

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

**VENÄJÄN ILMAVOIMIEN ILMATORJUNTAJÄRJESTELMIEN
SUORITUSKYKY NYKYAIKASEEN ILMAUHKAAAN**

Tutkielma

Kapteeni
Kimmo Viitanen

Esiupseerikurssi 63
Ilmasotalinja

Huhtikuu 2011

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi Esiupseerikurssi 63	Linja Ilmasotalinja
Tekijä Kapteeni Kimmo VIITANEN	
Tutkielman nimi VENÄJÄN ILMAVOIMIEN ILMATORJUNTAJÄRJESTELMIEN SUORITUSKYKY NYKYAIKASEEN ILMAUHKAAAN	
Oppiaine, johon työ liittyy Operaatiotaito ja taktiikka	Säilytyspaikka Kursssikirjasto (MPKK:n kirjasto)
Aika Huhtikuu 2011	Tekstisivuja 38 Liitesivuja -
TIIVISTELMÄ <p>Tutkimuksessa tarkastellaan Venäjän ilmavoimien ilmatorjuntajärjestelmien tämänhetkistä suorituskykyä nykyaikaiseen ilmauhkaan. Tutkimus luo arvion Venäjän ilmatorjuntajärjestelmien kehityksestä. Omalta osaltaan se antaa kuvaa Venäjän sotilasreformin toteutumisesta. Sotilasreformin eteneminen ja suunnitelmat asemateriaalin modernisoinnista tekevät tutkimuksen aiheesta ajankohtaisen.</p> <p>Tutkimuksen lähtökohtana on, että Venäjä edelleen asettaa doktriinissaan Yhdysvallat ja NATO:n suurimmaksi uhakseen. Nykyaikaisen ilmauhan tarkastelu perustuu vaikutusperustaisen operaatioiden suunnittelu-konseptiin (EBO, Effects Based Operations). EBO-konsepti on edelleen Yhdysvaltojen ja NATO:n ilmaoperaatioiden suunnittelun perustana.</p> <p>Tutkimus on kvalitatiivinen eli laadullinen. Analyysimenetelmänä tutkimuksessa on aineistolähtöinen sisällönanalyysi.</p> <p>Työn keskeisinä johtopäätöksiä esitetään, että Venäläisellä teknologialla pystyttäisiin torjumaan nykyaikaisen ilmauhan erityispiirteet lukuun ottamatta keskipitkänmatkan ja manterenvälisiä ballistisia ohjuksia. Suurimpana ongelmana ilmauhan torjunnassa on olemassa olevan pääkaluston vanheneminen ja uuden teknologian sarjatuotannon hitaus. Tämä johtuu taloudellisten resurssien puutteesta, joka on suorituskykyä heikentävä tekijä.</p>	
AVAINSANAT EBO, häivetekniikka, ballistiset ohjukset, risteilyohjukset, miehittämättömät ilma-alukset, S-300V, S-300P, S-300PMU, S-400	

VENÄJÄN ILMAVOIMIEN ILMATORJUNTAJÄRJESTELMIEN SUORITUSKYKY NYKYAIKAISEEN ILMAUHKAAAN

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	1
1.1	AIHEALUEEN ESITTELY.....	1
1.2	TUTKIMUSTILANNE.....	3
1.3	TUTKIMUKSEN PÄÄMÄÄRÄ, RAKENNE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET.....	4
1.4	TUTKIMUSMENETELMÄT JA TUTKIMUKSEN RAJAAMINEN.....	6
1.5	TUTKITTAVAAN AIHEESEEN LIITTYVÄ MATERIAALI JA KESKEISET LÄHTEET.....	9
2	NYKYAIKAINEN ILMAUHKA.....	9
2.1	VAIKUTUSPERUSTAISET OPERAATIOT, EBO (EFFECTS-BASED OPERATIONS).....	9
2.2	HÄIVETEKNIikka (STEALTH).....	13
2.3	BALLISTISET OHJUKSET.....	17
2.4	RISTEILYOHJUKSET.....	19
2.5	MIEHITTÄMÄTTÖMÄT ILMA-ALUKSET.....	20
2.6	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	23
3	VENÄJÄN ILMAVOIMIEN ILMATORJUNTAJÄRJESTELMÄT.....	25
3.1	VENÄJÄN ILMAVOIMIEN ILMATORJUNTA.....	25
3.2	S-300V/VM, ANTEY 2500 (SA-12 GLADIATOR/GIANT).....	27
3.3	S-300P (SA-10 GRUMBLE), S-300PMU FAVORIT (SA-20 GARGOYLE).....	28
3.4	S-400 TRIUMF (SA-21 GROWLER).....	32
3.5	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	35
4	YHDISTELMÄ.....	36
4.1	KESKEISET JOHTOPÄÄTÖKSET.....	36
4.2	TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS.....	38
	TUTKIELMAN LÄHTEET.....	39

VENÄJÄN ILMAVOIMIEN ILMATORJUNTAJÄRJESTELMIEN KYKY VASTATA NYKYAIKASEEN ILMAUHKAAAN

1 JOHDANTO

1.1 Aihealueen esittely

Toisen maailmansodan jälkeisen Neuvostoliiton ilmapuolustuksen kuuluisimmat ja ehkä hienoimmatkin hetket sijoittuvat 1960-luvulle. CIA:n U-2-vakoilukoneen pudotus S-75-ohjuksella (SA-2 Guideline) 1.5.1960 Sverdlovskissa (Jekaterinburg) oli sensaatio, kun pilotti Francis Gary Powers jäi vangiksi. Seuraava pudotus tapahtui Kuubassa 27.10.1962, kun neuvostojoukot ampuivat S-75-ohjuksella alas Yhdysvaltain ilmavoimien U-2-tiedustelukoneen. Pilotti sai surmansa paineistetun ohjaamon vaurioituessa. Pudotuksia oli tapahtunut neuvostoliittolaisilla ohjuksilla aikaisemminkin, mutta ne pidettiin salassa.¹ Neuvostoliiton ilmapuolustuksen noloin hetki oli vastaavasti 28.5.1987, kun 19-vuotias saksalainen harrastelentäjä Mathias Rust läpäisi Cessna 172 -pienkoneella Neuvostoliiton ilmavalvontajärjestelmän ja laskeutui Moskovan Punaiselle torille. Neuvostoarmeijan silloinen pääesikunnan esikuntapäällikkö, Sergei Akhromeyev, myönsi haastattelussa vuonna 1990, että pienkoneen tulo Neuvostoliiton ilmatilaan havaittiin ja kolme ilmatorjuntaohjusyksikköä ja torjuntahävittäjä MiG-23 hälytettiin. Hävittäjä oli nähnyt koneen, mutta ampumapäätöstä ei ollut tehty. Lopulta Rustin kone hävisi seurannasta pilvisen sään ja matalan lentokorkeuden vuoksi. Rustin lento paljasti Neuvostoliiton ilmavalvonnan ja ennakkovaroituksen heikkoudet. Jälkeenpäin Rustin tempausta on omalta osaltaan pidetty eräällä tavalla Neuvostoliiton romahduksen vertauskuvana.²

Saksalaiset ottivat suihkumoottorin ensimmäisenä sotilaskäyttöön toisessa maailmansodassa (Messerschmitt Me 262). Suihkumoottorit yleistyivät sotilas- ja siviilikoneissa 1950-luvulla. Suihkumoottorit, kasvaneen lentonopeuden lisäksi, mahdollistivat lentämisen korkeammalla

¹ Pedlow, Gregory W ja Welzenbach, Donald E: The CIA and the U-2 Program, 1954-1974, History Staff Center for the Study of Intelligence, Central Intelligence Agency 1998.

² Le Compte, Tom: The Notorius Flight of Mathias Rust. Air & Space Magazine, 1. heinäkuuta 2005.

ohuemmassa ilmassa. Ilmatorjunnassa se tarkoitti korkeuksia, joihin ammusaseilla kantama ei enää riittänyt. Uutta uhkaa vastaan piti kehittää uusi ase.

Toisen maailmansodan aikana Saksa oli raketti- ja ohjusteknologian kärkimaa. Hitler oli suunnannut suuret resurssit alan kehitykseen. Saksan miehityksessä sodan loppuvaiheessa Yhdysvalloilla ja Neuvostoliitolla oli kova kilpajuoksu raketti- ja ohjusteknologian ja parhaiden alan insinöörien kaappaamisessa. Saksasta saadun tiedon ja asiantuntijoiden avulla molempien suurvaltojen raketti- ja ohjuskehitys otti aimo harppauksen eteenpäin. Vappuna 1960 venäläiset viimeistään osoittivat, että uutta ilmauhkaa vastaan oli pystytty kehittämään uusi ase.

Kylmän sodan aikana Neuvostoliitossa ei ollut pulaa asevarustelun resursseista, vaikka monelta osin määrä korvasi laadun. Ilmatorjunnan osalta haaste oli kova, sillä olihan vastustajana maailman kehittyneimmät ilmavoimat. Neuvostoliiton hajoaminen alkoi edistyksellisen neuvostojohtaja Mihail Gorbatšovin uudistuspolitiikasta vuonna 1985. Tasavaltojen johtajat hajottivat Boris Jeltsinin johdolla Neuvostoliiton, joka lakkasi olemasta 23.12.1991. Uusi valtio, Venäjän federaatio, romahti taloudellisesti ja sotilaallisesti.

”Seuraavan vuoden aikana on saatava päätökseen ne perustoimenpiteet, joilla saatetaan Venäjän asevoimien kehittäminen uudelle tasolle ja luodaan nykyaikainen, taisteluvalmis ja liikkuva armeija. Yksi monimutkaisimmista ja samalla keskeisimmistä tehtävistä on varustaa joukot nykyaikaisilla aseilla ja varusteilla.”

Venäjän federaation presidentin Dmitri A. Medvedev

vuosittaisessa puheessaan Venäjän parlamentille 12.11.2009³.

Venäjän taloudellinen tilanne on kohentunut, ja se on valmis sijoittamaan armeijaan luonnonrikkauksistaan saamiaan varoja. Venäjällä toteutettiin vuosina 1991–2006 maailmahistorian suurin rauhanaikainen asevoimien supistaminen.⁴ Vuonna 2003 käynnistetty asevoimien reformi osoittaa selvästi, että asema suurvaltana halutaan takaisin ja Venäjä haluaa olla yksi napa maailman kaksi- tai kolmenapaisessa järjestelmässä. Ilmapuolustusjärjestelmä ja ilmatorjunta-asejärjestelmät sen osana ovat tärkeä osa valtion puolustuksellista valmiutta.

³ Chiryatnikov, Arkadiy D: Russia's golden armoury, M. Publishing House, Moskova, 2010.

⁴ Juntunen, Alpo: Venäjän Imperiumin paluu. Maanpuolustuskorkeakoulu, Strategian laitos Julkaisusarja 1, Strategian tutkimuksia No 25, Edita Prima Oy, Helsinki 2009, s. 112.

Sotilasteknologian nykytilaa kuvaa hyvin jatkuva kehitys ja jyrkkä hintojen nousu. Ilmatorjunnan erilaisten maalien määrä on moninkertaistunut toisesta maailmansodasta. Sen lisäksi ilmamaalien koko, liikehtimiskyky, asejärjestelmät sekä omasuojajärjestelmät asettavat koko ajan kovempia ja kovempia vaatimuksia ilmatorjuntajärjestelmille. Pystyykö Venäjä nykypäivänä vastaamaan teknologisesti ja taloudellisesti tähän kehitykseen ja nykyaikaiseen ilmauhkaan?

Venäjän sotilasreformiin liittyy vahvasti suunnitelmat kaluston nykyaikaistamisesta. Tavoitteena on uusia 45 % ja modernisoida 55 % materiaalista vuoteen 2015 mennessä. Tällä hetkellä kalustosta 30 % on modernia ja 70 % vanhentunutta.⁵

Viimeisten kahdenkymmenen vuoden aikana ilmasta tuleva uhka on muuttunut suurin harppauksin. Monien järjestelmien kehittäminen on aloitettu 1970-1980 -luvulla, mutta varsinainen käyttö konflikteissa on alkanut 1990-luvulla. Nykypäivän ilma-alukset pyritään piilottamaan sensoreilta häivetekniikalla. Miehittämättömien ilma-alusten käyttö tiedustelussa on lisääntynyt huomattavasti ja ne on otettu käyttöön myös aselavettina. Nykypäivän epäsymmetrisessä sodankäynnissä Yhdysvallat ja NATO käyttävät ohjus- ja pommi-iskuissa paljon miehittämättömiä aluksia. Ballististen ohjusten jopa yli hypersooninen nopeus (> 5 Mach) ilmakehässä aiheuttaa haasteita niiden torjunnalle. Risteilyohjusten pieni koko ja tarvittaessa matala lentokorkeus vaikeuttavat niiden havaitsemista ja tuhoamista. Miten nykypäivän tilanteeseen pystytään vastaamaan Venäjän ilmatorjunnassa?

1.2 Tutkimustilanne

Venäjän ilmatorjuntajärjestelmistä 2000-luvun reformin ajalta ei löydy aiempaa varsinaista tutkimusta julkisista lähteistä. Ajankohtaista tietoa löytyy runsaasti kirjallisuudesta, lehtiartikkeleista, kirjallisista raporteista, sähköisistä tietokannoista sekä internet-sivustoilta. Venäjän puolustuspolitiikan, asevoimien tilaa yleensä on sen sijaan tutkittu jatkuvasti. Ilmamaalien kehityksen kannalta tämän hetken ennusteissa ei ole näkyvissä uusia mullistavia teknologioita ilmasodankäynnissä⁶.

Eversti Antti Iivonen on tutkinut Venäjän sotilasreformin nykytilaa ja kehitysnäkymiä vuonna 2005 sekä Venäjän puolustusteollisen kompleksin nykytilaa ja kehitysnäkymiä vuonna 2003.

⁵ Juntunen (2009), s. 117, 119.

⁶ Sotatekninen arvio ja ennuste 2025 – STAE 2025, osa 1 – Teknologinen kehitys. Puolustusvoimien Teknillinen Tutkimuslaitos, Edita Prima Oy, Helsinki 2008, s. 282.

Dosentti Alpo Juntunen on tutkinut Venäjän imperiumin paluuta vuonna 2009. Kadetti Timo Tolkki tutki pro gradu-tutkielmassaan vuonna 2008 ilmatorjunnan lamauttamista osana ilmaoperaatiota. Tutkimuksessa selvitettiin mm. miten Yhdysvaltojen ilmavoimat suorittaa vihollisen ilmapuolustuksen lamauttamis- eli SEAD-tehtäviä (Suppression of Enemy Air Defenses). Kadetti Jari Kananen tutki pro gradu-työssään vuonna 2007 Yhdysvaltojen merkittävimpien miehittämättömien ilma-alusten (UAV, Unmanned Aerial Vehicle) käyttöä viimeaikaisissa sodissa. Esiupseerikurssilla 63 vuonna 2011 kapteeni Rauno Leppiviita tutki venäläistä ilmatorjuntajärjestelmää S-400 Triumf (SA-21 Growler). Tutkimuksen näkökulma oli järjestelmää käyttävien yksiköiden organisaatio ja käyttöperiaatteet.

1.3 Tutkimuksen päämäärä, rakenne ja tutkimuskysymykset

Tutkimus palvelee osaltaan Puolustusvoimien tarpeita ajankohtaisen tutkitun perustiedon tuottajana. Samalla se luo arvion Venäjän ilmatorjuntajärjestelmien kehityksestä. Omalta osaltaan se kuvaa Venäjän sotilasreformin toteutumisesta tutkittavien ilmatorjuntajärjestelmien osalta. Sotilasreformin eteneminen ja suunnitelmat asemateriaalin modernisoinnista tekevät tutkimuksen aiheesta ajankohtaisen.

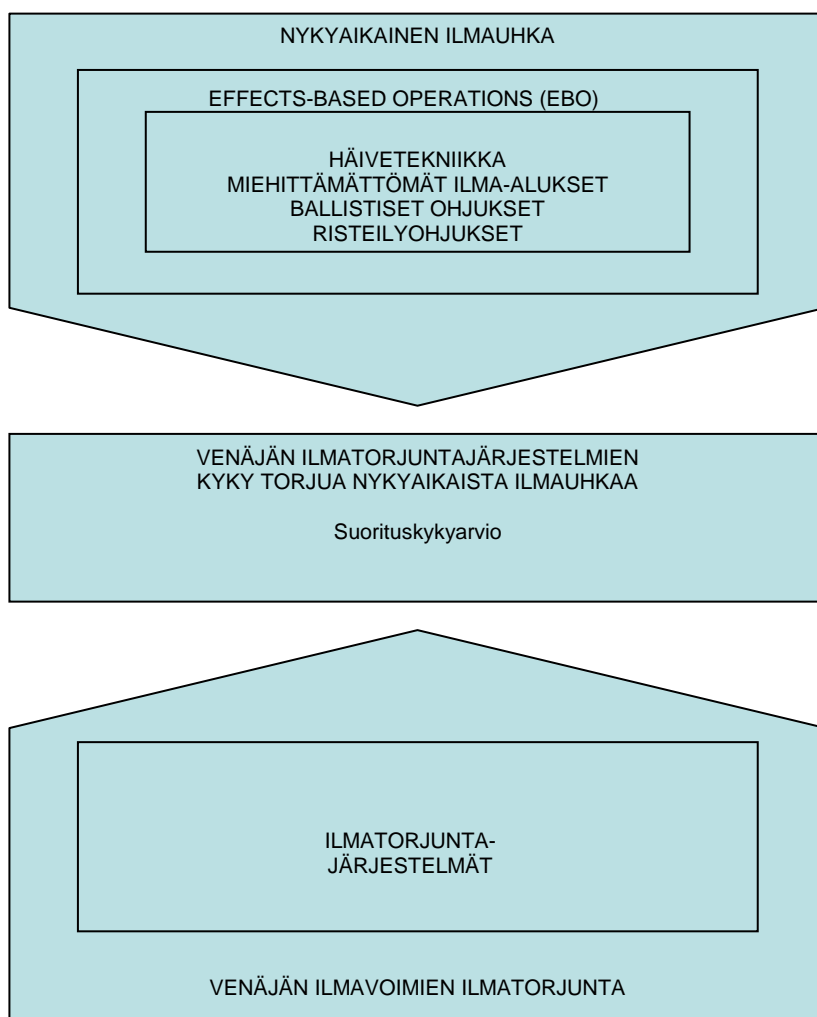
Tutkimuksessa pyritään selvittämään Venäjän ilmavoimien käytössä olevien ja kehitettävien ilmatorjunta-asejärjestelmien suorituskykyä nykyaikaista ilmauhkaa vastaan. Nykyaikaisen ilmauhan perustana tässä tutkielmassa pidetään Yhdysvaltojen ja NATO:n ilmaoperaatioiden suunnittelun perustana käytettävää EBO-konseptia (Effects-Based Operations) sekä EBO-konseptiin liittyviä ilmamaalien ominaisuuksia. Tutkimuksen tuloksena syntyvä arvio perustuu käytössä olevien ilmatorjuntajärjestelmien suorituskykyyn. Tutkimuksen pääkysymyksenä on:

– Mikä on Venäjän ilmavoimien käytössä olevien ilmatorjuntajärjestelmien suorituskyky nykyaikaista ilmauhkaa vastaan?

