grammoja painava ilma-alus kykenee sitä kantaan. Eri asealojen yritykset ovat lupailleet ensimmäisiä mikro UAV´en tuotantoversioita vuodeksi 2008.²⁰⁸



Kuva 12. Kolme erilaista Mikro UAV -ilma-alusta.²⁰⁹

Tämän hetkisten arvioiden mukaan kaikista vuosien 2006 – 2016 välisenä aikana rakennettavista miehittämättömistä ilma-aluksista 84 % tulee olemaan pieniä, kädestä laukaistavia ilma-aluksia.²¹⁰ Pienillä UAV -järjestelmillä pyritään tulevaisuudessa tuottamaan kuvaa suoraan taisteleville joukoille, sotilaiden ranteisiin sijoitettaviin näyttölaitteisiin. Mini UAV -järjestelmiä tullaan tulevaisuudessa käyttämään myös mahdollisesti yhteistyössä suurempien miehittämättömien ilma-alusten kanssa. Suurempi ilma-alus, kuten Predator kuljettaa siipiinsä kiinnitettyinä pienemmät mini UAV´t lähemmäs tiedusteltavaa kohdetta ja laukaisee ne irti siivistään. Mini UAV´t kuvaavat kohdetta ja lähettävät informaation emäalukselleen, joka puolestaan välittää informaation maa-asemalle tai suoraan tarvitsijoille. Talvella 2003 – 2004 suoritettiin Kaliforniassa testi, jossa käytettiin Predatoria emäaluksena kahdelle pienemmälle SilentEyes mini UAV´lle. Testissä mini UAV´t onnistuivat lähettämään Predatorille kuvaa, joka taas välitti kuvan eteenpäin maa-asemalleen.²¹¹

5.5 Johtopäätökset

Miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien tulevaisuus näyttää valoisalta, ainakin rahoituksen osalta. UAS´n kehittelyyn ohjataan varoja koko ajan kasvavalla tahdilla ja niistä suunnitellaan jo kovaa vauhtia miehitettyjen ilma-aluksien osittaista syrjäyttäjää. Ainakaan vielä UAV´en tekniikka ei ole kyllin luotettavaa syrjäyttääkseen kokonaan edes tiedustelutehtäviä miehityiltä ilma-aluksilta, mutta tutkijat katsovat luottavaisin mielin tulevaisuuteen.

Yhdysvaltojen eri puolustushaarojen suunnitellut ja jo toimeenpannut tilaukset miehittämättömistä ilma-aluksista ovat varsin massiivisia. Toteutuessaan ne tuovat muutoksen ilmatiedustelukykyyn ja korjaavat esimerkiksi Kosovossa olleen pulan UAV´sta. Myös vanhoja järjestelmiä päivitetään tehokkaammiksi, mutta lopulta ne korvataan kokonaan uusilla. Miehittämättömien ilma-aluksien kehittäminen tähtää tulevaisuudessa mahdollisesti lähes kaikkien UAV´en aseistamiseen, jolloin niiden käyttöperiaatteiden painopiste muuttuisi tiedustelusta aseelliseen tiedusteluun ja ilmaiskuihin.

J-UCAS -hanke toisi toteutuessaan mahdollisesti muutoksen ilma-alusten haavoittuvuuteen ja toimintakykyyn. Suihkumootorilla varustetut ja häiveteknisin ominaisuuksin suunnitellut nopeat X-mallit aiheuttavat vastustajan ilmapuolustukselle suuria haasteita. X-mallien UCAV´t eivät näy tutkassa yhtä hyvin kuin perinteiset ilma-alukset, ja niitä on vaikea torjua tykkikalustolla niiden nopeuden takia. Ne kykenevät kantamaan tehokasta aseistusta ilmatorjunnan lamauttamiseen ja ilmaiskuihin. J-UCAS tai sen kaltainen muu tulevaisuuden hanke näyttäisi tähtäävän siihen, että miehitettyjä lentoja korkean riskin alueille ei tarvitsisi sodan alkuvaiheessa suorittaa. Ilmapuolustus voitaisiin lamauttaa lentäjää vaarantamatta liikehtimiskykyisillä ja nopeilla miehittämättömillä ilma-aluksilla, jolloin ilmaherruuden saavuttaminen nopeutuisi.

Mini UAV´t näyttäisivät tulevan tulevaisuudessa laajaan käyttöön ainakin maavoimille. Hankintahinnaltaan edullisia ilma-aluksia on tulevaisuudessa ryhmä- tai joukkuetasolla saakka suurimmalla osalla joukoista käytössä. Tämä tuo suuren parannuksen maavoimien taktiseen ilmatiedustelukykyyn. Suuremmat ilma-alukset ovat tehokkaammilla ja monipuolisemmilla sensoreilla varustettuja, mutta niitä on rajoitettu määrä ja ne eivät pääse niin lähelle kohdetta kuin mini UAV´t. Parhaan etunsa mini ja mikro UAV´t saavuttanevat asutuskeskuksessa, jossa rakennukset muodostavat näköesteitä maantasolla toimittaessa. Ei pidä unohtaa asutuskeskusten ulkopuolisiakaan alueita, sillä hyvin maastoutunut kohde voi olla vaikea havaita kaukaa tehokkaillakin sensoreilla. Helposti uhrattava mini UAV kykenee lentämään matalalla kohteen yli. Mini UAV´en torjunta on vaikeaa ja mikäli niiden käyttö on massamaista torjunta on lähes turhaa.

6. YHDISTELMÄ

6.1 Keskeisimmät johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, mikä merkitys miehittämättömillä ilma-aluksilla on nykyaikaisissa sotatoimissa? UAV´en merkitystä nykyaikaisissa sotatoimissa alettiin selvittää tutkimalla niiden kehittymisen ja käyttöperiaatteiden historiaa, josta siirryttiin nykypäivän järjestelmiin ja niiden käyttöön viimeaikaisissa sodissa. Tämän jälkeen tutkittiin niiden kehittämistä ja käyttöperiaatteiden suuntautumista tulevaisuudessa.

Käyttötarkoitukseltaan nykyaikaisten kaltaisten UAV´en kehittäminen ja käyttö alkoi Vietnamin sodan aikoihin. Silloin miehittämättömien lentolaitteiden käyttöperiaatteet alkoivat suuntautua aikaisemmasta lentävästä pommista poiketen tiedusteluun. Käyttö tiedustelutarkoituksessa oli massamaista ja ilma-alusten menetykset suuria. Käyttömäärät huomioon ottaen UAV´lla ei saavutettu nykyaikaisen kaltaista hyötyä tiedustelutarkoituksessa.

Miehittämättömiä ilma-aluksia käytettiin Desert Storm operaatiossa tiedusteluun, maalienpaikannukseen sekä tulenjohtamiseen pääsääntöisesti mustavalkoisen TV-kameran avulla, kun taas 2000-luvun operatioissa yksittäisellä UAV´lla kyettiin jo suorittamaan kokonaisvaltaisesti liikkuvien maalien tuhoamistehtäviä. Yhteistä kaikille UAV´lle on kuitenkin se, että aikaisemmin miehityille ilma-aluksille kuuluneita vaarallisia tehtäviä on pyritty suorittamaan UAV´lla saattamatta lentäjää hengenvaraan.

Miehittämättömien ilma-alusten yksi merkittävin käyttötarkoitus Yhdysvaltojen asevoimille on ollut jo Vietnamin sodasta lähtien ilmatorjunnan lamauttamis- ja tuhoamistehtäviin liittyvä tiedustelu. Vietnamin sodassa niillä suoritettiin elektronista tiedustelua, tarkoituksena havaita ja paikantaa vihollisen ilmatorjunnan tutkat. Tämän jälkeen ne tuhottiin miehityillä koneilla. Samoja käyttöperiaatteita on ollut havaittavissa miehittämättömien ilma-alusten käytössä 2000-luvun operatioissa, joskin myös tuhoaminen on voitu suorittaa joissakin tapauksissa aseistetulla miehittämättömällä ilma-aluksella. Merkitys ilmatorjunnan lamauttamisessa ja korkean riskin alueilla toimimisessa näyttäisi kasvavan tulevaisuudessa entisestään, kun teknologia kehittyy, UAV´ta aseistetaan ja niiden lukumäärä kasvaa.

Miehittämättömien ilma-alusten merkitys on korostunut viimeaikaisissa sodissa myös maa-joukkojen hyökkäysreittien ja helikoptereiden lentoreittien tiedustelussa. Tähän tarkoitukseen on käytetty maavoimien, merijalkaväen ja ilmavoimien UAV -kalustoa. Tiedustelulla on py-

ritty selvittämään vihollisen tärkeimpien maajoukkojen ryhmyksiä ja niiden äkillisiä muutoksia sekä vihollisen tykistön ja raketinheittimien asemia. Näin on saatu havainto vihollisesta tai sen arvaamattomasta liikkeestä ja on voitu ennakoida joukkojen johtamista reagoinnin sijaan. Tunnistamisen jälkeen vihollinen on pyritty lamauttamaan tai tuhoamaan tykistöllä, ilmaiskuilla ja maavoimien operaatioilla.

