

ILMATORJUNTA

aselajin järjestö- ja ammattilehti



4/2018

TULEVAISUUS – ILMASODANKÄYNNIN
GAME CHANGERS

TEEMANA

EXTREME
TECHNOLOGY



KONGSBERG

NASAMS

Ilmapuolustusjärjestelmä

- Käytössä Suomea puolustamassa
- Valittu jo yhdeksään maahan
- Verkostokeskeinen taistelujaotus
- Ylivertainen tulivoima
- Modulaarisuus turvaa kasvun
- Extended Range (ER), selkeästi suurempi ulottuvuus pian tarjolla



WORLD CLASS

- through people, technology & dedication

Kongsberg Defence Oy
Äyritie 8 D
01510 Vantaa

E-mail: kd.finland@kongsberg.com

www.kongsberg.com

ILMATORJUNTA 4 · 2018

Ilmatorjuntayhdistyksen jäsenlehti

TEEMANA

Tulevaisuus – Ilmasodankäynnin Game Changers



<http://www.acrookedpath.com>

PÄÄKIRJOITUKSET..... 4

TEEMA-ARTIKKELIT

Tulevaisuuden sotatoimien johtamisen haasteet.....	7
Ilmavoiman ydin - voiman keskittäminen ja jatkuvuus...	10
Ilmasodankäynnin tulevaisuuden trendejä.....	12
Ilmapuolustuksen lamauttaminen 2030- luvulla.....	16
Tuli, liike, suoja... Autonomia.....	24

PERUSLUKEMIA

Historiasta.....	32
Strategiasta	36
Taktiikasta.....	38
Tekniikasta.....	44
Ilma-aseesta; Pikku-uutisia Venäjältä.....	46

YHDISTYS

Järjestösihteeri tiedottaa.....	54
Tulevia tapahtumia	55
Yhdistys tiedottaa	56

KENTÄN KUULUMISIA

Crotale juhli 30-vuotista taivaltaan Rovaniemellä.....	58
Ilmasilta: lähtölaukauksia Saksasta.....	59

TARINOITA

Kirjaesittely – Kylmää sotaa Lapissa	60
Suomenlinnan ilmavalvonta-aluekeskus (IVAK)	61



Katse menneeseen ja tulevaisuuteen

64.vsk 205. lehti

JULKAISIJA

Ilmatorjuntayhdistys
Klaavolantie 2, 04300 Tuusula
www.ilmatorjunta.fi

PÄÄTOIMITTAJA

Henri Ruotsalainen
it.henri.ruotsalainen@gmail.com
puh. 050 544 1698

ILMOITUKSET

Medialootti Oy
Timo E. Karvinen
puh. 050 3309769
medialootti@luukku.com

TAITTO JA PAINO

Waasa Graphics Oy
Vasaratie 3 B
65350 Waasa
puh. (06) 315 6400
info@waasagraphics.fi
www.waasagraphics.fi

OSOITE- JA JÄSENASIAT

Ville Vatanen
jarjestos sihteeri.ity@gmail.com
Pajakatu 4 A 6
13100 Hämeenlinna
puh. 045 355 4525

PANKKI

IBAN: FI71 1366 3000 0512 01
BIC: NDEAFIHH

VALTUUSKUNTA

Antti Simola, pj
Juha Palmujoki, varapj

HALLITUS

Kai Naumanen, pj
Ahti Piikki, varapj

AINEISTON JÄTTÖAIKA (1/19)
1.2.2020

ISSN

1797-6448

Arvoisat lukijat, tämä vuosi vilahti silmien edestä lähes hypersoonisella vauhdilla. Vauhti on ollut joka rintamalla niin kovaa, ettei meinaa enää pysyä asioiden edellä. Täytyy kuitenkin pitää huoli, ettei elä menneessä, koska silloin elämä on pelkkää historiaa. Vuodenvaihte tarjoaa onneksi mahdollisuuden rauhoittua ja ladata akkuja tulevaisuutta varten.

Takana on ensimmäinen vuosi Ilmatorjuntalehden päätoimittajana. Lehden toimittaminen on ollut mielenkiintoinen kokemus. Erityisen hienoa on ollut huomata kuinka paljon aselajin ja ilmapuolustuksen parissa toimii aktiivisia ja ammattitaitoisia ihmisiä. Suurkiitokset lukijoille, tukijoille (yritykset), ja kaikille lehden toimittamisessa mukana olleille!

Tässä lehdessä suunnataan katse kohti tulevaisuutta. Teema-artikkelien lisäksi osa ”peruslukemista” on kirjoitettu tulevaisuuden näkökulmasta.

Teknologisen kehityksen vauhti kasvaa. Ilma-alusten ja niiden järjestelmien kehitys ottaa tällä hetkellä huimia harppauksia eteenpäin, joten vasta-aseiden kehittäjillä on edessä pitkiä työpäiviä ja unettomia öitä. Muutoksen, sen aiheuttamien uhkien ja mahdolli-

suuksien sekä niiden keskinäisen dynamiikan ymmärtäminen on yhä tärkeämpää. Teknologinen kehitys tuo mukanaan valtavia mahdollisuuksia, mutta kehitys voi kuitenkin nopeasti muuttua uhkiksi, jos kehitystyössä otetaan liian suuria harppauksia. Esimerkiksi raja ihmisen ja tekoälyn ohjaaman laitteen välillä hämärtyy – kuka on vastuussa, jos tekoälyllä varustettu robotti syyllistyy sotarikoksiin?

Tulevaisuutta ei voi tarkasti ennustaa, mutta otan silti riskin. Ennustan, että Ilmatorjuntalehden teemat ja julkaisuajat vuonna 2019 ovat:

1/2019

Ilmatorjunnan koulutus
(julkaistaan vko 9/2019)

2/2019

Ilmapuolustuksen valmius ja tilannekuva (julkaistaan vko 22/2019)

3/2019

Etelä-Suomen Ilmapuolustusseminaari (julkaistaan vko 37/2019)

4/2019

Strategiset hankkeet ilmatorjunnan näkökulmasta
(julkaistaan vko 48/2019)

Kiitos yhteistyöstä ja kiinnostuksesta lehteä kohtaan - hyvää loppuvuotta ja alkavaa vuotta 2019!

Päätoimittaja
Henri Ruotsalainen
it.henri.ruotsalainen@gmail.com



Missä mennään ilmatorjuntayhdistyksessä

Vuoden viimeisessä lehdessämme katse on vahvasti tulevaisuudessa. Miltä se näyttää erityisesti ilmasodankäynnin ja ilmapuolustuksen näkökulmasta. Saman teeman ympärillä toteutettiin ilmavoimien toimesta Finnish Air Power Conference 2018 San-tahaminassa viikolla 44 suunnattuna Maanpuolustuskorkeakoulun opiskelijoille ja ilmapuolustuksen parissa työskentelevälle palkatulle henkilöstölle. Vastaavaa agendaä käsitteli yhdistyksemme järjestämä Etelä-Suomen ilmapuolustusseminaari Parolannummella 6.10.2018. Miten puolustuskykyämme ja suorituskykyjämme tulisi siis kehittää, jotta vastataan tehokkaasti ja uskottavasti tulevaisuuden vaatimuksiin?

En käsittele sen enempää puolustusjärjestelmän kehittämistä, mutta toimikoon johdanto siltana ilmatorjuntayhdistyksen pienimuotoiseen tilannekatsaukseen kehittämisen näkökulmasta. Puheenjohtajakauteni vajaa ensimmäinen vuosi alkaa täytyä ja on aika hieman kertoa yhdistystoimintamme toteutumisesta kuluvana vuonna.

Toiminnasta ja tapahtumista sekä niiden kehittämisestä nostan esiin jo mainitun Etelä-Suomen ilmapuolustusseminaarin, jonka ideoinnista iso

kiitos kuuluu luonnollisesti jo edelliselle hallitukselle. Seminaaria ja sen näkyvyyttä kehitettiin mm. ottamalla mukaan alan yrityksiä sekä teemoittamalla lehtemme numero 3 kyseisen seminaarin sisällöllä. Kokemukset olivat erittäin hyviä. Kiitokset onnistuneen seminaarin toteutuksesta Hämeen osastolle ja tukemisesta Helsingin ilmatorjuntarykmentille! Vastaavalla konseptilla tullaan todennäköisesti jatkamaan, ehkä hieman vielä kehittäen. Tavoitteena on myös ideoida ja mahdollistaa jäsenistölle muita yhdistäviä tilaisuuksia tuleville vuosille. Esityksiä otetaan vastaan.

Osastojen tukemisen ja paikallisen näkyvyyden kehittämisestä mainittakoon kannatusilmoitusmenettelyn mahdollistaminen osastoille ja killoille sekä ilmatorjunnan kotiseutuopas -idean tukeminen. Ensin mainitussa ideana on ollut aktivoida osastoja/kiloja paikalliseen yhteistoimintaan sekä tukea varainkeruuta yhdistystoiminnan ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi. Kesän ja alkusyksyn valmistelujen jälkeen toimintatapa lanseerattiin käyttöön loppuvuodesta. Jälkimmäisen osalta, kuten jo viime numerossa tuotiin esiin, ideojana ja ensimmäisenä toteuttajana on toiminut evl evp Heikki Simola. Ilmatorjuntayhdistys on ilomielin ottanut tukemistehtävän vastaan ja

pyrkii kannustamaan uusia tekijöitä sekä mahdollistaa näkyvyyden mm. lehdessämme. Uusia tekijöitäkin on jo alkanut ilmaantumaan, hienoa!

Koko jäsenistöämme koskeva meneillään oleva kehityskohde on jäsenrekisterimme. Jäsenrekisterin uudistamisesta on puhuttu jo ilmeisen kauan, onhan nykymalli hieman vanhanaikainen ja kankea mahdollisuuksiin verrattuna. Hallitus onkin ryhtynyt aktiivisiin toimiin rekisterin vaihtamiseksi nykyaikaiseen verkossa toimivaan palveluun, joka samalla mahdollistaisi monia muitakin hallintoa keventäviä toiminnallisuuksia. Toivottavasti voin kertoa tästä kehityspolusta lisää jo seuraavissa lehdissä.

Vuosi 2018 lähenee loppuaan ja matkalla sinne juhlitaan vielä perinteikkäästi aselajin juhlapäivää marraskuun lopussa. Eri puolilla Suomea järjestetäänkin hienoja tilaisuuksia, joissa voi juhlistaa vuosipäiväämme hyvässä seurassa. Kiitän jo tässä vaiheessa ilmatorjuntayhdistyksen jäsenistöä, hallitusta, osastoja ja kiloja sekä kaikkia yhteistyökumppaneita kuluneesta vuodesta. Samalla toivottan rauhaa joulun aikaa sekä menestystä tulevalle vuodelle. Olkoon yhteistyössä ja aktiivisessa kehityshakuisessa toiminnassa voimamme!

T. K. Naumanen



Ilmatorjunnan kantilta - tarkastajan tontilta

Kaikin puolin työn täyteinen vuosi on täyttymässä. Paljon on tehty ja paljon on saatu aikaan. Ilmapuolustusharjoitusten ohella monia hyviä tapahtumia on järjestetty eri puolilla Suomenniemeä muun muassa Ilmapuolustusseminaari Hattulassa sekä ITO90M Crotale NG 30-vuotis -tilaisuus Rovaniemellä. Kiitokset kaikille tilaisuuksien järjestäjistä - mielenkiintoisia ja muistoja herättäviä tilaisuuksia.

Lehden teemana on ”ilmasodankäynnin Game Changers”, joka osuu täsmälleen tarkastajan tehtäväkuvauksen yhteen nurkakiveen. Asiaa voi luonnollisesti käsitellä monelta kantilta, mutta otan tässä muutaman asian esille. Ilmatorjunnan kehittäminen on sidoksissa sekä lännen että idän järjestelmien että toiminnan kehittämiseen ja kehitykseen. Vuosiluokina lähihistorian merkittävimmät kehitykseen vaikuttaneet vuodet ovat allekirjoittaneen osalta olleet 2008 ja 2014. On kuitenkin niin, ettei peräpeiliin kannata paljon vilkuilla historiaa emme voi muuttaa, toki voimme siitä oppia, elämme tässä hetkessä ja siksi kannattaa suunnata energia huomiseen, koska siihen mitä ”huomenna” teemme, voimme vaikuttaa.

Toiminnan osalta Puolustusvoimat ja etenkin Maavoimat on suunnannut toimintaa valmiudelliseen

suuntaan. Koulutusorganisaatiosta on siirrytty valmiusorganisaation, joka myös kouluttaa. Valmius näkyy läpi kaikessa toiminnassa ja ennen kaikkea **valmius on asenne**. Ja ennen kaikkea se, että valmius lähtee yksilöstä, palkatusta henkilöstöstä ja asevelvollisista, on paljon enemmän kuin mitä saamme ikinä irti järjestelmistä. Tämä on merkittävä Game Changer.

Tällä hetkellä puhutaan paljon ballististen ohjuksien sekä risteilyohjuksien torjunnasta aivan kuin se olisi uusi asia. Niin kauan kuin olen aselajissa ollut, niin näistä asejärjestelmistä on puhuttu ja niiden torjuntaa mietitty enkä laske niitä siis tulevaisuuden Game Changereiksi. Mitä uutta on sitten tutkan keilassa? Haastavin, mielenkiintoisin ja monikäyttöisin uhka ilmauhkan näkökulmasta ovat ehdottomasti erilaiset miehittämättömät lentolaitteet kaikissa kokoluokissa. Näitä käyttävät ja kehittävät niin eri maiden asevoimat kuin myös ei valtiolliset toimijat, ne ovat siis jo tätä päivää, mutta myös voimakkaassa kehityksessä. Osa näistä järjestelmistä on kaikkien saatavilla. Miehittämät lentolaitteet ovat edullisia ja ne mahdollistavat jo nyt erilaisten tehtävyyppien toteuttamisen. Torjuntajärjestelmien kehitys on jäänyt jälkeen, mutta on kehityksessä kovaa vauhtia.

Toinen iso asia on OODA-loopin nopeuttaminen ja tilanneymmärryksen luominen nykyajan taistelukentällä ja tähän liittyy sähkömagneettisessa spektrissä opeointikyvyn säilyttäminen. Keinoäly, robotiikka ja koneoppiminen kaikki ovat osa tätä kokonaisuutta. Eli ilmatorjunnallisesti, kuinka voimme varmistaa, että ilmatorjunnan taistelun johtamiseen on olemassa oikeaa tietoa, oikea aikaisesti järjestelmien tukemana. Tässä asiassa uskon, että ihmisen rooli säilyy merkittävänä ja siksi tätä harjoitellaan kohtuullisen paljon.

Game Changereita on ollut jokaisena vuosikymmenenä ja näin tulee varmasti jatkumaan, kenties avaruus on seuraava iso askel, joka on tulossa yhä useamman saataville niin hyvässä kuin pahassa.

Toivotan kaikille erittäin hyvää ilmatorjunnan vuosipäivää sekä onnittelen ilmatorjunnan ansioristien saajia. Samalla toivotan rauhallista Joulua, kaikki palveluksessa olevat tietävät, että myös ensi vuosi tulee olemaan mielenkiintoinen ja työn täyteinen.

Eversti
Sami-Antti Takamaa
Ilmatorjunnan tarkastaja



Komentaja Kari Aapro
Johtamisen ja Sotilaspedagogiikan
Laitoksen Pääopettaja
Maanpuolustuskorkeakoulu

Tulevaisuuden sotatoimien johtamisen haasteet

Tulevaisuuden sotatoimien kehitystä arvioivan tutkimustoiminnan näkökulmasta sodankäynnin ja operaatioiden toimeenpanon sekä johtamisen arvioidaan tulevaisuudessa muuttuvan yhä monimutkaisemmiksi. Sotatoimien kehitykseen vaikuttavan muutoksen kuvaamiseen ei ole yleisellä tasolla löydettävissä ainoastaan yhtä ylitse muiden olevaa selittävää tekijää, vaan kehityksen arvioidaan tapahtuvan yksittäisen muutostekijän sijaan useiden osatekijöiden muutoksen summana. Yhteiskunnan verkostuneisuus ja hybridivaikuttamisen keinojen käyttö osana kriisejä kasvat-
taa yhteiskunnan toiminnan eri osa-alueiden keskinäisriippuvuutta ja tästä johtuen esimerkiksi poliittisten, inhimillisten, teknologisten, taloudellisten sekä ympäristöllisten tekijöiden arvioidaan kytkeytyvän sotilaallisten toimien ohella yhä tiukemmin tulevaisuuden kriisiin ytimeen. Edellä kuvatuista syistä johtuen kriisien dynamiikan ja keskinäisriippuvuuden lisääntymisen arvioidaan tekevän sodankäynnistä yhä kokonaisvaltaisempaa, moniulotteisempaa ja monitasoisempaa. Kriisien arvioidaan tulevaisuudessa keskittyvän yhä enemmän kaupunkeihin ja kasvukeskuksiin. Sotatoimien johtamisen kannalta tämä tarkoittaa sitä, että tulevaisuuden operaatiot ovat tilannekuvan ylläpidon, päätöksenteon ja johtamisen kannalta yhä vaikeammin hahmotettavissa, hallittavissa ja johdettavissa.

Sodankäynnin yleinen muutos ei ole kuvattavissa yhden selittävän muutostekijän kautta (revoluutio) tapahtuvana kehityksenä, vaan sen arvioidaan olevan sarja useita peräkkäisiä muutostekijöitä josta on aiheutunut kehitysjatkumo (evoluutio). Uusien entistä monimuotoisempien vaikuttamiskeinojen ja näkökulmien keksiminen on johtanut vastakkaisten toimintatapojen ja menetelmien kehittämiseen, jonka myötä sodankäynnin näkökulma on monimuotoistunut, laaja-alastunut ja käsittää muitakin kuin pelkästään sotilaallisen vaikuttamisen keinoja.

Hybridivaikuttamisen tai asymmetristen keinojen käyttäminen ei sinänsä ole uutta tämän päivän sotatoimien osana. Tästä hyvänä esimerkkinä voidaan käyttää II MS:n aikana tehtyjä liittoutuneiden ilmapommituksia Saksan kuulalaa-keritehtaisiin, jotta panssarivaunujen tuotanto saataisiin pysähtymään tai viimeaikoina tapahtuneiden Venäjän energian jakelun (öljy, kaasu) häiriöitä tai keskeytyksiä osana poliittista painostusta sen kauppa-kumppaneita vastaan tai tunnuksettomien taistelijoiden käyttöä Ukrainassa Krimin miehityksen aikaan. Kysymys on kokonaisvaltaisen lähestymisnäkökulman ottamisesta vaikuttamiseen, jonka avulla kaikki siviili- ja sotilastoimet (esim. perinteiset sotilasoperaatiot, erikoisjoukko-operaatiot, peitetyt sotilasoperaatiot eli ”pienet vihreät miehet”, kansallisten levottomuuksien lietsominen, pro-

paganda ja väärän tiedon levittäminen, diplomatia, kyberhyökkäykset ja taloudellinen painostaminen) kytketään osaksi koordinoitua kokonaisoperaatiota jolla pyritään vaikeuttamaan vastustajan toimintaa kaikilla yhteiskunnan toiminnan tasoilla samanaikaisesti.