Tutkimusongelmaa tarkentavat alakysymykset ovat:

1. Millainen on nykyaikainen ilmauhka?
2. Mitkä ovat Venäjän ilmavoimien käytössä olevat ilmatorjunnan asejärjestelmät ja millainen on niiden suorituskyky?

Tutkimuksen kysymyksiin pyritään saamaan vastaus kuvan 1 mukaisella tutkimusasetelmalla.



Kuva 1. Tutkimusasetelma

Ensimmäisessä luvussa, johdannossa, esitellään tutkimuksen aihe. Lisäksi johdannossa käsitellään tutkimuksen perusasiat, kuten taustat, rakenne ja päämäärä, tutkimusasetelma, aineisto ja keskeiset lähteet sekä tutkimuksen näkökulma ja rajaukset.

Toisessa luvussa käsitellään nykyaikaista ilmauhkaa ja pyritään löytämään vastaus tutkimuksen ensimmäiseen alakysymykseen. Alaluvuissa keskitytään ilmauhan erityispiirteiden tuomiin vaatimuksiin asejärjestelmille sekä sensoreille. Toisen luvun ensimmäisessä alaluvussa esitellään Venäjän todennäköisimmän uhkaajan ilmaoperaatioiden suunnitteluperuste, EBO-konsepti.

Kolmannessa luvussa käsitellään Venäjän ilmavoimien ilmatorjuntajärjestelmät ja pyritään löytämään vastaus tutkimuksen toiseen alakysymykseen. Luku aloitetaan käymällä läpi Venä-

jän ilmavoimien ilmatorjuntaa. Ilmatorjuntajärjestelmistä selvitetään yleiset ominaisuudet, pääpainona suorituskyky nykyaikaista ilmauhkaa vastaan.

Tutkimuksen neljännessä luvussa kootaan keskeiset johtopäätökset ja tehdään suorituskykyarvio Venäjän ilmavoimien ilmatorjunnasta. Lisäksi yhdistelmä-luvussa arvioidaan tutkimuksen luotettavuutta. Laadullisen tutkimuksen luotettavuudella eli reliabiliteetilla tarkoitetaan sitä, onko tutkimuksessa kyetty kuvaamaan juuri sitä, mitä on ollut tarkoitus tutkia tutkittavaan aiheeseen ja ongelmaan liittyen sekä sitä, miten ja millaisia tutkimustuloksia saavutettiin. Pätevyydellä ja validiteetilla taas ymmärretään, sopivatko tutkimuksessa esitetyt selitykset ja tulokset kuvausten kanssa yhteen. Toisin sanoen, ovatko selitykset perusteltuja ja sitä kautta luotettavia.⁷

1.4 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen rajaaminen

Tutkimus on kvalitatiivinen eli laadullinen, mikä tarkoittaa, että tutkimuksessa on kuvailtu sanallisesti tutkittavaa ilmiötä⁸. Sodankäynti on yleensä hyvin moniulotteinen ja tapahtumat muovaavat samanaikaisesti toinen toisiaan, joten puhtaasti määrällisen ja matemaattisiin lainalaisuuksiin perustuvan tutkimuksen tekeminen ei tähän aiheeseen ja lähestymistapaan liittyen olisi järkevää. Tässä tutkimuksessa Venäjän ilmavoimien ilmatorjunnan torjuntakykyä nykyaikaista ilmauhkaa vastaan on tutkittu tekemieni rajausten puitteissa.

Analyysimenetelmänä tutkimuksessa on aineistolähtöinen sisällönanalyysi. Sisällönanalyysiä voidaan pitää laadullisen tutkimuksen perusanalyysimenetelmänä⁹. Sisällönanalyysillä voidaan analysoida dokumentteja systemaattisesti ja objektiivisesti. Tässä tutkimuksessa olen käyttänyt lähteenä seuraavia aiheeseen liittyviä dokumentteja: Internet-sivustoja, kirjoja, lehtiartikkeleita, tutkimuksia sekä erilaisia raportteja. Sisällönanalyysin tarkoituksena on kerätä eri dokumenteista saatava informaatio ja muodostaa siitä yksi selkeä kokonaisuus tutkittavasta ilmiöstä, joka on esitetty tiivistetyssä muodossa. Sisällönanalyysi on tekstianalyysiä, jonka tavoitteena on löytää tekstin merkityksiä, esimerkiksi mitä aineistosta kerätyt tiedot merkitsevät EBO-konseptin mukaista operaatiota toteuttavan hyökkääjän tai puolustajan ilmatorjuntayksikön kannalta. Tiedon merkitys riippuu oleellisesti tarkasteltavasta näkökulmasta.^{10 11}

⁷ Hirsjärvi, Sirkka – Remes, Pirkko – Sajavaara, Paula: Tutki ja kirjoita. 11. painos, Kustannusosakeyhtiö Tammi, Jyväskylä 2005.

⁸ Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara (2005), s. 152.

⁹ Sarajärvi, Anneli ja Tuomi, Jouni: Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. 1.-3. painos, Kustannusosakeyhtiö Tammi, Jyväskylä 2004, s. 93.

¹⁰ Sarajärvi ja Tuomi (2004), s. 105-107, 110.

Sisällönanalyysin tarkoitus on saada aineisto järjesteltyä loogisesti johtopäätösten tekoa varten. Tämän jälkeen on tutkijan ammattitaidosta ja perehtyneisyydestä kiinni, minkälaisia johtopäätöksiä hän pystyy aineiston perusteella tekemään. Monia sisällönanalyysillä toteutettuja tutkimuksia on kritisoitu, koska tutkija ei ole pystynyt tekemään mielekkäitä johtopäätöksiä, vaan esittelee vain järjestämäänsä aineistoa. Sisällönanalyysissä on siis tavallaan kyse keksimisen logiikasta ja tutkijan on itse pystyttävä tuottamaan johtopäätöksiä, jotka perustuvat kerättyyn informaatioon. Tavoitteena on saada lukija vakuuttumaan siitä, että tutkimus ja johtopäätökset ovat uskottavia.¹²

Laadullisen tutkimuksen etenemistä voidaan kuvata seuraavasti:

1. Aineiston kerääminen, päätös siitä mitä aineistoa etsitään.
2. Aineiston tutkiminen ja kiinnostavien asioiden erottaminen (kaikki muu jätettävä pois, jotta tutkimus ei paisuisi).
3. Kiinnostavien kohteiden luokittelu, tyypittely tai teemoittelu.
4. Johtopäätösten tekeminen.¹³

Tässä tutkimuksessa on käytetty teemoittelua, mikä tarkoittaa aineiston jakamista tiettyihin teemoihin, minkä jälkeen aineistosta selvitetään, mitä informaatiota jokaisesta teemasta löytyy.¹⁴

Tutkimuksen aloitettiin keräämällä lähdeaineistoa, joista tärkeimmät dokumenttityypit on mainittu seuraavassa alaluvussa. Kerättyyn lähdeaineistoon perehtymisen jälkeen päätettiin tärkeimmät osatekijät, jotka liittyvät kokonaisuuteen eli tässä tapauksessa hyökkääjän toimintatapaan ja puolustajan torjuntakykyyn. Nämä osatekijät muodostavat tutkimuksen teemat, joiden mukaan aineisto on jaettu ja myös lukujen rakenne muodostettu. Kyseisiä teemoja ovat nykyaikaisen ilmauhan tunnuspiirteet, joita on tarkasteltu NATO:n ja Yhdysvaltojen näkökulmasta sekä Venäjän ilmavoimien ilmatorjuntajärjestelmät. Teemat olisivat voineet olla vielä yksityiskohtaisempia Venäjän ilmapuolustusjärjestelmän osalta, mutta mielestäni tutkimuksen teemoja ei ollut tarvetta syventää esiuupseerikurssin tutkielman suppeuden vuoksi. Mielestäni valitsemani teemat sopivat kuitenkin hyvin käsiteltävään aiheeseen. Lähdemateriaali on tarkoituksellisesti valittu siten, että tutkimuksen turvaluokitus pysyy julkisena.

¹¹ Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara, (2005), s.198.

¹² Sarajärvi ja Tuomi (2004), s. 101-102, 105.

¹³ Sarajärvi ja Tuomi (2004), s. 94.

¹⁴ Sarajärvi ja Tuomi (2004), s. 95.

Teemojen mukaan jaoteltu aineisto muodostaa tutkimuksen taustan. Teoriapohja muodostuu nykyaikaisen ilmauhan peruseriaatteista ja puolustajan ilmatorjuntajärjestelmien esittelystä sekä EBO-konseptin tutkimisesta. Johtopäätökset olen muodostanut tarkastelemalla näitä teemoja ja sitomalla niitä käytäntöön kohteena olevien ilmatorjuntayksiköiden avulla. Tutkimuksessa tarkastellaan ensin ilmauhkaan nykytekniikan tuomia ominaispiirteitä ja miten näihin nykyajan ominaispiirteisiin voidaan vaikuttaa. Sen jälkeen tarkastellaan tutkimukseen rajattuja venäläisiä ilmatorjuntajärjestelmiä ja niiden ominaisuuksia ja kykyä vastata nykyajan ilmauhan ominaispiirteisiin.

Nykyaikaista ilmauhkaa tarkastellaan ”vaikutusperusteisten operaatioiden” -käsitteen (Effects-Based Operations, EBO) kautta. EBO-konseptin perusteella oletetaan, että ilmapuolustuksen eri osa-alueisiin ja valtion johtoon isketään yhtäaikaaisesti. EBO-konsepti syntyi Persianlahden sodassa 1991 ja on edelleen Yhdysvaltojen ja NATO:n ilmaoperaatioiden suunnitteluperuste.¹⁵ Janne Ilvonen on diplomityössään vuonna 2009 osoittanut, että EBO-konseptia käytetään ja kehitetään edelleen Yhdysvaltojen asevoimissa, vaikkakin se on saanut kehityksen mukana uusia suuntalinjoja (EBAO, Effects Based Approach to Operations ja CA, Comprehensive Approach)¹⁶. Suunnitteluperusteiden lisäksi ilmauhkaa tarkastellaan nykyaikaisen teknisen kehityksen kannalta. Millaisia ominaisuuksia nykyaikaisissa ilmatorjuntajärjestelmissä pitää olla, jotta maaleihin pystytään vaikuttamaan. Tutkimuksessa käsitellään ilma-alusten häivetekniikan, ballististen ohjusten, risteilyohjusten sekä miehittämättömien ilma-alusten ilmatorjunnalle asettamia haasteita.

Tutkimus rajataan koskemaan Venäjän ilmavoimien organisaatiossa olevia ilmatorjuntajärjestelmiä, koska EBO-konseptin mukaan Venäjän ilmavoimien ilmatorjunnalla suojattavat kohteet ovat ilmaoperaatioiden ensimmäiset kohteet. Viimeinen suuri armeijan organisaatiomuutos käskettiin Venäjän presidentin toimesta kesällä 2010¹⁷. Sen vaikutuksesta on tuskin saatavilla vielä tarkkaa tietoa. Ajallisesti tutkimus rajataan Venäjän asevoimien reformin julkaisun jälkeiseen aikaan. Venäjän asevoimien reformin katsotaan alkaneen 2003¹⁸. Näkökulma on yksittäisten järjestelmien torjuntakyky, eli miten järjestelmien ominaisuudet vastaavat nykyaikaisen ilmamaalin ominaisuuksiin.

¹⁵ Deptula, David A: Effects-Based Operations: Change In the Nature of Warfare. Aerospace Education Foundation, Arlington, Virginia, U.S.A, 2001, s. 4.

¹⁶ Ilvonen, Janne: Vaikutusperustaiset konseptit: EBO-, EBAO-, SOD- ja CA-käsiteanalyysi. Yleisesikuntaupseerikurssin 54 diplomityö. Maanpuolustuskorkeakoulu, 2009, s. 33-34.

¹⁷ Mäkelä, Juha, majuri, tutkijaesiupseeri: Venäjä ja sen asevoimat, MPKK Strategian laitoksen oppitunti, Helsinki, 25.8.2010.

1.5 Tutkittavaan aiheeseen liittyvä materiaali ja keskeiset lähteet

Pääasiallinen lähdemateriaali koostuu tämän vuosituhannen alan teknisestä kirjallisuudesta, lehtiartikkeleista sekä internet-palveluista. Taustaa luodaan Venäjän 2000-luvun tilaa käsittelevistä tutkimuksista. Venäjän ilmatorjuntajärjestelmien ominaisuuksien ja suorituskyvyn selvittämisessä käytetään useita eri tietolähteitä. Päälähteenä käytetään kirjallisuutta, Jane's-tietokantoja, internet-sivustoja sekä lehtiartikkeleita.

2 NYKYAIKAINEN ILMAUHKKA

Tässä luvussa tarkastellaan niitä nykyaikaisen ilmasodankäynnin erityispiirteitä, jotka ovat olennaisia ilmasta käsin tapahtuvan hyökkäyksen suunnittelussa ja toteuttamisessa. Luvun pääpainona on löytää ne ilmauhan periaatteelliset ja rakenteelliset osat, joihin venäläisen ilmapuolustuksen pitäisi nykypäivänä pystyä vaikuttamaan.

Barack Obaman presidenttikaudella Yhdysvallat on toteuttanut uudenlaista liennytyä idän suuntaan ja vihollispolitiikasta on siirrytty enemmänkin kumppanuuspolitiikkaan. Venäjä kuitenkin pitää Naton itälaajenemista sekä Yhdysvaltain ohjuskilpisuunnitelmia suurimpina turvallisuushuolinaan. Tämä käy ilmi maan uudesta sotilasdoktriinista, jonka presidentti Dmitri Medvedev hyväksyi 5.2.2010. Naton pääsihteerin Anders Fogh Rasmussenin mukaan doktriini ei heijasta todellisuutta, NATO:n pyrkimys on kehittää suhteita Venäjään ja NATO ei ole Venäjän vihollinen¹⁹. Venäjän vuoden 2010 sotilasdoktriinin perusteella voimme kuitenkin perustellusti väittää, että Venäjä pitää suurimpana uhkana edelleen Yhdysvaltoja sekä NATO:a. Tämän vuoksi EBO-konseptin käyttö ilmaoperaation perustana perustellaan luvussa. Teknologinen kehitys mahdollisti Yhdysvalloille suorittaa EBO-konseptin mukaisen yhdenaikaisen hyökkäyksen useisiin vihollisen elintärkeisiin kohteisiin. Luvussa käsitellään myös niitä nykyteknologian keksintöjä ja järjestelmiä, jotka ovat mahdollistaneet vaikutusperustaiset ilmaoperaatiot.

2.1 Vaikutusperustaiset operaatiot, EBO (effects-based operations)

¹⁸ Juntunen (2009).

¹⁹ http://yle.fi/uutiset/teksti/ulkomaat/2010/02/venaja_pitaa_uhkina_naton_italaajenemista_ja_ohjuskilpea_1424814.html (luettu 1.3.2011).

EBO-konsepti kuuluu vaikutusperustaisen ajattelutavan perheeseen ja sitä pidetään koko ajattelutavan perustana. Tässä luvussa käsitellään EBO:n syntyä ja rakennetta sekä sen kehittymistä ilmiönä 2000-luvulla.