Miehittämättömiä ilma-aluksia on käytetty tiedustelun lisäksi maalien varmentamiseen, jolloin on voitu välttää esimerkiksi siviilikohteiden tuhoaminen. Laser-osoittimella varustettuna niitä on käytetty maalien osoittamiseen korkeammalla lentävälle pommikoneelle. Näin osu-
matarkkuus on parantunut, valaisija on saatu lähemmäksi kohdetta ja sillä on voitu suorittaa reaaliaikainen tuhotiedustelu ja jälkitiedustelu saattamatta ihmistä hengenvaaraan.

Viimeaikaisissa kriiseissä informaatio on saatu lähes reaaliajassa miltei kaikilta miehittämättömiltä ilma-aluksilta maa-asemalle. Lähes reaaliaikaista, mutta tulkitsematonta tietoa on ollut joukoilla kattavasti käytössä. Ihmisen toimesta tulkittua tietoa ei voida tietenkään toimittaa mitenkään reaaliajassa, mutta paikallaan pysyvien kohteiden tuhoamiseen tällä ei ole ollut merkitystä.

Miehittämättömien ilma-alusten tekninen luotettavuus ei ole ollut lähelläkään keskimääräistä miehitettyä ilma-alusta. Tästä kertovat niin teknisten vikojen kuin sääolojen aiheuttamat maahan syöksymiset ja tuhoutumiset. Eri UAV't ovat olleet haavoittuvia esimerkiksi kovalle tuulelle, jäätymiselle, kuumuudelle, irtohiekalle sekä vesisateelle.

Tekniset ongelmat ja riippuvaisuus hyvästä säästä eivät ole olleet ainoat UAV'en toimintakykyä laskevat tekijät. Ainakin pienemmät potkurikäyttöiset operatiivisen ja taktisen tason UAV't ovat olleet tuhottavissa vihollisen hävittäjillä, helikoptereilla ja ilmatorjunnalla. Niiden ennalta ohjelmoitu lentoreitti on pääosin suora, ja niillä on jouduttu lentämään matalalla johtuen pilvistä tai kuvauksen tarkkuuden parantamisesta. Potkurikäyttöiset ilma-alukset ovat lisäksi aika äänekkäitä ja hitaita. Suuret vihollisen ilmatorjunnan ja käsiaseiden tulen aiheuttamat tappiot aiheutuvat osin kuitenkin korkean riskin alueella lentämisestä, jossa normaalisti vältetään miehitettyjen ilma-aluksien käyttöä.

Lopuksi todettakoon, että miehittämättömät ilma-alukset ovat jo nykyään tehokas voimavara huolimatta niiden vähäisestä määrästä. Jokainen onnistunut UAV'n tiedustelu- tai tuhoamistehtävä on pois miehitetyltä koneelta. Kokonaisuutta tarkastellen niiden merkitys aseellisissa iskuissa on vielä nykyään vähäinen. UAV'en lukumäärän kasvaessa ja teknologian kehittyes-

sä merkitys tiedustelussa ja aseellisissa iskuissakin tulee kasvamaan. Niiden käytön painopiste tulee mahdollisesti muuttumaan tiedustelusta aseelliseen tiedusteluun ja ilmaiskuihin. Yhdysvalloilla lienee pyrkimyksenä korvata tulevaisuudessa suurin osa miehitettyjen koneiden vaarallisimmista tehtävistä UAV:lla / UCAV:lla.

6.2 Jatkotutkimuksen tarve

Tutkimuksella kyettiin selvittämään miehittämättömien ilma-alusten aiheuttamaa vaikutusta taisteluihin pääosin hyvin yksityiskohtaisesti. UAV:en vaikutuksia osana suurempaa kokonaisuutta ja vaikutusta taisteleviin joukkoihin olisi voinut tutkia enemmän, mutta vaarana olisi ollut työn liiallinen laajeneminen.

Tutkimus on tuottanut hyvin jäsenneiltyä tietoa miehittämättömistä ilma-aluksista ja niiden käytöstä nykyaikaisissa sotatoimissa. Miehittämättömien ilma-alusten yleistyessä ja kehittyessä on kyettävä vastaamaan myös niiden aiheuttamaan uhkaan. Uhkaan vastaaminen voi käsittää ainakin UAV:lta suojautumisen ja niiden torjunnan. Tämän perusteella tutkimus on luonut jatkotutkimustarpeita, joihin liittyen tätä työtä voidaan käyttää hyväksi.

Tutkimus luo perusteita tutkia ilmatorjunnan eri asejärjestelmien sopivuutta miehittämättömien ilma-alusten torjuntaan. Tämän kaltaisessa tutkimuksessa on syytä tutkia nykyisten, jo olemassa olevien puolustusvoimien ilmatorjunta-asejärjestelmien sekä mahdollisten tulevaisuuden hankintavaihtoehtojen kykyä UAV:en torjuntaan. Kattavasti ja riittävän laadullisesti laaditulla tutkimuksella voisi olla vaikutusta puolustusvoimien tulevaisuuden asehankintoihin.

Miehittämättömiä ilma-aluksien tulevaisuutta tulisi tutkia kattavammin, jolloin miehittämättömien ilma-alusten lisäksi on syytä syventyä myös sodankuvan muuttumiseen. Tutkimusongelmaksi saattaisi muodostua, kuinka sotatoimet ja varsinkin ilmasotatoimet tulevat muuttumaan tulevaisuudessa miehittämättömien ilma-alusten yleistyessä ja kehittyessä?

VIITTEET

- ¹ Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton: Unmanned Aircraft Systems (UAS) Roadmap, 2005-2030. Office of the Secretary of Defence. 4. elokuuta 2005, s. 2.
- ² Sama
- ³ Sama
- ⁴ Lewis, Paul: Armed and Lethal. Flight International, 7/2002, s. 30 – 31.
- ⁵ Cordesman, Anthony H.: The Iraq War, Strategy, Tactics and Military Lessons. Csis, Significant Issues Series. Washington 2003, s. 307.
- ⁶ Palmunen Tapio, everstiluutnantti, tiedustelupatteriston komentaja, Tykistörikaati, Haastattelu 14.6.2005, Niinisalo, Muistiinpanot tutkijan hallussa.
- ⁷ Sroethoff, Herman, majuri (Hollanti), NATO Partnership for Peace Ground Based Air Defence Planning -seminaari, NATO's Military Command Structure, 7.11.2006 Tuusula.
- ⁸ Tutkimusprosessi, www.metodix.com/fi/sisallys/01_menetelmat/01_tutkimusprosessi/03_mita_on_tutkimus/1_argumentti/1miksi_paneutua_argumentaatioon_tieteessa/a_miksi_paneutua_argumentaatioon_tieteessa, 12.4.2006.
- ⁹ Systemaattinen tekstianalyysi, www.metodix.com/fi/sisallys/01_menetelmat/02_metodiartikkelit/nurmi_systemaattinen_tekstianalyysi/1/130, 12.4.2006.
- ¹⁰ Tutkimisen taito ja tiedon hankinta, www.metodix.com, 12.4.2006.
- ¹¹ Hirsjärvi, Sirkka - Remes, Pirkko - Sajavaara, Paula: Tutki ja kirjoita. 6.-7. painos. Kustannusosakeyhtiö Tammi, Vantaa 2001, s. 31.
- ¹² Hirsjärvi - Remes – Sajavaara, s. 169.
- ¹³ Kvalitatiivinen sisällönanalyysi, www.metodix.com/fi/sisallys/01_menetelmat/02_metodiartikkelit/seitamaa_kvalitatiivinen_sisallon_analyysi/?tree:D=168595&tree:selres=&hrpDelimChar=&parentCount=1, 12.4.2006.
- ¹⁴ Teknologian kehitys. Sotatekninen arvio ja ennuste 2020 STAE 2020, osa 1. Pääesikunnan sotatalousosasto. Edita Prima Oy, Helsinki, 2004, s. 365.
- ¹⁵ UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS, GAO-06-49, A Report to the Subcommittee on Tactical Air and Land Forces, Committee on Armed Services, House of Representatives. United States Government Accountability Office, joulukuu 2005.

¹⁶ Sama

¹⁷ Palmunen, Tapio: Tehokas tiedustelija tulee taistelukentän taivaalle. Sotilasaikakausilehti, 3/2005, s. 62.

¹⁸ PV-net, esikuntajärjestelmä. Määritelmärekisteri, luettu 12.4.2006.