Sodankäyntiin liittyvä muutos on luonteeltaan pysyvää ja jatkuvaa, näin on aina ollut, mutta nykyhetken johtaneiden keskeisten muutostekijöiden voidaan katsoa käynnistyneen noin 40 - 50 vuotta sitten. Yhdysvaltain sotakokemukset Vietnamin sodasta ja kylmän sodan (massamainen kulutussodankäynti) tultua tiensä päähän länsimaissa alkoi korostua pyrkimys niin sotilaskuin siviiliuhrien vähentämiseen sodissa ja kriiseissä sekä sotavoiman taloudelliseen ja tehokkaaseen käyttöön. Kylmän sodan jälkeen asevoimien käyttö alkoi suuntautua yhä enemmän rauhanturvaamiseen ja kriisinhallintaan. Pienentyneissä operaatioissa ja operoitaessa lukumääräisesti vähäisemmällä joukoilla alettiin korostaa **joukkojen hajautettua käyttöä** ja joukkojen omaa suojaa. Tästä johtuen asevoimien kehittämisen painopiste alkoi suuntautua raskaan panssaroinnin ja lukumäärän sijaan nopeaan liikkuvuuteen, tulivoimaan ja sen siirrettävyyteen sekä tulen käytön pitkään kantamaan, maastouttamiseen ja harhauttamiseen, elektroniseen suojaan ja vaikuttamiseen sekä liikkuvaan johtamiskykyyn ja tietoverkkojen hyväksikäyttöön.

Toisena kehitysaskeleena voi-

Tulevaisuus – Ilmasodankäynnin Game Changers

daan pitää sotateknologian (paimentaminen ja ohjautuvat ammuksiset ja ohjukset sekä pitkä kantama) kehittymistä joka mahdollisti **kaukovaikuttamisen ja tulenkäytön hajauttamisen**. Uudesta toimintatavasta saatiin viitteitä Persianlahden ensimmäisessä sodassa, jossa konventionaalisten joukkojen käytön sijaan korostui erikoisjoukkojen, satelliittien tuottaman tiedustelutilannekuvan, kehittyneen johtamisjärjestelmän, ilma-aseen ja kaukovaikutteisten ohjautuvien asejärjestelmien käyttö. Ensimmäisestä Persianlahden sodasta saadut kokemukset valoisivat länsimaihin uskoa siitä, että teknisesti kehittyneempi ja paremmat taloudelliset resurssit omaava vastustaja saattaisi kyetä tulevaisuudessa voittamaan sotaoperaatioita kaukovaikutteisilla asejärjestelmillä kirurgisen tarkasti ja taloudellisesti. Vuosien 1990 - 1991 välillä toteutetussa Desert Storm-operaatioissa saavutettu menestys korosti sotateknologian saavutuksia ja toi uskoa tulevaisuudesta jossa sotia voitaisiin käydä teknologiseen ylivoimaan perustuen lähes riskittä ja ilman omia tappioita.

Hyvin pian käsitykset tulevaisuuden sotatoimien riskittömyydestä kuitenkin romutuivat, sillä vuonna 2003 alkanut Persianlahden toinen sota osoitti sen, että sotaa ei ehkä sittenkään kyettäisi voittamaan pelkästään kaukovaikuttamiseen perustuvilla täsmäiskuilla, vaan vastustajan lyömiseen ja alueiden haltuunottoon sekä pitämiseen tarvittaisiin edelleen myös konventionaalisia maajoukkoja. Persianlahden toisessa sodassa ilmavoimia näkyvämpään osaan nousi risteilyohjusten käyttö. Sukellusveneet ja taistelualukset

kyettiin ryhmittämään turvallisuudelle etäisyydelle vastustajasta, ylläpitämään jatkuvaa 24h/vrk tulenkäyttövalmiutta ilmavoimia taloudellisemmin ja ilman tarvetta hallita vastustajan ilmatilaa.

Kolmas kehitysaskel uusiin toimintatapoihin siirtymisessä on aiheutunut tekoälyn, robotiikan sekä tietoliikenteen ja paikannuksen kehityksen seurauksena, joka on mahdollistanut **omien operaatioiden ja iskujen hajauttamisen**. Miehitettävien tiedustelu-, valvonta-, maalinosoitus- ja tulenkäyttöjärjestelmien kehitys on johtanut uudenlaisten taisteluvälineiden käyttöönottoon joiden avulla perinteiset tehtävät pystytään suorittamaan kauko-ohjatusti ja tehokkaasti ilman riskiä omista merkittävistä tappioista (pl. mahdolliset materiaaliset tappiot). Tappavien automisten asejärjestelmien (Lethal Autonomous Weapons Systems, LAWS) kehitys on myös nostanut esille keskustelun robotiikan rajoista ja nk. koneiden sodasta. Mikäli koneet käyvät tulevaisuudessa sotia keinoälyn avustamana, niin kuka tekee päätökset voiman käytöstä. Juuri tästä problematiikasta ja taistelukentän muutoksesta johtuen ollaan ajautumassa yhä monimutkaisempiin maalitilanteisiin missä päätöksenteon merkitys voimankäytön perusteena on yhä keskeisemmässä roolissa.

Tulevaisuuden kriisien arvioidaan alkavaan ilman ennakkovaroitusta ja keskittyvän yhä enemmän kaupunkeihin ja taloudellisen toiminnan keskittymiin eli sinne missä on suurin osa ihmisistä, rahasta, kriittisestä infrastruktuurista ja päätöksenteosta ja vallasta. Vastustajaan koko yhteiskuntaan pyritään vaikuttamaan Eversti John

A. Wardenin (USAF) kehämällä mukailten, kohdistamalla samanaikaisesti hyökkäykset kaikkiin toimintoihin ei pelkästään sotilaallisella voimalla, vaan **hybridivaikuttamisen** keinoin. Hyökkäyksen tavoitteena on romuttaa yhteiskunnan hallinnan kannalta kaikki keskeiset rakenteet ja luoda sekasortoa ja lietsoa paniikkia koko yhteiskuntaan joka on vaikeasti hallittavissa ja johdettavissa. Tällainen hybridivaikuttamiseen perustuva operaatio voi olla kestoaltaan hyvinkin pitkäaikainen ja tapahtuu normaalin arkielämän keskellä.

Sotilaallisen voiman käytön johtamisen kannalta edellä kuvattu tilanne on erittäin haastava kriisiskenaario. Kansainvälisen humanitaarisen lain perusteella sotilaalliselle voimankäytölle kriisissä tai sodassa tulee olla olemassa oikeutus (Jus Ad Bellum) ja sotilaallisessa konfliktissa pitää pystyä minimoimaan ulkopuolisten siviilitoimijoiden kärsimys (Jus In Bello).

Mikäli vastustajan voima koostuu asevoimien lisäksi puolisoitilaallisista joukoista (poliisi, rajavartija, santarmi yms.), tunnuksettomista taistelijoista eli ”pienistä vihreistä miehistä”, terroristeista tai vapaustaistelijoista ja heidän tukijoukoistaan sekä kannattajistaan ja epäsuorista vaikuttamisen keinoista esim. kyberhyökkäykset, niin miten potentiaalisessa voiman käyttötilanteessa kyetään tunnistamaan valittu kohde ja tekemään päätös oikeutetusta voiman käytöstä – keinoälyn perusteellako? Miten miehittämättömiä asejärjestelmiä pystytään hyödyntämään näissä tilanteissa? Mitä tämä edellyttää joukkojen johtajilta ja komentajilta kaikilla toiminnan tasoilla ja mil-

lainen tilannekuva-, johtamis- ja päätöksentekojärjestelmä tarvitaan tukemaan tällaista kriisitilannetta? Vastustaja ei välttämättä merkitse itseään näkyvillä tunnuksilla tai uniformuilla ja pyrkii hyödyntämään tilanteen kaoottisuutta piiloutumalla siviiliväestön sekaan.

Kun kuvattuun tilanteeseen liitetään vaatimus kriisiin kuulumattomien siviilitoimijoiden kärsimysten minimoimisesta eli pyrkimys käyttämään voimaa vain sen verran kuin tilanne edellyttää, välttämään siviiliuhrien syntymistä, infrastruktuurin tuhoamista ja varmistamaan humanitaarisen oikeuden toteutuminen, niin on siinä haastetta johtamistoiminnalle kerrassaan.

Kaupungit, satamat, lentokentät ja teollisuusalueet ovat taisteluympäristönä ja johtamisen kannalta erittäin haasteellisia, sillä taisteluita

voidaan samanaikaisesti käydä monessa eri ulottuvuudessa ja tilassa jossa ei voida soveltaa pelkästään perinteiseen suomalaiseen metsämaastoon sovitettua taistelutekniikkaa, taktiikkaa ja vastuualuejakoa. Tällaisessa ympäristössä liikkumiseen ja taistelemiseen tarvitaan myös erikoisvälineistöä ja osaamista. Nopeasti kehittyvissä tilanteissa siviiliväestöä ei kyetä evakuoimaan ja vastustaja pyrkii hyödyntämään tilanteen käyttämällä siviilejä ihmiskilpinään oman toiminnan suojaamiseksi.

Hybridisodankäyntiin liittyvissä tilanteissa taistelut eivät todennäköisesti ole pitkäkestoisia, vaan nopeasti kehittyviä terrori-iskun kaltaisia tilanteita joissa hyökkääjä pyrkii lamauttamaan valitun kohteen mahdollisimman nopeasti ja irtautumaan sen jälkeen tilanteesta

valmistelemaan uutta iskua. Puolustajan joukkojen käytön kannalta tällaisiin tilanteisiin reagointi edellyttää hyvää tilannekuvaa, johtamiskykyä ja lähes viiveetöntä kykyä vaikuttaa valittuun kohteeseen.

Uudet uhkat on tunnistettu ja niistä puhutaan kotimaassa ja kansainvälisillä areenoilla, mutta miten olemme reagoineet kuvattuun muutokseen omassa tutkimus- ja kehittämistoiminnassamme. Olemme kaikki aikanaan kuulleet kaappauksenomaisesta yllätyshyökkäyksestä tai olleet osallisena strategisen iskun ennaltaehkäisyssä ja torjunnassa (SIETO). Olisiko tullut aika arvioida pääkaupunkiseutua ja muita kasvukeskuksiamme potentiaalisina kriisi- ja uhka-alueina uudelleen?



**Toivotamme kaikille asiakkaillemme
ja yhteistyökumppaneillemme
rauhallista joulua
ja turvallista uutta vuotta!**

Millog

Lahjoitamme tänä vuonna joulutervehdyksiin varatut rahat Tampereen Lastenklinikan tuki ry:lle uuden lasten ja nuorten sairaalan varustamiseen.

www.millog.fi



Ilmavoiman ydin - voiman keskittäminen ja jatkuvuus

Sotilaallisen maanpuolustuksen tehtävät on määritelty varsin yksiselitteisesti. Siitä huolimatta käsitteen tarkastelu kategorisesti eristettynä systeeminään ilman kokonaisuomaan puolustuksen viitekehystä jäisi lopputulemaltaan auttamatta pintapuoliseksi. Saman juurisyyn seurauksena Ilmavoimien tai ilmapuolustuksen tulevaisuusnäköymien tarkastelu huomioimatta koko puolustusjärjestelmän alati muuttuvia uhkasidonnaisia päämääriä ei ole enää nykyaikana relevanttia.

Puolustusjärjestelmän keskeisenä periaatteena on nyt ja melkoisella varmuudella myös 2030-luvulla yleiseen asevelvollisuuteen perustuva liikkuva alueellinen puolustus. Valittu toteutustapa määrittää suuntaviivat kaikkien sotilaallisten voimavarojen kehittämiselle ja ylläpidolle. Ilmavoiman keskeisenä erityispiirteenä on kyky hyödyntää nopeutta, ulottuvuutta ja kolmiulotteista toimintaympäristöä. Kyky keskittää vaikutuksia samanaikaisesti vastustajan voimanlähteeseen, elintärkeisiin toiminnan keskittymiin, kriittisiin haavoittuvuuksiin sekä kyky ilmaista kansallista tahtoa missä ja milloin tahansa tekee ilmavoimasta ketterän sotilaallisen ja poliittisen työkalun. Edellä mainittujen ominaispiirteiden johdosta ilmavoima sulautuu luonnolliseksi osaksi maanpuolustuksen kokonaisratkaisua ja liikkuvaa alueellista puolustusta.

Ilmavoiman alueellinen keskittyminen ja keskittäminen tapahtuvat muista toimintaympäristöistä poiketen kymmenissä minuuteissa. Ilmavoiman ytimessä oleva voiman tarkoituksenmukainen keskittäminen

onkin kaksiteräinen miekka. Vastustajan ilma-aseen kiusallisuutta lisää nimenomaan se, että teoreettisesti tarkasteltuna voiman keskittämisellä ja painopistevalinnalla saavutettavat vaikutukset määrittää aina hyökkääjä, eli osapuoli, jolla on aktiivinen pyrkimys ja etenkin joustava kyky tuottaa vastapuolelle vaikeasti ennustettavia tappioita. Ennakoiva puolustuksellinen painopiste voidaan toki muodostaa, mutta sen lopullisista vaikutuksista päättää viime kädessä hyökkääjä vaikkapa välttämällä tai kiertämällä puolustuksen kokonaan. Hävittäjien ansiosta ilmapuolustus ei muodostu ennakoitavaksi, vaan se mukautuu vallitsevaan tilanteeseen nopeasti, paikaten tarvittaessa puolustuksen painopisteen ulkopuolelle jääneet alueet.

Koska ilmanhallinta on tauotonta ja pysähtymätöntä, on ilmasodan ytimessä painopisteen muodostamisen lisäksi myös jatkuvuuden turvaaminen. Taktisella tasolla tehtävät päätökset ovatkin pohjimmiltaan herkkää tasapainottelua voiman keskittämisen ja voiman jatkuvuuden välillä. Tämän taktisen tasan optimoinnin ehtona on täsmällinen ja reaaliaikainen ilmatilannekuva ja -ymmärrys sekä keskitetty tulenkäytön ja valvonnan johtaminen yhdistettynä tiedonkulkuverkoston viiveettömyyteen.

Hävittäjävoiman jatkuvuuden turvaaminen perustuu tukeutumis-alustoihin ja niiden keskitettyyn johtamiseen tulenkäytön ehdoilla sekä toisaalta kykyyn koordinoita ja hyödyntää ilmatorjunnan suorituskkyä joko erikseen tai yhteistoiminnassa hävittäjien kanssa. Ilmatorjunnan

suorituskyvyillä tuetaan tai pikemminkin mahdollistetaan rajallisen monitoimihävittäjäresurssin kohdentaminen ilmasta-ilmaan toiminnan ulkopuolisiin tehtäviin osana puolustushaaratukea tai Puolustusvoimien operointia.

Ilmasodan tempo ei pysähdy yksittäisen taistelun lakatessa, vaan sen hallinta tai hallinnan menettäminen tapahtuu käytännössä välittömästi toisen osapuolen voimantuottokyvyn loppuessa. Tämä altistaa ilmasodankäynnin resurssien lisäksi koko puolustusjärjestelmän sekä kansakunnan resurssit ja toiminnot välittömälle massiiviselle ilma-aseen käytölle. Edellä mainitut vaikutukset voidaan estää tai minimoida kattavalla ilmapuolustuksen kokonaisratkaisulla, johon sisältyy alueellista suojaa ja pidäkettä tuottava riittävän ulottuva ja suorituskkyinen ilmatorjunta.

Tulevaisuuden näköymät

Tulevaisuuden taistelukenttä on monimutkaistumassa peruuttamattomasti. Puhtaasti sotilaallisten keinojen käytön korostumisesta konfliktikynnyksen alapuolella tai jopa sen tuntumassa tasapainotteluun on selkeitä viitteitä. Viime vuosien keskusteluissa tällaisten keinojen ruumiillistumaksi on painokkaasti pyritty konkretisoimaan yksinomaan hybridivaikuttamista unohtaen, että denial-strategioita tukevien suorituskkyjen (esim. A2/AD) vaikutuspotentiaalin läsnäololla on mahdollisuus edistää samankaltaisia, myös sotaa alemman asteen pyrkimyksiä.

Viime vuosina pinnalle tar mokkaammin nousseet kyber- ja

avaruustoimintaympäristö ovat jo nykyisellään laajentaneet maanpuolustuksen tehtäväkenttää. Näillä toiminnan alueilla on läpileikkaava vaikutus koko taistelujärjestelmään ja toisaalta lisääntyvän teknologiariippuvuuden seurauksena koko yhteiskuntaan. Vaikka käytettävät keinot eivät juuri nykyisestään muuttuisikaan, haavoittuvuutemme lisääntyy, koska tila johon meitä voidaan kriittisesti haavoittaa, laajenee. Ilmavoimia leimaavan tekniikkavetoisuuden seurauksena näiden vahvuusiksi valjastettujen, joskin haavoittuvuussiksi helposti kääntyvien teknologiariippuvuuksien huomiointi kehittämisessä on erityisen tärkeää.

Uusien domainien sekä kehittyvän teknologian aiheuttama lisääntyvä epäsymmetria ja ennakoimattomuus johtavat väistämättä siihen, ettemme kykene suojaamaan toimintaamme koko potentiaaliselta uhkakirjolta. Tämän vuoksi vaikuttamisen ja suojan rajapintoja on hälvennettävä lisäämällä oman toiminnan suojaamiseksi aktiivisempia ennakoivia suojan, mutta toisaalta totuttua laajemmin myös vaikuttamisen elementtejä. Taistelutilan alati monimutkaistuessa puolustusjärjestelmän suorituskykyjen monikäyttöisyys, keskinäinen korvaavuus (operatiivinen redundanssi) sekä johtamis- ja tukiverkoston laajuus nousevat keskeiseksi osaksi taistelunkestävyyttä ja suojaa.

Kehittämisohjelmien lisäksi, mitava osa Ilmapuolustuksen suorituskykyä rakentuu strategisten hankkeiden myötä. HX-hankkeesta koko puolustusjärjestelmään ulosmitattavat suorituskyvyt sekä kyvykkyydenlisäykset määrittävät merkittävän osan ilmapuolustuksen ja Ilmavoimien näkymistä tuleville vuosikymmenille. Uskottavan, tarkoituksenmukaisen ja tehtäviinsä soveltuvan maanpuolustuksen näkökulmasta on aivan keskeistä ymmärtää, etteivät strategiset hankkeet toimi kehittämishjelmarahoituksella tapahtuvien

puolustusmateriaalihankintojen uhkaajina tai kilpailijoina. Hankkeilla rakennettavat monipuoliset suorituskyvyt täydentävät läpileikkaavasti koko puolustusvoimien mitta-kaavassa tapahtuvaa materiaalista kehittämistä ja tehdyn ratkaisun on vastattava muodostuviin ja kehittyviin uuhkiin aina 2060-luvulle asti.

Kohdistettaessa katsetta tulevaisuuteen, ei voi välttyä hypersoonisten aseiden, ihmisen kyvyt moninkertaisesti ylittävän päätöksentekonopeuden tai sensor-to-shooter -ketjun murroksenomaisen nopeutumisen tarkastelulta. On kuitenkin syytä suhtautua rationaalisen varauksellisesti visioihin, joissa miltei sensaatiomaisen hypetyksen saattelemana taistelulentälle tulleet avaruus-, tekoäly- ja nano-/kvanttitekniologiat riittäisivät lähivuosikymmeninä sellaisenaan mullistamaan ilmapuolustuksen fundamentteja. Ilmiöinä nämä tosin jo nyt ravistelevat niin ilma-, kuin koko maanpuolustuksenkin suunnittelua. Joskin, niiden vaikutukset ovat toistaiseksi jääneet varsin aineettomalle tasolle. Ottamatta täsmällisemmin kantaa yksittäisten teknologiainnovaatioiden vaikutuksiin Suomen sotilaallisessa puolustamisessa, niin näyttäisi selvältä, että uskottava puolustus vaatii tulevaisuudessa enenevässä määrin kasvavaa sympatiaa sisäistä synergiaa tukevia teknologisia ratkaisuja kohtaan.