Yhdysvaltojen armeijassa vaikutusperustaisen ajattelutavan syntyhistoria ajoittuu maailmansotien väliselle ajalle ACTS:ään (U.S. Army Air Corps Tactical School). Tarkoitus oli tuottaa nopealla ja järjestelmällisellä kampanjalla viholliselle sarja vaikutuksia, jotka lopulta johtaisivat vastustajan yhteiskuntajärjestelmän romahtamiseen. Perimmäinen tarkoitus oli heikentää vihollisen vastarintaa, pakottaa lopettamaan sotatoimet ja näin saavuttaa nopea voitto. Vuonna 1939 vallalla oleva käsitys ACTS:ssä oli, että tällaiset vaikutusperustaisen ajattelutavan mukaiset laajat hyökkäykset, joiden painopisteenä ovat yhteiskuntajärjestelmän kannalta tärkeät kohteet, saisivat aikaan vihollisessa nopeaan tavoitteeseen pääsemiseen tarvittavat kumulatiiviset vaikutukset.²⁰

Tällaiset nykyaikaisen vaikutusperustaisen ajattelutavan esiasteet olivat laajalti käytössä Yhdysvaltojen ja liittoutuneiden ilmaoperaatioissa toisessa maailmansodassa. Saksan, Saksan miehittämän Euroopan ja Japanin strategiset pommitukset perustuivat ACTS:ssä kehitettyihin teorioihin. Näiden pommitusten vaikutukset ja hyöty olivat kuitenkin suuri pettymys ajattelutavan kannattajille. Vihollisessa saavutettu vaikutus oli pieni verrattuna operaatioihin kulutettuun aikaan ja materiaaliin. Saksan teollinen rakenne todettiin hyvin sitkeäksi sekä suunnattoman sopeutumiskykyiseksi, eikä siviilien taistelutahto murtunut siinä määrin kuin kuviteltiin. Noin viiden vuoden strategiset pommitukset Saksassa tuhosivat kokonaisia kaupunkeja, surmasivat satoja tuhansia siviilejä, supistivat teollista tuotantoa ja rampauttivat kuljetusjärjestelmät. Huolimatta kaikesta suunnattomasta vaikutuksesta, vaikutusperustainen ajattelutapa ei ollut avaintekijä strategisen lopputuloksen saavuttamisessa.²¹

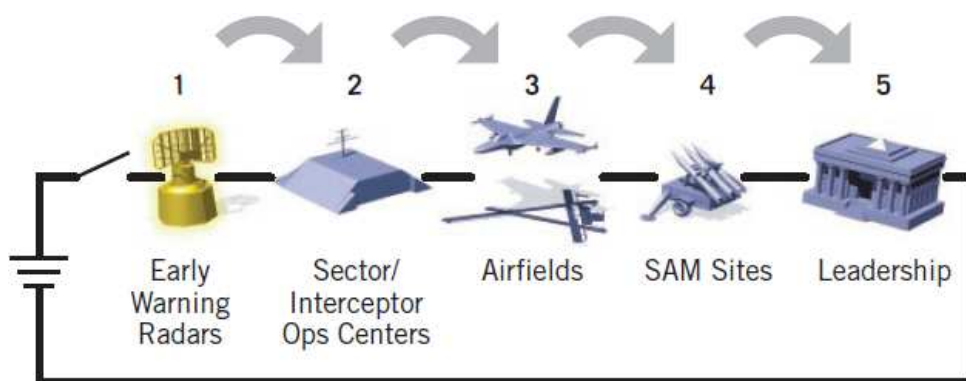
EBO-konsepti on lähtöisin Yhdysvaltojen ilmavoimista. Se sai alkunsa Persianlahden sodan ilmaoperaation (1991) suunnittelusta. Yhdysvaltojen massiivisen pommituskampanjan tarkoitus oli ensimmäisen vuorokauden aikana lamauttaa Irakin ilmapuolustus ja tuhota tärkeimmät osat yhteiskunnan infrastruktuurista. Pommikoneilla, monitoimihävittäjillä ja risteilyohjuksilla toteutettiin yli 1300 erityyppistä taistelutehtävää ensimmäisten 24 tunnin aikana. Yhdysvallat vaikutti lähes yhtäaikaisesti kaikkiin yhteiskunnallisiin ja sotilaallisiin kohteisiin; valtiojoh-

²⁰ Leonard, Steven M. "The Elusive Silver Bullet: Effects in Army Operations," unpublished manuscript, 27 March 2007, s. 3.

²¹ Cheek, Gary H. "Effects-Based Operations: The End of Dominant Maneuver," in Transformation Concepts for National Security in the 21st Century, Carlisle Barracks, PA: Strategic Studies Institute, U.S. Army War College, September 2002, s. 82.

toon, energiantuotantoon, infrastruktuuriin, väestöön ja armeijaan. Erilaisia valtionjohdon, tuotantotalouden ja infrastruktuurin kohteita oli 152. Sen lisäksi pommitettiin Irakin asevoimien kohteita; tutka-asemia, ilmatorjuntaohjusasemia, lentotukikohtia sekä tärkeimpiä jalkaväkijoukkoja. Ilmaoperaatioissa asevaikutusten kohteiden lukumäärä oli ensimmäisen 24 tunnin aikana suurempi kuin koko Yhdysvaltojen 8. ilma-armeijalla toisessa maailmansodassa vuosina 1942–43. Persianlahden sodan ensimmäinen yö osoitti, että ilmaoperaatioiden uusi aikakausi oli alkanut. Tärkeintä kokonaisuudessa ei kuitenkaan ollut kohteiden lukumäärä, vaan menestyksellisesti onnistunut ilmaoperaation suunnittelu halutun vaikutuksen saavuttamiseksi.²²

Yksi tämän aikakauden vahvimpia vaikutusperustaisten operaatioiden puolestapuhujia on Yhdysvaltain ilmavoimien kenraalimajuri David A. Deptula. Hän vertaa vaikutukseen perustuvia operaatioita sähkötekniikasta tuttuun rinnankytkentään (parallel) ja perinteisiä operaatioita sarjankytkentään (series). ”Parallel warfare” on termi, jolla kuvataan vaikutukseen perustuvaa operaatiota, jossa isketään yhdenaikaisesti järjestelmiin ja kohteisiin, jotka ovat sotilaallisesti ja yhteiskunnallisesti tärkeitä.²³ Deptulan mallissa korostuu komentajan tahdon ymmärtäminen, vastustajan tunteminen sekä reaaliaikaisen tiedustelun tärkeys. Sotilaallisen vaikuttamisen operaatioissa tavoitteena on halutun vaikutuksen tuottaminen eikä niinkään vastustajan sotilaallisen voiman tuhoaminen. Deptula kuvailee vaikutukseen perustuvien operaatioiden toimintamallia ja perusajatusta perustavanlaatuisena muutoksena sodankäynnissä: ”a fundamental change in the nature of warfare”.²⁴



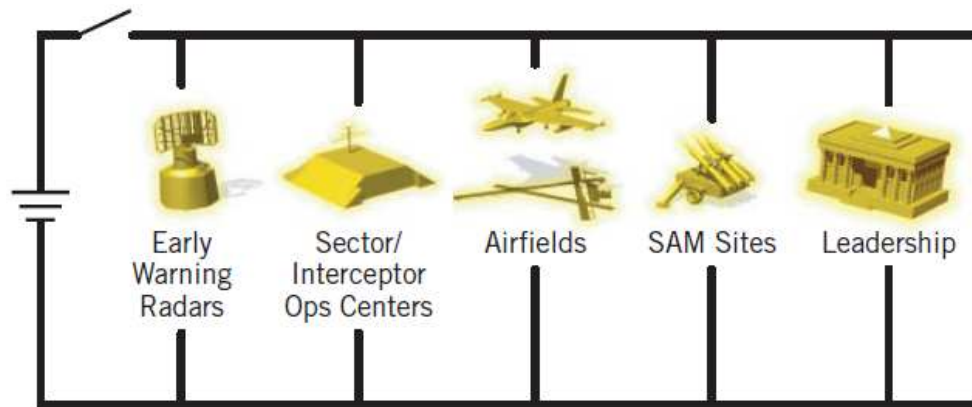
Kuva 2. ”Series warfare” kuvaa sarjankytkennän mallilla perinteistä operaatiomallia, jossa kohteet tuhoetaan peräkkäin tietyssä järjestyksessä: 1. Ennakkovaroitustutkat 2. Johtokeskukset 3. Lentotukikohdat 4. Ilmatorjuntaohjusasemat 5. Valtiojohto.²⁵

²² Deptula (2001), s. 1-2.

²³ Deptula (2001), s. 3-4.

²⁴ Deptula (2001), s.11.

²⁵ Deptula (2001), s. 4.



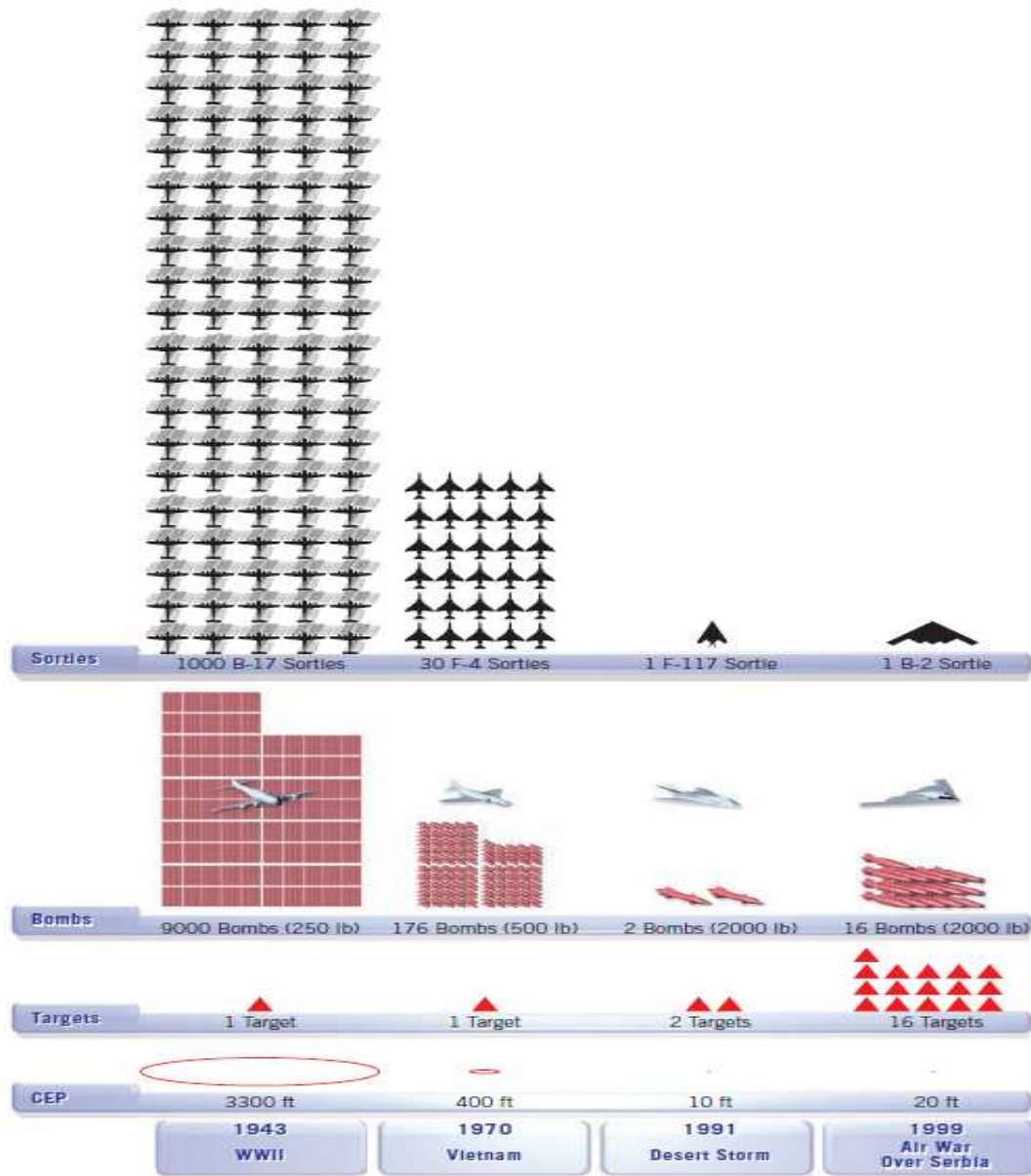
Kuva 3. ”Parallel warfare” kuvaa rinnankytkennän mallilla vaikutukseen perustuvaa operaatiota, jossa kohteisiin isketään yhtenäkkaisesti (kuvassa painopisteenä ilmapuolustuksen lamauttamien).²⁶

Vaikutukseen perustuvat operaatiot on mahdollistanut teknologinen kehitys. Tiedustelujärjestelmillä pystytään valvomaan taistelukenttää reaaliajassa. Häivetekniikka helpottaa pääsyä huomaamattomasti vihollisen syvyyteen. Täsmäaseiden laajamittaisella käytöllä pystytään luopumaan massamaisista pommituksista. Tarkkuus on määritellyt uudelleen (eli kumonnut) massan konseptin. Virallisesti käsite tai määritelmä ”vaikutukseen perustuvat operaatiot” (EBO) otettiin käyttöön Yhdysvalloissa 18.10.2001²⁷.

Meillä suomessa vaikutukseen perustuvat operaatiot on terminä melko tuntematon. Puolustusvoimissa käytetään pääsääntöisesti samankaltaisesta toiminnasta termiä strateginen isku tai ilmapuolustuksen lamauttaminen (SEAD, Supression of Enemy Air Defense). Käsitteenä ne ovat kuitenkin samankaltaisia. Tämän osoittaa hyvin esimerkiksi kuva 4 sekä EBO-konseptin vertaaminen Kenttäohjesäännön yleisen osan kuvaukseen strategisesta iskusta.

²⁶ Deptula (2001), s. 4.

²⁷ Rickerman, D., Major: Effects-Based Operations, A New Way of Thinking and Fighting. Kansas, School of Advanced Military Studies United States Army Command and General Staff College, 2003, s. 16.



Kuva 4. Lentosuoritusten, asemäärien, maalien määrien ja tarkkuuden kehityksen vertailu 1900-luvun sodista.²⁸

2.2 Häivetekniikka (stealth)

Tiedotusvälineet ovat antaneet häivetekniikasta salaperäisen kuvan ja ruokkineet maallikoiden käsitystä häivetekniikkaa omaavien kohteiden näkymättömyydestä erilaisilla sensorijärjestelmillä. Esimerkiksi häivetekniikkaa omaavista kulkuvälineistä on julkisuudessa annettu kuva tutkalla täysin havaitsemattomista laitteista, joilla voidaan lentää vihollisen alueella täysin huomaamattomasti ja suorittaa tehtävänsä turvassa vihollisen valvonnalta ja asejärjestelmien vaikutukselta.

²⁸ Deptula (2001), s. 8.

*” Israel ostaa Yhdysvalloilta 20 tutkassa näkymätöntä F-35 hävittäjää”.*²⁹

*” Ruotsalainen tutkassa näkymätön ohjusfregatti”.*³⁰

Todellisuudessa häivetekniikalla ei kuitenkaan pystytä täysin hävittämään maalia sensoreilta.

*”Osuma ilmatorjuntaohjuksella tutkalla vaikeasti havaittavaan häivekoneeseen 27. päivä maaliskuuta 1999 NATO:n 78-päiväisen Serbia-operaation aikana, ei herättänyt epäilyjä ai-noastaan F-117 pommikonetta kohtaan vaan myös kohti koko häivekonseptia, jolle yhdysval-tojen ilmavoimat oli perustanut koko uuden taistelukoneiden sukupolven.”*³¹

Kaukana ovat ”Punaisen Paronin” ajat, jolloin kirkkaan punaiseksi maalatulla koneella oli tar-koitus näkyä ja nujertaa vihollisen henkinen kantti jo ennen taistelun alkua. Nykyään pyritään pysymään piilossa vihollisen sensoreilta ja silmältä siten, että viholliselle ei saisi pienintäkään ennakkovaroitusta. Tämän vuoksi häivetekniikka on arkipäiväistynyt sotateknologiassa. Ny-kypäivänä suunnitellaan ja valmistetaan lähes pelkästään häivetekniikkaan perustuvia taistelu-koneita, kuten F-117 rynnäkkökone, B-2 pommikone ja F-22 ilmaherruushävittäjä. Sama trendi on myös Amerikkalaisissa miehittämättömissä ilma-aluksissa kuten Predator, Reaper ja Global Hawk.

Häivealuksen kategoriaan päästäkseen tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

1. Tulee olla paljaalla silmällä vaikeasti havaittavissa.
2. Pitää olla lähes äänetön.
3. Lämpösäteilyn ja rungon ulkopuolisten liikkuvien osien tulee olla vähäisiä.
4. Aluksen tulee absorboida tai sirottaa sähkömagneettista säteilyä.
5. Jättövanaa ja muita merkkejä aluksesta ei saisi jäädä.³²

Häivemenetelmät ovat keinoja, joilla pyritään vaikeuttamaan kohteen havaitsemista, tunnis-tamista ja paikantamista. Puolustusvoimien määritelmän mukaisesti ”häivetekniikka (stealth) on kohteen herätteen hallintaa emission ja heijastusten hallinnan keinoin pyrkimyksenä sovit-taa kohteesta heijastuva ja kohteen itsensä emittoima heräte kohteen taustan herätteeseen koko

²⁹ Helsingin Sanomat 15.8.2010, artikkelin otsikko.

³⁰ Helsingin Sanomat 12.9.2010, kuvateksti Northern Coasts 10-harjoitukseen osallistuneesta Ruotsin merivoimi-en ohjusfregatti Härnösandista, jonka rakenne perustuu häivetekniikkaan.

³¹ USA TODAY 26.10.2005.

³² Kosola, Jyri ja Solante, Tero: Digitaalinen taistelukenttä – Informaatioajan sotakoneen tekniikka. Maanpuolus-tuskorkeakoulu, Tekniikan laitos, julkaisusarja 1 n:o 13, Edita Prima Oy, Helsinki 2003, s. 353-356.

spektrin alueella”³³. Jotta ilma-alus pysyy näkymättömissä vihollisen sensoreilta, on edellisen perusteella sen suunnittelussa kyettävä mahdollisuuksien mukaan pienentämään tutkapinta-alaa, lämpösäteilyä, radiosäteilyä sekä näkyvyyttä eli kokoa. Tässä luvussa keskitymme tutka-alueen ja infrapuna-alueen säteilyyn, koska niiden häivyttäminen on tärkeintä, kun kyseessä ovat ilma-alukset sekä ilmasta tulevat aseet.