¹⁹ Sama

²⁰ Sama

²¹ Palmunen, Tapio, everstiluutnantti. Haastattelu 14.6.2005, Niinisalo.

²² United States Department of Defence. From U.S. Civil War To Afghanistan: A Short History of UAVs, www.defencelink.mil/news/Apr2002/n04162002_200204163.html, 30.8.2006.

²³ Globalsecurity.org, Intelligence, UAVs History, www.globalsecurity.org/intell/systems/uav-intro.htm, 30.8.2006.

²⁴ Sama

²⁵ United States Department of Defence. From U.S. Civil War To Afghanistan: A Short History of UAVs, www.defencelink.mil/news/Apr2002/n04162002_200204163.html, 30.8.2006.

²⁶ Globalsecurity.org, Intelligence, UAVs History, www.globalsecurity.org/intell/systems/uav-intro.htm, 30.8.2006.

²⁷ Cooper, Tom: Headless Fighters: USAF reconnaissance – UAV's over Vietnam, 13.11.2003, Air Combat Information Group, www.acig.org/artman/publish/article_344.shtml, 11.11.2006.

²⁸ Sama

²⁹ Sama

³⁰ Sama

³¹ Sama

³² Pace, Steve: X-Planes: Pushing the envelope of flight. MBI Publishing Company, 2003 USA, s. 95.

³³ Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton, s. 4 – 28.

³⁴ Sarpomaa, Janne: Lennokit nyt ja huomenna – mihin ilmapuolustuksen on varauduttava. Ilmatorjuntaupseeri 1/2000.

³⁵ Globalsecurity.org, Intelligence, UAV classes, www.globalsecurity.org/intell/systems/uav-intro.htm, 30.8.2006.

³⁶ Sama

³⁷ Sroethoff, Herman, majuri (Hollanti), NATO Partnership for Peace Ground Based Air Defence Planning - seminaari, NATO's Military Command Structure, 7.11.2006 Tuusula.

³⁸ Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3.2004, UAV's United States, General Atomics MQ-1 and RQ-1 Predator.

³⁹ Sama

⁴⁰ GlobalSecurity.org, Intelligence. www.globalsecurity.org/intell/systems/global_hawk.htm, 14.6.2006.

⁴¹ Cordesman, s. 307.

⁴² Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3.2004, UAV's United States, General Atomics MQ-1 and RQ-1 Predator.

⁴³ Vectorsite, Modern US Endurance UAV's, www.vectorsite.net/twuav13.html, 6.8.2005.

⁴⁴ www.naoruzanje.paracin.co.yu/predator.html, 2.10.2006.

⁴⁵ Newman, Richard J.: The Little Predator That Could. AIR FORCE Magazine, 3/2002, s. 53.

⁴⁶ Cordesman, s. 307.

⁴⁷ Yhdysvaltojen ilmavoimien virallinen kotisivu, www.af.mil/factsheet, 10.2.2007.

⁴⁸ Kansainvälinen verkossa ilmestyvä puolustusalan julkaisu, www.defense-update.com/products/p/predatorB.htm, 10.2.2007.

⁴⁹ Streetly, Martin: The General Atomics Aeronautical Systems M/RQ-1. AIR INTERNATIONAL, 9/2003, s. 45.

⁵⁰ GlobalSecurity.org, Intelligence. www.globalsecurity.org/intell/systems/global_hawk.htm, 14.6.2006.

⁵¹ Vectorsite, US Battlefield UAV's, www.vectorsite.net/twuav07.html, 6.8.2005.

⁵² Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3.2004, UAV's International, AAI/IAI RQ-2 Pioneer.

- ⁵³ http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/50/RQ-2_Pioneer_launched_by_rocket_assist_1.JPG, 19.10.2006.
- ⁵⁴ Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3.2004, UAV's International, AAI/IAI RQ-2 Pioneer.
- ⁵⁵ Elizabeth Bone – Christopher Bolkcom: Unmanned Aerial Vehicles: Background and Issues for Congress, Congressional Research Service, Report for Congress. 25.4.2003, s. 6.
- ⁵⁶ Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3.2004, UAV's International, AAI/IAI RQ-2 Pioneer.
- ⁵⁷ Sama
- ⁵⁸ Sama
- ⁵⁹ Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3.2004, UAV's United States, Northrop Grumman RQ-4A Global Hawk.
- ⁶⁰ Cordesman, s. 308.
- ⁶¹ www.airtocombat.com/images/ghawk_large.jpg, 2.10.2006.
- ⁶² GlobalSecurity.org, Intelligence. www.globalsecurity.org/intell/systems/global_hawk.htm, 14.6.2006.
- ⁶³ Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3.2004, UAV's United States, Northrop Grumman RQ-4A Global Hawk.
- ⁶⁴ Cordesman, s. 308.
- ⁶⁵ Airforce-Technology.com, www.airforce-technolygy.com/projects/global/, 12.11.2006.
- ⁶⁶ Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3.2004, UAV's International, Northrop Grumman/IAI RQ-5A Hunter.
- ⁶⁷ Sama
- ⁶⁸ Elizabeth Bone – Christopher Bolkcom, s. 6.
- ⁶⁹ Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3.2004, UAV's International, Northrop Grumman/IAI RQ-5A Hunter.
- ⁷⁰ www.spyflight.co.uk/hunter.htm, 2.10.2006.

⁷¹ Sama

⁷² Wall, Robert: Precision Kill. Aviation Week and Space Technology, 8.9.2003, s. 30 – 31.

⁷³ Defense Update – verkossa ilmestyvä kansainvälinen puolustusjulkaisu numero 2/2005: www.defence-update.com/products/h/hunter.htm, 12.4.2006.

⁷⁴ Pv-net Jane´ s tietokanta: Jane´ s Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 1.3.2005, UAV´ s United States, AAI RQ-7 Shadow 200.

⁷⁵ Sama

⁷⁶ Elizabeth Bone – Christopher Bolkcom, s. 6.

⁷⁷ Pv-net Jane´ s tietokanta: Jane´ s Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 1.3.2005, UAV´ s United States, AAI RQ-7 Shadow 200.

⁷⁸ www.defenseindustrydaily.com/2006/05/us-orders-36-more-rq7b-shadow-uavs-support-services/index.php, 2.10.2006.

⁷⁹ Directory of U.S. Military Rockets and Missiles, Appendix 2: Modern UAVs, RQ-7, www.designation-systems.net/dusm/app2/q-7.html, 27.6.2006.

⁸⁰ Pv-net Jane´ s tietokanta: Jane´ s Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 1.3.2005, UAV´ s United States, AAI RQ-7 Shadow 200.

⁸¹ Pv-net Jane´ s tietokanta: Jane´ s Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 1.3.2004, UAV´ s United States, Northrop Grumman RQ-8 Fire Scout.

⁸² Sama

⁸³ Sama

⁸⁴ www.globalsecurity.org/intell/systems/vtuav-pic.htm, 2.10.2006.

⁸⁵ Pv-net Jane´ s tietokanta: Jane´ s Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 1.3.2004, UAV´ s United States, Northrop Grumman RQ-8 Fire Scout.

⁸⁶ Sama

⁸⁷ Braybrook, Roy: Air Power, Desert Storm Special 2, The Coalition And Iraqi Air Forces. Osprey Publications, Lontoo 1991. s. 3-5.

⁸⁸ Sama

⁸⁹ Braybrook, s. 31-51.

⁹⁰ Sama

⁹¹ Pv-net Jane´s tietokanta: Jane´s Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3.2004, UAV´s International, AAI/IAI RQ-2 Pioneer.

⁹² Sama

⁹³ Sama

⁹⁴ Frontline, The Gulf War, Weapons:Drones, www.pbs.org/wgbh/pages/frontline/gulf/weapons/drones.html, 4.10.2006.

⁹⁵ Haulman, Daniel L., Dr.: U.S. Unmanned Aerial Vehicles in combat, 1991-2003. Air Force Historical Research Agency. 9.6.2003. s. 9 (Saatavilla internetistä osoitteesta www.au.af.mil/au/afhra/wwwroot/short_studies/US_UAV_1991_2003.pdf).

⁹⁶ Pv-net Jane´s tietokanta: Jane´s Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3.2004, UAV´s International, AAI/IAI RQ-2 Pioneer.

⁹⁷ Haulman, Daniel L., Dr., s. 6 – 9.

⁹⁸ Sama

⁹⁹ Vectorsite, US Battlefield UAV´s, www.vectorsite.net/twuav07.html, 6.8.2005.

¹⁰⁰ Visuri, Pekka: Kosovon Sota. Gaudeamus, Helsinki 2000, s. 67 – 77.

¹⁰¹ Sama

¹⁰² Visuri, s. 67 – 81.

¹⁰³ Visuri, s. 122.