Ilmapuolustuksen poikkeusolojen päätehtävänä on tulevaisuudessakin suojata Puolustusvoimien ja yhteiskunnan toimintakyky suoraan tai välillisesti vastustajan ilmauhkilta. Suojan voi tuottaa joko staattisesti jatkuvalla läsnäololla (esim. ilmatorjunta) tai dynaamisesti liikettä ja ulottuvuutta hyödyntäen (esim. hävittäjät). Liikkuvuuteen ja ulottuvuuteen nojaavan dynaamisen ilmapuolustuksen näkökulmasta tulevina vuosikymmeninä ilmauhkan ajakännettä radikaalisti suoraan muutavien järjestelmien määrä pysynee melko marginaalisena painottuen

lähinnä lyhyen kantama ballistisiin ohjuksiin (SRBM). Risteilyohjusten volyymin kasvu haastaa merkittävästi valvonta- ja torjuntakykyä, jolla on merkittävää epäsuoraa vaikutuspotentiaalia myös tulevaisuuden ilmasodan aikajänteeseen. Tästä lienee tulossa uusi normaali, johon on varauduttava kehittämällä toimintatapoja ja laajentamalla passiivisen suojan keinovalikoimaa sekä rakentamalla soveltuvin osin staattisen ilmapuolustuksen sekä valvonnan suorituskykyä.

Optimaalisessa tilanteessa sekä staattista että dynaamista ilmapuolustusta kyetään hyödyntämään tilanteen vaatimalla tavalla lisäten tarvittaessa alueellista volyyimia voimaa keskitämällä. Tämä ei ole tulevaisuudessakaan mahdollista ilman tarkoitukseenmukaisesti jaettua tilannekuvaa ja keskitettyä tulenkäytön johtamista. Toiminnassa ja johtamisessa tulee korostumaan kaksijakaisuus keskitetyn johtamisen mahdollistaman mukautuvuuden ja hajautetulle johtamiselle ominaisen taistelunkestävyyden välillä. Toisaalta aselavettien ja -järjestelmien roolin hiljattainen muutos tiedon ulosmittaajasta kohti jaetun tiedon tuottajaa tulee muuttamaan verkostoituneisuuden vaatimuksia myös hajautetusti johdettujen joukkojen osalta.

Nähtävissä olevan kehittämispolun valossa ilmatorjunnan rooli ns. rajapinta-aselajina ei ole kokemassa mullistavia muutoksia tulevien vuosikymmenien aikana. Toisaalta aikaisemmin mainittua ilmapuolustuksen sisäistä synergiaa on lisättävä parantamalla joukkojen ja järjestelmien johdettavuutta sekä rakentamalla ilmatorjunnalle teknisiä ratkaisuja mm. omien ilma-järjestelmien nopeampaan tunnistamiseen elektronisesti nykyistä haastetummassa toimintaympäristössä.

Kirjoittaja työskentelee osastoiesiupseerina Ilmavoimien esikunnan suunnitteluosaston strategisen suunnittelun sektorilla vastuualueinaan tulevaisuuden tavoitteetilat ja konseptit



Ilmasodankäynnin tulevaisuuden trendejä

Animaatiosarja Simpsonsissa ennustettiin jo vuonna 2000, että Donald Trumpista tulee presidenttiehdokas. Paluu Tulevaisuuteen II -elokuvasa puolestaan ennustettiin jo vuonna 1989 itsensä sitovat kengännauhat ja leijulauta. Molemmat osuivat oikeaan. Tulevaisuutta on vaikea ennustaa tarkasti, mutta on todennäköistä, että 2030- luvulla nähdään operatiivisessa käytössä teknisesti kehittyneitä häive- teknologiaan perustuvia ilma-aluksia, puoliautomaattisia miehittämättömiä ilma-aluksia, laseraseita, erilaisia suunnatun energian aseita, ja ne kaikki voivat toimia samassa tekoälyn ohjaamassa dataverkossa. Ilmatorjuntajärjestelmien kehitys yrittää pysyä perässä...

Ilma-alukset - verkostokeskeinen ilmasota

Lockheed Martin F-35 Lightning II on Yhdysvaltojen ja Iso-Britannian

yhdessä suunnittelema viidennen sukupolven suihkühävittäjälentokone, jota pidetään tällä hetkellä maailman kehittyneimpänä hävittäjänä. Yhdysvaltojen Ilmavoimien tutkimuslaitoksen mukaan F-35 tarjoaa huikeat mahdollisuudet yhdistää miehittämättömiä ilma-aluksia toimimaan sen kanssa. Tutkimuslaitos on esitellyt vision, jonka mukaan ilmatankkaus- kyvyllä varustettu aseistettu lennokka toimii yhdessä F-35:n kanssa, suorittaen tehtäviä vastustajan syvyydessä. Kohteina olisivat vastustajan tehokkaimmat ilmatorjuntajärjestelmät ja lentokoneet. Visiossa F-35- koneen lentäjä pystyy lennon aikana käskemään lennokkeja iskemään haluttuihin kohteisiin. Lennokit olisi varustettu täsmäaseilla, joten lentäjä voi tilanteen mukaan päättää iskeekö kohteeseen lennokilla vai lentokoneella. Samalla periaatteella lennokkeja voisi käyttää myös ilmasta ilmaan- toiminnassa. Tämä visio toteutuessaan toisi

helpotusta myös Yhdysvaltojen ilmavoimien lentäjäpulaan.

Edellä kuvattu toiminta nojaisi vahvasti tehokkaihin dataverkkoihin maassa, ilmassa ja avaruudessa. Dataverkot mahdollistaisivat tehokkaan datafuusion, ja tekoäly tukisi lentäjää suodattamalla suuresta tietomäärästä pois tehtävän toteuttamisen kannalta epäolennaisia tietoja, samalla korostaen olennaisia asioita. Lisäksi lentäjä käyttäisi älypukua, joka välittäisi tietoja (mm. hengitys, syke, verenpaine, lihasjännitys) hänestä maassa oleville ”kontrolloijille”, sillä uudet lentokoneet laittavat lentäjän fysiikan entistä kovemmalle koetukselle.

Miehittämättömien ilma-alusten parveilu on jo täällä. Yhdysvaltojen ilmavoimat testasivat lennokkien parveilua jo monta vuotta sitten. Loka-kuussa 2016 koelennolla kolme F/A-18 Super Hornet -konetta pudotti 103 Perdix-sähkölennokkia. Ne lensivät

Tekoälyn hyödyntäminen on yksi vahvimpia trendejä ilma-alusten kehityksessä





Parviälyä toteuttavat lennokit - ilmapuolustuksen painajainen

parven lailla hyödyntäen ryhmä-älyä ja kollektiivista päätöksentekoa. Perdix-lennokit ryhmittäytyvät ja suorittivat itsenäisesti useita tehtäviä hyödyntäen parviälyä. Niihin oli ennalta ohjelmoitu vain suoritettava tehtävä, ja lennokit päättivät itse miten se parhaiten toteutetaan. Sadan UAV:n ohjaaminen yksilöllisesti ei olisi mitenkään mahdollista. Vaikka lennokit toimivat itsenäisesti ryhmässä toistensa kanssa viestien, niiden toiminta on kuitenkin ennustettavissa etukäteen lukittujen tehtävämäärittelyjen ansiosta. Kyseessä eivät ole ennalta ohjelmoidut yksilöt vaan kaikki lennossa olevat Perdixit todella muodostavat toisiinsa yhteyksissä olevan parven luonnosta löytyvien esikuvien mukaisesti. Sillä ei ole johtajaa ja lennokit voivat sopeutua muuttuviin olosuhteisiin, kuten siihen, että osa niistä tuhoutuu.

Tulevaisuuden visioissa lennokkiparvi voidaan pudottaa tehtävään esimerkiksi kuljetuskoneen kyydistä, jonka jälkeen ne aloittavat tehtävän suorittamisen. Tehtävän jälkeen lennokit palaavat kuljetuskoneen luokse, joka kerää lennokit takaisin kyytiin. Parvea voitaisiin käyttää muun muassa tiedusteluun, valvontaan,

tuhoamiseen tai pelkästään vastustajan ilmatorjunnan kyllästämiseen. Lennokkeiden koosta riippuen, niitä voitaisiin käyttää myös "ammuksina" tai ne toteuttaisivat ei-kineettistä vaikuttamista (mm. elektroninen häirintä). Yksi kehityssuunta on lennokin käyttäminen "edullisena" risteilyohjuksena.

Laseraseita on kehitetty jo kauan aikaa maa- ja merivoimien käyttöön. Kohta todennäköisesti esitellään lentokoneisiin asennettava laserase. Ase pystyisi tuhoamaan lentokoneita, ja jopa torjumaan ohjuksia. Laserasetta voisi käyttää ilmasta ilmaan- ja ilmastaa maahan- tehtävien suorittamiseen. Aseessa olisi kaikki tykkien, ohjusten, ja pommien hyvät ominaisuudet. Laserase on erittäin tarkka, joten sitä voisi käyttää melko turvallisesti myös asutuilla alueilla.

Boeing on kehittänyt **mikroaalto-ohjuksia** (CHAMP, Counter-electronics High Power Microwave Advanced Missile Project) yhteistyössä Yhdysvaltain ilmavoimien kanssa vuodesta 2009 alkaen. CHAMP-aseet ovat lentokoneesta laukaistavia, risteilyohjuksen tapaisia matalalla lentäviä aseita, jotka lähettävät elektroniik-

kajärjestelmiä häiritseviä mikroaaltopulsseja. Ne eivät aiheuta fyysistä vauriota ihmisille tai rakenteille. CHAMP-ohjuksien kantomatka on noin 1100 kilometriä. Lähitulevaisuudessa CHAMP-teknologiaa voidaan käyttää vihollisen elektroniikka- ja datajärjestelmien lamauttamiseksi jo ennen ensimmäisten joukkojen tai lentokoneiden saapumista paikalle. Tällainen ohjus on ilmapuolustuksen painajainen, mutta 23ITK61-ilmatorjuntatykkiä sillä ei voi lamauttaa...

Ilmatorjunnan trendejä

Ilma-aseen merkityksen kasvaminen ja ilmauuhkan monipuolistuminen eri tason konflikteissa ovat vaikuttaneet oleellisesti ilmatorjunta-aseiden kehitykseen viime aikoina. Erityisesti ballististen- ja risteilyohjusten sekä miehittämättömien ilma-alusten muodostama uhka korostuvat vasta-aseen kehittämisessä. Ilmatorjunnan ja ilma-alusten välinen kilpailu jatkuu kuten ennenkin, mutta asymmetrinen ja/tai epätavanomainen sodankäynti lisäävät haasteita järjestelmien kehittämiselle.



Tulevaisuudessa laseraseet pystyvät torjumaan useita erityyppisiä ilma-aluksia ja projektiileja

Ilmauhkassa korostuvat ainakin seuraavat piirteet:

- Häiveteknologian hyödyntäminen erityisesti hävittäjien osalta (mm. F-22, F-35)
- Miehitämättömien ilma-alusten kehitys ja yleistyminen (mini/mikro UAV).
- Kasvanut kauaskantoisten ohjusten käyttö (risteily- ja ballistinenohjus)
- Täsmäaseiden kehitys ja yleistyminen
- Täsmäohjatun epäsuorantulen ja heitteiden muodostama uhka (raketit, tykistö, raketinheittimistö)
- Elektroninen sodankäynti (häirintä).

Uhkassa korostuvat monipuolisuus (useita erilaisia lavetteja), vaikea havaittavuus (stealth), ja vaikeasti torjuttava (ulottuvuus= täsmäaseet, kauaskantoiset asejärjestelmät).

Ilmatorjunnan asejärjestelmien tulevaisuuden trendejä:

Ammusaseet. Ilma-aseen hyvä liikehtimiskyky asettaa haasteita erityisesti ammusasejärjestelmille. 3D- maailmassa liikkuvaa kohdetta vastaan järjestelmältä vaaditaan hyvää tulenjohtojärjestelmää ja suurta tulinopeutta. Suuri tulinopeus taa-

sen rajoittaa aseiden kaliiperin kokoa, jos samaan aikaan halutaan säilyttää järjestelmän hyvä liikkuvuus. Perinteisten ammusasejärjestelmien kehityksessä ei ole odotettavissa suuria kehitysaskaleita, ja kehitys kohdistuukin pääasiassa tulenjohtojärjestelmin ja ammuksiin. Muutamia esimerkkejä kehityksestä:

- Miehitämättömät, automaattiset aseet (ml. lataaminen) takaavat nopean tulenavauksen ja vähentävät henkilöstön määrää
- Hybridijärjestelmät (tykki ja ohjus) tuottavat "kerroksellisen" torjuntakyvyn ja lisäävät osumatodennäköisyyttä. Järjestelmä sisältää myös tulenjohtolaitteen, nopeuttaen tulenavausta ja vähentäen miehistön määrää
- Ammusjärjestelmien asentaminen olosuhteisiin sopivalle ajoneuvoalustalle
- Hybridiammusasejärjestelmät. Järjestelmä sisältää eri kaliiperisia ammusaseita Pienemmällä kaliiperilla saavutetaan korkea tulinopeus ja tiheä osumakuvi
- Suuremmilla kaliipereilla saavutetaan pidempi kantama. Aseet voivat ampua yksittäin tai

samanaikaisesti.

Elektromagneettiset ammusaseet (EM). Ammuksen tai projektiilin nopeus saavutetaan elektromagneettisella pulssilla. Ase voi ampua kolme kiloa painavan projektiiliin 3000m/s lähtönopeudella. Järjestelmiä ei vielä ole operatiivisessa käytössä.

Energia-aseet (DEW). Energia-ase on ase, joka kohdistaa energiavirran johonkin suuntaan eri tavoin kuin ammuksena. Vaiikutusteho perustuu energian kohdistamiseen. Aseet vaativat suuren määrän energiaa, joka muutetaan sähkömagneettiseksi säteilyksi (laser, elektromagneettinen pulssi). DEW- aseita kehitetään tällä hetkellä useissa maissa. DEW- aseet luokitellaan täsmäaseiksi.

Ammukset. Tulinopeuden ollessa yksi tärkeimpiä tekijöitä osumisen kannalta, ilmatorjunnassa yli 40 millimetriä suuremmat ammusaseet ovat harvinaisia. Tästä johtuen ammusten koko ei mahdollista ammuksen varustamista herätettyttimellä tai riittävän suurella taistelulatauksella. Näihin ongelmiin

on haettu ratkaisua kehittämällä ammusten taistelukärkeä ja tarkkuutta. Esimerkkejä:

- **Advanced Hit Efficiency and Destruction (AHEAD).** AHEAD-ammuksen kärki sisältää 100-150 tungstenista valmistettua kuulaa. Tulenjohtojärjestelmä määrittää jokaiselle ammukselle lähtönopeuden kohteen etäisyyden perusteella. Ammuksessa oleva ajastin räjäyttää taistelulatauksen kohteen lähellä, tuottaen tarkan ja tehokkaan osumakuvion.

- **Penetrator with Enhanced Lateral Effect (PELE).** Pele-ammuksessa ei ole räjähtävää taistelulatausta, vaan ammuksen teho perustuu suureen läpäisyyn. Ammuksen ulkokuori ja sisus on valmistettu toisistaan poikkeavista materiaaleista, joten osumahetkellä ammuksen sisäinen paine kasvaa ja räjäyttää ammuksen kovalla nopeudella.

- **Driven Ammunition Reduced Time of Flight (DART).** DART-projektiili ohjataan kohteeseen sateen avulla. Projektiilin kantama on viisi kilometriä, ja projektiili räjähtää herätesytyttimen ansiosta 5-10 metrin päässä kohteesta.

Ohjusjärjestelmät on luotu lisäämään ilmatorjunnan kantamaa ja tarkkuutta ammusaseisiin verrattuna. Tällä hetkellä kehityksessä korostuvat ohjusten nopeuden lisääminen, taistelukärkien tehokkuuden kasvattaminen, ja aktiivisten hakupäiden kehittäminen. Ilmauhkan kehitystrendien myötä, ohjusjärjestelmien tulee kyetä torjuntoihin useilla eri etäisyyksillä sekä nopeaan tulenavaukseen.

Ilmauhkan monimuotoisuuden takia, ilmatorjunnassa korostuu järjestelmien hyvä liikkuvuus ja nopea tulenavaus. Valmistajat pyrkivät valmistamaan järjestelmiä, joilla kyettäisiin vastaamaan useampaan erityyppiseen uhkaan. Saman järjestelmän tulisi pystyä torjumaan kohteita miehittämättö-

mästä lennokista aina ballistiseen ohjukseen asti. Patriot (PAC3) ja Barak-8- järjestelmien pitäisi pystyä (ainakin mainospuheiden perusteella) vastaamaan edellä mainittuun uhkaan. Barak 8 lyhyen- ja keskipitkän kantaman ilmatorjuntaohjusjärjestelmä, joka on tarkoitettu kohteiden suojaamiseen maalla ja merellä. Ohjuksen laukaisussa ja ohjautumisessa voidaan käyttää useampaa eri menetelmää, ja ohjus sisältää monitaajuustutkan. Näin ollen, yhdellä ohjusjärjestelmällä kyetään torjumaan useita erityyppisiä kohteita kaikissa olosuhteissa.

Valvonta- ja tulenjohtojärjestelmät ovat ilmatorjuntaohjusjärjestelmien keskeinen osa. Aikaisemmin tutkat olivat tyypillisesti erilliset järjestelmät, mutta nykyään erillisiä järjestelmiä käytetään ainoastaan erittäin pitkän kantaman ohjusjärjestelmissä. Tutkan mittausetäisyys riippuu paljon tutka-antennin korkeudesta, joten se aiheuttaa tyypillisesti rajoituksia matalalla lentäviä kohteita vastaan. Lyhyen kantaman ohjusjärjestelmissä valvonta- ja tulenjohtotutkat on sisällytetty samaan tutka-antenniin, mahdollistaen nopeamman tulenavauksen. Toinen tarkoitus on parantaa häiveteknologiaa hyödyntävien kohteiden havaitseminen. Häiveominaisuuksilla varustettujen kohteiden havaitsemiseksi on kehitteillä muun muassa järjestelmiä, joissa käytetään esimerkiksi usealla eri taajuusalueella toimivaa passiivista tutkaa. Myös laserteknologiaa tutkitaan mahdollisena ratkaisuna häivekohteiden löytämiseksi. Muutamia esimerkkejä kehityksestä:

Elektronisesti skannaava tutka (AESA). Tutka luo radioaaltoja, joita voidaan elektronisesti ohjata osoittamaan eri suuntiin siirtämättä antennejä elektronisesti. Tutkapsin pituutta voidaan muuttaa erilaiseksi jokaiselle pulssille. Tutka voi myös luoda useita säteitä, jolla helpotetaan useamman kohteen löytämistä samanaikaisesti.

Vaihtuvataajuinen tutka. VHF-taajuudella toimivaa tutkaa on vaikea häiritä, ja sillä voidaan havaita pienen tutkapoikkipinta-alan omaavia kohteita (STEALTH).