Helpoin tapa pienentää koneen tutkapinta-alaa on pienentää koneen kokoa, mutta koneelle asetettujen muiden suunnittelukriteerien takia minimi koko tulee jossain vaiheessa vastaan. Tutkapinta-alaa pyritään pienentämään pääasiassa muotoilulla. Rakenteellisissa ratkaisuissa tärkein uhkasuunta on yleensä alhaalta päin. Muotoilun keinoin pyritään vähentämään kulmaheijastinten tapaan toimivia rakenteita, joista säteily heijastuu tarkasti tulosuuntaansa³⁴. Tällaisia rakenteita ovat esimerkiksi suorat kulmat, pitkät suorat saumat, kaarevat ja täysin pyöreät muodot sekä toisiaan vastaan kohtisuorassa olevat tasot. Näiden vuoksi häivekoneet pyritään tekemään pinnaltaan saumattomiksi tai saumakohdissa käytetään sahalaitakuviota. Siipien ja sivuvakaajien johtoreunan (etureuna) ja jättöreunan (takareuna) nuolikulmat sekä sivuvakaajien väliset kulmat on suunniteltu siten, että ne antavat mahdollisimman vähän takaisinheijastuksia. Imu- ja pakoaukkojen muotoilulla pyritään vähentämään heijasteita ja lämpösäteilyä. Vähentyneen vastuksen lisäksi pystytään merkittävästi vähentämään koneen tutkapinta-alaa. Vaikka koneessa voi olla myös ulkoisia ripustuspisteitä, pääasiassa on tarkoitus käyttää koneen rungon sisään rakennettuja asekuiluja. Kuiluihin voidaan sijoittaa ilmasta-maahan ja ilmasta-ilmaan aseistusta.

Olellainen osa häivetekniikkaa on tutkasäteilyä absorboiva materiaali RAM (Radar Absorbent Material). RAM-materiaalien tarkoituksena on ehkäistä tutkasäteilyn heijastuminen pinnoitetusta materiaalista, sekä vaimentaa läpi päässeeseen säteilyn takaisin heijastuksia³⁵. Optimitapauksessa RAM-materiaali on osa aluksen runkoa, mutta yleensä materiaalilla pinnoitetaan metallia. RAM-pinnoite on yleensä optimoitu tietylle taajuudelle. Resonoivalla pinnoitteella pyritään tekemään RAM-pinnasta ja sen alaisesta metallipinnasta heijastuva säteily vastakaisvaiheiseksi, jolloin ne kumoavat toisensa. Tarvittavan pinnoitteen paksuus määrittyy uhaaallonpituudelle. Näin esimerkiksi 3 GHz valvontatutkaa vastaan tarkoitettujen pinnoitteen paksuus tulisi olla vähintään 15 millimetriä. Nykyisillä materiaaleilla voidaan saada aikaan 95% vaimennus. Vastatoimenpiteenä voidaan käyttää pidempiaaltoisia VHF- ja HF-alueen tutkia,

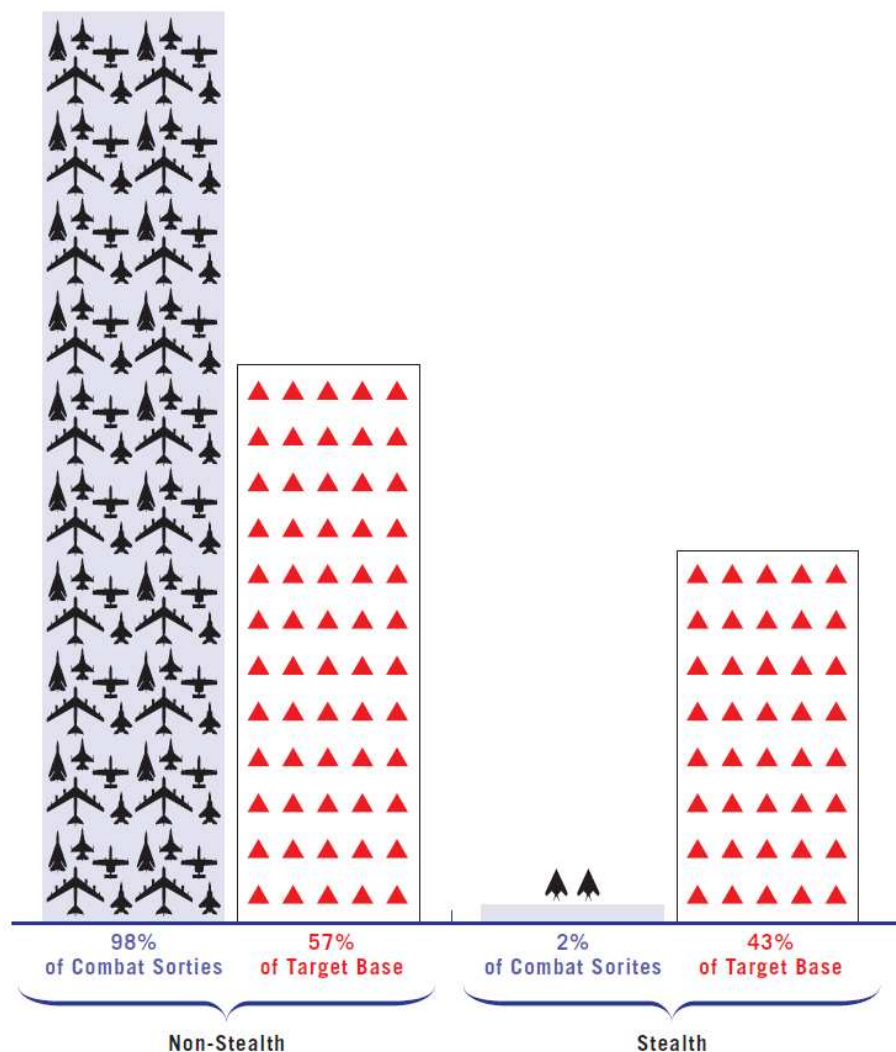
³³ Kosola ja Solante (2003), s. 353.

³⁴ Kosola ja Solante (2003), s. 353.

³⁵ Kosola ja Solante (2003), s. 356.

jolloin pinnoitteen paksuus tulisi olla kymmeniä senttimetrejä, joka on käytännössä mahdonta toteuttaa.³⁶

RAM-materiaalilla voidaan päällystää alus kokonaan tai vain osia siitä. F-117 on päällystetty kokonaan RAM-materiaalilla kun taas F-22 vain osittain. Vähäisempi RAM-materiaalin käyttö F-22:ssa on ollut mahdollista paremmalla muotoilulla³⁷. RAM-materiaalien ongelmana on niiden heikko lämpimän sään kestävyys, jonka takia esimerkiksi B-2 koneet vaativat tarkoin ilmastoidut säilytystilat. Kylmissä olosuhteissa ongelmaa ei ole³⁸. F-22 moottorien imuaukoissa on käytetty uuden tyyppistä keraamista RAM-materiaalia. Pääasiassa kone on pinnoitettu tutkasäteilyä vähentävällä maalilla³⁹.



Kuva 5. Stealth-koneet lensivät 2% taistelutehtävistä, mutta iskivät yli 40% maaleista Persianlahden sodan (1991) aikana.⁴⁰

³⁶ Kosola ja Solante (2003), s. 357.

³⁷ <http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/f-22-stealth.htm> (luettu 21.12.2010).

³⁸ Fulghum, D.A. "Away Game." Aviation Week & Space Technology. 8 January 2007.

³⁹ <http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/f-22-stealth.htm> (luettu 21.12.2010).

⁴⁰ Deptula (2001), s. 10.

Vaikka häivetekniikassa on omat ongelmansa, niin ovat kuitenkin sen hyödyt osoitettu kiistattomasti. Tuskin muuten tekniikkaa käytettäisiin niin laajasti nykyajan maa-, ilma- ja meritaiteluvälineissä. On kuitenkin otettava huomioon, että häivetekniikan aikakaudella Yhdysvallat on hyökännyt maihin, joiden ilmapuolustusjärjestelmät eivät ole olleet niin kehittyneitä. On kuitenkin todettava häivealusten olevan tehokkaampia konventionaalisiin aluksiin verrattuna, kuten kuva 5 osoittaa.

2.3 Ballistiset ohjukset

Ballistiset ohjukset kehitettiin alun perin ydinkärkien kuljettamiseen. Niiden kehitys varsinkin 1990-luvulla ovat parantaneet niiden tarkkuutta. Tämän ansiosta nykyään ballistisilla ohjuksilla päästään haluttuun vaikutukseen tavanomaisilla taistelukärjillä. Tämä on kasvattanut niiden merkitystä nykyaikaisella taistelukentällä.⁴¹

Ballistinen ohjus lentää rakettimoottorin voimalla tiettyyn pisteeseen, jossa moottori sammuu ja jonka jälkeen ohjus jatkaa ilman työntövoimaa ballistista lentorataa kohteeseen. Pois lukien sukellusveneestä laukaistavat ohjukset, ballistiset ohjukset luokitellaan kantaman perusteella. Maailmalla tunnetaan muutama eri kantamaan perustuvaa luokittelujärjestelmää. Yhdysvaltain puolustusministeriö, tiedustelupalvelut sekä aseteollisuus luokittelee ballistiset ohjukset seuraavasti⁴²:

Lyhyen kantaman	Short range	(SRBM)	< 1000 km
Keskikantaman	Medium range	(MRBM)	1000-3000 km
Keskipitkän kantaman	Intermediate range	(IRBM)	3000-5500 km
Mannertenvälinen	Intercontinental range	(ICBM)	> 5500 km

Ballistiset ohjukset jaetaan myös käyttämänsä polttoaineen perusteella. Ohjuksen rakettimoottorin polttoaine voi olla kiinteää, nestemäistä tai se voi olla hybridi, eli käyttää molempia polttoaineita lentoradan eri vaiheissa.⁴³

⁴¹ <http://www.fas.org/nuke/intro/missile/basics.htm> (luettu 22.12.2010).

⁴² Useita eri lähteitä, esimerkiksi <http://www.fas.org/nuke/intro/missile/basics.htm> (luettu 22.12.2010) ja <http://www.armscontrol.org/factsheets/missiles> (luettu 22.12.2010). Lähteestä riippuen kantamassa on pieniä, mutta ei merkittäviä eroja johtuen eroista eri mittajärjestelmien välillä.

⁴³ <http://www.fas.org/nuke/intro/missile/basics.htm> (luettu 22.12.2010).

Ohjuksen lentorata jaetaan kolmeen vaiheeseen; kiihdytysvaihe- ja nousuvaihe (boost phase, ascent phase), reittivaihe (midcourse phase) ja loppuvaihe (terminal phase). Kiihdytysvaiheessa ohjukselle annetaan riittävä liike-energia sekä oikea suunta, että se lentäisi ballistisella lentoradalla maaliinsa. Polttoaineen määrä tai polton ajallinen kesto määrää ohjuksen ampumataikuisuuden. Kiihdytysvaihe on erittäin tärkeä osumatarkkuuden kannalta, jos ohjuksessa ei ole järjestelmää lentoradan korjaamiseen. Ohjus on kuin koripallo, joka on heitetty kohti korista. Heittäjä ei pysty enää vaikuttamaan pallon lentorataan kun se on irronnut käsistä. Vain ulkopuolinen tekijä voi vaikuttaa enää lentorataan.⁴⁴ Ballistisissa ohjuksissa voidaan kiihdytysvaiheessa ohjaukseen käyttää rakettimoottorin suihkun suuntaamista ja ilmakehässä nopeuden kohottua aerodynaamisia ohjainpintoja⁴⁵.

Reittivaihe tapahtuu ilmakehän ulkopuolella elliptisellä radalla, kun kantama on yli 150–200 kilometriä. Ilmakehän ulkopuolella ohjus voi lentää täysin holtittomasti, jos siinä ei ole asentoa korjaavia sysäysmoottoreita. Alle 30 kilometriä korkealla lentoradalla ilmakehässä ohjus lentää vielä aerodynaamisesti, jolloin sen suunta ja käyttäytyminen on vakaata. Nämä reittivaiheen seikat ovat tarkkuuteen vaikuttavia tekijöitä.⁴⁶

Paluuvaiheessa ilmakehä aiheuttaa aluksi kiihtyvällä nopeudella putoavan ohjuksen kuumentamisen ja sitten voimakkaan hidastumisen. Mitä korkeammalla lentoradalla ohjus on lentänyt, sitä suurempi nopeus saavutetaan paluuvaiheessa. Mannertenvälisessä ohjuksessa kiihdytysvaiheen päättyessä ja ilmakehään palatessa noin 30 km:n korkeudessa nopeus voi olla jopa Mach 25 (yli 8 kilometriä sekunnissa) ja maahan tullessaan vielä Mach 5 (lähes 2 kilometriä sekunnissa). Vastaavasti lyhyen kantaman ohjus yli ilmakehän korkeudelle ammuttuna saavuttaa reittinopeuden Mach 5 ja vielä maahan osuessaan lentää nopeudella Mach 3 (1 kilometri sekunnissa).⁴⁷

Ballististen ohjusten sekä risteilyohjusten ohjustekniikan siirtymistä länsimaista muihin maihin rajoitetaan monikansallisella MTRC-sopimuksella (Missile Technology Control Regime). Sopimus sai alkunsa huhtikuussa 1987 Yhdysvaltojen, Iso-Britannian, Kanadan, Saksan, Japanin ja Ranskan allekirjoittaessa sopimuksen. Sopimuksen ovat allekirjoittaneet 34 maata. Suomi allekirjoitti sopimuksen liittyessään Euroopan avaruusjärjestöön 1991. Rajoite koskee

⁴⁴ <http://www.fas.org/nuke/intro/missile/basics.htm> (luettu 22.12.2010).

⁴⁵ Jane's Strategic Weapon Systems 2010.

⁴⁶ Sama.

⁴⁷ Jane's Strategic Weapon Systems 2010. Arvot ovat noin arvoja ja riippuvat ohjuksen kiihdytysvaiheesta, lentoradan muodosta ja lentokorkeudesta. Arvot ovat tarkoitettu antamaan kuva erilaisten ballististen ohjusten nopeuksista varsinkin niiden palatessa takaisin ilmakehään ja ilmatorjuntaohjusjärjestelmien kantamalle.

ohjuksia ja raketteja, jotka voivat kuljettaa yli 500 kilogrammaa yli 300 kilometrin etäisyydelle. Vuonna 1992 Oslon kokouksessa sopimusta laajennettiin koskemaan myös miehittämättömiä ilma-aluksia ja niiden tekniikkaa. Vaikka sopimusta pidetään edelleen epävirallisena, on se hidastanut useiden maiden ohjus- ja avaruustekniikan kehitystä.⁴⁸

2.4 Risteilyohjukset

Risteilyohjus on omalla suihkumoottorilla lentävä ase, joka lentää kohteeseensa ennalta ohjelmoitua reittiä pitkin. Sen vaikutus perustuu taistelukärjen ja jäljelle jääneen polttoaineen räjähtämiseen. Taistelukärkenä käytetään aluemaaliin kuorma-ammusta, kohdemaaliin tavanomaista räjähdettä ja koviin linnoitettuihin kohteisiin ontelokranaattia. Ydinkärjen käyttö on ydinaserajoitussopimusten mukaan kielletty. Pääosa käytössä olevista risteilyohjuksista ei ylitä äänennopeutta.⁴⁹ Risteilyohjukset lentävät reittivaiheessa hyvin matalalla, jopa alle 20 metrin korkeudessa merellä tai tasaisessa maastossa, ja ovat näin haaste niiden havaitsemiselle tutkalla. Vaikeammassa maastossa ne nousevat korkeammalle ja kohdealueella maalin etsinnässä jopa satojen metrien korkeudelle. Ilmasta laukaistavat risteilyohjukset liikkuvat pääsääntöisesti lentomatkinsa korkealla. Esimerkiksi GM-109 Tomahawk'in maksimi lentokorkeus on kolme kilometriä.⁵⁰

Risteilyohjuksen maaliin hakeutumiseen voidaan käyttää neljää eri järjestelmää. Inertiaohjauksessa liike- ja kiihtyvyyssantureilla mitataan ohjuksen nopeuden, suunnan ja asennon muutoksia. Järjestelmän heikkous on epätarkkuus ja vahvuus sen riippumattomuus ulkoisista tekijöistä.⁵¹ Maastoseurannassa (TERCOM, Terrain Contour Matching) ohjukseen syötetään ennen laukaisua lentoreitin korkeuskäyräkartta, jota ohjuksen korkeustutkalla seuraamalla ja vertaamalla se lentää kohdealueelle. Tiedon syöttö vaatii maastontuntemusta, satelliittitiedustelua tai ilmatiedustelua ennen laukaisua.⁵² Inertia- ja maastoseurannan epätarkkuuden (osumatarkkuus noin 100-185 metriä) vuoksi niiden käyttö mahdollistaa iskemisen vain aluekohteeseen kuten lentotukikohtaan ja pelkästään näiden järjestelmien käyttö mahdollistaa vain kuorma-ammuksen ja ydinkärjen käytön. Inertiaohjauksen tai TERCOM:n yhteydessä käytetty valokuvavertailujärjestelmä (DSMAC, Digital Scene-Mapping Area Correlator) mahdollistaa konventionaalisen taistelukärjen tarkan käytön. TERCOM tai inertia-järjestelmä ohjaa ohjuksen

⁴⁸ <http://www.mtcr.info>, sopimuksen viralliset kotisivut (luettu 23.12.2010).