¹⁰⁴ Nykänen J. – Kauppala M. – Mikkonen J. – Punnala M. – Takamaa S-A.: Kosovon ilmasota. MpKK, Taktiikan laitos, julkaisusarja 3 työpapereita, 4/2001. Liite 4.

¹⁰⁵ Arbatov, Alexei G.: The Transformation of Russian Military Doctrine: Lessons Learned from Kosovo and Chechnya. George C. Marshall Center, Garmisch-Partenkirchen 2000. s. 14.

¹⁰⁶ Visuri, s. 122

¹⁰⁷ Regional Headquarters Allied Forces Southern Europe, NATO.
www.afsouth.nato.int/operations/detforce/Force.htm#organization, 27.9.2006.

¹⁰⁸ Ripley, Tim: UAV's over Kosovo – did the earth move? Defence Systems Daily, 1.12.1999. Luettavissa internetistä; <http://defence-data.com/features/fpage34.htm>, 18.10.2006.

¹⁰⁹ Sama

¹¹⁰ Elizabeth Bone – Christopher Bolkcom, s. 29.

¹¹¹ Ripley, UAV's over Kosovo – did the earth move.

¹¹² Sama

¹¹³ Newman, Richard J.: The Little Predator That Could: AIR FORCE Magazine, 3/2002, s. 50

¹¹⁴ Ripley, UAV's over Kosovo – did the earth move.

¹¹⁵ Sama

¹¹⁶ Sama

¹¹⁷ Unmanned Aerial Vehicles, Report to Chairman, Subcommittee to Military Research and Development, Committee on Armed Services, House of Representatives. United States General Accounting Offices, GAO, syyskuu 2000.

¹¹⁸ Ripley, UAV's over Kosovo – did the earth move.

¹¹⁹ Statement of: General John P. Jumper, United States Air Force, www.fas.org/man/congress/1999/99-10-26jumper.htm, 18.10.2006.

¹²⁰ Ripley, UAV's over Kosovo – did the earth move.

¹²¹ Sama

¹²² Vectorsite, US Battlefield UAV's, www.vectorsite.net/twuav07.html, 6.8.2005.

¹²³ Officially confirmed / documented NATO UAV losses, www.aeronautics.ru/official/lostuavs.htm, 11.2.2007.

¹²⁴ RAND National Defence Research Institute, Operation Enduring Freedom.
www.rand.org/pubs/research_briefs/RB9148/index1.html, 26.9.2006.

¹²⁵ Palokangas, Marko, kapteeni, Uusimman Sotahistorian kurssi, MpKK, Sotahistorian laitos, Luento: epäsymmetrinen sodankäynti, 10.8.2006 Santahaminassa.

¹²⁶ RAND National Defence Research Institute, Operation Enduring Freedom. www.rand.org/pubs/research_briefs/RB9148/index1.html, 26.9.2006.

¹²⁷ Roberts, Jeffery J.: The Origins of Conflict in Afghanistan. Praeger Publishers, Lontoo 2003. s. 233.

¹²⁸ Vectorsite, Modern US Endurance UAV's, www.vectorsite.net/twuav13.html, 6.8.2005.

¹²⁹ www.northropgrumman.com/unmanned/globalhawk/overview.html#oef, 19.10.2006.

¹³⁰ Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3.2004, UAV's United States, General Atomics MQ-1 and RQ-1 Predator.

¹³¹ Elizabeth Bone – Christopher Bolkcom, s. 23.

¹³² CBS news, The Predator, 8. tammikuuta 2003. www.cbsnews.com/stories/2003/01/07/60II/main535569.shtml, 19.10.2006.

¹³³ Operation Anaconda – The battle for Robert's Ridge, Video, Discovery Military Channel, <http://military.discovery.com/tvlistings/episode.jsp?episode=0&cpi=24122&gid=0&channel=MIL>, 19.10.2006.

¹³⁴ Elizabeth Bone – Christopher Bolkcom, s. 24.

¹³⁵ Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3.2004, UAV's United States, Northrop Grumman RQ-4A Global Hawk.

¹³⁶ Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3.2004, UAV's United States, Northrop Grumman RQ-4A Global Hawk.

¹³⁷ Uutisvuosi 2003, YLE 24, www.yle.fi/yle24/uutisvuosi2003/irakin_sota.php, 26.9.2006.

¹³⁸ Ripley, Tim: Air War Iraq. Pen & Sword Aviation, Iso-Britannia 2004, s. 23.

¹³⁹ Ripley (2004), s. 23 – 30.

¹⁴⁰ Ripley (2004), s. 23.

¹⁴¹ J Lindberg. Fighter Tactics Academy. www.sci.fi/~fta/Irakin_sota.htm, 24.10.2004.

¹⁴² Sama

¹⁴³ Sama

¹⁴⁴ Sama

¹⁴⁵ Cordesman, s. 307.

¹⁴⁶ Sama

¹⁴⁷ Sama

¹⁴⁸ Sweetman, Bill: Endurance above all for UAVs: Jane's International Defense Review, 6/2003, s. 59

¹⁴⁹ Haulman, Daniel L., Dr., s. 6 – 9.

¹⁵⁰ Ripley (2004), s. 135 – 138.

¹⁵¹ Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3.2004, UAV's International, AAI/IAI RQ-2 Pioneer.

¹⁵² Ripley (2004), s. 135 – 138.

¹⁵³ Ripley (2004), s. 99.

¹⁵⁴ Yhdysvaltojen merijalkaväen internet sivusto: www.usmc.mil/marinelink/mcn2000.nsf/D/17F63E99DD4C031F85256D43001F8, 12.9.2005.

¹⁵⁵ Ripley (2004), s. 99.

¹⁵⁶ Cordesman, s. 307.

¹⁵⁷ Cook, Nick: ISR – MANNED OR UNMANNED? Going solo, Jane's Defence Weekly, 19. marraskuuta 2003.

¹⁵⁸ Cordesman, s. 308.

¹⁵⁹ Flight international 22. - 28. huhtikuuta 2003, s. 9.

¹⁶⁰ Cordesman, s. 308.

¹⁶¹ Cook, Nick, ISR – MANNED OR UNMANNED? Going solo, Jane's Defence Weekly, 19. marraskuuta 2003.

- ¹⁶² Defence Science Board Study on Unmanned Aerial Vehicles and Uninhabited Combat Aerial Vehicles, Office of the Under Secretary of Defence for Acquisition, Technology and Logistics, Washington D.C. 20301-3140, helmikuu 2004. (Saatavilla internetistä osoitteesta www.acq.mil/dsb/reports/uav.pdf).
- ¹⁶³ Defense Update – verkossa ilmestynvä kansainvälinen puolustusjulkaisu numero 2/2005: www.defence-update.com/products/h/hunter.htm, 12.4.2006.
- ¹⁶⁴ Ripley (2004), s. 50.
- ¹⁶⁵ Kucera, Joshua: UAV mission in Iraq set to rise. *Jane's Defence Weekly*, 19. tammikuuta 2005, s. 11.
- ¹⁶⁶ Flight Fax – Yhdysvaltojen maavoimien ilmailun tiedote, elokuu 2004, vol. 32 n:o 8, s. 5.
- ¹⁶⁷ UAV world – miehittämättömiä ilma-aluksia käsittelevä yhdysvaltalainen internet sivusto: www.uavworld.com/uav_newsletter_issue_4.htm, 1.11.2005.
- ¹⁶⁸ Ripley (2004), s. 135 – 138.
- ¹⁶⁹ Haulman, Daniel L., Dr., s. 6 – 9.
- ¹⁷⁰ Flight Fax, elokuu 2004, vol. 32 n:o 8, s. 5.
- ¹⁷¹ Flight Fax, elokuu 2004, vol. 32 n:o 8, s. 14 – 15.
- ¹⁷² Internet: Defense Industry Daily, www.defenseindustrydaily.com/2005/11/fieldreport-on-raven-shadow-uavs-from-the-101st/index.php, 4.12.2006.
- ¹⁷³ Flight Fax , maaliskuu 2005, s. 18.
- ¹⁷⁴ Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton, s. 75.
- ¹⁷⁵ Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton, s. 76.
- ¹⁷⁶ Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton, s. 37.
- ¹⁷⁷ Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton, s. 3 – 37.
- ¹⁷⁸ Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton, s. 3.
- ¹⁷⁹ Sama
- ¹⁸⁰ Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton, s. 3 – 37.

¹⁸¹ Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton, s. 3 – 15.

¹⁸² Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton, s. 18.

¹⁸³ www.aviationnow.com/avnow/news/channel_awst_story.jsp?id=news/09064top.xml, 6.1.2007.

¹⁸⁴ Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton, s. 18.

¹⁸⁵ Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton, s. 11.

¹⁸⁶ www.lemonodor.com.

¹⁸⁷ Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 1.3.2005, UAV's United States, Boeing X-45.