Yli horisontin tutka (OTH). Tutkan toiminta perustuu HF-taajuuden siroamisefektiin. Tutkalla voidaan havaita kohteita jopa 1000 kilometrin etäisyydeltä. Tyypillisesti näitä käytetään tiedusteluun ja häivekoneiden havaitsemiseen.

Monitaajuustutka. Tutka käyttää useita eri taajuuksia samanaikaisesti AESA- teknologian avulla. Kohteiden etsintä ja seuranta toteutetaan eri taajuuksilla. Tutkassa on hyvät häirinnänvähäisyyden ominaisuudet.

Lopuksi

Ensimmäiset pudotukset varsinaisella ilmatorjunta-aseella saavutettiin vuonna 1870- luvulla, kun Gustav Kruppin valmistamalla 37 millimetrin kanuunalla tuhottiin ilmapalloja. Siitä alkoi ilmasodan käynnin "ase ja vasta-ase" -taistelu. Käytännössä ilma-aseen lopullinen teho taistelussa on erittäin paljon riippuvainen ilmatorjunnan kehitystasosta. Näihin päiviin saakka ilmatorjuntajärjestelmät ovat pystyneet vastaamaan hyvin ilma-aseen muodostamaan uhkaan. Tulevaisuuteen katsottaessa taivaalla on todella tummia pilviä. Varmasti aina löytyy tekninen ratkaisu ilmauhkaan vastaamiseksi, mutta ongelmaksi voi muodostua suorituskykyisten ilmatorjuntajärjestelmien korkea hinta ja määrän riittämättömyys torjumaan tekoälyn voimalla hyökkäviä miehittämättömiä ilma-alusparvia tai hypersonisella nopeudella lentäviä projektiileja. Onneksi huomien on vasta huomenna.

Viitteet:

www.businessinsider.com

www.dailymail.co.uk

www.spslandforces.com

www.thedrive.com

www.tekniikanmaailma.fi

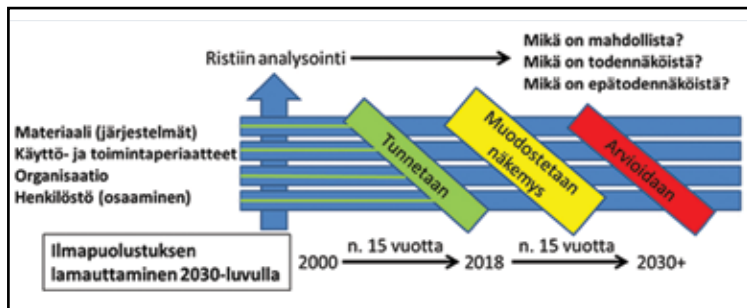


Ilmapuolustuksen lamauttaminen 2030-luvulla

Tässä artikkelissa käsitellään ilmapuolustuksen ja erityisesti ilmatorjunnan lamauttamisen keinoja 2030-luvulla. Tulevaisuutta tarkastellaan nykytilaan sitoen tulevaisuuden tutkimuksen menetelmin. Hyökkääjän käytettävissä oleva keinovalikoima monipuolistuu teknologian alati kehittyessä. Esimerkiksi elektronisen sodankäynnin ja kyberuhkien teknologinen konvergenssi eli teknologioiden yhteensulautuminen voi mahdollistaa jopa sen, että ilmatorjunta voidaan lamauttaa ajallisesti tai paikallisesti ilman perinteisiä konventionaalisen asevaikutuksen ilmasijoitteisia järjestelmiä.

Valistunutta arvailua ilmapuolustuksen lamauttamisesta 2030-luvulla

Tiedämme ilmapuolustuksen lamauttamisesta 2030-luvulla oikeastaan yllättävän paljon, vaikka skenaarioparadigman mukaan tulevaisuuden ennustamisen ei uskota olevan mahdollista. Tulevaisuuden ennustamisen sijaan on realistisempaa pyrkiä hahmottamaan erilaisia tulevaisuuden vaihtoehtoja ilmapuolustuksen ja ilmatorjunnan lamauttamiseksi. Tämä tarkoittaa, että tutkimuksessa keskitytään hyökkääjän käyttämien menettelytapojen ja keinovalikoiman muutokseen nykytilanteesta 2030-luvulle. Voimme arvioida menneisyyden ja nykyhetken tietojen perusteella, mikä on mahdollista, mikä on todennäköistä ja mikä



Näkemyksen ja arvon muodostamisprosessi ilmapuolustuksen lamauttamisen tulevaisuudesta 2030-luvulla.

puolestaan on epätodennäköistä.

Tulevaisuutta voidaan analysoida esimerkiksi trendien avulla. Trendi on tarkasteltavan ilmiön yleinen kehityssuunta, virtaus tai muutoksen kaava. Trendillä tarkoitetaan pitkän ajanjakson kuluessa tapahtuvaa muutosta johonkin tiettyyn selkeästi näkyvissä olevaan suuntaan. Trendit perustuvat oletukseen, että tietyt ilmiöt todennäköisesti jatkuvat tulevaisuudessa samansuuntaisina kuin miten ne ovat kehittyneet tähän asti.

Nykyhetken keskeisten empiiristen faktojen ja jatkuvuuksien ohella tulevaisuutta koskeissa arvioissa korostuvat heikot signaalit. Ne ovat merkkejä ilmiöistä, jotka ovat nyt heikkoja, mutta saattavat vahvistua tulevaisuudessa. Heikoilla signaaleilla viitataan myös suoraan niihin ilmiöihin, joihin havaitut ennusmerkit osoittavat. Näkemys ja arvio ilmapuolustuksen lamauttamisesta 2030-luvulla voidaan muodostaa esimerkiksi edellä mainittujen tule-

vaisuudentutkimuksen keinoin alla olevan kuvan mukaisesti.

Hieman pelkistetysti voi sanoa, että eri maiden asevoimat koostuvat materiaalista, järjestelmien käyttö- ja toimintaperiaatteista sekä organisaatioista ja käytettävissä olevasta henkilöstöstä. Käytettävä materiaali koostuu erilaisista järjestelmistä, jotka periaatteessa määrittävät teknologiset reunaehdot käytettävälle suorituskyvyille. Toisaalta järjestelmät tarjoavat työkalut eri järjestelmiä käyttäville sotilaille ilmapuolustuksen lamauttamiseksi. Doktriini puolestaan muodostuu niistä perusperiaatteista, jotka ohjaavat joukkojen toimintaa asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Näin ollen doktriinin muodostavat eri järjestelmien käyttö- ja toimintaperiaatteet kussakin käyttäjämaassa. Järjestelmä-hankkeet kestävät vuosia tai jopa vuosikymmeniä ennen kuin asetet tai asejärjestelmät ovat siirtyneet insinöörien piirustuspöydiltä opera-

tiiviseen käyttöön. Näin ollen täysin uusien aseiden tai asejärjestelmien käyttöönotto vaatii aikaa käyttö- ja toimintaperiaatteiden luomiselle, organisaatioiden kehittämiselle sekä koulutukselle järjestelmiä käyttävän henkilöstön osaamisen hankkimiseksi ja kehittämiseksi.

Toisaalta tulevaisuuteen varautuminen saattaa myös epäonnistua pahoin, koska ihmisille on luontaista valmistautua ennalta tiedettyihin ja jo tapahtuneisiin asioihin. Esimerkiksi ensimmäisen maailmansodan jälkeen ranskalaiset rakensivat Maginot-linjan Saksan edelliselle hyökkäysreitille, jotta he voisivat torjua saksalaisten hyökkäyksen myös seuraavalla kerralla. Niinpä Hitler miltei vaivatta vain kiersi linjan hyökätessään Ranskaan toisessa maailmansodassa ja miehitti maan.

Tulevaisuuden taivaanrantaan ennakointia vaikeuttamaan voi ilmaantua niin sanottuja mustia joutsenia (Black Swan). Musta joutsen tarkoittaa tapahtumaa, jolla on kolme piirrettä. Ensinnäkin tapahtuma ei ole ennustettava ja sen ohella tapahtumalla on valtava vaikutus. Lisäksi osaamme kehittää tapahtumalle jälkikäteen selityksen, jonka ansiosta se vaikuttaa vähemmän satunnaiselta ja ennustettavammalta kuin olikaan. Mustien joutsenten aiheuttamat vaikutukset voivat olla luonteeltaan joko kielteisiä tai myönteisiä. Musta-sana ei siis viittaa negatiivisuuteen vaan yllätyksellisyyteen. Jo tapahtuneita mustia joutsenia ovat teknologian kehityksen näkökulmasta olleet esimerkiksi saavutetut teollisuusyhteiskunnan läpimurrot kuten sähkö, transistoriteknologia tai radio. Tietoyhteiskunnan läpimurtotapahtumia ovat puolestaan olleet mikrotietokoneiden ja matkapuhelimen laajamittainen käyttö, internet ja tietoverkot sekä tietokoneohjelmat ja sosiaalisen median nousu. Niinpä musta joutsen -logiikan mukaan on paljon tärkeämpää tietää se, mitä ei tiedetä, kuin se mitä jo tiedetään. Syynä on, että mustat joutsenet aiheuttavat ilmaan-

tuessaan merkittävät kumulatiiviset vaikutukset eri ilmiöihin kuten ilmapuolustuksen ja ilmatorjunnan lamauttamiseen.

Ilmapuolustuksen lamauttamista 2030-luvulla voidaan tarkastella kahdella eri tavalla. Ensimmäinen ja yleisempi tapa on rajata tarkastelun ulkopuolelle kaikki epätavallisuudet ja keskittyä niin sanotusti normaalin ilmiön tutkimiseen. Toinen lähestymistapa on tälle käänteinen. Tällöin ajatellaan, että ilmiön ymmärtämiseksi tarkasteluun tulee ottaa niin sanotut äärimmäisyydet. Esimerkki tällaisesta ajattelusta olisi kysyä, voisiko Suomen ilmapuolustuksen lamauttaa joillakin muilla keinoilla ja olla lentämättä yhdelläkään miehittetyllä tai miehittämättömällä ilma-aluksella Suomen ilmatilaan.

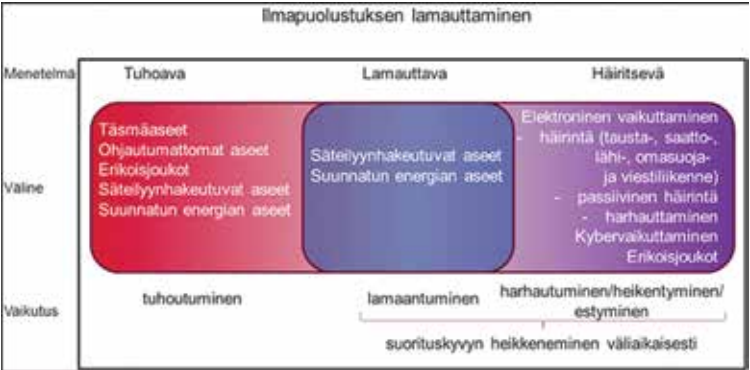
Ilmapuolustuksen ja ilmatorjunnan lamauttamisen teoria ja käytäntö

Monitahoiset termit kuten ilmapuolustus ja lamauttaminen vaativat lyhyen tarkastelun, jotta asiakokonaisuudesta voi saada oikeanlaisen käsityksen. Yhdessä NATO:n käyttämässä määrittelyssä *Ilmapuolustusjärjestelmä* (engl. Integrated Air Defence System, IADS) muodostuu neljästä toisiinsa liittyvästä toiminnallisuudesta. Nämä ovat valvonta, aktiivinen ilmapuolustus, passiivinen

ilmapuolustus sekä taistelunhallinta- ja johtamisjärjestelmä. Laajempi ja samalla rinnakkainen käsite on *integroitu ilma- ja ohjuspuolustusjärjestelmä* (engl. Integrated Air and Missile Defence System, IAMDS). Siinä ohjuspuolustus (engl. Ballistic Missile Defence, BMD) huomioidaan kiinteästi ilmapuolustusjärjestelmään liittyvänä kokonaisuutena.

Ilmapuolustuksen lamauttaminen (engl. Suppression of Enemy Air Defence, SEAD) on yhden NATO:n määritelmän mukaan toimintaa, jonka tavoitteena on tuottaa toiminnanvapaus omalle ilmavoimalle. Tämä toteutetaan heikentämällä vastustajan ilmapuolustuksen suorituskykyä tuhoamalla, lamauttamalla ja häiritsemällä sen ilmapuolustusjärjestelmän osia. Ilmapuolustuksen lamauttamiseen voidaan käyttää mitä tahansa kineettisiä ja ei-kineettisiä suorituskykyjä kaikissa taistelutilan ulottuvuuksissa eli maalla, merellä, ilmassa, avaruudessa tai kyber-ulottuvuudessa. Alla olevassa kuvassa on esitetty länsimainen näkemys ilmapuolustuksen lamauttamisen menetelmistä, keinovalikoimasta ja vaikutuksista kohteessa.

Tämänhetkisessä länsimaaisessa ajattelussa (Joint Publication 3-13.1, Electronic Warfare) elektronisen vaikuttamisen järjestelmiä käytetään ilmapuolustuksen lamauttamiseksi



Ilmapuolustuksen lamauttamisen menetelmät, keinovalikoima ja vaikutukset kohteessa.

kaikissa taistelutilan ulottuvuuksissa. Lisäksi vaikutukset voidaan kohdentaa edelleen kaikkiin taistelutilan ulottuvuuksiin (engl. Cross Domain Effect). Ilmapuolustusta vastaan suunnatut elektronisen vaikuttamisen lavetit ovat perinteisesti olleet pääasiassa ilmasijoitteisia (engl. Airborne Electronic Attack, AEA). Ilmasijoitteisia elektronisen vaikuttamisen järjestelmiä ovat:

1. Säteilynhakeutuvat ohjukset
2. Häirintäjärjestelmät
3. Taustahäirintä (engl. Stand-off Jamming)
4. Saattohäirintä (engl. Escort Jamming)
5. Omasuojahäirintä (engl. Self-protection Jamming)
6. Lähihäirintä (engl. Stand-in Jamming)
7. (Kertakäyttöiset) harhamaalit (aktiiviset ja passiiviset, esimerkiksi

silppu ja Counter Infra Red) 8. Suunnatun energian aseet, jotka perustuvat esimerkiksi laseriin tai suurtehomikroaaltoihin.

Elektronisen vaikuttamisen kohteita ilmapuolustuksen lamauttamisessa ovat muun muassa sensorit (aktiiviset ja passiiviset), viesti- ja tiedonsiirtojärjestelmät, paikannus-, navigointi- ja kellotietojärjestelmät, ilma-alukset, pintasijoitteiset asejärjestelmät, ilmasta ilmaan ja maasta ilmaan -ohjukset sekä heitteet ja niiden sytyttimet. Alla oleva kuva visualisoi NATOn käyttämiä ilmapuolustuksen lamauttamisen keinoja ja kohteita.

Kehitystrendejä 2030-luvulle mentäessä

Kehityksen murroskohdat syntyvät usein eri teknologioiden yllättävistä yhteensulautumista. Näitä ovat

esimerkiksi elektronisen sodankäynnin ja kyberin yhteensulautuminen. Länsimaissa ja erityisesti Yhdysvalloissa *Cyberspace Electromagnetic Activities* (CEMA) tarkoittaa kyberin ja elektronisen sodankäynnin yhdistämistä ilmarajapinnassa. CEMAn tarkoituksena on osaltaan hankkia ja ylläpitää oma toiminnan vapaus sekä samaan aikaan kiistää se vastustajalta operaation kaikissa vaiheissa. CEMAn avulla voidaan optimoida kyberin ja elektronisen sodankäynnin vaikutukset, kun toiminta suunnitellaan ja integroidaan omien operaatioiden kanssa.

Tulevaisuudessa kehittyntä tekoälyä on mahdollista käyttää esimerkiksi erilaisissa ohjuksissa nykyistä monipuolisemmin. Kehittyneen tekoälyn avulla ohjus pyrkii välttämään havaitsemiaan uhkia kuten ilmapuolustusta ja puolusta-



NATOn käyttämiä ilmapuolustuksen lamauttamisen keinoja ja kohteita

jan käyttämiä omasuojajärjestelmiä, välttämään osumista ohjuksen maalilistaan kuulumattomiin kohteisiin ja optimoimaan osumispihteensä valituksi tullessa kohteessa. Lisäksi ohjuksen laukaisu voidaan tekoälyn avulla tehdä hyökkääjän näkökulmasta riittävän turvalliselta etäisyydeltä puolustajan ulottumattomista.

Yhdysvalloissa ja Kiinassa on kehitetty tekoälyä hyödyntäviä aseita kuten parveilevia lennokkijärjestelmiä jo useita vuosia. Myös venäläiset ilmoittivat vuonna 2017 Venäjällä pidetyssä MAKS-ilmailunäytöksessä kehittävänsä tekoälypohjaisia aseita ja miehittämättömiä järjestelmiä, jotka kykenisivät valitsemaan maalinsa ja väistämään kohteiden omasuojajärjestelmät. Toisaalta Venäjän kyky investoida tekoälytutkimukseen on rajallisempi Yhdysvaltoihin ja Kiinaan verrattuina.

Useissa maissa on arvioitu, että vuoteen 2035 mennessä kehitetään todellisia ihmis-kone -suorituskykykonsepteja (Manned-Unmanned-Teaming). Puolustajan näkökulmasta hyvä uutinen on, että myös tällöin koneet tarvitsevat vielä ihmisen määrittelemään mitä niiden pitää tehdä. Koneiden kognitiiviset kyvyt eli tietojen keruu toimintaympäristöstä, tilanneymmärryksen muodos-

taminen, koneeseen ohjelmoidun tehtävän edellyttämä päätöksenteko ja toimeenpanon ohjaus kehittyvät siten, että koneet kykenevät suorittamaan rajattuja tehtäviä ilman ihmisen jatkuvaa ohjausta ja valvontaa. Ihmisen rooli voi olla tehtävää ohjaava (Human-In-The-Loop), jolloin ihmiseltä vaaditaan aktiivisia toimenpiteitä koneen toimintatilan muuttamiseksi. Tällöin ihmisen tehtävä on määrittää järjestelmälle esimerkiksi sen siirtyminen etsintämoodista kohteen seurantaan ja seurannasta edelleen hyökkäykseen kohdetta vastaan. Ihminen voi toimia myös konetta valvovassa tehtävässä (Human-On-The-Loop). Tällöin kone päättää itse toimintatilansa muuttamisesta, ellei ihminen käytä veto-oikeuttaan hyväksi ja estä järjestelmän jatkotoimenpiteet.