⁴⁹ Werrel, Kennet P: The Evolution of the Cruise Missile. Air University, Maxwell Air Force Base, Alabama, 1985, s. 92.

⁵⁰ Jane's Strategic Weapon Systems 2010.

⁵¹ Stovall, Sherryl H: Basic Inertial Navigation. Naval Air Warfare Center Weapons Division, China Lake, California, 1997, s. 3.

kohdealueelle, jossa ohjuksen kamera DSMAC-järjestelmän avulla etsii alueelta maalin, jonka valokuva on syötetty ohjukseen ennen laukaisua. Näillä järjestelmillä päästään kymmenen metrin osumatarkkuuteen.⁵³ Satelliittipaikannus (GPS, Global Positioning System) saavutti täyden toimintakunnon vuonna 1995. Satelliittipaikannus mahdollisti risteilyohjuksen tarkan ohjautumisen laukaisulavetista maaliin yhdellä paikannusjärjestelmällä. GPS:n heikkous on sen riippuvuus yhteydestä satelliitteihin, joissa voi esiintyä häiriöitä, joita voidaan häiritä tai voidaan jopa tuhota. GPS:n lisäksi kameran, xenon-salaman ja valonvahvistimen käyttö on mahdollistanut iskut jopa metrien tarkkuudella myös pimeässä.⁵⁴

Maailman yleisimmin käytetty risteilyohjus on Yhdysvaltalainen Raytheon Missile Systems'in valmistama GM-109 Tomahawk. Ensimmäiset versiot ohjuksesta otti käyttöön Yhdysvaltain laivasto 1983. Nykyään ohjus voidaan laukaista maalta, mereltä ja ilmasta. Ohjuksen viimeisimmät kehitysversiot (Block 3 ja 4) voivat käyttää kaikkia neljää edellä mainittua ohjautusmenetelmää. Taistelulataus on 315 tai 454 kilogrammaa kymmenen metrin osumatarkkuudella. Kantama ohjuksella on taistelulatauksesta ja laukaisualustasta riippuen 900 kilometristä aina 2300 kilometriin. Lentonopeus on noin 900 kilometriä tunnissa. Ohjuksen pituus on 6,25 metriä ja halkaisija 0,52 metriä. Tomahawk'in tutkapinta-ala on noin yksi neliömetri.⁵⁵

Tomahawk'ia on käytetty ilmapuolustuksen lamauttamiseen ja muiden kohteiden tuhoamiseen Persianlahden sodassa vuonna 1990-1991, 1995 Bosniassa, 1999 Serbiassa ja 2003 Irakissa. Vuoden 2003 huhtikuuhun mennessä operatiivisissa tehtävissä oli ammuttu noin 1870 Tomahawk'ia.^{56 57}

2.5 Miehittämättömät ilma-alukset

Miehittämätön ilma-alus (UAV, Unmanned Aerial Vehicle) on moottoroitu ilma-alus, joka ei kuljeta mukanaan ohjaajaa ja jonka nostovoima saadaan aikaan aerodynaamisin keinoin, pystyy lentämään joko täysin itsenäisesti tai ihmisen kauko-ohjaamana, se on uudelleen käytettävissä mutta tarvittaessa voidaan uhrata operaatiossa, se voi kantaa mukanaan aseistusta tai muuta hyötykuormaa, mutta esimerkiksi taistelulataus ei ole kiinteä osa ilma-alusta.⁵⁸ Näin

⁵² "Terrestrial Guidance Methods": <http://www.fas.org/man/dod-101/navy/docs/fun/part15.htm> (luettu 1.3.2011).

⁵³ Sama.

⁵⁴ Stovall (1997), s.43-48.

⁵⁵ Jane's Strategic Weapon Systems 2010.

⁵⁶ Sama.

⁵⁷ Stovall (1997), s.46.

⁵⁸ Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005-2030. Department of Defense, Office of Secretary of Defense, Washington, 2005, s. 1.

Yhdysvaltain puolustusministeriö määrittää UAV:n. Tämän mukaisesti ballistiset ilmalukset, ammuksat, ohjukset ym. eivät ole miehittämättömiä lentoaluksia. Näin myös nykyään vähemmän käytetyt ilmalauvat ja -pallot eivät täytä määritelmää, vaikka niitä voidaan käyttää kuten UAV:tä.

Kosovon sodan aikaan vuonna 1999, B-2 koneet lensivät 30 tuntia kestäviä pommitustehtäviä Missouriista Serbiaan. Normaalia kahden hengen miehistöä oli vahvistettu kolmannella jäsenellä ja komentajat arvioivat miehistön kykenevän aina 40 tuntia kestäviin operaatioihin. Sodan 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.⁵⁹ Tässä luvussa käsitellään yleisesti Yhdysvaltojen miehittämättömistä ilma-aluksista MQ-1 Predator, MQ-9 Reaper (Predator B) sekä RQ-4A Global Hawk aluksia, koska ne ovat Yhdysvaltojen ilmavoimien kalustoa ja ainoita, jotka kykenevät operatiivisiin ja strategisiin tehtäviin.

MQ-1B Predator kehitettiin Yhdysvaltojen puolustusministeriön tarpeeseen tiedustelu- ja valvontajärjestelmästä, jossa olisi tarvittaessa asevaikutuskykyä. Huhtikuussa vuonna 1996 Yhdysvaltain ilmavoimat valittiin puolustushaarana Predator-järjestelmän omistajaksi. Silloin tyyppimerkintä oli vielä RQ-1. Kun vuonna 2002 Predatoriin lisättiin kiinnikkeet AGM-114 Hellfire -ohjuksille, muutettiin tyyppimerkinnän kirjaimeksi ”M” (monitoimi, multirole).^{60 61} Tämä muutos toi Predatorille kyvyn iskeä välittömästi havaitsemaansa maaliin. Näin maaliin vaikuttamisen viive lyheni entisestään. Predatorin monitoimisuutta osoittaa sen suorituskyky toteuttaa tarkkoja ilmaiskuja, lähitulitukea, ilmatilanhallintaa, tiedustelua, valvontaa sekä maalinsoitusta⁶².

MQ-1B Predatorissa on integroitu laajan spektrialueen maalitusjärjestelmä (Multi-spectral Targeting System, MTS). Se sisältää pimeällä käytettävän lämpökameran, päivänvalolle TV-

⁵⁹ Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005-2030 (2005), s. 2.

⁶⁰ United States Air Force Unmanned Aircraft Systems Flight Plan 2009-2047. Headquarters, United States Air Force, Washington DC, 2009, s. 26.

⁶¹ Jane’s Electronic Mission Aircraft 2010.

⁶² <http://www.af.mil/information/factsheets/factsheet.asp?fsID=122> (luettu 23.12.2010).

kameran, laser maalinosoittimen sekä laservalaisimen. Alukseen voidaan vaihtoehtoisesti asentaa myös SAR-tutka, joka pystyy kuvaamaan maastoa tarkasti kaikissa valaistusolosuhteissa ja vaikeissakin sääolosuhteissa pilvien ja savun läpi. Alus pystyy kantamaan mukanaan kaksi AGM-114 Hellfire -ohjusta.⁶³ Predatorin maksiminopeudeksi ilmoitetaan 222 kilometriä tunnissa ja lentokorkeudeksi 7,5 kilometriä. Se kykenee toimimaan yhtäjaksoisesti yli 24 tuntia ilma lisäkuormaa ja aseistettuna maksimi hyötykuormalla 8-10 tuntia.⁶⁴

General Atomics aloitti MQ-9 Predator B:n kehittelyn helmikuussa 2001. Yhdysvaltain puolustusministeriö halusi vielä MQ-1 -versiota tuhoivoimaisemman miehittämättömän aluksen suureen sotaan terrorismia vastaan. 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.⁶⁵

Reaperin runko on lähes samanlainen kuin 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 222 kilometrin tuntivauhdista 390 kilometriin tunnissa. Reaper kykenee kantamaan hyötykuormaa maksimissaan 1 700 kilogramman 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.⁶⁶

RQ-4A Global Hawkin kehitystyö aloitettiin 1995. Sen sotilaalliseksi tehtäväksi määritellään taistelukoneiden tarvitseman tiedustelu- ja valvontatiedon tuottaminen korkealta ja pitkäkestoisesti. Tyyppimerkinnän ”R” tarkoittaa tiedustelua (reconnaissance) ja ”Q” miehittämätöntä ilma-alusta. Global Hawk tuottaa lähes jatkuvaa, joka sään ja vuorokauden ajan sekä laajan alueen strategista valvontatietoa. Satelliittien ja linkkien kautta johdettuna se pystyy toteuttamaan tehtäviä maailmanlaajuisesti. Sen useilla erilaisilla integroiduilla sensoreilla voidaan tuottaa lähes reaaliaikaista kuvatiedustelu- (IMINT) sekä signaalitiedustelumateriaalia (SIGINT). Hyvä esimerkki suorituskyvystä on se, että aluksen toimintakorkeudesta SAR-tutkalla

⁶³ Sama.

⁶⁴ Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005-2030 (2005), s. 4.

⁶⁵ Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005-2030 (2005), s. 10.

⁶⁶ <http://www.af.mil/information/factsheets/factsheet.asp?id=13225> (luettu 23.12.2010).

(Synthetic Aperture Radar) saadaan 30 senttimetrin erottelukyky. Ollessaan vielä kehitysvaiheessa, Global Hawkin operatiivinen käyttö alkoi vuonna 2001 marraskuussa, tukemaan Yhdysvaltojen julistamaa sotaa terrorismia vastaan. Se tulee lähitulevaisuudessa korvaamaan U-2-tiedustelukoneen.^{67 68 69 70}

RQ-4A Global Hawkin siipien kärkiväli on 35,5 metriä, ja rungon pituus 13,4 metriä. Ilma-aluksen maksimi toimintasäde on 25 000 kilometriä jopa 19 800 metrin korkeudessa. Global Hawkin maksimi toiminta-aika on 35 tuntia ja lentonopeus 635 kilometriä tunnissa.⁷¹ Tyypillisessä tehtävässä Global Hawk voi lentää noin 2200 kilometriä toiminta-alueelle ja pysyä asemissa 24 tunnin ajan. Sen pilven läpäisevä SAR -tutka sekä TV- ja lämpökamerat voivat kuvata 24 tunnissa noin 1,5 kertaa Suomen Lapin kokoisen alueen (138 000 neliökilometriä) 1 metrin resoluutiolla. Vaihtoehtoisesti sillä voidaan kuvata 30 senttimetrin resoluutiolla samassa ajassa 1900 kappaletta 4 neliökilometrin alueita. Satelliitin ja maa-aseman kautta informaatio voidaan välittää tulkitsemattomana lähes reaaliaikaisena taistelua suunnitteleville elimille.⁷²

2.6 Johtopäätökset

EBO-konseptilla on lähes loistavat saavutukset sen historian ajalta. Ainoa pieni tahra on se tosiasia, ettei Kosovossa pystytty tekemään vaarattomaksi Serbien raskaita aseita ja ilmatorjuntaa. Tämän seurauksena helikopterit ja maajoukot eivät menneet Kosovoon ennen sodan päättymistä ja kriisinhallintaoperaation alkamista. Serbia lopetti vihamielisyydet vasta kun heidän yhteiskuntaansa iskettiin. Tosiasia Yhdysvaltojen, NATO:n ja liittoutuneiden ilmaiskut ovat viimeisten 20 vuoden aikana kohdistuneet valtioihin ja kansoihin, joiden ilmapuolustuskyky ei ole maailman mittapuussa ollut korkea. Liittoutuneilla on ollut aina käytössään suuri massa ja korkea teknologia. Tappioita ei juuri ole jouduttu kärsimään. Operaatiot ovat tapahtuneet ilmasta-maahan eikä ilmataisteluita ole juurikaan käyty. EBO-konseptin toimivuutta ei ole testattu tilanteessa, jossa tappiot ovat todennäköisiä ja ne pystyttäisiin välttämään vain pysymällä kotona. Vihollisuhan ollessa pieni on suunnittelussa huomioon otettavia asioita vähemmän ja se tekee operaation suunnittelusta helpompaa.

⁶⁷ Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005-2030 (2005), s. 6.

⁶⁸ United States Air Force Unmanned Aircraft Systems Flight Plan 2009-2047. Headquarters, United States Air Force, Washington DC, 2009, s. 27-28.

⁶⁹ Jane's Electronic Mission Aircraft 2010.

⁷⁰ <http://www.af.mil/information/factsheets/factsheet.asp?id=13225> (luettu 28.12.2010).

⁷¹ Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005-2030 (2005), s. 6.

⁷² Cordesman, Anthony H: The Iraq War, Strategy, Tactics and Military Lessons. Csis Significant Issues Series, Washington 2003, s. 308.

Häivetekniikassa on omat hyötynsä. Tuskin muuten suurvallat perustaisivat tulevaisuuden ilma-aluksiaan tälle tekniikalle, vaikka epäilijöitä ilmaantuikin F-117 pommikoneen pudotuksen jälkeen vuonna 1999. Mutta onko häivealuksia testattu sellaisissa olosuhteissa, joissa alueella on oikeasti toimiva ilmapuolustus. Serbiassakin F-117 pommikone pudotettiin S-125 Petšora -järjestelmällä (SA-3 Goa), jonka palveluskäyttö aloitettiin 1960-luvulla, ja joka Suomessa oli siirretty jo museoon. Häivetekniikassa käytetty absorboiva materiaali vaimentaa vain käytössä olevia korkeimpia tutkataajuuksia. Matalammilla taajuualueilla sen merkitys on vähäinen. Nykypäivänä häivetekniikassa keskitytäänkin takaisinsäteilyn minimoimiseen muotoilun keinoin. Näillä keinoilla maalin heijastuspinta-alaa saadaan pienennettyä, mutta maalia ei saada näkymättömäksi. Käytännössä pahvilaatikko saadaan puristettua maitopurkin tai jopa tulitikkuaskin kokoiseksi. Maalin havaitseminen vaikeutuu, ennakkovaroitusaika lyhenee ja maalin tuhoaminen on haasteellisempaa, mutta mahdotonta se ei ole.

Ballististen ohjusten torjunnan kannalta haasteellisimpia tekijöitä ovat niiden lentoradan korkeus sekä loppuvaiheen nopeus. Käytössä olevien tutkien mittauskyky ei ulotu ilmakehän yläpuolelle. Ohjusten lähdön havaitseminen ja lentoradan mittaaminen vaatii toimivan satelliittijärjestelmän tai signaalitiedustelun. Lentoradan korkeuden vuoksi ohjuksen torjuminen olisi edullisinta nousuvaiheessa tai loppuvaiheessa. Torjunnan nousuvaiheessa tekee haastavaksi kaukana oleva laukaisupaikka. Torjunnan loppuvaiheessa tekee haastavaksi ohjuksen suuri nopeus. Torjuntaohjuksen ei tarvitse välttämättä kilpailla nopeudesta maalin kanssa, mutta suuri nopeus aiheuttaa haasteita maalia seuraaville sensoreille sekä lentoradan laskenta ja ohjautusjärjestelmille, jotta torjuntaohjus on oikeassa ennakkopisteessä oikeaan aikaan. Ballististen ohjusten ja risteilyohjusten massamainen käyttö vaatii torjuntajärjestelmän maalinosoitus-sensoreilta kykyä seurata useita maaleja ja ohjata useita torjuntaohjuksia yhtä aikaa.

Risteilyohjusten torjunta on teknisessä mielessä elektroniikan, optoelektroniikan ja tiedonsiirron alalla tapahtuneen kehityksen ansiosta suhteellisen helppoa. Kun risteilyohjuksia käytetään EBO-konseptin tapaan massamaisesti, riippuu puolustuksen teho siitä, saadaanko riittävästi ilmatorjuntavoimaa suojaamaan haluttuja kohteita. Ohjusten pieni koko ja matala lentorata aiheuttavat haasteita niiden havaitsemiselle, mutta eivät tee tuhoamista mahdottomaksi.

Miehittämättömien ilma-alusten kehityssuuntia näyttää olevan kaksi. Tulevaisuudessa nykyisten lennokkien rinnalla käytettäneen yhä suurempia monikäyttöisiä aluksia, joita voidaan käyttää yhtä hyvin strategiseen tiedusteluun kuin taktisiin tehtäviin. Lennokkien käyttötarkoitus on

muotoutumassa uudelleen lähimpien vuosikymmenien aikana. Lennokkeja käytettäneen entistä useammin asejärjestelmällä varustettuina taistelutehtäviin. Tällaiset taistelulennokit syntynevät todennäköisesti nykyisin kehitettävien Global Hawkin ja Reaperin tapaisten isokoisten alusten pohjalle, jotka kykenevät erottamaan maalit 20-25 kilometrin etäisyydeltä, johdavat tai ohjaavat muiden järjestelmien tulta tai käyttävät omaa asejärjestelmää jopa yli 10 kilometrin korkeudesta. Tämä tarkoittaisi esimerkiksi Suomen kohdalla sitä, että ITO96-kalustosta luopumisen jälkeen kykenisimme torjumaan tällaista uhkaa vain hävittäjätorjunnalla. Maalina UAV on helppo. Ne havaitaan hyvin sensoreilla, niillä ei toistaiseksi ole omasuojajärjestelmiä, ne eivät tee väistöliikkeitä ja ne ovat suhteellisen hitaita. Ainoa vaatimus on torjuntajärjestelmän sensoreiden ja ammusten riittävä kantama.