¹⁸⁸ Sama

¹⁸⁹ Sama

¹⁹⁰ Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Defence Weekly, Date Posted 2.8.2005, Armed Forces, US DoD plans autonomous refuelling demo.

¹⁹¹ Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3.2004, UAV's United States, Northrop Grumman X-47 Pegasus.

¹⁹² Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3.2004, UAV's United States, Northrop Grumman X-47 Pegasus.

¹⁹³ www.designation-systems.net, 6.1.2007.

¹⁹⁴ Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3.2004, UAV's United States, Northrop Grumman X-47 Pegasus.

¹⁹⁵ Trimble, Stephen: X-47B faces design rethink. Jane's Defence Weekly, 15.3.2006, s.5.

¹⁹⁶ Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Defence Weekly – 10.8.2005, Date Posted 2.8.2005, Armed Forces, US DoD plans autonomous refuelling demo.

¹⁹⁷ www.air-attack.com/news/news_article/1128/J-UCAS-Canceled-But-Not-for-Naught.html, 6.1.2007.

¹⁹⁸ Jane's Defence Weekly, 30.8.2006, s. 23.

¹⁹⁹ Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton, s. 17.

- ²⁰⁰ www.spyflight.co.uk/minion.htm, 6.1.2007.
- ²⁰¹ Jane's International Defense Review, kesäkuu 2005, s.58.
- ²⁰² Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton, s. 26 – 27.
- ²⁰³ defense-update.com/products/r/raven.htm, 6.1.2007.
- ²⁰⁴ Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton, kansikuva.
- ²⁰⁵ Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3.2004, UAV's United States, Aerovironment FQM-151A Pointer.
- ²⁰⁶ Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton, s. 26.
- ²⁰⁷ Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, Date Posted: 11.3. – 9.7.2004, UAV's United States, Desert Hawk, Pointer, Dragon Eye, Raven.
- ²⁰⁸ Pv-net Jane's tietokanta: Jane's Defence Weekly – 23.2.2005, Date Posted: 15.2.2005, Features, Micro-Unmanned Aerial Vehicles – Micro Wave.
- ²⁰⁹ Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton, s. 29.
- ²¹⁰ Jane's International Defense Review, heinäkuu 2006, s. 36.
- ²¹¹ Jane's International Defense Review, kesäkuu 2005, s. 61.

LÄHTEET

7.1. JULKAISEMATTOMAT LÄHTEET

Defence Science Board Study on Unmanned Aerial Vehicles and Uninhabited Combat Aerial Vehicles, Office of the Under Secretary of Defence for Acquisition, Technology and Logistics. Washington D.C. 20301-3140. Helmikuu 2004. (Saatavilla internetistä osoitteesta www.acq.mil/dsb/reports/uav.pdf)

Elizabeth Bone – Christopher Bolkcom: Unmanned Aerial Vehicles: Background and Issues for Congress. Report for Congress. 25. huhtikuuta 2005

Unmanned Aerial Vehicles, Report to Chairman, Subcommittee to Military Research and Development, Committee on Armed Services, House of Representatives. United States General Accounting Offices, GAO. Syyskuu 2000. (Saatavilla internetistä osoitteesta: www.gao.gov/archive/2000/ns00204.pdf)

Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton: Unmanned Aircraft Systems (UAS) Roadmap, 2005-2030. Office of the Secretary of Defence. 4. elokuuta 2005.

UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS, GAO-06-49, A Report to the Subcommittee on Tactical Air and Land Forces, Committee on Armed Services, House of Representatives. United States Government Accountability Office. joulukuu 2005. (Saatavilla internetistä osoitteesta www.gao.gov/new.items/d0649.pdf)

Haulman, Daniel L., Dr.: U.S. Unmanned Aerial Vehicles in combat, 1991-2003. Air Force Historical Research Agency. 9.6.2003. (Saatavilla internetistä osoitteesta www.au.af.mil/au/afhra/wwwroot/short_studies/US_UAV_1991_2003.pdf)

7.2. JULKAISTUT LÄHTEET

7.2.1. Teokset ja oppaat

Arbatov, Alexei G.: The Transformation of Russian Military Doctrine: Lessons Learned from Kosovo and Chechnya. George C. Marshall Center, Garmisch-Partenkirchen 2000.

Braybrook, Roy: Desert Storm Special 2, Air Power the Coalition and Iraqi Air Forces. Osprey Publications, Lontoo 1991.

Cordesman, Anthony H.: The Iraq War, Strategy, Tactics and Military Lessons. Csis Significant Issues Series, Washington 2003.

Hirsjärvi, Sirkka – Remes, Pirkko – Sajavaara, Paula: Tutki ja kirjoita. Tammi, Helsinki 2004.

Nykänen, J. – Kauppala, M. – Mikkonen, J. – Punnala, M. – Takamaa, S-A.: Kosovon ilmasota. MpKK, Taktiikan laitos. julkaisusarja 3 työpapereita, 4/2001.

Pace, Steve: X-Planes: Pushing the envelope of flight. MBI Publishing Company, USA 2003.

Ripley, Tim: Air War Iraq. Pen & Sword Aviation, Iso-Britannia 2004.

Roberts, Jeffery J.: The Origins of Conflict in Afghanistan. Praeger Publishers, Lontoo 2003.

Teknologian kehitys. Sotatekninen arvio ja ennuste 2020 STAE 2020, osa 1. Pääesikunnan sotatalousosasto. Edita Prima Oy, Helsinki 2004.

Visuri, Pekka: Kosovon sota. Gaudeamus, Helsinki 2000.

7.2.2. Lehdet

Air Force Magazine

Air International

Aviation Week & Space Technology

Defence Systems Daily

Flight Fax

Flight International

Ilmatorjuntaupseeri

Jane's Defense Weekly

Jane's International Defense Review

Jane's Intelligence Review Pointer

Military Technology

Sotilasaikakausilehti

7.3. HAASTATTELUT

Palmunen, Tapio, everstiluutnantti, tiedustelupatteriston komentaja, Tykistöprikaati, Niinisaalo, 14.6.2005. Muistiinpanot tutkijan hallussa.

7.4. MUUT LÄHTEET

PVnet:

Jane's tietokanta, (<http://164.13.10.221:8080/cdrom/>) Unmanned Aerial Vehicles and Targets, UAV's

Esikuntajärjestelmä: määritelmärekisteri.

Internet:

- www.air-attack.com, Sotilasilmailun ja avaruusprojektien uutissivusto.
- www.af.mil, Yhdysvaltojen ilmavoimien virallinen kotisivu.
- www.afsouth.nato.int, Regional Headquarters Allied Forces Southern Europe NATO
- www.airforce-technology.com, Yhdysvaltojen ilmavoimien materiaalia käsittelevä sivusto.
- www.acig.org, Air Combat Information Group
- www.aeronautics.ru, Yksityinen ilmailuaiheinen tietopankkisivusto.
- www.auvsi.org, Assosiation for Unmanned Vehicle Systems International.
- www.aviationnow.com, Yhdysvaltalainen ilmailuaiheinen sivusto

- www.aviationtoday.com, Yhdysvaltalainen ilmailuaiheinen sivusto
- www.cbsnews.com, CBS uutiset.
- www.defence-data.com, Defence Systems Daily, puolustusalan ja ilmailun uutissivusto.
- www.defense-update.com, Kansainvälinen verkossa ilmestyvä puolustusalan julkaisu.
- www.defenseindustrydaily.com, Sotilasalan uutissivusto.
- www.designation-systems.net, Sotilasilmailua ja aseteknologiaa käsittelevä sivusto.
- www.fas.org, Federation of American Scientists.
- www.gao.gov, U.S. Government Accountability Office.
- www.globalaircraft.org, Kansainvälinen sotilasilmailulaitesivusto.
- www.globalsecurity.org, Yhdysvaltalainen turvallisuusalan tietopankki- ja uutissivusto.
- www.ilmatorjuntaupseeriyhdistys.fi, Internetissä ilmestyvä ilmatorjuntaupseerilehti.
- www.metodix.com, Tieteellisen tutkimuksen sekä menetelmien verkkoympäristö
- www.military.discovery.com, Internetissä toimiva sotilasalan videopankki.
- www.northropgrumman.com, Ilmailulaittevalmistaja Northrop Grumman'in kotisivut.
- www.pbs.org, Frontline, The Gulf War
- www.rand.org, National Defence Research Institute, Operation Enduring Freedom.
- www.sci.fi, J. Lindberg Fighter Tactics Academy.
- www.spyflight.co.uk, Ilmatiedustelua käsittelevä yksityinen tietopankkisivusto.
- www.uavworld.com, Miehitämättömiä ilma-aluksia käsittelevä Yhdysvaltalainen internet-sivusto.
- www.usmc.mil, Yhdysvaltojen merijalkaväen internetsivusto.
- www.vectorsite.net, Yhdysvaltalainen sotilasteknologiasivusto.
- www.yle.fi/yle24/, Yleisradion uutissivusto.