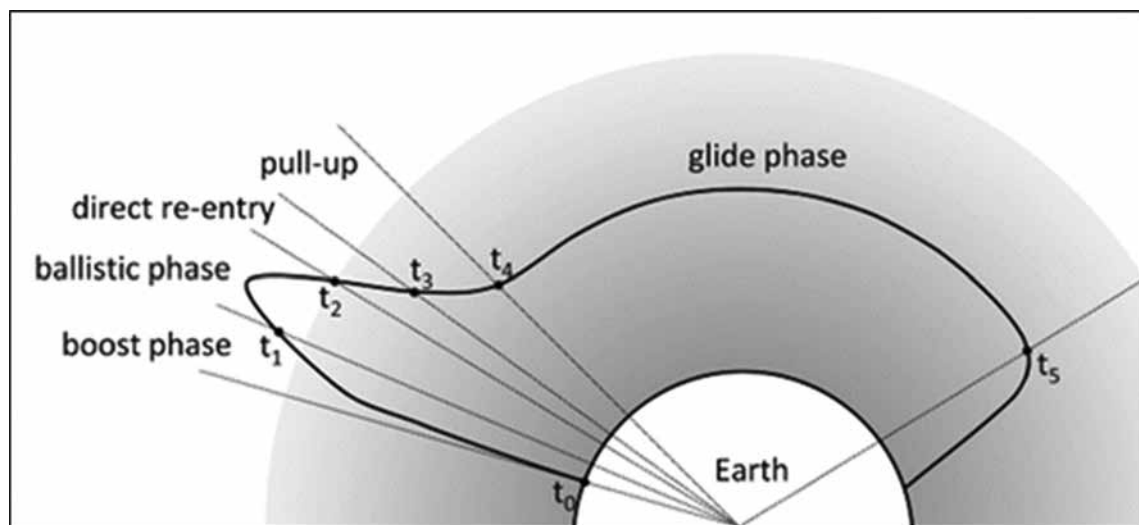
Keinovalikoiman monipuolistumisesta huolimatta on muistettava, että ilmapuolustuksen lamauttamiseen on mahdollista käyttää tarvittaessa aina myös järeää konventionaalista asevaikutusta. Esimerkiksi mannertenväliset ballistiset ohjukset voidaan varustaa uudella teknologialla siten, että ohjuksen tarkkaa iskemäpistettä ei ole mahdollista laskea tarkasti tai arvioida sitä pelkästään ohjuksen lähdön perusteel-

la. Puolustajan näkökulmasta edellä kuvattu haasteellinen toimintatapa on mahdollista Hypersonic Glide Vehicle (HGV) -järjestelmän avulla. Alla on esitetty kuva, jossa ballistisen ohjuksen liikehtiminen lennon aikana vaikeuttaa ohjuksen torjunnassa tarvittavaa ennakkopisteen määrittämistä perinteisiin taistelukärkiin verrattuna.

Kehittyvän teknologian vaikutukset ilmapuolustusjärjestelmien kehittämiseen

Yleisellä tasolla sekä lännessä että idässä ilmapuolustuksen lamauttamisen kehitystä voi luonnehtia siten, että yksittäisten kohteiden lamauttamisesta on siirrytty kohti koko systeemin lamauttamista. Samalla reagoinnista on siirrytty kohti aloitetta. Jatkossa teknologian kehittyminen digitalisaation, autonomian, tekoälyn, robotiikan sekä koneiden ja ihmisen yhteistoiminnan osalta vaikuttavat merkittävästi ilmapuolustuksen ja ilmatorjunnan lamauttamisessa käytettävään keinovalikoimaan 2030-luvulla.

Teknologian kehityksen takia ilmapuolustusjärjestelmä tulee suojata konventionaalisen vaikuttamisen ohella myös muita vaikuttamis-, häiriö- ja tunkeutumisyrittäjiä vas-



Mannertenvälisen ballistisen ohjuksen lentorata, joka on varustettu HGV-järjestelmällä

taan. Kyber-suorituskykyjen alati kehittyessä ja kyberin suorituskykyjen sulautuessa yhteen elektronisen sodankäynnin kykyjen kanssa ne muodostavat yhdessä uudenlaisen ja konkreettisen uhkan ilmapuolustukselle. Esimerkiksi jo vuonna 2007 israelilaiset tekivät ilmaiskun Syyriassa sijainnutta ydinaseteknologian kohdetta vastaan. Iskussa yhdistyivät kyber-hyökkäys venäläisvalmisteisen ilmatorjuntajärjestelmän lamauttamiseksi sekä varsinaisen iskun peittämiseksi ja operaation onnistumiseksi.

Tulevaisuudessa esimerkiksi ilmapuolustuksessa käytettävät johtamisjärjestelmät on suunniteltava ja rakennettava uudenlaisen ajattelutavan pohjalta. Tällä hetkellä käytössä

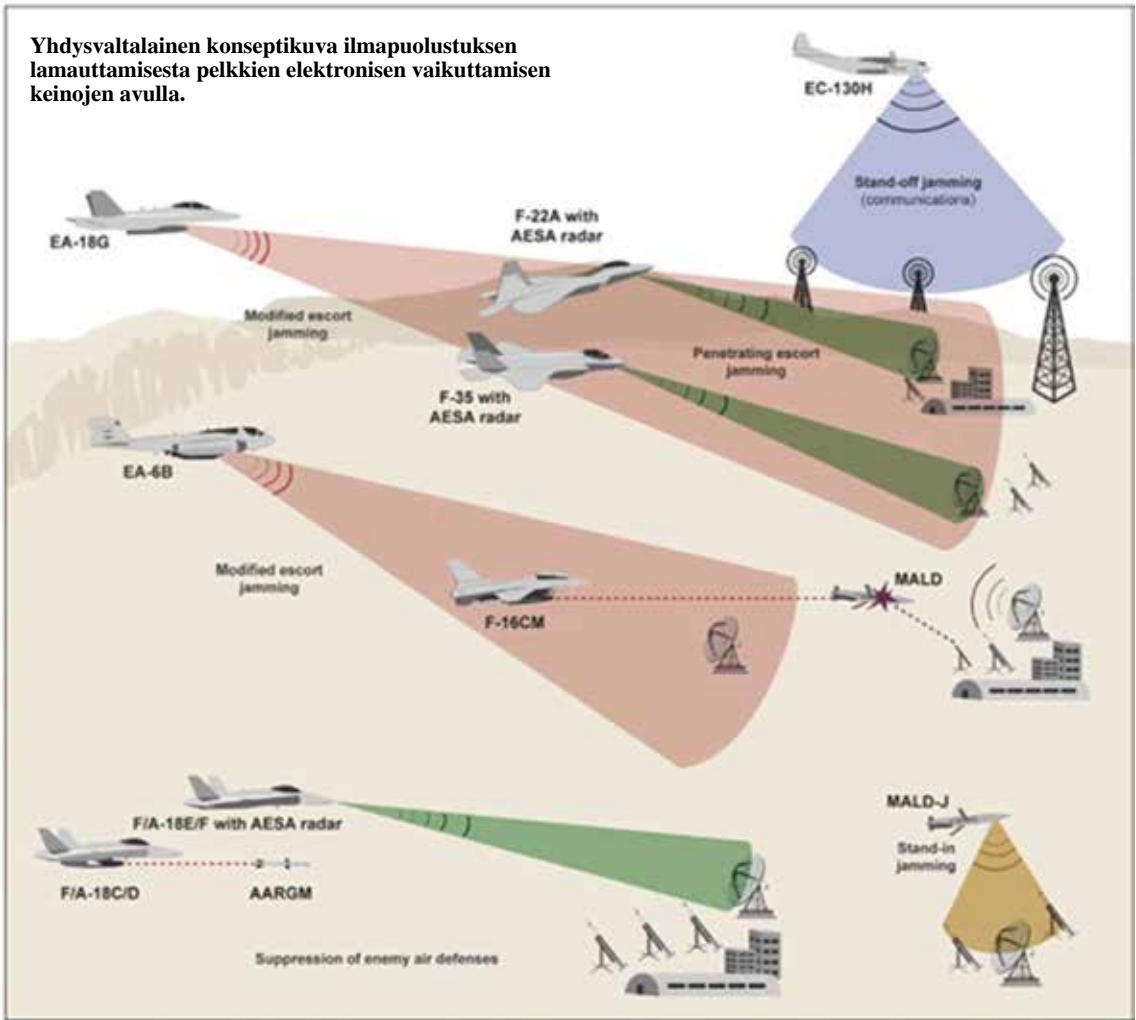
olevat johtamisjärjestelmät pyrkivät takaamaan tiedonsiirron elektronisen sodankäynnin väistämiskyvyn ja järjestelmien liikkuvuuden kustannuksella. Jatkossa johtamisjärjestelmät on rakennettava siten, että ne tarjoavat hyväksyttävissä olevan minimipalvelun häirityissä olosuhteissa. Tämä tarkoittaa järjestelmien rakentamista ensisijaisesti vaikeasti tiedusteltaviksi ja häiritäviksi sekä mahdollisimman liikkumiskykyisiksi.

Teknologian kehittyessä hyökkäjän käyttämät tiedustelu- ja häirintämenetelmät paranevat jatkuvasti. Tämän takia nykyisten kaltaisten laajakaistaisten videoyhteyksien asemesta joukkojen johtaminen perustuu jatkossa pitkälti yksinkertaisiin

komentoihin ja karttasymboleiden välittämiseen erilaisissa tietojärjestelmissä. Käytännössä kapea ja kaikissa olosuhteissa toimiva siirtokaista pakottaa eri maiden asevoimat takaisin itsenäisempään päätöksentekoon perustuvaan tehtävätaktiikkaan. Tällöin korostuu joukkojen aloitekyky kaikilla johtamisen tasoilla sekä johtajien kyky toimia ja tehdä päätöksiä epäselvissä tilanteissa vajalla tilannekuvalla.

Kehitys Yhdysvalloissa

Yhdysvalloilla on tarkoitus hyödyntää satelliittien tarjoamaa tiedonsiirtokaistaa ja kapasiteettia myös jatkossa, mikäli se on tarjolla. Johtaminen perustuu tulevaisuudessa kolmeen priorisoituun toimin-



nallisuuteen, joiden on toimittava kaikissa olosuhteissa. Ensimmäinen on suojattu puhe ja toinen on satelliittiriippumaton paikannus (Position Location Information, PLI). Kolmas toiminnallisuus on sanomanvälitys-järjestelmä, jolla voidaan välittää omien ja vihollisjoukkojen sijainti- ja olosuhdetietoja. Tekoälyä hyödynnetään kehitettäessä kognitiivisia viesti- ja johtamisjärjestelmiä. Kyseiset järjestelmät havaitsevat itsenäisesti häiriöt, häirinnän ja mahdollisen hakkeroinnin sekä adaptoituvat automaattisesti vallitsevaan sähkömagneettisen spektrin tilanteeseen.

Yhdysvallat on selvittämässä miten johtaminen järjestetään tilanteessa, jossa amerikkalaisilla ei enää ole täydellistä sähkömagneettisen spektrin herruutta. Yhdysvalloissa on herätty tilanteeseen, jossa vihollinen pystyy tiedustelemaan ja paikantamaan sähkömagneettisia lähteitä, häiritsemään ja harhauttamaan niitä sekä käyttämään konventionaalista asevaikutusta spektrissä säteileviä omia joukkoja vastaan.

Vieressä olevassa kuvassa on esitetty yhdysvaltalainen konseptikuva ilmapuolustuksen lamauttamisesta pelkän elektronisen vaikuttamisen avulla ilman muita keinoja kuten konventionaalista tai kyber-vaikuttamista. Merkille pantavia suorituskykyjä kuvassa ovat aktiivisen elektronisesti keilaavan (engl. Active Electronically Scanned Phased Array, AESA) tutkan käyttö elektroniseen vaikuttamiseen ja kohteen läheisyyteen lentävä puoliautonominen harhamaali tai häirintälavetti (engl. Miniature Air Launched Decoy – Jammer, MALD-J).

Kehitys Venäjällä

Ilmapuolustuksen lamauttamisen keinovalikoima on monipuolistumassa myös Venäjällä. Maalla on esimerkiksi kyky torjua ja häiritä satelliitteja sekä ampua alas lennokkeja ja hakkeroida tietoverkkoja. Antisatelliittiteknologioiden kehit-

Venäläinen elektronisen sodankäynnin järjestelmä	Järjestelmän tarkoitus ja tehtävä
1L269 Krasukha-2-O	Suunniteltu häiritsemään S-alueen tutkia. Käytetään tyypillisesti AEW&C-lentokoneissa.
1RL257 Krasukha-C4	Suunniteltu häiritsemään X/Ku-alueen tulenjohtotutkia. Käytetään tyypillisesti hävittäjälentokoneissa.
Pole-21	Suunniteltu häiritsemään GPS-signaaleja. Sisältää R-340RP häirintälaitteita, jotka asennetaan matkapuhelinverkon tukiasemiin.
RB-341V Leer-3	Suunniteltu häiritsemään GSM-tukiverkkoa. Sisältää komentopaikan ja kolme häirintälähettimillä varustettua Orlan-10 UAV -lennokkia. Pystyy lähettämään tekstiviestejä matkapuhelimiin. Leer-3 on ilmeisesti päivitetty toimimaan myös 3G- ja 4G-verkoissa (ei verifioitu).
Moskva-1	ESM-järjestelmä (Electronic Support Measures). Sisältää 1L265-passiivisen havaintoaseman, jonka tehtävänä on havaita, tunnistaa ja määrittää tutkasignaaleiden suuntia. 1L266-komentopaikan tehtävänä on kontrolloida ilmasta käytettävien tutkien häirintäasemia.
RB-301B	Suunniteltu häiritsemään HF/VHF/UHF-viestiyhteyksiä. Sisältää RK-330KMV-komentopaikan sekä R-378BMV-, R-330BMV-, R-934BMV- ja R-325UMV-häirintäasemia.
SPR-2M Rtut-BM	Suunniteltu häiritsemään viestiyhteyksiä, radiotaajuuksia (Radio-Proximity Fuses) ja muita signaaleja (Remote Detonator Signals).
RB-531B Infaua	Suunniteltu häiritsemään viestiyhteyksiä, radiotaajuuksia ja muita signaaleja. Lisäksi sisältää optisen ohjusten laukaisun tunnistuksen ja automaattisen suojasavutuksen.
Leschi	Suunniteltu häiritsemään viestiyhteyksiä, radiotaajuuksia ja muita signaaleja. Sotilaan kannettavissa oleva kompakti järjestelmä (Man Portable).
RP-377LA Lorandit	Suunniteltu havaitsemaan, suuntimaan ja häiritsemään HF/VHF/UHF-viestiyhteyksiä.
Less	Suunniteltu kokoamaan ja prosessoimaan dataa sekä kontrolloimaan erilaisia järjestelmiä (Control Electronic Protection/Electromagnetic Emission Control Systems). Sisältää automatisoidun komentopaikan.
RB-636M2 Svet-KU	Suunniteltu evaluimaan sähkömagneettista tilannetta (Electronic Protection/Electromagnetic Emission System). Käsittelee saatuja havaintoja, analysoi ja määrittää säteilylähteiden suuntia.

Taulukko 1: Venäjällä tällä hetkellä käytössä olevia elektronisen sodankäynnin järjestelmiä

tymisen seurauksena Venäjällä on todennäköisesti jo 2020-luvulle tultaessa keinot kiistää satelliittien kyky tuottaa aika-, paikka- ja tilannetietoa sekä välittää informaatiota.

Yhdysvaltojen tekninen ja materiaallinen etumatka on vaikuttanut venäläiseen sotataitoon ja ajatteluun. Ilmapuolustuksen suorituskyvyssä venäläiset painottavat länsimaita enemmän maasijoitteisia järjestelmiä. Elektronisen vaikuttamisen merkitys nähdään Venäjällä ratkaisevana taisteltaessa teknisesti kehittyntä verkostokeskeisesti taistelevaa vastustajaa vastaan. Sivulla 21 olevassa taulukossa on esitetty eräitä venäläisiä tällä hetkellä käytössä olevia elektronisen sodankäynnin järjestelmiä sekä niiden tarkoituksia ja tehtäviä.

Venäjän kyky kilpailla vastustajaa vastaan sähkömagneettisen spektrin hyödyntämisestä liittyy maassa valitsevaan kokonaisvaltaiseen sotilaalliseen ajatteluun. Niinpä länsimaiden kaltaisesti esimerkiksi psykologiset operaatiot (Psychological Operations, PSYOPS) ja kyber-operaatiot (Cyber Operations) liittyvät kiinteästi elektroniseen sodankäyntiin sekä informaatiovaikuttamisen kokonaisuuteen ja täten samalla myös ilmapuolustuksen lamauttamiseen. On todennäköistä, että Yhdysvaltojen mallin mukaisesti myös Venäjällä elektroninen sodankäynti ja kyber tullaan yhdistämään tulevaisuudessa. Näin ollen kyber on ja tulee olemaan myös jatkossa kiinteä osa venäläistä elektronista sodankäyntiä ja päinvastoin. On huomioitava, että elektronisella sodankäynnillä on Venäjällä kiinteä yhteys myös signaalitiedustelun (Signals Intelligence, SIGINT) kanssa.

Venäjällä on ollut pitkään tarkoitus kehittää elektronista sodankäyntiä (RadioElektronnaya Bor'ba, REB) siten, että siitä tulisi niin sanottu voiman moninkertaistaja (Force Multiplier). Tällä Venäjä pyrkii siihen, että se voisi kompensoida suhteellisia

heikkouksiaan taistelussa korkeateknologista vastustajaa vastaan. Venäjä on kehittänyt pitkään verkostokeskeistä sodankäyntiä (Network-Centric Warfare, SetetSentrisheskaya Voyna), johon elektroninen sodankäynti kuuluu kiinteänä osana.

Venäjä on päivittänyt johdonmukaisesti elektronisen sodankäynnin kalustoaan jo vuodesta 2009 alkaen. Modernisointiohjelman on suunniteltu jatkuvan Venäjän valtion aseistamisohjelman toimesta (Gosudarstvennaya Programma Vooruzheniya, GPV) ainakin vuoteen 2025 saakka. Asevoimien modernisoinnissa elektroninen sodankäynti on merkittävässä roolissa. Uudistusohjelma sisältää elektronisen sodankäynnin järjestelmien sekä käytettävien häirintätekniikoiden ja menettelytapojen lisäksi myös muutoksia elektronisen sodankäynnin joukkojen organisaatioihin, doktriiniin, joukkojen komentorakenteeseen, koulutukseen ja takitikkaan. Elektroninen sodankäynti kuuluu Venäjällä kiinteänä osana kineettiseen ja ei-kineettiseen vaikuttamiseen.

Virossa sijaitsevassa International Centre for Defence and Securityssa (ICDS) on arvioitu, että Venäjä kehittää elektronisen sodankäynnin joukoista vuoteen 2025 mennessä tai sen jälkeen täysin kehittyneen aselajin (a Fully-Fledged Combat Arm), jolla on keskeinen rooli sotilaallisissa operaatioissa. ICDS arvioi, että kehitys Venäjällä painottuu seuraaville osa-alueille:

1. Pieniin tiedustelu- ja häirintämoduuleihin, jotka voidaan toimittaa kohteelle miehittämättömien ilma-alusten toimesta (Unmanned Aerial Vehicle, UAV).
2. Voimakkaiden sähkömagneettisten säteilijöiden kehittämiseen, joita käytetään erikoisammuksissa ja erilaisissa liikkuvissa järjestelmissä.
3. Ohjelmoitavien laitteiden kehittämiseen, joiden tarkoituksena on vaikuttaa vastustajan käyttämän tiedon saatavuuteen, eheyteen ja

luotettavuuteen.

4. Luoda erilaisia keinoja, joiden avulla voidaan imitoida väärää elektronista tilannetietoa sekä väärää vastustajan tilannetietoa sen omien joukkojen johtamiskyvystä ja asejärjestelmien tilasta.

5. Automaatio ja eri järjestelmien integroitavuus automaattisten johtamisjärjestelmien kanssa, jotta vastustajaa voidaan häiritä mahdollisimman kokonaisvaltaisesti (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance, C4ISR).

Venäjällä elektronisen sodankäynnin järjestelmien modernisointikonseptit ovat tarkasti varjeltuja salaisuuksia. Tämän takia arviot perustuvat Venäjän viranomaisen ja puolustusvälineollisuuden asiantuntijoiden julkaisemiin tietoihin sekä suunnitelmiin järjestelmien päivittämisestä ja tulevista hankinnoista. Myös julkisiin lähteisiin perustuvilla trendien tunnistamisella ja olemassa olevien järjestelmien spesifikaatioihin perehtymisellä voidaan arvioida venäläisiä suorituskykyjä ja järjestelmien käyttöperiaatteita tulevaisuuden osalta.