3 VENÄJÄN ILMAVOIMIEN ILMATORJUNTAJÄRJESTELMÄT

3.1 Venäjän ilmavoimien ilmatorjunta

Venäjän ilmatorjuntaa on pidetty toisen maailmansodan jälkeisenä aikana tehokkaimpana maailmassa aina Neuvostoliiton romahtamiseen saakka. Venäjän ilmatorjunnan määrään, laatuun ja tehtäviin vaikuttavat sen historialliset kokemukset toiminnasta ilma-alivoimaisena Saksaa vastaan toisessa maailmansodassa vuosina 1941-1943.⁷³ Ilmatorjunnan toisen maailmansodan jälkeisen ajan kehittämisen lähtökohta on ollut toiminta ilma-alivoimaisena, varsinkin kun läpi kylmän sodan vuosikymmenten sen suurin uhka on ollut maailman kehittyneimmät ilmavoimat. Neuvostoliiton romahtaminen aiheutti rahoituksessa pitkän pimeän kauden, jonka seurauksena tämän päivän Venäjän ilmapuolustusjoukkojen teknistä tasoa kuvaa parhaiten ikääntyminen ja vanheneminen.⁷⁴

Venäjän asevoimissa aloitettiin syksyllä 2008 suurin rakennemuutos sitten toisen maailmansodan. Uudet uhka-arviot, asevoimien rapistuminen sekä Georgian konfliktista saadut kokemukset määrittivät suuntaviivat asevoimauudistukselle. Raskaat divisioonarakenteet, kaaderiyhtymät ja asevoimien moniportainen johtamisjärjestelmä olivat tulleet tiensä päähän.⁷⁵

⁷³ Suvorov, Sergei: Arsenal Umbrella for the Infantry. Russian Military Review; n: 8, elokuu 2005, s. 47-53.

⁷⁴ Alexandrov, Alexei: "Is The Sky shield strong". Rossiyskie Vesti, 9. marraskuuta 2007, s. 11. Englanninkielinen käännös julkaistu Defense & Security n:o 127, 14. marraskuuta, 2007.

⁷⁵ Venäjän federaation puolustusministerin Anatoli Serdjukovin haastattelu Maanpuolustus-lehdelle 12.12.2008. Luettavissa internetissä www.defmin.fi/files/1327/Puolustusministeri_Serdjukovin_haastattelu.pdf.

Rakennemuutos aloitettiin alhaalta ylöspäin ja se koskee koko asevoimia. Ensin purettiin raskaat divisioonat. Myös ilmavoimien divisioonista muodostettiin kevyempiä, helpommin liikuteltavia prikaateja⁷⁶. Asevoimien kokonaisvahvuus supistetaan asteittain miljoonaan sotilaseen. Koko johtamisjärjestelmä hallintorakenteineen uudistetaan⁷⁷.

Vuonna 2010 myös kuuden sotilaspiirin muodostama sotilashallinnollinen jako sai väistyä. Sotilaspiirit lakkautettiin 30.11.2010. Heinäkuussa 2010 Venäjän presidentti allekirjoitti määräyksen neljän strategisen yhteisjohtoportaan muodostamisesta 1.12.2010 lukien. Näiden alaisuudessa tulevat toimimaan myös uudet ilmapuolustuksen johtoportaat. Uudet yhteisjohtoportaat muodostettiin seuraavasti.

Yhteisjohtoporras ”Länsi”, esikunta Pietarissa: Leningradin ja Moskovan sotilaspiirit, Pohjoisen laivasto ja Itämeren laivasto.

Yhteisjohtoporras ”Etelä”, esikunta Rostov-na-Donussa: Pohjois-Kaukasian sotilaspiiri, Mustanmeren laivasto ja Kaspian lippue.

Yhteisjohtoporras ”Keskinen”, esikunta Jekaterinburgissa: Volga-Uralin sotilaspiiri sekä Siperian sotilaspiirin läntiset osat.

Yhteisjohtoporras ”Itä”, esikunta Habarovskissa: Kaukoidän sotilaspiiri, Siperian sotilaspiirin itäinen osa sekä Tyynenmeren laivasto.⁷⁸

Uudessa organisaatiossa Ilmavoimien kokoonpano on seuraavanlainen: avaruus- ja ilmapuolustuksen operatiivisstrateginen johtoporras, kaukotoimintailmavoimien ja kuljetusilmavoimien johtoportaat sekä ilmavoimien ja ilmapuolustuksen johtoportaat (Länsi, Etelä, Keskinen ja Itä). Ilmavoimiin kuuluvat ilmavoimien strategiset ydinasejoukot ja yleisjoukot. Ilmavoimien perustan muodostavat eri kategorian lentotukikohdat sekä avaruus- ja ilmapuolustusprikaatit.⁷⁹

Ilmavoimien ilmatorjunnan rungon muodostavat ilmapuolustusprikaatit. Avaruusjoukot osallistuvat ilmapuolustukseen tällä hetkellä tuottamalla omalta osaltaan tilannetietoisuutta ja en-

⁷⁶ <http://www.mil.ru/848/1045/index.shtml> (luettu 21.2.2011).

⁷⁷ Juntunen (2009), s. 110-112.

⁷⁸ <http://www.mil.ru/848/1045/1272/1365/index.shtml> (luettu 21.2.2011).

⁷⁹ <http://www.mil.ru/848/1045/1273/index.shtml> (luettu 21.2.2011).

nakkovaroitusta. Ilmapuolustusprikaatit toimivat alueellisten ilmapuolustuksen johtoportaiden alaisuudessa. Ilmatilaa valvotaan koko maan kattavalla kiinteiden ja liikkuvien kaukovalvontatutkien verkolla. Tutkavalvonnan lisäksi satelliiteilla pyritään tuottamaan riittävä ennakkovaroitus myös strategisten ohjusten uhkaa vastaan.⁸⁰

Ilmapuolustusprikaatien pääkalustoa ovat S-300V/VM, S-300P -järjestelmäperhe sekä uusin S-400. Kaikkia järjestelmiä kuvaa pitkä kantama, hyvä liikkuvuus, nopea ampumavalmius, laaja sensorivalikoima sekä hyvin hajautettu ja verkottunut ryhmitys. Järjestelmien kaukovalvonta ja matalavalvontakyky vahvistavat ilmatilan valvontaa. Ilmapuolustusprikaatien päätehtäviä ovat yhteiskunnallisesti ja strategisesti tärkeiden kohteiden kuten pääkaupungin, muiden suurten kaupunkien, liikenneyhteyksien, ydinaseiden ja lentotukikohtien suojaaminen.⁸¹ Ilmavoimilla on myös pieni määrä 9K37 Buk -järjestelmiä, vaikka niiden päätarkoitus on maavoimien suojaaminen ja taisteluiden tukeminen. Järjestelmää ei käsitellä tässä tutkielmassa sen vähäisen merkityksen vuoksi Venäjän ilmavoimille.

3.2 S-300V/VM, Antey 2500 (SA-12 Gladiator/Giant)

Venäläinen S-300V ilmatorjuntaohjusjärjestelmä, joka NATO:ssa tunnetaan nimeltä SA-12 ”Gladiator” ja ”Giant”, esiteltiin ensimmäisen kerran julkisesti Moskovan ilmailunäyttelyssä 1992. S-300V on kevyesti panssaroitu telalavettinen järjestelmä, joka mahdollistaa hyvin liikkuvienkin joukkojen suojaamisen. Järjestelmää käytetään pääasiassa maavoimien suojaamiseen, mutta myös osa Venäjän Ilmavoimien Ilmatorjuntaohjusprikaateista on varustettu S-300V-järjestelmällä. Alkujaan järjestelmä suunniteltiin torjumaan ballistisia ohjuksia. Kehitystyö alkoi 1970-luvun lopulla ja siitä suunniteltiin liikkuvaa ja joustavasti käytettävää taistelulentä ilmapuolustusjärjestelmää, jossa on kaksi erityyppistä ohjusta, joita voidaan käyttää yhdessä tulyksiköissä. Molemmat ohjukset laukaistaan pystysuoraan ja niissä on samanlainen lentovaihe, mutta erimittaiset lähtömooottorin kiihdytysvaiheet. S-300V ei kuulu toiseen S-300 (SA-10, SA-20) perheeseen, vaikka ne usein toisiinsa sekoitetaankin.⁸²

Tyyppin yksi ohjus on 9M82, NATO nimeltään SA-12A ”Gladiator”. Tyyppin 2 ohjus on 9M83, NATO nimeltään SA-12B ”Giant”. Järjestelmän suunnittelusta ja tuotannosta vastaa nykyisin Antey-Almaz konserni, joka on yhdistelmä entisistä Venäjän radioteollisuuden ministeriön (MPP) yhtiöistä. Järjestelmän tutkat on suunnitellut Kuznetsov OKB ja ohjukset Novator

⁸⁰ Sama.

⁸¹ Sama.

⁸² Janes's Ground Based Air Fefence Systems 2010.

NPO.⁸³ Alun perin S-300V järjestelmän käyttötarkoitus on todennäköisesti ollut tuhota korkealla strategiset pommikoneet, valvonta- ja johtamiskoneet, EW-koneet ja ilmatankkauskoneet sekä torjua matalalla ballistisia ohjuksia ja risteilyohjuksia. Siitä tuli korvaaja S-200 (SA-5 ”Gammon”) järjestelmälle. Varmasti tärkein syy lähteä kehittämään niin kallista ohjusjärjestelmää kuin S-300V on, oli Yhdysvaltain keskipitkän matkan ballistinen ohjus ”Pershing” 1980-luvun alussa. Raporttien perusteella on oletettavaa, että SA-12B olisi optimoitu torjumaan ilma-alukset sekä ilmasta maahan ohjukset ja kookkaampi SA-12A ballistiset ohjukset lyhyestä kantamasta keskipitkään kantamaan.⁸⁴

S-300V järjestelmästä on kolme kehitysversiota, joita alkuperäisen lisäksi ovat S-300V1 ja S-300VM. Vuonna 1996 ensimmäisen kerran raportoitu S-300VM on vientinimeltään Antey 2500. NATO on nimennyt sen koodinimellä SA-23.⁸⁵ ⁸⁶ S-300VM järjestelmässä on modifioitu SA-12B ohjusta ja parannettu tutkia sekä johtamisjärjestelmää⁸⁷.

S-300V järjestelmässä ohjusten kantama aerodynaamisiin maaleihin on 100–200 km ja ballistisiin 40 km. Maksimi torjuntakorkeus on aerodynaamisiin maaleihin 30 km ja ballistisiin 25 km. Maalin maksiminopeudeksi ilmoitetaan S-300V:llä 3000 metriä sekunnissa ja S-300VM:llä 4500 metriä sekunnissa.⁸⁸

S-300V järjestelmässä on kolmenlaista tutkaa. Valvontatutka 9S15 (”Bill Board”) on S-alueen (2-4 GHz) tutka ja sen mittausetäisyys on 200km (S-300V) tai 300km (S-300VM). Maalinosoitututka 9S32 (”Grill Pan”) toimii X-alueella (8-12 GHz) ja mittaa 150 km:n etäisyydelle. Sektoritutka 9S19 (”High Screen”) on tarkoitettu ballististen ohjusten torjuntaan ja antamaan riittävän ennakkovaroituksen erittäin suurella nopeudella lähestyvän ohjuksen torjuntaan. Maalin havaitsemisen jälkeen sen antamaa tietoa käytetään ohjuksen lentoradan laskentaan. Tutkan mittausetäisyys on 175 km.⁸⁹

3.3 S-300P (SA-10 Grumble), S-300PMU Favorit (SA-20 Gargoyle)

Kuusikymmenluvun lopulla Neuvostoliitossa kehitettiin uutta pitkän kantaman ilmatorjunta-ohjusjärjestelmää S-300, joka tunnetaan myös NATO koodilla SA-10. Sarjatuotanto SA-10:n

⁸³ Rosoboron Export, Air Defense Systems Export Catalogue (2008), s. 14.

⁸⁴ Jane’s Strategic Weapon Systems 2010.

⁸⁵ Sama.

⁸⁶ Rosoboron Export, Air Defense Systems Export Catalogue (2008), s. 14.

⁸⁷ Jane’s Strategic Weapon Systems 2010.

⁸⁸ Jane’s Land-Based Air Defence 2010.

osalta alkoi 1970-luvulla. Yhtäaikaisesti kehitettiin kolmea järjestelmää. Almaz-suunnittelutoimistossa työskenneltiin maan ilmapuolustusjoukoille tarkoitetun pyöräajoneuvoalustalle asennettavan ilmatorjuntaohjusjärjestelmä S-300P. Merivoimien aluksille tarkoitettua S-300F -järjestelmää kehitti suunnittelutoimisto Altair ja maavoimille tarkoitettua telalustaista S-300V -järjestelmää kehitti Radioteknisen teollisuuden ministeriön 20. Tieteellistekninen tutkimuslaitos (jota on myöhemmin kutsuttu Antey-suunnittelutoimistoksi). Järjestelmän tuli pystyä tuhoamaan taktisia (lyhyen kantaman) ballistisia ohjuksia.⁹⁰

Suunnittelussa otettiin huomioon kehitettävien ohjusjärjestelmien yhteismitallisuus, eli haluttiin, että kolmessa eri ohjusjärjestelmässä voisi käyttää samoja ohjuksia. Esimerkiksi 3500 kilometriä tunnissa 20-25 kilometrin korkeudella lentävän lentokonemaalin tuhoamiseen suunniteltiin käytettävän Fakelin valmistamaa 5V55R ohjusta. Ensimmäisessä vaiheessa laadittiin nopeasti suunniteltu ja huomattavasti edullisempi komento-ohjattu 5V55K, jota suunniteltiin käytettäväksi 50 kilometrin etäisyydelle. Syvempää järjestelmien samankaltaisuutta ei kyetty suunnittelussa säilyttämään, koska niitä kehitettiin teollisuuden eri yrityksissä, joiden kehittämisen lähtökohtana oli niiden oma aikaisemmin kehittämät tuotteet ja teknologia. S-300V -järjestelmän suunnittelussa sverdlovskilaisen Novator tehtaan tuotekehittelijät kieltäytyivät käyttämästä Fakel-yhtiön ohjuksia.⁹¹

Ilmatorjuntaohjusjärjestelmä S-300P (P- podvishnaja eli liikkuva) otettiin palveluskäyttöön 1979. Se korvasi S-25 Berkut -ilmatorjuntaohjusjärjestelmän, joka oli sijoitettu Moskovan ympärille sekä S-125 ja S-75 -ilmatorjuntaohjusjärjestelmät. Ensimmäisen rykmentin kerrotaan tulleen palveluskäyttöön 1979 Moskovan lähistöllä Elektrostalin kaupungissa. Arvion mukaan vuoteen 1996 mennessä olisi valmistettu 2075 kpl S-300 -perheen laukaisulavettia.⁹²

S-300P(PT) -järjestelmässä käytettiin vedettäviä laukaisulavetteja, joissa oli neljä pystysuoraan laukaistavaa ohjusta ja kuljetusautot ohjusten kuljettamista varten. Laukaisulaveteilla on järjestelmät lavetin vakauttamiseksi ja tasaamiseksi. Järjestelmän valmistelu aika uudessa laukaisuasemassa on 30 minuuttia.⁹³

Kuten aikaisemmin oli määrätty, käytettiin S-300PT -järjestelmässä alkuperäistä 5V55K ohjusta, joka ensimmäisenä neuvostoliittolaisena ohjuksena sisälsi ohjausjärjestelmässään huo-

⁸⁹ Jane's Strategic Weapon Systems 2010.

⁹⁰ Jane's Strategic Weapon Systems 2010.

⁹¹ http://www.strategycenter.net/research/pubID.93/pub_detail.asp (luettu 28.12.2010).

⁹² Jane's Strategic Weapon Systems 2010.