Luennot, oppitunnit ja seminaarit:

Uusimman Sotahistorian kurssi, MpKK, Sotahistorian laitos, Luento: epäsymmetrinen sodankäynti, Kapteeni Marko Palokangas, 10.8.2006 Santahaminassa

NATO Partnership for Peace Ground Based Air Defence Planning -seminaari, 6.-16.11.2006, Tuusula

LIITTEET

Liite 1 Tutkielmassa esiintyvät lyhenteet

Liite 2 Miehitämättömien ilma-alusten teknisiä tietoja

Liite 3 RQ/MQ-1 Predator UAS´n komponentit kuvina

Liite 4 Tiedustelukuvia

Liite 5 Miehitämättömien ilma-alusjärjestelmien tila ja rahoitus vuonna 2005

TUTKIELMASSA ESIINTYVÄT LYHENTEET

AAM	Air-to-Air Missile (Ilmataisteluohjus)
ABC	Atomic, Biological, Chemical (Ydin[ase], Biologinen, kemiallinen)
AESA	Active Electronically Scanned Array (Aktiivinen elektronisesti skannattu matriisi)
ATM	Anti-Tank Missile (Panssarintorjuntaohjus)
ATO	Air Tasking Order (Ilmatoiminta-asiakirja)
BAT	Brilliant Anti-Tank (Panssarintorjunta-ase, Viper Strike)
CAOC	Combined Air Operations Center (Yhdistetty ilmaoperaatiokeskus)
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency (USA:n puolustusmateriaalia kehittävä virasto)
DASH	Drone Anti-Submarine Helicopter (Kauko-ohjattava sukellusveneentorjunta helikopteri)
ER/MP UA	Extended Range / Multipurpose Unmanned Aircraft (Pidentyneen toimintamatkan monikäyttöinen miehittämätön ilma-alus)

FLIR	Forward Looking Infra-Red (Eteenpäin katsova lämpökamera)
GBS	Global Broadcast System (Maailmanlaajuinen Tiedonvälitysjärjestelmä)
GCS	Ground Control Station (Maa-asema)
GPS	Global Positioning System (Maailmanlaajuinen satelliittipaikannusjärjestelmä)
HAE	High Altitude Endurance Unmanned Aerial Vehicle (Strategisen tason miehittämätön ilma-alus)
HFE	Heavy Fuel Engine (Lentopetrooli- tai dieselkäyttöinen moottori)
HISAR	Hughes Integrated Surveillance & Reconnaissance (Hughes - yhdistetty tiedustelu- ja valvontasensorijärjestelmä)
HMMWV	High Mobility Multi-purpose Wheeled Vehicles (Hyvän liikkuvuuden omaava monikäyttöinen pyöräajoneuvo)
HPM	High Power Microwave (Korkean tehon mikroaalto, elektroniset laitteet lamauttava ase)
J-UCAS	The Joint Unmanned Combat Air System (Yhteistoimintatehtäviin kykenevä miehittämätön ilma-alusjärjestelmä)
JDAM	Joint Direct Attack Munition (GPS -ohjattava ammus)

JIMPACS	Joint Improved Multi-mission Payload Aerial Surveillance (RQ-5 Hunter -järjestelmän aikaisempi nimi)
MAE	Medium Altitude Endurance Unmanned Aerial Vehicle (Operatiivisen tason UAV)
MAV	Micro Unmanned Aerial Vehicle (Mikro UAV)
MPCS	Mission Planning and Control Station (Tehtävän suunnittelu- ja ohjausasema)
MQ	Multi-role, Unmanned (Virallinen merkintä UAV'lle/UCAV'lle: M = monitoimi, Q = miehittämätön)
MR-RTIP	Multi-Platform Radar Technology Insertion Program (Monikäyttötasoinen tutkajärjestelmä)
MTI	Moving Target Indicator (Liikkuvan maalin ilmaisin)
MTS	Multispectral Targeting System (Monispektrinen tähtäysjärjestelmä)
POP	Plug-in Optronic Payload (Helposti kytkettävä optroninen hyötykuorma)
RPV	Remotely Piloted Vehicle (Kauko-ohjattu laite)
RQ	Reconnaissance, Unmanned (Virallinen merkintä UAV'lle: R = tiedustelu, Q = miehittämätön)

SAR	Synthetic Aperture Radar (Synteettisen aukon tutka)
SEAD	Supression of Enemy Air Defence (Vihollisen ilmatorjunnan lamauttaminen)
SIGINT	Signal Intelligent (Signaalitiedustelu)
SOF	Special Operation Force (Erikoisjoukko)
SRGPS	Shipboard Relative Global Positioning System (Laivaston käyttämä GPS -sovellus)
TESAR	Tactical Endurance Synthetic Aperture Radar (Taktinen pitkän toiminta-ajan synteettisen aukon tutka)
TUAV	Tactical Unmanned Aerial Vehicle (Taktisen tason UAV)
U-MOSP	UAV Multi-mission Optronic Payload (UAV'n monikäyttöinen optroninen hyötykuorma)
UCAV-N	Naval Unmanned Combat Air Vehicle (Laivaston aseistettu miehittämätön ilma-alus)
UAS	Unmanned Aircraft System (Miehittämätön ilma-alusjärjestelmä)
UAV	Unmanned Aerial Vehicle (Miehittämätön ilma-alus)

UCAR Unmanned Combat Aerial Rotorcraft
(Pyöriväsiipinen aseistettu miehittämätön ilma-alus)

UCAV Unmanned Combat Aerial Vehicle
(Aseistettu miehittämätön ilma-alus)

USSOCOM United States Special Operations Command
(USA:n erikoisoperaatioiden komentokeskus)

VTUAV Vertical Takeoff and Landing Tactical Unmanned Aerial Vehicle
(Pystysuoraan nouseva ja laskeva taktisen tason miehittämätön ilma-alus)

Lähde: - Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton: Unmanned Aircraft Systems (UAS) Roadmap, 2005-2030. Office of the Secretary of Defence. 4. elokuuta 2005, s. vi – ix.