Vaikeat asiat ovat yleensä myös vaikea ratkaista

Sodankäynnissä puolustaja on tietyllä tavalla aina reaktiivisessa asemassa hyökkääjän nähden, koska hieman pelkistään hyökkääjä määrittää aina ajan, paikan ja toimintatavat puolustajaa vastaan. Erityisesti ilmapuolustukselle asetetaan vaatimuksia, joita puolustajan on hankala tai suorastaan mahdoton täysin täyttää - Pitäisi nähdä tulevaisuuteen ja tietää miten, missä ja milloin hyökkääjä toimii puolustajaa vastaan.

Hyökkääjällä on puolustajaan nähden etuna myös toisenlainen ajattelu- tai toimintatapamalli, koska ilmapuolustus voidaan lamauttaa myös käänteisesti eli kiistämällä puolustajan vaikuttamiskykyt hyökkääjää vastaan. Tämä tarkoittaa

esimerkiksi sitä, että hyökkääjä kehittää omat vastatoimet puolustajan käytössä olevia ilmataistelu- ja ilmatorjuntaohjuksia sekä mahdollisia puolustuskäyttöön suunniteltuja häirintäjärjestelmiä vastaan. Tällöin puolustajan laukaisema ohjus ilma-alusta tai hyökkääjän laukaisema muuta lentävää objektia vastaan ei osu maaliinsa. Toisaalta on hyvin epätodennäköistä, että ilma-aluksissa käytettävät omasuojajärjestelmät pystyvät vielä 2030-luvulla täysin estämään ilmataistelu- tai ilmatorjuntaohjuksen saati ilmatorjuntatykin ammuksen osumaa.

Edellä kuvatun mukaisesti ilmapuolustajan rooli on jo lähtökohtaisesti vaikea. Tästä syystä puolustajan tulisi pyrkiä hankkimaan niin sanottu suhteellinen etu hyökkääjään nähden. Kyseinen etu olisi saavutettavissa 2030-luvulle tultaessa tekoälyä viisaasti soveltamalla sekä hyödyntämällä digitalisaation, tekoälyn ja robotiikan vallankumouksellista muutosvoimaa ilmapuolustusjärjestelmämme rakentamisessa. Samalla olisi varmistuttava siitä, että ihmisten ja koneiden yhteistyöllä saavutetaan massoitettu vaikutus hyökkääjää vastaan. Erityisesti laadunvarmistus ja luotettavuudenhallinnan merkitys korostuvat autonomisten järjestelmien kehitystyössä, jotta kalliit ja lukumääräisesti vähäiset järjestelmät olisivat mahdollisimman toimintavarmoja. Samaan aikaan modernin tekniikan hallinta on taattava henkilöstön osaamisen ylläpidolla ja kehittämisellä eli koulutuksella. Lisäksi sotatotaloudellisten lainalaisuuksien muutosten hallinta eri hankkeissa korostuu entisestään tekniikan halpenemisen myötä. Tästä syystä eri järjestelmähankkeiden tulisi olla jatkossa mahdollisimman joustavia ja ketteriä, jotta siviilimaailman innovaatiot voitaisiin hyödyntää mahdollisimman nopeasti ja integroida ne osaksi omaa ilmapuolustusjärjestelmäämme.

Uusiksi suorituskyvyiksi olisi

hankittava esimerkiksi GPS-signaalin häirinnän varalle ilmapuolustukseen osajärjestelmiä, jotka osaavat yhdistää älykkäästi kaiken mahdollisen absoluuttiseen ja suhteelliseen paikkaan liittyvän informaation. Uusia järjestelmiä voisivat olla vaikkapa matalalla kiertoradalla lentävät pienoissatelliitit ja viestiliikennettä releoivat miehittämättömät ilma-alukset, koska hyökkääjän on käytännössä mahdotonta häiritä niiden tarjoamia kymmeniä vaihtoehtoisia siirtoteitä samanaikaisesti. Muita hankinnan tai vähintään pohdinnan arvoisia teknologioita voisivat olla maassa sijaitsevat pseudo-satelliitit eli pseudoliitit. Ne lähettävät aika- ja paikannustietoa GPS-satelliittien tavoin, mutta tekevät sen lähempänä omia joukkoja ja suuremmilla lähetystehoilla. Korkealla lentäviä miehittämättömiä ilma-aluksia ja aerostaatteja voitaisiin puolestaan hyödyntää ja käyttää siellä, missä hyökkääjän ilmatorjunta ei kykenisi estämään niiden toimintaa. Lisäksi pitäisi kattavasti selvittää, miten siviilijärjestelmiä ja -teknologioita voidaan hyödyntää. Tavoitteena olisi piiloutua sähkömagneettisessa spektrissä niin sanotusti näkyville sekoittamalla omat hyötylähteet harmittoman siviilietoliikenteen sekaan. Tällöin hyökkääjä ei voisi keskittää tiedustelu- ja häirintävoimaansa ilmapuolustusjärjestelmäämme vastaan.

On tärkeää, että Suomen ilmapuolustus ja ilmatorjunta pysyvät kehityksessä mukana. Tärkeintä ei ole yrittää ennustaa täysin oikein millainen tuleva teknologia on 2030-luvulla, koska se on mahdotonta. Ilmapuolustuksemme kyky hyödyntää täysimääräisesti uutta käyttöön tulevaa teknologiaa on merkittävämpää verrattuna siihen, millainen se on, kuka teknologian kehittää tai kenellä se on ensimmäisenä operatiivisessa käytössä. Jotta esimerkiksi autonomisia piirteitä omaavien järjestelmien muodostamia uhkia voidaan

torjua ja toisaalta hyödyntää samalla itse uudenlaisia järjestelmiä kaikissa toimintaympäristöissä ja valmiustiloissa, on Suomeen hankittava tietopohjaa ja luotava valmiuksia sekä kehitettävä henkilöstön osaamista kyseisten välineiden, menetelmien ja prosessien osalta.

Uuden teknologian käyttöä tulisi innovoida, jotta uusien suorituskykyjen rajat voidaan ensin löytää. Tämän jälkeen löydettyjä rajoja voitaisiin vielä työntää kauemmaksi, jotta uutta teknologiaa voitaisiin hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla ilmatorjunnan ja samalla ilmapuolustusjärjestelmän kehittämisessä. Työt Suomen ilmapuolustuksen kehittämisen parissa eivät taatusti lopu kesken tulevana vuosina.

Lähteet:

- Bruges, James R, Setting the Context – Suppression of Enemy Air Defenses and Joint War Fighting in an Uncertain World, US Air University, 1994.*
- Cyber and Electromagnetic Activities, Joint Doctrine Note 1/18, Development, Concepts and Doctrine Centre, UK Ministry of Defence.*
- Cyberspace and Electronic Warfare Operations, FM 3-12, Headquarters, Department of the Army, April 2017.*
- Hathaway, David C, Germinating a New SEAD, 2001.*
- Human-Machine Teaming, Joint Concept Note 1/18, Development, Concepts and Doctrine Centre, UK Ministry of Defence.*
- Huttunen, Mika ja Metteri, Jussi (toim.), Ajatuksia operaatiotaidon ja taktiikan laadullisesta tutkimuksesta, liite 1, Maanpuolustuskorkeakoulu, Taktiikan laitos, Helsinki, 2008.*
- Israel's Cyber Shot at Syria, <https://www.military.com>.*
- JP Santiagon (nimimerkki) blogi, Soviet Wild Weasel: Part One (Doctrine/Tactics), 2010.*
- Kamppinen, Matti, Kuusi, Osmo ja Söderlund, Sari (toim.), Tulevaisuudentutkimus - Perusteet ja sovellukset, Tammer-Paino Oy, Tampere, 2003.*

Kosola, Jyri ja Jokinen, Janne, *Elektroninen sodankäynti – taistelun viides dimensio*, Julkaisusarja 5, No 2/2004.
Kosola, Jyri, *insinöörieversti, Korvaako keinoöly ja kone ihmisen, Sotilasaikakauslehti*, huhtikuu 2018.
Kosola, Jyri, *insinöörieversti, Helpot vuodet ovat ohi: Yhdysvallat alkaa taas varautua veroiseensa vastustajaan?, Sotilasaikakauslehti*, toukokuu 2018.
Kenttöohjesääntö, Yleinen osa, *Puolustusjärjestelmän toiminnan perusteet*.
Laakso, Anne, *Tulevaisuutta tekemään: keskeisiä käsitteitä, metodeja tulevaisuus-*

työpajoihin, 22.11.2016, Porvoo 1999.
McDermott, Roger N, *Russia's Electronic Warfare Capabilities to 2025: Challenging NATO in the Electromagnetic Spectrum*, raportti, International Centre for Defence and Security, Estonia,
NATO Integrated Air and Missile Defence, <http://www.nato.int>
NATO SEAD vision paper, Mark Threadgold MACE TT Leader, NATO UNCLASSIFIED.
Nimble Titan '18 Pre-Conflict Event (PCE), Event Workbook (U), 3/1/2017.
Aineisto artikkelin kirjoittajalla.

Sorri Jaakko, *Energistä Utopiaa, teoksessa Utopiat ja dystopiat, Futura lehti 1/2017*, Tulevaisuuden tutkimuksen seura ry, Suomen Uusiokuori Oy, 2017.
Taleb, Nassim Nicholas, *The black swan - The impact of the highly improbable*, Penguin books, 2010.
United States Government Accountability Office, GAO, Airborne Electronic Attack, Achieving Mission Objective Depends on Overcoming Acquisition Challenges, Report to the Committee on Armed Services, House of Representatives, 2012.

TEEMANA

Tulevaisuus – Ilmasodankäynnin Game Changers

Majuri Tuomo Rusila

Tuli, liike, suoja... Autonomia

Autonomia taistelukentällä muuttaa sodankäyntiä, vaikka sodan syyt ja luonne eivät muutuisikaan.

Neljannen teollisen vallankumouksen partaalla

Suomi on maailman ensimmäisiä maita, joka on joutunut taistelemaan robottiaseita tai jonkun määritelmien mukaan jopa alkeellista autonomiaa omaavia järjestelmiä vastaan. Talvisodassa Neuvostoliitto kokeili Tele-Tank nimistä T-26 panssarivauunun alustalle tehtyä kauko-ohjattua, mutta joitakin automaattisia ominaisuuksia omaavia miehittämättömiä ajoneuvoja taistelukäytössä Karjalan Kannaksella. Noiden aseistettujen taistelurobottien kokeilu ei päättynyt menestykseen, kuten ei myöskään niiden nykyversioiden kokeilu Syyriassa. Yhteistä Neuvostoliitol-

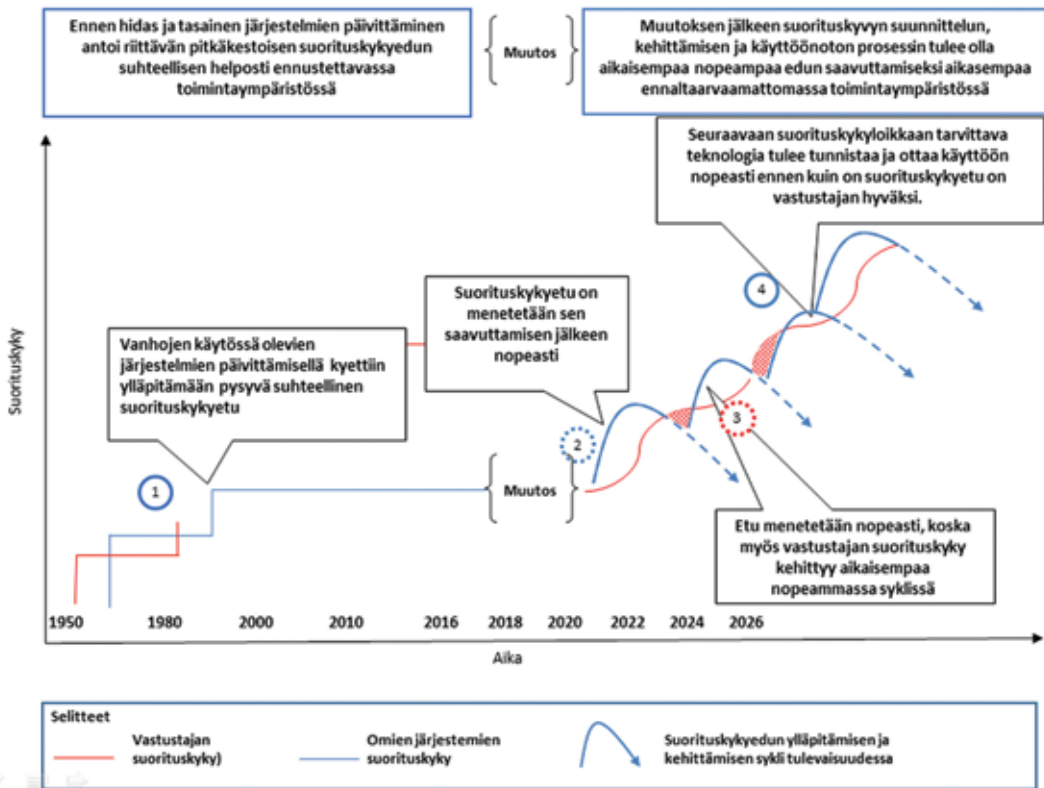
la ja nyky-Venäjällä on kuitenkin huomattava kiinnostus erilaisten miehittämättömien järjestelmien kehittämiseen ja sekä niiden kokeiluun taistelukentänkin olosuhteissa. Vaikka kokeilut eivät välttämättä aina ole olleet onnistuneita, on niistä saatu arvokasta tietoa järjestelmien jatkokehittämiseksi. Venäläinen tapa kehittää järjestelmiä on erilainen kuin länsimainen, ja tämä usein unohtuu meikäläisissäkin arvioissa. Osin omintakeinen lähestymistapa on valittu Venäjälle myös miehittämättömien ilma-alusten osalta.

Nykyään horjutaan neljannen teollisen vallankumouksen partaalla. Autonomisten järjestelmien ja tekoälyn tutkimus ja kehittäminen on kasvavan kiinnostuksen kohteena muuallakin kuin Venäjällä. Vaikka autonomian ja tekoälyn välille ei voida vetää yhtäsuuruusmerkkiä, kehittynyt tekoöly on perusedellytys

myös kehittyneelle autonomialle. Huomionarvoista on, että kaikki aikaisemmat teolliset vallankumoukset ovat vaikuttaneet sodankäyntiin joko sen evoluutioon tai jopa revoluitiona. Nyt käynnissä oleva vaihe tuskin on tästä poikkeus.

Samaan aikaan kun teknologian kehitysvauhti kiihtyy, kiihtyy myös oletettavasti teknologian vanheneminenkin. Pääsyy tähän on, että suorituskky, joka tuli ennen ns. ”raudasta”, tulee jatkossa entistä enemmän ohjelmistoista, raudan asettaessa digitaalisesta maailmasta kumpuavalle suorituskkyvälle fyysikaalisia rajoitteita. ”Rauta-aikaan” suorituskkyharppaus tapahtui vaihtamalla koko lavetti tai tekemällä siihen suurehko elinjaksopäivitys. Tulevaisuudessa suorituskky päivittyy pienemmissä paloissa, mutta nopeammassa syklissä kuin ennen. Jatkossa järjestelmäksi tulisikin valita vaihtoehtoista

Suorituskyky edun nopea menettäminen on uusi normaali



Teknologian kiihtynyt kehitysvauhti edellyttää suorituskyvyn kehittämiseltä nopeampaa sykliä ja sen huomioimista jo hankkeiden alusta alkaen. [kirjoittaja muokaus DST:n ”Trusted Autonomous Systems” Roadshow- materiaalista]

se, jolla on paras kehityspotentiaali ja helpoin päivitettävyyks. Asettamalla kovin tarkkoja suorituskykyvaatimuksia materiaalihankkeiden alussa vastustajan suorituskyvyn kehitymisistä ei pystytä riittävän dynaamisesti haastamaan.

Tulokulmia autonomiaan

Useat maat ovat todenneet mm. autonomisten järjestelmien hyödyntämisen olevan keskeinen strateginen etu ja mahdollisuus asymmetrian luomisella taistelukentällä. Tämä autonomisten järjestelmien merkitys kansalliselle turvallisuudelle on noussut keskusteluun mm.

Yhdysvaltojen uuden sotilaspoliittisen strategian kautta (3. Offset Strategy), jossa hyvin periamerikkalaiseen tyyliin pyritään saamaan aikaan vastaava teknologinen ylivoimaharppaus kuin ydinaseen kehittämisen tai mikropiirin ja täsmäaseiden laajamittaiseen sotilaalliseen käyttöön ottamisen seurauksena. Uudenaan strategian vaatimien järjestelmien kehittäminen, puhumatta käytöstä, ei ole ongelmattonta.

Autonomisiin järjestelmiin liittyy runsaasti erilaisia eettisiä, oikeudellisia ja psykologisia kysymyksiä, joiden ratkaisemiseksi tavalla tai toisella asevoimat joutuvat puurtamaan ja vakuuttamaan niin kansalaiset kuin omat sotilaansakin. Kuten jalkaväkimiinien ja rypäleasideen osalta, ovat erilaiset kansalaisjärjestöt aktivoituneet tappavien autonomisten aseiden täyskiellon aikaansaamiseksi jo ennen niiden käyttöön ottoa. Toisaalta useita autonomisia tai autonomisia piirteitä omaavia järjestelmiä on jo operatiivisessa käytössä. Samalla siviilikäytössä autonomisille järjestelmille on sekä tilausta että kehitystyötä käynnissä mm. logistiikan ja liikenteen aloilla. Näiden



CAMPAIGN TO STOP KILLER ROBOTS

Kansalaisjärjestöt ajavat ”tappajarobottien” kieltoa. Vaikuttaa, että kampanjassa on hyödynnetty rypäleasideiden ja jalkaväkimiinojen kieltoa ajaneiden kampanjoiden oppeja. [Campaign to Stop Killer Robots]

järjestelmien kehittäminen tukee vääjäämättä myös sotilaallisten autonomisten järjestelmien kehittämistä. Henkeä ei enää saada takaisin pulloon, mutta sitä kuinka valloillaan se pystyy leijumaan, voidaan toki yrittää kontrolloida.

Yhtenä ongelmana autonomisten sotilasjärjestelmien rajoittamisessa on, että esim. suurvalloilla on hyvin erilaiset tulokulmat. Yhdysvallat on ainakin toistaiseksi linjannut, että tappavan voima käyttö on aina ihmisen tekemä päätös. Sitä, tehdäänkö päätös operaattori- vai komentajatasolla suhteessa autonomiseen järjestelmään, ei ole määritelty. Samalla hieman paradoksaalisesti yhtenä tappavaa voimaa käyttävien autonomisten järjestelmien käyttöönottoa puoltavana tekijänä on käytetty omien tappioiden välttämistä.