⁹³ <http://pvo.guns.ru/s300p/index.htm> (luettu 28.12.2010).

mattavassa määrin elektroniikkaa. Suurin tehokas tuhoamisetäisyys oli 47 kilometriä. Kiinteää polttoainetta käyttävä ohjus sijaitsi laukaisuun saakka kuljetus- ja laukaisusäiliössä, josta se ennen rakettimootorin käynnistymistä laukaistiin pyroteknisellä ulosheittomootorilla 25 metrin korkeuteen.⁹⁴

S-300 PT -järjestelmän kokoonpanoon kuuluu valaisu- ja tulenjohtotutka (RPN) 30N6, joka kykenee yhdenaikaisesti ohjaamaan 12 ohjusta 6 eri maaliin, jotka sijaitsevat 60 asteen sivusuuntakulman sisällä (myöhemmissä versioissa 120 astetta). Toisena aktiivisena sensorina on matalavalvontatutka (NVO), joka on tarkoitettu matalalla lentävien maalien tiedusteluun. Se on tavallisesti sijoitettu 24 m korkeaan mastoon, jonka tarkoituksena on lisätä matalalta esiin tulevien maalien havaitsemisetäisyyttä. Järjestelmään voidaan verkottaa maksimissaan kolme laukaisujärjestelmää, joissa jokaisessa voi olla neljä laukaisulavettia, joissa kussakin maksimissaan neljä laukaisu- ja kuljetussäiliössä sijaitsevaa 5V55K tai 5V55R-ohjusta. Näin ollen laukaisujärjestelmän suurin ohjusmäärä voi olla 48 ohjusta.⁹⁵

Matalavalvontatutka havaitsee aerodynaamiset maalit, joiden tehollinen tutkapinta-ala on 1 neliometriä ja lentokorkeus 100 metriä 45 kilometrin etäisyydeltä (myöhemmissä versioissa 50 kilometrin etäisyydeltä). Risteilyohjusmaalit ja häivemaalit, joiden tehollinen tutkapinta-ala on 0,1 neliometriä ja lentokorkeus 50 metriä, havaitaan 28 kilometrin etäisyydeltä (myöhemmissä versioissa 38 kilometrin etäisyydeltä), mikä mahdollistaa sen, että järjestelmä tuhoaa tehokkaasti maaleja niin järjestelmän tuhoamisalueen syvyydessä kuin sen tuhoamisalueen reunojen läheisyydessäkin. Yhdellä ohjuksella maalin tuhoamistodennäköisyys on 0,7. Tuhoamistodennäköisyyttä parannetaan tavallisesti ampumalla kaksoislaulus maaliin.⁹⁶

S-300P on ilmapuolustusjoukkojen ilmatorjuntaohjusrykmenttien ja ilmatorjuntaohjusprikaatien aseistuksena. Lisäksi rykmentin kokoonpanoon kuuluu johtopaikka 5N83, johon kuului taistelunjohtokeskus (PBY) 5K56 ja valvontatutka (RLO) 5N64K. Rykmentin johtokeskus mahdollistaa keskitetyn johtamisen. Uhkaavien maalien havaitseminen on mahdollista valvontatutkalla 300 kilometrin etäisyydeltä. Tiedot kaikista havaituista maaleista lähetetään taistelunjohtokeskukseen, jossa suoritetaan maalien seurannat, maalitietojen välittäminen ja maalien osoittaminen taisteluvalmiille järjestelmille. Taistelunjohtokeskuksen päällikkö voi käyttää automaattista maalinosoitusta tai tehdä oman päätöksensä mukaisen käsimaalinosoituksen. Tiedot matalalla lentävistä maaleista välitetään matalavalvontatutkalta taistelunjohtokeskuk-

⁹⁴ <http://pvo.guns.ru/s300p/index.htm> (luettu 28.12.2010).

⁹⁵ Jane's strategic Weapons 2010.

⁹⁶ <http://pvo.guns.ru/s300p/index.htm> (luettu 28.12.2010).

seen. Taistelumiehistö valvoo kaikkien järjestelmien (taistelunjohtokeskus, ohjusjärjestelmät ja tutkat) teknistä tilaa.⁹⁷

Koko järjestelmän automatisoitujen toimintojen, uudenaikaisten taistelun johtamisen algoritmien määrä jokaisessa järjestelmän osassa takasivat suuren taistelutehokkuuden, kun yhdenaikaisesti voitiin ampua 6 maalia 12 ohjuksella. Kahden ohjuksen porrastettu yhteislaukaus (salvo) onkin todettu järjestelmän perusammuntamenetelmäksi. Vuonna 1982 astui täydentävänä varustuksena palveluskäyttöön itsestään liikkuvalla lavetilla varustettu S-300PS -järjestelmä.⁹⁸

Lopullinen varmuus S-300 järjestelmän vähintään rajoitetusta kyvystä torjua ballistisia ja risteilyohjuksia saatiin 1990-luvulla, kun julkisuuteen tuli raportteja onnistuneista koeammunnoista risteilyohjuksiin Kaukasiassa 1991 ja lyhyen kantaman ballistisiin ohjuksiin (Scud B) 1996.⁹⁹

Persianlahden sodan vuonna 1991 jälkeen S-300P- ilmatorjuntaohjusjärjestelmän käyttöä kehitettiin ballististen ohjusten torjuntavälineenä. Tavoitteena oli kehittää järjestelmän elementtejä ja taistelunhallinnan algoritmeja, jotta järjestelmä vastaisi ominaisuuksiltaan amerikkalaista Patriot-järjestelmää. Ensimmäisen sukupolven vientiin tarkoitettu malli sai nimityksen S-300 PMU. Modifikaatio valmistui 1993. S-300PM nimettiin S-300PMU1:ksi. Nimenomaisesti tätä järjestelmää esitettiin kansainvälisessä IDEX-93 asenäyttelyssä ja lopulta toimitettiin Kyprokselle tammikuussa 1997. Lisäksi S-300PMU1 myynnistä Kiinalle on olemassa tietoa.¹⁰⁰

S-300PMU1-järjestelmää tuotetaan sekä itsestään liikkuvana että edullisempänä vedettävänä järjestelmänä. Tämä toisen polven ilmatorjuntaohjusjärjestelmä poikkeaa edeltäjistään ennen kaikkea 48N6 ohjuksen käytön takia, jolla ampumaetäisyys voidaan ulottaa 150 kilometrin etäisyydelle.¹⁰¹

Järjestelmän uusin kehitysversio S-300PMU2 on venäläiseltä nimeltään ”Favorit” ja sen NATO-koodi on SA-20. Alun perin järjestelmän vaatimuksiksi asetettiin torjunnat korkealla sekä kykyä torjua suurempikokoiset ilmasta-maahan ammuttavat ohjukset. Myöhemmin 1970-

⁹⁷ <http://pvo.guns.ru/s300p/index.htm> (luettu 28.12.2011).

⁹⁸ Jane's Strategic Weapons System 2010.

⁹⁹ Jane's Intelligence Review 1.3.1997.

¹⁰⁰ Jane's Intelligence Review 1.3.1997.

¹⁰¹ Rosoboron Export, Air Defense Systems Export Catalogue, corporate publication, Intervestnik Publishing House, Moscow, 2008, s. 10-11.

luvulla kehitettyihin ohjuksiin lisättiin vaatimuksena torjua myös matalalla lentävät koneet ja ohjukset.¹⁰²

S-300PMU2 -järjestelmä toi edeltäjiinsä verrattuna lisää torjuntaetäisyyttä paremman ohjuksen ja parempien sensorien vuoksi. Lisäksi kyky tuhota ballistisia ohjuksia ja pieniheijasteisia maaleja parani. 48N6/2-ohjuksella saavutettiin 200 kilometrin tuhoamisetäisyys 25 kilometrin korkeuteen tavanomaisiin maaleihin. Lyhyen kantaman ballistisia ohjuksia se kykenee tuhoamaan 40 kilometriin ja matalalla lentäviä risteilyohjuksia 28 kilometriin. Maksimi lentonopeus ohjuksella on Mach 6.

Uusin järjestelmän valvontatutka 96L6 toimii L-taajuusalueella (1-2 GHz) ja havaitsee maaleja 300 kilometrin etäisyydeltä. Matalavalvontatutka 76N6 paransi kykyä havaita matalalla lentäviä kohteita kuten risteilyohjuksia aina 120 kilometriin asti.

S-300P -järjestelmän eri kehitysasteita on myyty useisiin maihin ympäri maailmaa. Arvioiden mukaan järjestelmän eri ohjuksia on valmistettu kymmeniä tuhansia ja lavetteja tuhansia. Nykypäivänä operatiivisessa käytössä olevien järjestelmien määrää on erittäin hankalaa arvioida. Ohjuksien varastointi-ikäsi arvioidaan 15-20 vuotta.¹⁰³

3.4 S-400 Triumph (SA-21 Growler)

S-400 on käytännössä Almaz-Antey yhtiön viimeinen kehitysversio S-300P -ohjusperheestä. Sen kehitystyö alkoi vuonna 1999 ja alkuvaiheessa se tunnettiin vielä nimellä S-300PMU3. Nimenvaihdos arvellaan tapahtuneen markkinointisyyistä, koska järjestelmän monipuolisuus ja suorituskyky ovat selkeästi parempi kuin edeltäjänsä. Triumphin pääasialliset kehitykset edeltäjiinsä ovat suorituskykyisemmissä tutkissa ja kehittyneemmissä ohjelmistoissa. Kaksi uutta ohjustyyppiä tuo lisää kantamaa, nopeutta, häirintää kestävätkä ohjausmenetelmät sekä suuremman tuhovaikutuksen. Näiden lisäksi S-400 -järjestelmällä voidaan ampua ainakin S-300PMU2 -järjestelmän ohjuksia 48N6E ja 48N6E2.¹⁰⁴ Valtion asettamat vaatimukset uudelle järjestelmälle olivat poliittisesti, taloudellisesti sekä sotilaallisesti tärkeiden alueiden suojaaminen ilmaiskuilta, risteilyohjuksilta ja keskipitkänmatkan ballistisilta ohjuksilta. Tähän kaikkien oli kyettävä vahvan elektronisen häirinnän vaikutuksen alla.¹⁰⁵

¹⁰² Jane's Strategic Weapons System 2010.

¹⁰³ Jane's Strategic Weapons System 2011.

¹⁰⁴ <http://www.ousairpower.net/APA-S-400-Triumph.html> (luettu 4.3.2011).

¹⁰⁵ Jane's Land-Based Air Defence 2010.

S-400 -yksikkö (patteri) koostuu johtopaikasta, valvontatutkasta, multisensorijärjestelmästä (optio), maalinvalaisututkasta sekä neljästä laukaisualustasta, jossa kussakin voi olla laukaisuvalmiina neljä ohjusta. Lisäksi järjestelmään voidaan yhdistää esimerkiksi 85V6-A VEGA -signaalitiedustelujärjestelmä, jolla voidaan lisätä passiivisen toiminnan mahdollisuuksia¹⁰⁶ tai 96L6E laajakaistainen valvontatutka, jolla voidaan parantaa valvontaa matalalle tai korkealle ja havaita paremmin häivealuksia¹⁰⁷. Käytännössä järjestelmä suunnittelulähtökohdaksi oli, että noin 30 % S-300P -järjestelmäperheen komponenteista voidaan hyödyntää. Rykmentti koostuu kahdesta S-400 -patterista, jolloin rykmentissä olisi 32 laukaisuvalmista ohjusta.¹⁰⁸

S-400 -järjestelmälle kehitettyjä ohjustyyppisiä on kaksi. Ensimmäinen järjestelmälle kehitetty ohjus oli 48N6E3, jonka kantama on noin 250 kilometriä ja korkeusulottuvuus 27 kilometriä. Myöhemmin järjestelmälle kehitettiin ohjus 40N6, jonka kantama on jopa 400 kilometriä. Ohjuksista on niukasti havaintoja, mutta koeammunnat sillä on tiettävästi suoritettu vuoden 2008 lopulla¹⁰⁹. Uudet ohjukset ovat selkeästi edeltäjiään kookkaampia ja ne on ensisijaisesti tarkoitettu torjumaan kaukana toimivia miehittämättömiä ilma-aluksia, häirintäkoneita, valvontaja taistelunjohtokoneita, strategisia pommittajia, taktisia ballistisia ohjuksia ja keskimatkan ballistisia ohjuksia. Kaikki ohjukset laukaistaan pystysuoraan ja niissä on inertiaohjausjärjestelmä, joka on immuuni häirinnälle. Inertialla voidaan ohjata matkavaihe, mutta se ei ole kyllin tarkka maaliin ohjaamiseen. Inertiajärjestelmää voidaan päivittää radiolla lennon aikana. Ohjus ohjataan maaliin aktiivisella tutkalla loppuhakeutumisvaiheessa. Maalin läheisyydessä käytetään kaasudynaamista ohjausta, joka mahdollistaa ohjukselle 20 g kaarron korkealla ja jopa 60 g kaarron matalalla. Maali tuhoetaan 24 kilogramman sirpaloituvalla räjähdystaistelukärjellä, joka laukaistaan herätesytyttimellä.¹¹⁰ Perusammuntamenetelmänä on kahden ohjuksen porrastettu yhteislaukaus, kuten S-300P -järjestelmässä. Tästä kertoo esimerkiksi järjestelmän kyky ohjata samanaikaisesti kahta ohjusta samaan maaliin.¹¹¹

Järjestelmän sensorivalikoima on monipuolinen, sisältäen aktiivisten sensorien lisäksi passiivisia sensoreita. Aktiivisten sensorien nykyaikainen digitaalitekniikka ja passiivisten sensorien käyttö maalien havaitsemisessa ja seurannassa ovat avainasemassa häirinnänväistössä. S-

¹⁰⁶ Rosoboron Export, Air Defense Systems Export Catalogue (2008), s. 78.

¹⁰⁷ Rosoboron Export, Air Defense Systems Export Catalogue (2008), s. 54.

¹⁰⁸ <http://www.ausairpower.net/APA-S-400-Triumpf.html> (luettu 4.3.2011).

¹⁰⁹ Izvestia, 17.1.2008, s. 1; "New S-400 systems will be allowed to watch the outer space". Englanninkielinen käännös julkaistu Defense & Security n:o 5, January 21, 2008.

¹¹⁰ <http://pvo.guns.ru/s400/index.htm> (luettu 4.3.2011).

400 -järjestelmälle on tehty kahta erilaista valvontatutkaa. Ensimmäinen 91N6 ”Gravestone” esiteltiin vuonna 2007. Toinen, 96N6 Gamma S-1, kerrottiin olevan kehitteillä vuonna 2009. Molempien valvontatutkien mittausetäisyydeksi on arvioitu 600 kilometriä. Molemmat ovat digitaalisia 3D-tutkia (kykenee mittaamaan etäisyyden, korkeuden ja nopeuden) ja omaavat laajan skaalan elektronisia vaihtoehtoja ja algoritmeja häirinnän väistämiseen.¹¹²

Tulenjohtotutkana on S-300PMU -järjestelmästä modifioitu 30N6 ”Flap Lip B”. Tutka toimii S-taajuusalueella (2-3 GHz) ja siinä elektroninen vaihekeila, joka tuo parannusta häirinnän väistämiseen ja häivemaalien havaitsemiseen. Arvioidaan, että mittausetäisyys on modifikaatioissa parantunut 100 kilometristä 150 kilometriin. Tutka kykenee seuraamaan aerodynaamisia maaleja 360 asteen sektorissa ja ballistisia maaleja 60 asteen sektorissa. Tutkalla kyetään seuramaan 36 maalia ja samaan aikaan ohjaamaan 72 ohjusta.¹¹³

S-300 ja S-400 järjestelmiin on liitetty yleensä erillinen ennakkovaroitustutka, jossa tutkana on todennäköisesti 1LR119 Nebo-SLV. Tämä digitaalinen VHF-alueen 3D-keskivalvontatutka havaitsee suuret ilma-alukset 350 kilometrin etäisyydeltä ja pienen tutkapinta-alan omaavat kohteet kuten risteilyohjukset sekä häivealukset noin 50 kilometrin etäisyydeltä.¹¹⁴

Passiivisina sensoreina ovat optiset päivävalokamera sekä infrapunakamera. Ne mahdollistavat passiivisen maalin sieppaamisen ja seurannan kymmenien kilometrien etäisyydeltä. Signaalitiedustelujärjestelmä suuntimoantennilla pystyy identifioimaan tutka- ja radiolähetteitä sekä suuntimaan karkeasti säteilyn lähteen.¹¹⁵

Raskas ja hyvän maastoliikkuvuuden omaava laukaisualusta (asennettu Kamaz-kuorma-auton rungolle) mahdollistaa kaikkien ohjustyyppien siirtämisen, valmistelun ja laukaisun. Alustalle voidaan asentaa neljä standardikokoista kuljetus- ja laukaisusäiliötä. 40N6-ohjuksen suuremman koon vuoksi niitä voidaan asettaa laukaisualustalle vain kaksi.¹¹⁶

Ensimmäinen S-400 -järjestelmä otettiin operatiiviseen käyttöön 6. elokuuta 2007. Sijointipaikka oli Elektrostal noin 50 kilometriä Moskovasta itään. Toinen yksikkö ryhmitettiin myös

¹¹¹ Jane’s Defence Equipment and Technology 2011.

¹¹² Sama.

¹¹³ Jane’s Defence Equipment and Technology 2011.

¹¹⁴ Jane’s Strategic Weapons System 2011.

¹¹⁵ <http://www.ausairpower.net/APA-S-400-Triumph.html> (luettu 4.3.2011).

¹¹⁶ Sama.

Moskovan alueelle vuoden 2008 alkupuolella. Venäjän ilmavoimien komentajan kenraaliversti Alexander Zelinin mukaan heinäkuussa 2010 oli viisi rykmenttiä varustettu S-400 -järjestelmällä (kymmenen yksikköä). Arvion mukaan tuotantolinjalta tulee vuosittain ulos 1-2 rykmentin materiaali. Ilmavoimien tavoite on varustaa 20 rykmenttiä järjestelmällä.¹¹⁷

Ainakin Jordania, Arabiemiraatit ja Iran ovat ilmoittaneet halukkuudesta ostaa järjestelmän. Toistaiseksi Venäjä ei ole myymässä järjestelmää kenellekään vaan pitää sitä ainoastaan omassa käytössä. Lokakuussa 2010 Venäjän teollisuuden ja ulkomaankaupan apulaisministeri Yuri Borisov ilmoitti, että järjestelmän vienti ei tule kysymykseen ennen kuin Venäjän asevoimat ovat saaneet tarpeellisen määrän järjestelmää. Poliittisessa johdossa on ollut aikaisemmin kiinnostusta järjestelmän myymisestä asevoimien rahoituksen parantamiseksi, mutta asevoimien johto on ollut kiivaasti sitä vastaan.¹¹⁸

3.5 Johtopäätökset

Venäjän ilmavoimien ilmatorjuntaohjusjärjestelmät perustuvat massivisuudestaan huolimatta liikkuvuuteen sekä suureen ohjuskapasiteettiin. Liikkuvuus lisää taistelunkestävyyttä ja suuri ohjusmäärä mahdollistaa massiivisten ilmaoperaatioiden torjumisen. Ohjusjärjestelmiä on myyty suuri määrä ulkomaille ja uusista järjestelmistä ollaan laajasti kiinnostuneita. Yhdysvaltojen diplomaatit ja Israelin johtajat ovat viimeisen parin vuoden aikana pyrkineet estämään Venäjää tekemästä kauppia S-300PMU -ilmatorjuntaohjusjärjestelmästä Iranin kanssa. Pelko siitä, että Iranin ydinohjelmaan kohdistuvat ilmaiskut vaarantuvat osoittaa, että S-300PMU -järjestelmää pidetään uhkana. Tämä osoittaa, että järjestelmän arvioidaan olevan suorituskykyinen ja se tulisi aiheuttamaan tappioita, jos Iranin ydinohjelmaan pyrittäisiin vaikuttamaan ilmaoperaatioilla. Myös meillä Suomessa on hyvät kokemukset Venäläisistä ohjusjärjestelmistä. Näin on perusteltua väittää, että Venäjällä on vahva asema maailmassa ilmapuolustusjärjestelmien tuottajanaan.