MIEHITTÄMÄTTÖMIEN ILMA-ALUSTEN TEKNISIÄ TIETOJA

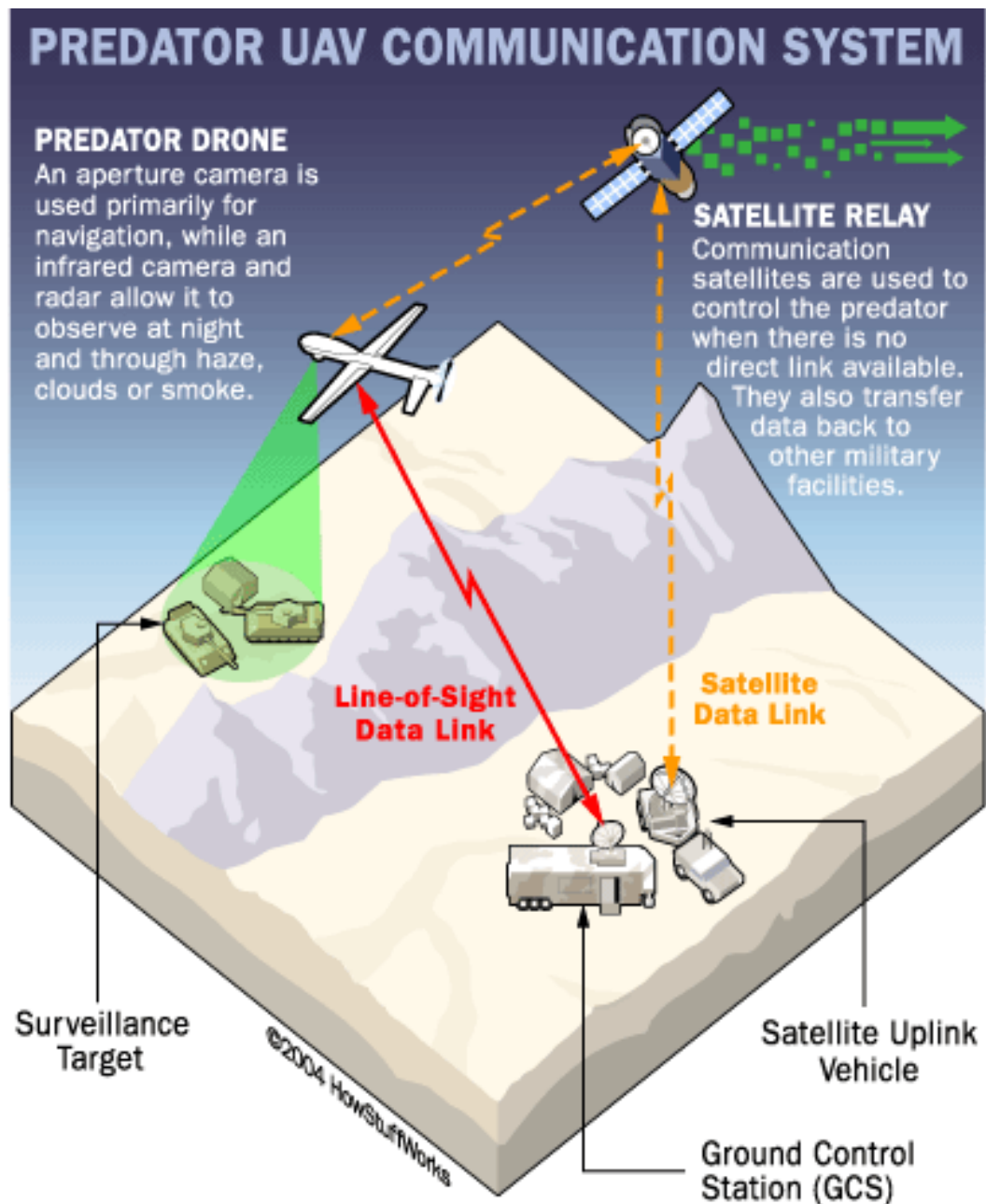
	RQ/MQ-1 Predator	MQ-9 Reaper	RQ-2 Pioneer	RQ-4 Global Hawk	RQ/MQ-5 Hunter	RQ-7 Shadow	RQ-8 Fire Scout
LUOKKA	MAE	MAE	TUAV	HAE	TUAV	TUAV	VTUAV
UAV't/UAS	4	4	5	1	6-8	4	3
TOIMINTA-SÄDE	740 km	3150 km	185 km	25 000 km	200 km	80 km	204 km
TOIMINTA-AIKA	24 h	14 - 42 h riippuen hyötykuormasta	5 h +	35 h	12 h	5 h 30 min +	6 h
MAX NOPEUS	217 km/h	390 km/h	185 km/h	635 km/h	204 km/h	228 km/h	231 km/h
MAX KORKEUS	7 620 m	15 240 m	3 660	19 810 m	4 575 m	4 575 m	6 100 m
HYÖTY-KUORMA	204 kg	400 - 1 701 kg	45,4 kg	907 kg	113 kg	25,3 kg	91 kg
SIIPIN KÄRKIVÄLI	14,85 m	19,5 m	5,11 m	35,41 m	8,84 m	3,89 m	ROOT. HALK: 8,4 m
PITUUS	8,13 m	11 m	4,26 m	13,51 m	7,01 m	3,4 m	7 m
SAR - TUTKA	on	on	ei	on	testattu	optio	on
LASER-OSOITIN	optio	on	ei	ei	ei	ei	on
TV-KAMERA	on	on	on	on	on	on	on
LÄMPÖ-KAMERA	on	on	on, 1997 alkaen	on	on	on	on
MTI	ei	on	ei	on	testattu	optio	on
FLIR	ei	ei	optio	ei	ei	ei	ei
ASEET	MQ-1; Hellfire ATM	Hellfire, GBU-12 ja GBU-38 JDAM	ei	ei	MQ-5; Viper Strike	ei	testattu; Stinger AAM

Lähteet: - PV-net Jane's tietokanta, Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets

- <http://www.af.mil/factsheet>, 8.2.2007

- <http://www.globalsecurity.org>, 8.2.2007

RQ/MQ-1 PREDATOR UAS`N KOMPONENTIT KUVINA



Kuva 1. Predator UAS`n eri komponentit ja tiedonsiirto.



Kuva 2. MQ-1 Predator varustettuna AGM-114 Hellfire -ohjuksilla.



Kuva 3. Konesuoja ja huoltokalustoa.



Kuva 4. Predatorin satelliitti- ja datalinkit.



Kuva 5. Järjestelmän maa-asema.



Kuva 6. UAV -operaattorien positiot maa-aseman sisällä.



Kuva 7. Predatorin operointia.

-
- Lähteet: - Kuva 1. <http://static.howstuffworks.com/gif/predator-system.gif>, 8.2.2007
- Kuva 2. http://dif.thexhunters.com/info/nellis_airshow_2005_05.jpg, 8.2.2007
- Kuvat 3. 4. 5. ja 7. <http://www.sd-auvsi.org/images/predator/pages>, 8.2.2007
- Kuva 6. http://lexikon.freenet.de/Bild:Predator_Drohne_steuerung.jpg, 8.2.2007

TIEDUSTELUKUVIA

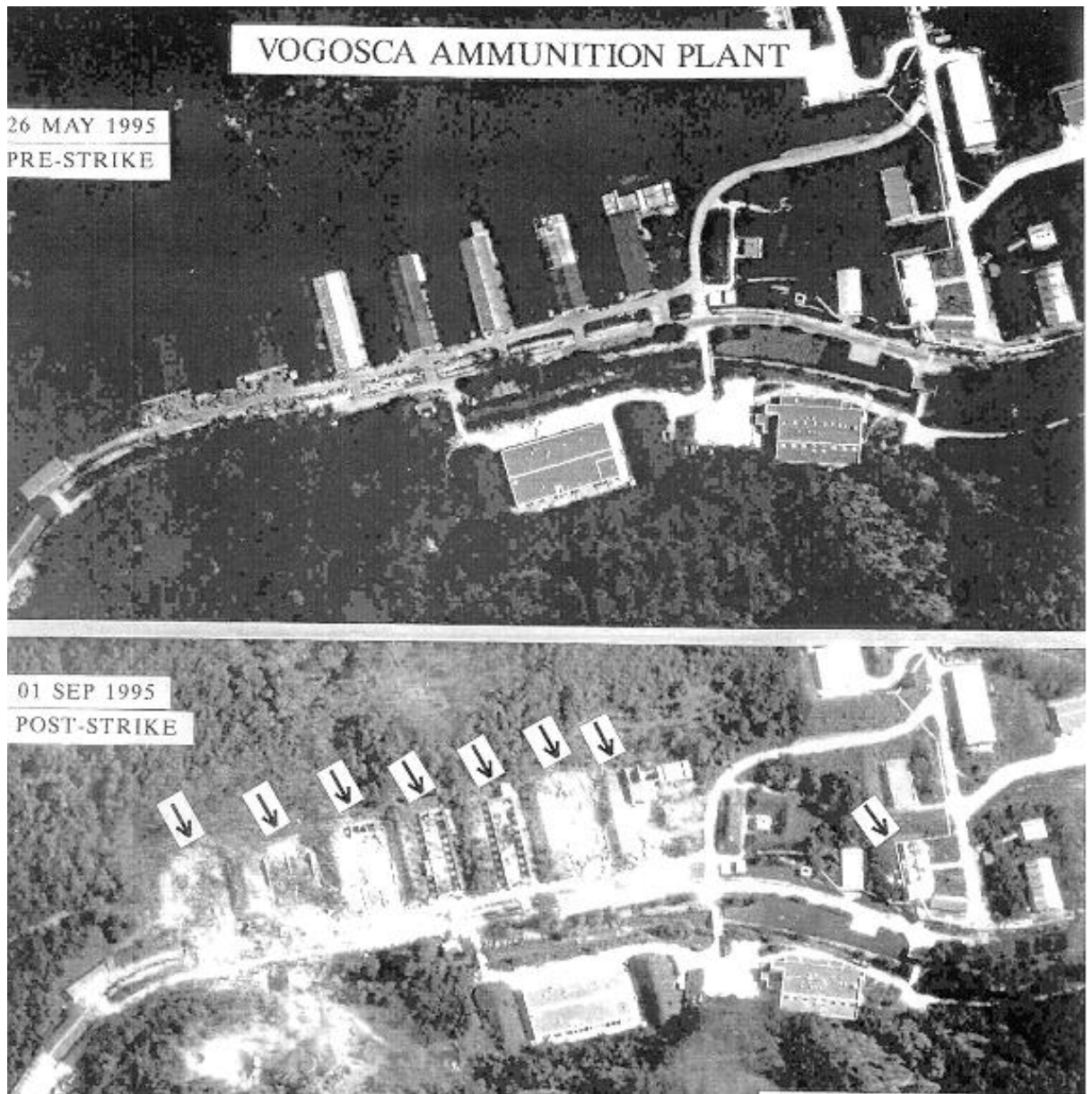
Kuva 1. Global Hawkin lämpökameran kuvaa Edwards´n lentotukikohdasta. Kuva on otettu 17 680 metrin korkeudesta. Kuvasta on huomattavissa lähteneiden koneiden varjojen lämpöerot asfaltissa. Lentokoneiden tunnistaminen on mahdollista.