Venäläisen tulokulman mukaan autonominen järjestelmä voi tuhota kohteen täysin itsenäisesti ilman ihmisen kontrollia, oli kohteessa ihmisiä tai ei. Venäjällä ei näin ollen näyttäisi olevan eettisiä ongelmia koneen päätöksistä kuolettavan voiman käytöstä. Venäjän intressi autonomian käyttöönotolle lienee myös demokrafinen, sillä pienenevä väestöpohja on jatkuvasti suurempi ongelma myös rekrytoinnille. Kiina sen sijaan, aikakin tietyin varauksin, kannattaa autonomisten aseiden kieltämistä. Samaan aikaan he kuitenkin tutkivat ja kehittävät ponnek-

kaasti tekoälyä ja autonomisia järjestelmiä. Kiinan takaa-ajatuksena kiellossa lieneekin USA:n 3. offset strategian hiekoittaminen jo ennen kuin sitä on kyetty edes kunnolla implementoimaan.

Suomikin on luonnostellut kansaansa autonomisiin aseisiin. Suomen kanta edustaa maltillista keskilinjaa autonomisten asejärjestelmien osalta. Kannan keskeisimmän osuuden voi tiivistää siten, että Suomi korostaa sääntöpohjaisen toiminnan ensisijaisuutta myös autonomisten aseiden osalta ja että kansainvälisen humanitaarisen oikeuden sääntöjä ja periaatteita tulee kunnioittaa myös autonomisten aseiden kehitystyössä ja käytössä.

Suomi kiinnittää huomiota myös autonomisen määritelmän epäselvyyteen ja tarpeeseen määritellä automaattinen, autonomisia piirteitä omaava ja itsenäinen järjestelmä erikseen. Itsenäinen järjestelmä luo itselleen jopa tehtävän ja tavoitteet toisin kuin autonomisia piirteitä omaava järjestelmä, jolle ne käsketään. Autonomisia piirteitä omaava järjestelmä voi sen sijaan suunnitella tehtävän toteuttamisen itsenäisesti ja muodostaa johdettuja tehtäviä monimutkaisen tehtävän pilkkomiseksi yksinkertaisemmiksi kokonaisuuksiksi. Selkeänä erotuksena itsenäiseen järjestelmään, autonominen järjestelmä kommunikoi käyttäjän tai muiden tahojen kanssa.

Puhuttaessa autonomisia piirteitä omaavista järjestelmistä kuvataan selkeämmin nykytilaa ja järjestelmien kyvykkyyttä myös pitkälle tulevaisuuteen.

Tarkan autonomian asteen määrittelyn sijaan keskeisempää autonomisten aseiden ongelmakentässä onkin keskittyä maalittamisprosessiin ja voimankäytön päätöksentekoon. Päätös tappavan voiman käytöstä niin automaattisilla kuin autonomisillakin järjestelmillä tulee jatkossa pysyä lopulta ihmisillä. Se ei kuitenkaan tarkoita sitä, että ihmisen tulee antaa lupa jokaisen maalipisteen osalta erikseen, vaan lupa voitaisiin antaa jollekin ylemmälle tasolle maalijärjestelmässä kuten esim. sotilaslentotukikohtaan vaikuttamiselle. Tämän luvan perusteella autonominen järjestelmä verraten itsenäisesti valitsisi varsinaisen maalipisteen noudattaen voimankäytön oikeuksia ja sodankäynnin oikeussääntöjä. Tällöin siis komentoketjussa on jossakin vaiheessa tehty päätös tappavan voiman käytöstä maalijärjestelmää vastaan ja päätöstä ei tarvitse tehdä jokaisen maalipisteen osalta erikseen.

Ei ole siis yhtä tapaa toteuttaa ihmiskontrollia autonomisten aseiden käytölle. Ihmiskontrollia korostavan ääripään mielestä kone ei saisi itsenäisesti päättää edes maalipistettä, vaan ihmisen tulisi se aina osoittaa. Tätä tavoitetilaa ei saavuteta edes kaikilla nykyjärjestelmillä. Toisen ääripään mukaan kontrolli tulee varmistettua, jos määritellään operaation tavoitteet, tehtävät ja rajoitteen autonomisille järjestelmille, jotka toteuttavat sen jälkeen saamansa tehtävät tehtävätaktiikan periaatteiden mukaan. Suomen kanta on lähempänä jälkimmäistä tulokulmaa.

The loop

Operatiivisesti autonomisten asejärjestelmien koetaan lisäävän nopeutta, tarkkuutta, sitkeyttä, ulottuvuut-

AUTONOMY LEVELS FOR UNMANNED SYSTEMS (ALFUS) DETAILED MODEL



Eräs tapa määritellä autonomiaa on ALFUS malli. Autonomian tasoa arvioidaan suhteessa tehtävään, ympäristöön ja ihmiseen. Malli ei ole ongelmaton.[NIST]

ta ja koordinoinnin mahdollisuuksia. Taktisella tasolla perinteinen Dirty, Dual and Dangerous -malli (3D) on yksi peruste ainakin länsimaissa käyttää autonomisia järjestelmiä - ”Rynnäkössä ovesta ensimmäisenä sisään tulee mennä robotti, ei ihminen”. Taloudellisesta näkökulmasta autonomisten järjestelmien, vaikka eivät itsessään tai kehityskustannuksiltaan mitään halpoja olekaan, pienentävät tehokkaamman ja koordinoitumman käytön myötä myös kustannuksia, erityisesti ihmisten aiheuttamia kustannuksia. Vaikka kustannusvaikutukset ovat yksi merkittävä tekijä autonomisten järjestelmien käyttöönotolle, autonomisten asejärjestelmien käyttöönotosta käydyin keskustelun perusteella sotilasjärjestelmien autonomisoiminen tulee tapahtumaan kuitenkin opera-

tiivisista syistä, ei kustannustekijöistä johtuen.

Tähän mennessä kehityksen suurimpana menestystarinana, joidenkin arvioiden mukaan jopa jonkinasteisena sodankäynnin vallankumouksena, voidaan pitää erilaisten miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien yleistymistä jopa siinä määrin, että niillä suoritetaan tällä hetkellä joisakin maissa enemmän tiedustelu- ja taistelutöitä kuin miehittyillä järjestelmillä. Taktisen tason 3D-mallista on siis saatu jo operatiivisesti merkittävää suorituskykyä ainaakin toimintaympäristöissä, joissa ilmaherruudesta ei tarvitse kilpailla. Useat maat ovat kehittämässä vastaavaa suorituskykyä, mutta hypäten järjestelmäsukupolven tai kaksi yli suoraan nykyiseen teknologiaan. Nämä järjestelmät ovat kuitenkin

edelleen periaatteessa etäohjattuja, mutta saattavat suorittaa autonomisesti joitakin tehtävän vaiheita.

Autonomian määrittely on ollutkin pitkälti teknologista ja ihmisen ja koneen välisen työjaon määrittelyä. Määritelmät ovat kehittyneet teknologisen kehityksen mukana. Pyrkimyksiä määritellä autonomian käsitettä ovat edelleen hämentäneet sovellusalueet, olivatpa ne ohjelmistojärjestelmiä, fyysistä tekniikkaa, oikeuskäytäntöä tai jopa filosofis-eettis-moraalisia pohdintoja. Kaikilla näillä on ollut oma vaihtoehtoinen tulokulmansa ilmiöön. Osin siksi autonomialle ei ole yhtä yhtenäistä määritelmää, joten tässäkin kirjoituksessa on turha yrittää sitä tehdä. Kuitenkin kentän hahmottamiseksi erilaisia tulokulmia autonomisiin järjestelmiin voidaan

ottaa. Ne voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri kategoriaan.

Yhtenä tulokulmana autonomian määrittelyyn on autonomisen järjestelmän päätöksenteon suhde järjestelmää ”operoivan” ihmisen päätöksentekoon. ”Human-in-the-loop” tasolla ihminen tekee päätökset joka tasolla. Human-on-the-loop -tasolla ihminen osallistuu päätöksentekoon ja tukee järjestelmän toimintaa. Human-out-off-the-loop-tasolla ihminen ei osallistu päätöksentekoon, ainakaan enää tehtävän antamisen jälkeen. Järjestelmän määrittely selvärajaisesti johonkin em. luokkaan on usein mahdotonta.

Toisena tulokulmana on arvioida autonomisen järjestelmän päätöksenteon prosessin yksityiskohtia suhteessa siihen, miten järjestelmä kykenee käsittelemään epävarmuuksia ja monimutkaista toimintaympäristöä. Karkeasti päätöksenteko voidaan jakaa kolmeen luokkaan eli automaattinen, autonomisia piirteitä omaava ja itsenäinen, mutta rajanveto eri luokkien välillä on tässäkin mallissa käytännössä mahdotonta.

Kolmas lähestymiskulma määrittelyyn on arvioida niitä päätöksiä tai toimintoja itse järjestelmässä, jotka on tehty autonomiseksi. Esim. kaikki muut päätökset ja toiminnot (maalinpaikantaminen, maalin valinta, liikkuminen tuliasemaan jne) on voitu autonomisoida, mutta ei varsinaista päätöstä aseiden laukaisusta, mikä on jätetty ihmisen vastuulle. Lähestymisen etuna on, että sen kautta voidaan tunnistaa, mitkä toiminnot järjestelmässä ovat sellaisia, jotka voidaan autonomisoida mm. eettisesti kestäväällä pohjalla.

Toistaiseksi lähes kaikki operatiivisessa käytössä olevat järjestelmät ovat ensimmäisen määrittely kategorian mukaan etäkäytettäviä (man-in-the-loop) tai käyttäjää avustavia (man-on-the-loop) järjestelmiä. Kuitenkin myös joitakin autonomisia (man-off-the-loop) omasuojajärjestelmiä on jo operatiivisessa käytössä, mutta niiden kyky toisen määrittelykatego-



C-RAM ja IAI Harop. [Wikimedia Commons].

rian mukaiseen epävarmuuksien sietoon on huono. Kolmannen kategorian mukaan niille on voitu sallia esim. selvästi tunnistetun heitteen torjunta, mutta vastaavasti lentävän miehitetyn lavetin torjuminen edellyttäisi ihmisen tekemää päätöstä.

Autonomisiin asejärjestelmiin, etenkin tappavaa voimaa käyttäviin asejärjestelmiin liittyvien monikirjoisten ongelmien takia niiden rajoittamisesta tai jopa kieltämisestä käydään parhaillaan YK:kin piirissä keskustelua. Kattavan autonomisten järjestelmien kiellon aikaansaaminen on epätodennäköistä, sillä autonomia järjestelmiä, ainakin laajan määritelmän mukaan, on jo käytössä useissa maissa esim. päätöksenteon tukena tai edellä mainituissa omasuojajärjestelmissä. Toisaalta autonomisten järjestelmien kieltäminen

ei ole joidenkin suurten maiden intresseissä, sillä niiden potentiaalinen varaan on voitu rakentaa kokonaan uusia strategioita. Läntistä ajatusmaailmaa, jossa ihmisen päätöksen teko on keskiössä päätettäessä elämän ja kuoleman kysymyksistä, ei myöskään jaeta kaikissa muissa maissa, joissa voi olla perinteisestikin pienempiä moraalisia esteitä. Toki vastaavaa eettistä keskustelua käydään siviilirobotiikan osalta.

Ehkä kuitenkin keskeisin sotilaalliseen käyttöön ottoa rajoittavana tekijänä on luottamus tai paremmin sen puute, ”taistelijaparina” toimivaan järjestelmään. Australia on ottanut käyttöönsä varta vasten käsitteen ”trusted autonomy” kuvaamaan operatiiviseen käyttöön otettua autonomiaa, jonka tärkeimpänä ominaisuutena on luotetta-

vuus, ei vain tehtävän suorittamisen näkökulmasta. Keskeisenä osana luottamuksen rakentamista tulevat olemaan uudet tavat autonomian verifiointiin ja validointiin.

On kuitenkin useita autonomisten järjestelmien sovellusaloja, joissa ei törmätä autonomian eettisiin ongelmiin samassa mittakaavassa kuin autonomisten aseiden kanssa. Sellaisia ovat mm. logistiikan, tiedustelun, päätöksenteon tuen sekä osin omasuojan järjestelmätkin. Toki joidenkin autonomisten sotilasjärjestelmien vastustajien, tutkijoiden mielestä tie helvettiin on päällystetty autonomian sotilaallisilla sovelluksilla, olivat ne sitten mitä hyvänsä. Koska autonomia ja sen sovellukset kehittyvät siviiliyhteiskunnan tarpeisiin, on lähes varmaa, että niille löytyy myös sotilaallisia käyttötarkeituksia, vaikka eivät olisikaan alun perin sotilaalliseen käyttöön suunniteltu. Hyvä analogia löytyy esimerkiksi kaupallisten (COTS) tai itse tehtyjen (DIY) lennokkien käytössä Syyriassa ja Irakissa.

Autonomia piirteitä omaavia asejärjestelmiä on jo siis operatiivisessa käytössä. Ne toimivat edelleen ihmisen valvonnassa ja

toimivat autonomisesti käytännössä vain tilanteissa, joissa ihmisen päätöksentekonopeus ei riitä. Esimerkkinä tällaisesta autonomista piirteitä omaavasta järjestelmästä ovat C-RAM ja Iron Dome. Hyökkyksellisiä autonomisia piirteitä omaavia aseitakin on jo olemassa mm. erilaiset vaanivat asejärjestelmät tai ammukset kuten israelilaisen Harop.

Autonomia ja ilmatorjunnan tulevaisuus

Ilmatorjunnan tulevaisuuden skenaariotarkasteluun voidaan ottaa lähtökohta, jossa miehitettyjen ilma-alusten häiveominaisuuksien parantuessa ja ilmasta maahan aseiden kantaman kasvaessa, itse lavettien torjunta sekä niiden havaitsemisen vaikeuden että torjuntaetäisyyden takia on muodostunut erittäin vaikeaksi. Samalla vastustajan pitkän kantaman ilmatorjuntakyky sekä miehittämättömillä ilma-aluksilla kyllästetty ilmatila heikentää tehokkaasti omien ilma-alusten torjuntakyvyn ulottamista riittävän lähelle.

Kuitenkaan ilmalavettien ja muiden järjestelmien laukaisemilla

heitteillä häivevaatimukset eivät välttämättä kehity yhtä nopeasti kuin laveteilla. Lisäksi kohdesuojauksen näkökulmasta heite tulee ennemmin tai myöhemmin riittävän lähelle sekä havaitsemisen, että kantaman näkökulmasta. Heitteillä on joka tapauksessa kohtuullisen suuri nopeus ja jotkut niistä jopa kykenevät tekemään loppuliikhdintää torjunnan väistämiseksi. Reaktioaikaa torjujalla on siis vähän ja tarkkuusvaatimukset suuret. Samalla varsinkin älykkäät heitteet ovat kalliita ja niitä on rajoitettu määrä jopa suurvalloilla, voidaan heitteiden torjunnalla saada suhteellisen hyvä panos-hyötysuhde aikaiseksi. Lisäksi suuren kantaman omaavien heitteiden loppuessa, vastustaja joutuu siirtymään perinteisempien heitteiden käyttöön, jolloin ilma-alukset joutuvat tulemaan lähemmäs puolustajan ilma- tai hävittäjätorjunnan vaikutusalueutta.

Toisen uhkaryhmän heitteiden lisäksi muodostavat esim. parvessa toimivat miehittämättömät ilma-alukset. Niitä voidaan käyttää kyllästämään ilmatilannekuvaa, salaamaan ja harhauttamaan, tiedus-



Heitteiden ja lennokkiparven torjunta tekoälyn avustamana [Raytheon].

telun, maalittamisen tai valvonnan tukena sekä kohteen tuhoamiseen. Parvet voidaan saattaa alueelle laukaisemalla ne heitteestä tai kuljettaa toisella lavetilla riittävän lähelle. Parviäly mahdollistaa parven toimimisen, vaikka joitakin yksilöitä tuhoutuisikin, jolloin yksittäisten kohteiden torjunnalla ei ole merkitystä.

Niin heitteiden torjunta kuin parvenkin torjunta on ihmiselle haastava tehtävä. Vaikka järjestelmä itsessään havaitsisi ja esittäisi torjuntasuosituksen ihmiselle, jää ihmisen rooliksi lähinnä automaation hyväksyä esitetty ratkaisu juuri kykenemättä ottaa kantaa, miten järjestelmän automatiikka tai äly on kyseiseen päätökseen päätnyt. Siksi heitteiden ja parvien torjunnassa päätösvallankin antaminen autonomiselle järjestelmälle voisi olla suhteellisen helppoa. Jos samalla järjestelmällä jouduttaisiin torjumaan miehitettyä järjestelmää, jää reaktioaikaa todennäköisesti enemmän. Silloin ihmisen saaminen ”on-the-loop” on edelleen mahdollista vaikkapa etäyhteydellä, jos saman operaattorin vastuulla on useamman autonomisen järjestelmän päätöksenteon tukeminen vastualueellaan.

Skenaarion pohjalta päätty karkeasti kahteen vaihtoehtoon. Voidaan hankkia asejärjestelmiä torjumaan entistä kauempana tai hankalammin havaittavia lavetteja tai rakentaa uutta suorituskykyä ja siirtyä torjumaan ilma-lavettien laukaisemat heitteet ja lennokit. Jos jälkimmäisen osalta kyetään hyödyntämään olemassa olevia halpoja ammusratkaisuja, on se todennäköisesti kokonaiskustannuksiltaan edullisempi suorituskykyisä kuin ensimmäinen. Laser on edullinen, mutta sen jokasään toimintakyky on huono. Kohdesuojauksessa autonomialla kyetään saamaan uutta puhtia perinteisiin ratkaisuihin.

Ilmatorjunnan tulevaisuus voisi olla heitteiden ja torjuntaetäisyydellä olevien miehittämättömien järjestelmien torjunnassa

eikä varsinaisesti ilma-alusten torjunnassa. Koska siirryttäisiin miehittämättömien torjuntaan, eettiset ongelmat jäävät vähäisiksi. Perinteiden ilmatorjunnan merkitys säilyisi kuitenkin edelleen, kunhan vastustajan ilma-ase on ensin pakotettu torjuntaetäisyydelle viemällä heiltä esim. täsmäaseiden kantaman suoma etu. Jos kyvystä torjua myös ilma-aluksia luovutettiin kokonaan, vastustaja käyttää muodostunutta heikkoutta taatusti hyväkseen.

Suurella todennäköisyydellä ilmapuolustus kohtaa seuraavat autonomiset aseet. Niiden torjuminen edellyttää ymmärrystä myös autonomiasta itsestään. Jotta ymmärtäisimme autonomian rajoitteet ja mahdollisuudet, meidän tulisi kokeilla sitä käytännössä kentällä. Hyvän verrokkina ovat ennen talvisotaa pidetyt Kannaksen PSV-ajokokeet, joissa ennen huonoksi tankkimaastoksi luultu alue todettiin testien jälkeen varsin otolliseksi psv-joukoille. Vastaavia kokeiluita tulisi suorittaa myös autonomisten järjestelmien osalta, oli autonomian taso mikä hyvänsä. Heitteiden ja miehittämättömien järjestelmien torjunta antaa tähän hyvät mahdollisuudet jo lähitulevaisuudessa. Omien mahdollisuuksien selvittämisen lisäksi, kokeiluilla saavutetaan myös ymmärrystä vastustajan vastaavien järjestelmien kiertämiseksi käytettäessä omia heitteitä. Tämänkään merkitystä ei pidä väheksyä.