Yleisesti voidaan todeta, että nykyisillä järjestelmillä on mahdollista torjua kaikkia muita ilmasta tulevia maaleja paitsi mannertenvälisiä ja keskipitkänmatkan ballistisia ohjuksia. Näiden torjuntakykyä ei ilmoiteta minkään tiedossa olevan pitkänmatkan ilmatorjuntaohjusjärjestelmän suorituskyvyssä. Mannertenvälisen sekä keskipitkänmatkan ballististen ohjusten toimintaetäisyys, lentokorkeus sekä loppuvaiheen nopeus ovat vielä liian suuria nykyisille järjes-

¹¹⁷ Jane's Missiles & Rockets 2010.

¹¹⁸ Jane's Land-Based Air Defence 2011.

telmille. S-300P -järjestelmä oli ensimmäinen Venäjällä, jolla saatiin merkittävä kyky taktisten ballististen ohjusten torjuntaan.

Matalalla lentäviä uhkia vastaan on järjestelmissä erilliset matalavalvontatutkat ja tutkat yleisesti voidaan nostaa korkealle järjestelmän omilla varsilla tai erillisillä torneilla. Häivetekniikan yleistyessä tutkien herkkyyttä on parannettu. Ohjuslaveteissa voidaan käyttää erityyppisiä ohjuksia eri etäisyyksille ja maalityypeille.

S-400 -järjestelmän kehittämisessä on otettu huomioon laajalti kaikki nykyaikaisen ilmauhan ominaispiirteet. Järjestelmä kykenee torjumaan ja havaitsemaan korkealla ja erittäin matalalla lentävät maalit. Sen monipuolisella sensorikalustolla pystytään vastaamaan haasteeseen, jonka asettavat lisääntyvän häiveteknologian käyttöönoton tuoma maalin heijasteiden ja emission väheneminen. Järjestelmän monipuolisuus mahdollistaa vaikuttamisen lisääntyvään maalien paljouteen, joka on pääasiassa aiheutunut miehittämättömien ilma-alusten käytön lisääntymisestä. Liikkuvuus ja hajautettavuus tuovat taistelunkestoa ympäristössä, jossa täsmäaseiden käyttö on yleistä. Se on sopeutettu ympäristöön, jossa yhä useammalla valtiolla on käytössä lyhyen kantaman ballistisista ohjuksista aina keskipitkään kantamaan. Menetelmiä vihollisen elektronisen vaikuttamisen väistämiseen ja päihittämiseen on lisätty ja monipuolistettu.

Venäläinen ilmatorjuntajärjestelmä kykenee kattamaan usealla järjestelmällä toistensa alueita, jolloin järjestelmästä tulee huomattavan taistelunkestävä. Ilmatorjuntajärjestelmien osalta nykyiset käytössä olevat S-300P -järjestelmät palvelevat modifiointien jälkeen lähes 2020 luvulle saakka. Venäläistä ilmatorjuntakalustoa pidetään yleisesti erittäin hyvänä ja nykykalustokin nähdään modifioituna vastaavan vielä useiden vuosien päässä oleviin haasteisiin. S-400 -järjestelmä on huippunykyaikainen ja tällä hetkellä maailman suorituskykyisin ilmatorjuntajärjestelmä. Sillä kyetään vaikuttamaan nykypäivän haasteisiin. Järjestelmän ongelmana on kuitenkin taloudellisten resurssien puutteesta aiheutuva tuotannon hitaus. Onko järjestelmiä riittävästi ja tuleeko niitä riittävän nopeasti korvaamaan vanhentuvia S-300P -järjestelmiä. Tällä vauhdilla tarvittavien rykmenttien kalustaminen S-400 -järjestelmällä kestää aina vuoteen 2020 saakka.

4 YHDISTELMÄ

4.1 Keskeiset johtopäätökset

Kaluston suorituskyvyn perusteella Venäjä pystyy vastaamaan nykyaikaiseen ilmauhkaan. Kyky kuitenkin heikkenee oleellisesti koko ajan, ellei teollisuus kykene tuottamaan uusia järjestelmiä ja modifioimaan vanhoja riittävällä nopeudella. Venäjän ilmapuolustuksen runko koostuu S-300P -järjestelmän eri kehitysversioista. Arvion mukaan pääosa on vielä ensimmäistä kehitysversiota ja pieni osa S-300PMU1/2 -kehitysversiota. S-300P -järjestelmän korvaavaa S-400 -järjestelmää on vasta muutamalla rykmentillä. Tämän päivän Venäjän ilmavoimien ilmatorjuntajoukkojen (ilmapuolustusjoukot) aseistuksen teknistä tasoa kuvataan julkisuudesta ikääntyneenä ja vanhentuneena. Vanhenemisesta johtuen painopiste on ollut ylläpitää järjestelmien toimiva ja laadultaan hyvä huolto sekä eri kalustojen palvelusajan pidentäminen. Venäläisten asiantuntijoiden mukaan vuosi 2012 on ratkaisevan tärkeä ilmapuolustusjoukoille. Siihen mennessä on ilmapuolustusjoukkojen kalustosta teknisesti vanhentunut lähes 80 %¹¹⁹. Vaikka rahoitus järjestyisikin, niin korvaavan kaluston tuotanto ei ole itsestään selvää, sillä kriittinen ongelma on myös Venäjällä tuotettujen asejärjestelmien osien laatu ja määrä. Sotilasteollisen kompleksin kyky tuottaa riittävästi hyvälaatuista materiaalia ei ole vielä itsestäänselvyys ja se haittaa ilmapuolustusjoukkojen aseistuksen kehitystä. Joka tapauksessa ilmapuolustuksen kehittämiseen suunnataan huomattavia resursseja valtion puolustusuunitelman sisällä.

Toisen maailmansodan jälkeen Neuvostoliitto oli yksi maailman johtavia ilmatorjuntaohjussjärjestelmien valmistajia, ellei jopa paras. Nykypäivän suurin haaste Venäjän ilmapuolustuksen torjuntakyvylle tulee olemaan resurssit. Venäjän sotilasreformi tulee leikkaamaan henkilöstöä isolla kädellä. Ilmavoimien komentaja kenraalievosti Alexander Zelin ilmoitti joulukuussa 2010, että ilmavoimien henkilöstömäärää tullaan vähentämään kolmanneksella. Henkilöstön leikkaukset vievät varmasti paljon osaamista ja rampauttavat toimintoja vuosiksi, ennen kuin uuteen tilanteeseen taas sopeudutaan.

Entiset kenraalit ja everstit arvostelevat nykypäivän ilmapuolustuksen tilaa tiedotusvälineissä. Heidän mukaansa Venäjä ei ole enää kokonaisuudessaan ilmatorjunnalla suojattu, eikä sellaiseen tilanteeseen tulla enää helpolla pääsemään. Yhden arvion mukaan vain 50 % tärkeistä kohteista on ilmatorjunnalla suojattu¹²⁰. Heidän mielestään Venäjän pitäisi myös panostaa

¹¹⁹ Alexandrov, Alexei: "Is The Sky shield strong". Rossiyskie Vesti, 9. marraskuuta 2007, s. 11. Englanninkielinen käännös julkaistu Defense & Security n:o 127, 14. marraskuuta, 2007.

¹²⁰ Subbottin, Vitaly. A. ja Shavelkin, Anatoly M: An Integrated Air Defense System: What Should It Be? Voennaia mysl', No. 10, Lokakuu 2010, s. 69-77. Englanninkielinen käännös luettavissa <http://dlib.eastview.com/browse/doc/24406313>

enemmän avaruuspuolustukseen, jossa he ovat 25-30 vuotta Yhdysvaltoja jäljessä¹²¹. Avaruudessa tapahtuvat torjunnat ovat avainasemassa kaikkien ballististen ohjusten torjunnassa. Muutenkin asevoimissa pelätään reformin aiheuttavan liian suuret muutokset asevoimien toiminnalle¹²². Tällainen julkisuuteen tulo on todennäköisesti poliittista peliä, jolla pyritään painostamaan poliitikkoja ohjaamaan resursseja asevoimille. Toisaalta se kertoo kuitenkin myös siitä, että nykyisestä tilanteesta ollaan huolissaan.

4.2 Tutkimuksen luotettavuus

Mielestäni tutkimustuloksia voidaan yleisellä tasolla pitää luotettavina, mutta yksityiskohtaisempi tarkastelu liittyen esimerkiksi asejärjestelmien teknisiin ominaisuuksiin saattaisi paljastaa virheellisiä tuloksia. Asejärjestelmien tarkka suorituskyky on yleensä hyvin salaista tietoa ja ne tiedot, mitä julkisista lähteistä on löydettävissä saattavat olla hyvinkin liioiteltuja, suuntaan tai toiseen. Tutkimus ei anna kattavaa, mutta suuntaa antavan selvityksen Venäjän ilmavoimien ilmatorjuntajärjestelmien tilasta nykypäivänä. Tutkimuksen käytettävyyttä tulevaisuudessa heikentää teknisiltä osilta voimakas muutostila, jonka vuoksi tutkimuksen tiedot ainakin kaluston osalta vanhenevat todennäköisesti hyvin pian. Venäjän ilmavoimat ja ilmapuolustusjärjestelmä ovat myös voimakkaan kehityksen alla, joten organisaatiossa, henkilöstövahvuudessa ja kalustossa tulee olemaan suuria muutoksia lähivuosina. Tutkimuksen käytettävyyden kannalta olisi ollut tarpeellista tutkia tarkemmin myös Venäjän ilmavalvonta- ja ennakkovaroitusjärjestelmiä.

¹²¹ RIA Novosti 13.5.2010: Russia's space defenses in shambles - experts. Luettavissa http://en.rian.ru/military_news/20100513/159003853.html

¹²² Blank, Stephen J ja Weitz Richard toim.: The Russian Military Today And Tomorrow: Essays In Memory Of Mary Fitzgerald. Heinäkuu 2010. Herspring, Dale R: Is Military Reform in Russia For "Real"? Yes, But... s. 151-181.

TUTKIELMAN LÄHTEET

JULKAISEMATTOMAT LÄHTEET

Leonard, Steven M. "The Elusive Silver Bullet: Effects in Army Operations," unpublished manuscript, 27 March 2007.

Mäkelä, Juha, majuri, tutkijaesiupseeri: Venäjä ja sen asevoimat, MPKK Strategian laitoksen oppitunti, Helsinki, 25.8.2010.

JULKAISTUT LÄHTEET

Tutkimukset ja opinnäytteet

Ilvonen, Janne: Vaikutusperustaiset konseptit: EBO-, EBAO-, SOD- ja CA-käsiteanalyysi. Yleisesikuntaupseerikurssin 54 diplomityö. Maanpuolustuskorkeakoulu, 2009.

Rickerman, D., Major. Effects-Based Operations, A New Way of Thinking and Fighting. Kansas, School of Advanced Military Studies United States Army Command and General Staff College, 2003. (saatavilla: http://www.maxwell.af.mil/au/awc/awcgate/sam/ebo_rickerman.pdf, viitattu 28.12.2010.)

Kirjallisuus

Air Defense Systems Export Catalogue, Rosoboron Export, corporate publication, Intervestnik Publishing House, Moscow, 2008.

Blank, Stephen J ja Weitz Richard toim.: The Russian Military Today And Tomorrow: Essays In Memory Of Mary Fitzgerald. Heinäkuu 2010. Luettavissa <http://www.strategicstudiesinstitute.army.mil/Pubs/display.cfm?pubid=997>.

Chiryatnikov, Arkadiy D: Russia's golden armoury, M: Publishing House, Moskova, 2010.

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

Deptula, David A: Effects-Based Operations: Change In the Nature of Warfare. Aerospace Education Foundation, Arlington, Virginia, U.S.A, 2001.

Hirsjärvi, Sirkka – Remes, Pirkko – Sajavaara, Paula: Tutki ja kirjoita. 11. painos, Kustannusosakeyhtiö Tammi, Jyväskylä 2005.

Huttunen, Mika ja Metteri, Jussi: Ajatuksia operaatiotaidon ja taktiikan laadullisesta tutkimuksesta. Maanpuolustuskorkeakoulu, Taktiikan laitos, Julkaisusarja 2 Nro 1/2008, Edita Prima Oy, Helsinki 2008.

Juntunen, Alpo: Venäjän Imperiumin paluu. Maanpuolustuskorkeakoulu, Strategian laitos Julkaisusarja 1, Strategian tutkimuksia No 25, Edita Prima Oy, Helsinki 2009.

Kosola, Jyri ja Solante, Tero: Digitaalinen taisteluentä – Informaatioajan sotakoneen tekniikka. Maanpuolustuskorkeakoulu, Tekniikan laitos, julkaisusarja 1 n:o 13, Edita Prima Oy, Helsinki 2003.

Pedlow, Gregory W ja Welzenbach, Donald E. The CIA and the U-2 Program, 1954-1974, History Staff Center for the Study of Intelligence, Central Intelligence Agency 1998.

Sarajärvi, Anneli ja Tuomi, Jouni: Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. 1.-3. painos, Kustannusosakeyhtiö Tammi, Jyväskylä 2004.

Smith, Mark A: The Russian Chronologies: October – December 2009, Defence Academy of the United Kingdom, Research & Assessment Branch, January 2010.

Sotatekninen arvio ja ennuste 2025 – STAE 2025, osa 1 – Teknologinen kehitys. Puolustusvoimien Teknillinen Tutkimuslaitos, Edita Prima Oy, Helsinki 2008.

Sotatekninen arvio ja ennuste 2025 – STAE 2025, osa 2 – Puolustusjärjestelmien kehitys. Puolustusvoimien Teknillinen Tutkimuslaitos, Edita Prima Oy, Helsinki 2008.

Stovall, Sherryl H: Basic Inertial Navigation. Naval Air Warfare Center Weapons Division, China Lake, California, 1997.

Tavaila Arvi, Forsström Pentti, Inkinen Pertti, Puistola Juha-Antero ja Sirén Torsti: Venäjän asevoimat ja sotilasstrategia. Maanpuolustuskorkeakoulu, Taktiikan laitos, julkaisusarja 2, tutkimuslustoja no 28, Edita Prima Oy, Helsinki 2004.

United States Air Force Unmanned Aircraft Systems Flight Plan 2009-2047. Headquarters, United States Air Force, Washington DC, 2009.

Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005-2030. Department of Defense, Office of Secretary of Defense, Washington, 2005.

Werrel, Kennet P: The Evolution of the Cruise Missile. Air University, Maxwell Air Force Base, Alabama, 1985.

Artikkelit

Alexandrov, Alexei: "Is The Sky shield strong". Rossiyskie Vesti, 9. marraskuuta 2007. Englanninkielinen käännös julkaistu Defense & Security n:o 127, 14. marraskuuta, 2007.

Fulghum, D.A: "Away Game". Aviation Week & Space Technology, 8. tammikuuta, 2007.

Izvestia, 17.1.2008, s. 1; "New S-400 systems will be allowed to watch the outer space". Englanninkielinen käännös julkaistu Defense & Security n:o 5, 21. tammikuuta, 2008.

RIA Novosti 13.5.2010: Russia's space defenses in shambles - experts. Luettavissa http://en.rian.ru/military_news/20100513/159003853.html

Subbottin, Vitaly. A. ja Shavelkin, Anatoly M: Voennaia mysl', No. 10, Lokakuu 2010, s. 69-77. Englanninkielinen käännös luettavissa <http://dlib.eastview.com/browse/doc/24406313>.

Suvorov, Sergei: "Arsenal Umbrella for the Infantry". Russian Military Review; n: 8, elokuu, 2005.

Haastattelut

Venäjän federaation puolustusministerin Anatoli Serdjukovin haastattelu Maanpuolustuslehdelle 12.12.2008. Luettavissa internetissä

www.defmin.fi/files/1327/Puolustusministeri_Serdjukovin_haastattelu.pdf

Lehdet

Air & Space Magazine

Helsingin Sanomat

RIA Novosti

USA TODAY

Internet

<http://www.af.mil>

<http://www.armscontrol.org>

<http://www.ausairpower.net>

<http://www.fas.org>

<http://www.globalsecurity.org/military>

<http://www.mil.ru>

<http://pvo.guns.ru>

<http://www.strategycenter.net>

<http://www.yle.fi>

Tietokannat

Jane's asiakastietokannat internetissä (pääsy asiakassivuille Puolustusvoimien koulutusportaalien kautta):

Jane's Defence Equipment and Technology 2011

Jane's Electronic Mission Aircraft 2010

Janes's Ground Based Air Defence Systems 2010

Jane's Intelligence Review 2007

Jane's Land-Based Air Defence 2010

Jane's Missiles & Rockets 2010

Jane's Strategic Weapon Systems 2010 ja 2011

Jane's World Armies 2011