Kuva 2. Sama kohde TV-kameralla kuvattuna. Lähteneiden koneiden paikat eivät näy. Kohteiden tunnistaminen on edelleen mahdollista, mutta vaikeaa.



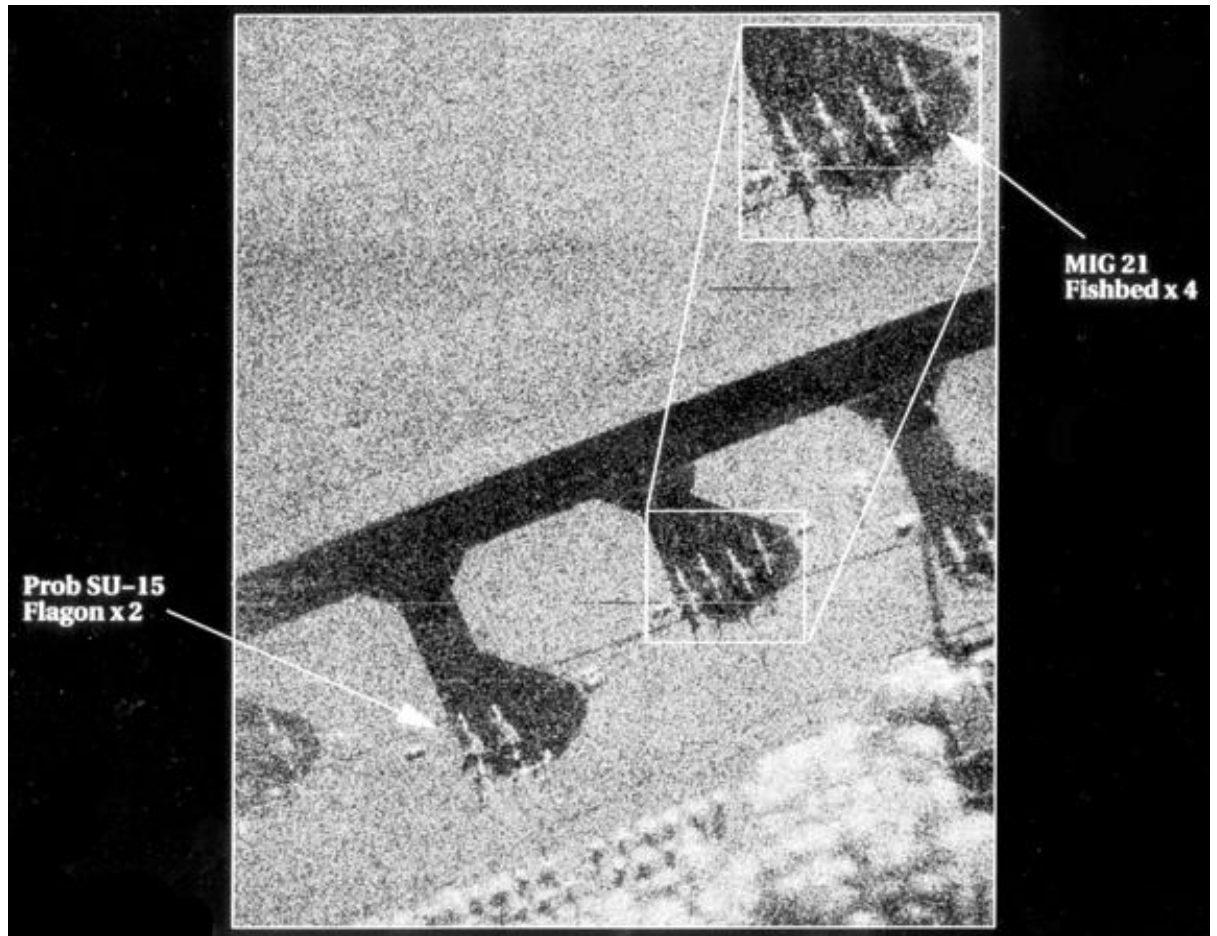
Kuva 3. Global Hawkin SAR -tutkan kuvaa noin 20 000 metrin korkeudesta.



Kuva 4. Predatorin TV-kameran kuvaa. Tuhottavan kohteen tiedustelu (ylh.) ja jälki-tiedustelu.



Kuva 5. Predatorin TV-kameran kuvaa. Kuvasta on erotettavissa ja tunnistettavissa yksittäisiä ajoneuvoja.



Kuva 6. Predatorin SAR -tutkan kuvaa. Kuvasta ei kyetä tunnistamaan yksittäisiä henkilöitä. Lentokoneiden tunnistus on mahdollista, mutta vaikeaa.

Lähteet: - Kuvat 1. 2. ja 3. <http://www.northropgrumman.com/farnborough2006/gallery/index.htm>, 4.1.2007

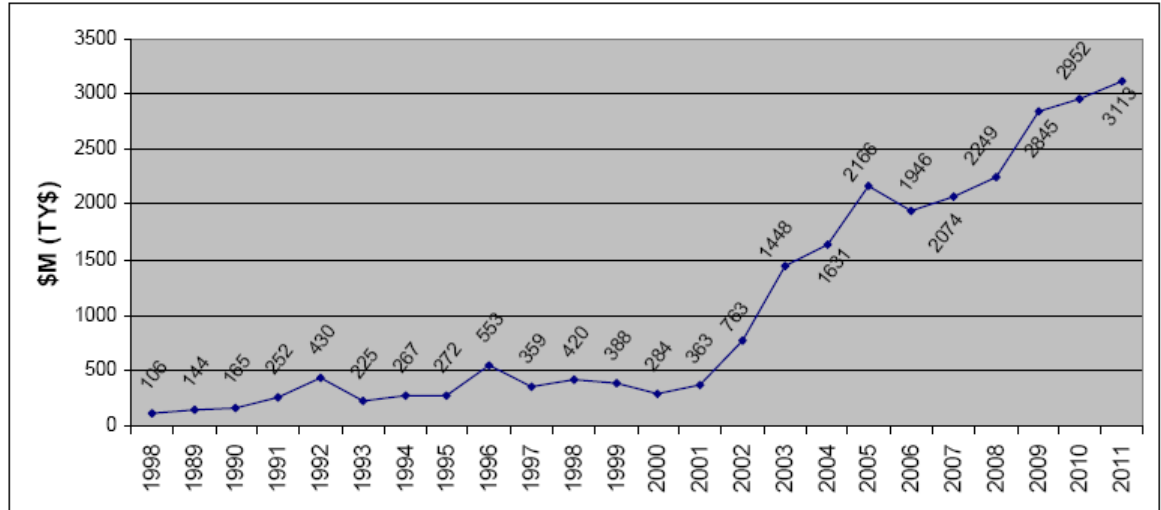
- Kuvat 4. ja 5. <http://www.globalsecurity.org/intell/library/imint/index.html>, 4.1.2007

- Kuva 6. http://www.fas.org/irp/imint/tesar_fishbed.htm, 8.2.2007

MIEHITTÄMÄTTÖMIEN ILMA-ALUSJÄRJESTELMIEN TILA JA RAHOITUS VUONNA 2005

System	Manufacturer	Lead Service	First Flight	IOC	Aircraft Built	Aircraft Fielded	Status
MQ-1/Predator	General Atomics	Air Force	1994	2005	100+	60	100+ ordered
RQ-2/Pioneer	Pioneer UAV, Inc.	Marine Corps	1985	1986	175	35	Sustainment through FY13
RQ-3/DarkStar	Lockheed Martin	Air Force	1996	n/a	3	0	Cancelled '99
RQ-4/G'Hawk	Northrop Grumman	Air Force	1998	2006	10	7	51 planned
RQ-4/G'Hawk	Northrop Grumman	Navy	2004	n/a	2	2	2 planned
RQ-5/Hunter	Northrop Grumman	Army	1991	n/a	72	35	18 on order
RQ-6/Outrider	Alliant Techsystems	Army	1997	n/a	19	0	Cancelled '99
RQ-7/Shadow200	AAI	Army	1991	2003	100+	90	164 planned
RQ-8/Fire Scout	Northrop Grumman	Navy	1999	2007	5	0	168 planned
MQ-9/Predator B	General Atomics	Air Force	2001	TBD	5	0	63 planned
CQ-10/Snow Goose	MMIST	Army	2002	2005	10	0	49 planned

Yhteenvedo miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien tilasta vuodelta 2005



Yhdysvaltojen puolustusministeriön suunnittelema rahoitus miehittämättömille ilma-alusjärjestelmille.

Lähde: - Cambone, Stephen A. – Krieg, Kenneth – Pace, Peter – Wells II, Linton: Unmanned Aircraft Systems (UAS) Roadmap, 2005-2030. Office of the Secretary of Defence. 4. elokuuta 2005, s. 37.