Työkalusta kumppaniksi

Miehittämättömät järjestelmät tuskin tulevat tulevaisuudessa ainakaan vähentymään. Venäjä on useampaan kertaan antanut julkisten lähteiden mukaan ymmärtää, että heidän ”viidennen” sukupolven häivehävittäjensä SU-57 voidaan varustaa sarjalla, jolla se kyetään autonomisoimaan tai ainakin etäohjaamaan. Vastaava kehitystrendi heillä on myös maa-

lavettien osalta. Miehistö voi tarvittaessa operoida järjestelmää lavetissa, etänä tai järjestelmä toimii autonomisesti. Tämä lähestyminen poikkeaa läntisestä kehityksestä, jossa miehittämättömyyttä ei vielä juuri ole huomioitu järjestelmien perussuunnittelussa. Tämäkin kehityspotentiaali tulisi huomioida tulevissa hankinnoissa. Eli sen lisäksi, että järjestelmien tulee olla ketterästi päivitettävissä, niiden tulisi olla myös automatisoitavissa tarvittaessa.

Automaatio ei ole vain teknologiaa. Myös ihmiset tulee kouluttaa autonomisten järjestelmien käyttöön. Suurin muutos tulee todennäköisesti operaattorisella, jossa ihmisen tulee kyetä operoimaan yhteistoiminnassa autonomisen järjestelmän kanssa. Operaattorien tulee ymmärtää järjestelmä ja miten se tekee päätökset, mitkä ovat järjestelmän rajoitteet ja mahdollisuudet. Seuraavan tason johtajan tulee ymmärtää erityisesti järjestelmän rajoitteet, mutta ymmärtää myös korkealla tasolla miten autonominen järjestelmä toimii ja tekee päätöksiä. Operaation johtajan tulee ymmärtää järjestelmien suomat mahdollisuudet suhteessa ihmisjoukkoihin, mutta erityisesti riskit etenkin tilanteissa, joissa päätetään käyttää autonomisia järjestelmiä ihmistä tai ihmisen miehittämiä järjestelmiä vastaan. Operaation johtajan tulee myös huomioida autonomisen järjestelmän epäonnistumisen vaikutukset operaatiolle ja varautua siihen esim. ihmistaisteilijoilla tai eri toimintaperiaatteella toimivilla autonomisilla järjestelmillä.

Jo nykyiset autonomiset järjestelmät kykenevät käsittelemään nopeammin laajoja aineistoja, vaikka se ei välttämättä kykenekään kontekstuaaliseen ajatteluun. Siksi ihmisen ja koneen yhteistyö on todennäköisesti monimutkaisissa toimintaympäristöissä ja tehtävissä jatkossakin keskiössä. Heitteiden ja esim. lennokkipar-

vien torjunta on tässä mielessä, vaikka edellyttääkin koneelta suurta prosessointikykyä ja tarkkoja sensoreita, toimintaympäristön ja tehtävän yksinkertaisuuden takia autonomisten järjestelmien vahvuusaluetta. Tulevaisuuden ilmatorjuntajoukoissa on siten vielä ilmatorjuntamiesten ja -naisten mentävä aukko hyvin monenkin tehtävän osalta. Tekoälyllä ja automaatiolla kyetään tehostamaan havaitsemista, tiedonkäsittelyä ja tilannekuva muodostusta torjunnan johtajalle, ja tarvittaessa automatisoimaan torjunta siten, että se suoritetaan torjuntatilanteeseen optimisti huomioiden paremmin myös oheisvaikutukset ympäristölle. Autonomialla on myös paikkansa tehostamassa järjestelmien kybersuojaa verkottuneessa toimintaympäristössä.

Lopuksi

Keskeiset rajoitteet autonomiasia piirteitä omaavien asejärjestelmien käytölle ovat teknologisia, institutionaalisia, laillisia ja normatiivisia sekä taloudellisia. Teknologisia rajoitteita ovat mm. mukautuvuus ja luotettavuus monimutkaisessa vastustajan kaikissa sodankäynnin ulottuvuuksissa kiistämässä toimintaympäristössä. Luotettavuuden ja erityisesti luotamussuhteen muodostuminen ihmisen ja autonomisen järjestelmän välille edellyttää uusia validointi ja verifiointi menetelmien kehittämistä, mutta myös järjestelmien kanssa ”yhdessä oppimista”. Jotta koko komentoketjulle olisi syntynyt luottamus järjestelmiin, tulee autonomisia järjestelmiä kokeilla ja käyttää vuosia, jopa vuosikymmeniä. Sodan oikeussäännöt eivät sinällään kiellä autonomisten asejärjestelmien käyttöä, mutta ne rajoituksia voimankäytölle ja vastuuta komentoketjulle. Vastaavasti teknisestä näkökulmasta tarkastellen kuolettavan voiman käyttö näyttäytyy yksittäisen autonomisen

järjestelmän tekemien ratkaisuiden ongelmilta, kun operatiivisesta näkökulmasta katsoen vastuu asejärjestelmien käytöstä on jo tällä hetkellä ratkaistu.

Onko meillä jatkossa kyky ja osaaminen vastata autonomisten aseiden aiheuttamaan uhkaan tai luoda niiden avulla uutta alivoimaisen taktiikkaa? Työ pitää aloittaa, ja sitoa siihen myös organisaation ruohonjuuritaso. Tätä varten tulisi ottaa ketterämpiä ja matalan kynnyksen menetelmiä järjestelmien käyttöönottoon. Koska järjestelmät kehittyvät kokoajan, vaatimusten määrittely niille etukäteen voi muodostua lähes mahdottomaksi. Tärkein vaatimus on päivitettävyyys ja sopeutuvuus. Ylhäältä annetut käyttötapauskuvaukset kokevat inflaation, kun joukko laitetaan keksimään, miten parhaimmillaan tai pahimmillaan jatkuvasti oppivaa autonomista järjestelmään käytetään. Se ei todennäköisesti vastaa enää alkuperäisiä ”vihreän veran” vaatimuksia. Järjestelmien jatkuva muutos edellyttää myös koko komentoketjun aktiivista kiinnostusta jatkuvasti muuttuvien järjestelmien luomista uusista mahdollisuuksista. Tulevatko sodankäynnin peruselementit täydentyvät tulevaisuudessa myös autonomialla. Autonomia tuo lisää elementtejä tuleen, liikkeeseen ja suojaan, mutta on itsessäänkin uusi huomioitava sodan elementti. Autonomisuus tuskin muuttaa sodan määritelmää, mutta sodan kuvaan ja tapaan käydä sotaa, se tulee vaikuttamaan suuresti. Potentiaalia autonomialla on pienvaltionkin asymmetrian luomisen tukena, toki se edellyttää, että järjestelmiä käytetään eri tavalla kuin autonomiaylivoimainen vastustaja. Vähäväkisen, todennäköisesti aina alivoimaisen, mutta korkeanteknologiapotentiaalinen omaavan maan tulisi rohkeasti lähteä etsimään omia ratkaisuja myös autonomian hyödyntämisessä.

Mielenkiintoiset twitteristit/ seuraamissuosituksset:

@SamBendett, erityisesti Venäjän 4IR kehitys

@EBKania, erityisesti Kiinan 4IR kehitys

@RikeFranke, mm. UAS asioiden kehitystä,

@ArmyMadSci, TRADOC:in Mad Scientist Initiative, sisältöä laajalla kirjolla tulevaisuuden sodankäynnin kontekstissa

@StopTheRobotWar The International Committee for Robot Arms Control (ICRAC), robottiaseiden ja autonomisten aseiden kieltämistä ajava liike

@BanKillerRobots, Campaign to Stop Killer Robots, kansainvälinen kansallajärjestöjen kampanja robottiaseiden ja autonomisten aseiden kieltämiseksi

Food for thought:

Summer Study on Autonomy, DOD, Defence Science Board, 2016

Mapping the development of autonomy in weapon systems, Sipri, Boulanin V., Verbruggen M., 2017

Army of None: Autonomous Weapons and the Future of War, @paul_scharre

Ghost Fleet: A Novel of the Next World War, @peterwsinger, @august_cole

Balancing Effectiveness and Ethics in Future Autonomous Weapons, Small War Journal, Doug Livermore, 2018

Ground-Based Air Defense Systems, New Challenges and Perspective, S.A. Leventopoulos, RIES, 2018
Elements of AI, MOOC-kurssi, Reaktor.



Ilmasodan transformaatio ennen ja nyt

”Me olemme juuri voittaneet sodan, jossa suuri joukko sankareita lenteli ympäriinsä koneissaan, mutta seuraavassa sodassa taistellaan miehittämättömillä koneilla.”

– USAAF:n komentaja, kenraali Henry Arnold, 1945.

Ilmasotaa on käyty yli sata vuotta, ja siinä on aina ollut sama pelin henki: Hyökkääjä on pyrkinyt aiheuttamaan puolustajalle mahdollisimman suuret tappiot mahdollisimman pienillä omilla tappioilla. Puolustaja taas on pyrkinyt minimoimaan omat tappiot maksimoimalla hyökkääjän tappiot. Ilmasodan eri elementtien tärkeysjärjestys on suurvalloissa ja pienemmissä maissa juuri päinvastainen. Suur-

valloissa ilmavoima (air power) on etusijalla, koska sitä on käytetty enimmäkseen hyökkäyksellisesti; pienissä (ilma-alivoimaisissa) maissa ilmapuolustus (ilmatorjunta ja ilmasuojelu) on aina ollut etusijalla. Tämä on havaittavissa sotakokemuksistakin.

Hyökkääjän näkökulmasta on 2000-luvulla saavutettu optimaalinen tilanne: satelliittiohjautuvilla pitkän kantaman täsmäaseilla saa-

vutetaan strateginen ulottuvuus, osumatarkkuus ja tuhovaikutus vaarantamatta yhdenkään (hyökkääjän) oman sotilaan henkeä. Käytettävissä on risteily-, tykistö- ja meritorjuntaohjuksia sekä miehittämättömiä koneita. Niistä on jo saatu sotakokemuksia. Puolustajan strategiset kohteet ja puolustuskyky voidaan lamauttaa hyökkäyksillä maan rajojen ulkopuolelta. Ilmapuolustuksen tehtävä on yhä vaativampi. Vastaavia haasteita on ilmapuolustuksella ollut aiemminkin.

Torjuntavoitto atomipommittajista

Isojen teknillisten kehitysaskeleiden myötä on kehitetty ensin uusia hyökkäysaseita, joita vastaan on sitten suunniteltu puolustusaseita ei koskaan päinvastoin. Toisessa maailmansodassa ilma-alivoimainen Saksa käynnisti vastahyökkäykset miehittämättömillä kostoaseilla (V1, V2, Rheinbote). Sodassa sai tulikasteen kaksi ylivoimaista hyökkäysasetta: ballistinen raketti V2, jonka torjunta ei vielä olis helppoa, sekä atomipommittaja, jonka torjuntaan löydettiin ratkaisu sodan jälkeen. Strategisten pommitusten kohde-



Venäläiset it-ohjukset S-75 (SA-2) oikealla ja S-125 (SA-3) ovat olleet käytössä monessa sodassa. Lavetit on kuvattu Hanoi ilmapuolustusmuseossa. (Kuva: A. Lappi)



Helikoptereita käytettiin laajamittaisesti Vietnamin sodassa, mutta tuhansia myös tuhoutui ilmatorjuntatulessa. (Kuva: U.S. Army)

maana Saksa aloitti myös ensimmäisenä korkeatorjuntakykyisten ilmatorjuntaohjusten kehitystyön, mutta ne eivät ihan ehtineet operatiiviseen käyttöön sodassa. Maailmansodan jälkeen voittajavaltiot jatkoivat saksalaisten kehitystyötä, minkä tuloksena saatiin 1950-luvulta alkaen käyttöön atomipommittajien torjuntaan sopivia ilmatorjuntaohjusjärjestelmiä.

Ensimmäiset ohjukset tulivat käyttöön USA:ssa 1954 (Nike Ajax) ja Neuvostoliitossa 1955 (S-25 Berkut). 1960-luvun alkupuolella likimain kaikilla Euroopan mailla oli korkeatorjuntakykyisiä ohjusjärjestelmiä. Niiden suorituskykyä saatiin 1960-luvun alkupuolella näyttöjäkin, kun venäläisillä ohjuksilla (SA-75) ammuttiin alas useita vastapuolen tiedustelukoneita. Ensimmäinen ilmavoitto it-ohjuksilla saavutettiin Kiinassa 7. lokakuuta 1959, kun taiwanilainen RB-57D-kone ammuttiin Pekingin alueella alas SA-75 Dvina-ohjuksilla. Myös Suomi oli vuonna 1962 hankkimassa saman ohjustyyppin uudempaa mallia SA-75M (Dvina-A), mutta kauppa peruuntui, kun amerikkalaiset peläsivät ohjusten vaarantavan USAF:n pommikoneiden ylilennot. On tietysti absurdia, että pieni valtio joutui

luopumaan puolustusaseista suurvalan hyökkäysaseiden eduksi!

Korkeatorjuntakykyiset ilmatorjuntaohjukset aiheuttivat aika nopeasti tilanteen, missä atomipommittajien käyttö muuttui liian riskialttiiksi. Amerikkalaiset käyttivät strategisissa B-52-pommikoneita Pohjois-Vietnamin konventionaalisissa suurpommituksissa joulukuussa 1972 katastrofaalisin seurauksin: ainakin 29 konetta menetettiin, 33 miehistön jäsentä kuoli ja 33 joutui vangiksi. Vastustajan ilmapuolustuksen karkea aliarviointi aiheutti suuret tappiot. Sitten B-52:sta on tehty risteilyohjusten kuljetuslavetteja, jotka eivät tule vastapuolen ilmapuolustuksen vaikutuspiiriin. Samoin tehtiin Venäjällä. Torjuntaohjukset syrjäyttivät pommikoneet. Doktriini muuttui.

Torjuntavoitto rynnäkkökoneista ja helikoptereista

Atomipommittajat korvattiin suurvalloissa 1960-luvulta alkaen ballistisilla kauko-ohjuksilla, joiden torjuminen oli aluksi mahdollista – ja on sitä pitkälti vieläkin. Ei niitä tosin ole koskaan käytettykään, peloteaseitahan ne ovat. Vietnamin sodasta käynnistyi uusi,

taktillisen ilma-aseen aikakausi. Pommikoneiden tilalle tulivat rynnäkkökoneiden matalahyökkäykset tykein, raketein ja pommein. Helikopterien käyttö lisäsi uhkaa. Ilmapuolustukselle asetettiin uusia haasteita: tarvittiin kykyä matala- ja lähitorjuntaan, missä pienikaliperiset ilmatorjuntakonekiväärin ja -tykit näyttelivät pääosaa. Niitä tarvittiin paljon. 23-millisten tykkien hankinta Suomessa aloitettiin 50 vuotta sitten ja niillä saavutettiin hyvä matalatorjuntakyky.

Merkittävintä oli kuitenkin kannettavien ilmatorjuntaohjusten kehittäminen maavoimien käyttöön. Uudet täsmäaseet olivat kustannustehokkaita ja kenttäkelpoisia ilma-alivoiman tasoittajia. Niiden vaarallisuudesta saatiin näyttöjä Vietnamin, Lähi-idän ja Afganistanin sodista. USA menetti Vietnamin sodassa lähes 3700 lentokonetta ja 5000 helikopteria, joista osa ammuttiin alas Strela-2-ohjuksilla viimeisen sotavuoden aikana (1972). Lisäksi Etelä-Vietnam menetti yli 800 lentokonetta ja helikopteria. Ilmatorjunnan osuus pudotuksista oli 97 %. Arvioiden mukaan ”olkapäähjuksilla” on kymmenissä sodissa ammuttu alas yli 1600 lentokonetta ja helikopteria. Niillä on voitu kiistää vastapuolen ilmaylivoiima määräalueella ($h < 3$ km).

Lähitorjunta-aseiden uhka pakotti ilma-aseen kehittäjät suunnittelemaan täsmäaseita, joilla voitaisiin välttää omat konetappiot (tällä kehitystyöllä on toki pitempikin historia). Modernien täsmäaseiden ja myös miehittämättömien koneiden (lennokkien) operatiivinen käyttö sai varsinaisen alkunsa Vietnamin sodassa 50 vuotta sitten. Ilmatorjunnalle tämä toi uusia haasteita: ulottuvuutta piti kasvattaa, samoin joka sään torjuntakykyä. Lyhyen kantaman ($E < 10$ km, $h < 5$ km) kohdetorjuntaohjukset ratkaisivat tämän ongelman. Ohjuksia valmistettiin ja otettiin käyttöön Euroopan maissa seuraavasti: Strela-1, NL (1968), Indigo, Italia (1969),



Miehittämättömät koneet ovat uusi uhka ilmapuolustukselle. ”Tappajalennokki” MQ-1 Predator suoritti vuosina 2001-2017 satoja taistelulentotoja. (Kuva: General Atomics)

Tigercat, Britannia (1970), Crota-le, Ranska (1972), Osa, NL (1972), Rapier, Britannia (1973), Roland, Ranska/Länsi-Saksa (1977). Ohjustusten ulottuvuus riitti laser-pommitusten ja pst-helikopterien torjumiseen. Puntit tasoittuivat taas.

Lyhyen kantaman ohjusten rinnalle suunniteltiin kaiken aikaa myös liikuntasotaan soveltuvia keskipitkän/pitkän kantaman it-ohjusjärjestelmiä, joilla voitiin hallita koko oman operaatioalueen ilmatilaa. Tässä Neuvostoliitto oli muita edellä, kun siellä tuli käyttöön useita liikuntakykyisiä ohjusjärjestelmiä: Krug (1965), Kub (1967), S-300V1 (1983). Toisiaan täydentävien ohjusjärjestelmien ansiosta vihollisen koneet olivat vaaravyöhykkeessä sekä korkealla että matalalla. Ensimmäinen näyttö tästä saatiin Lähi-idän sodassa 1973, missä arabimaiden ilmatorjunta aiheutti Israelin ilmavoimille järkyttävät tappiot (25-33 % konemäärästä). Lyhyen kantaman it-ohjusten puuttuminen jätti kuitenkin pahan aukon täsmäaseiden torjuntaan.

Ilmasodan loppusaldo 1950-2000

Vuosituhanen vaihtuessa voidaan todeta, mikä oli 1900-luvun loppupuoliskon ilmasotien loppusaldo. Ilmavoima (air power) on näytellyt avainroolia sodissa, mutta vain ylivoimaisella puolella. Suurvallat ovat käyttäneet ilmavoimaa enimmäkseen hyökkäyksellisesti. Hävittäjätorjuntaa ei ole tarvittu, kun ilma-alivoimainen osapuoli ei ole kyennyt suorittamaan ilmahyökkäyksiä. Hävittäjien välisiä kaartotaisteluja (dog fight) ei ole nähty vuosikausiin, viimeisen kerran niitä käytiin vuonna 1982 Falklandin ja Lähi-idän (Bekaan) sotatoimissa. 2000-luvulla hävittäjä on pudottanut toisen hävittäjän pari kolme kertaa.

Ilmapuolustuksen tehokkuutta on perinteellisesti mitattu ilmavoittojen määrällä – varsinkin ilmavoimissa. Tärkeimmistä sodista (1965-2003) ilmoitettujen tappiolukujen valossa ilmatorjuntamiesten osuus kaikista ilmavoitoista (ns. taistelutappioista) on 86 % ja alivoimaisella puolella 96 %. Afganistanin ja Irakin sodissa ilma-

torjunnan osuus on ollut 100 %. 2000-luvulla on Syyrian sodassa (2012-2018) tuhoutunut ainakin 144 konetta, joista 44 oli helikoptereita. Afganistanin sodassa on vuosina 2001-2016 tilastojen mukaan tuhoutunut 165 konetta, joista 122 oli helikoptereita. Tappioista vain osa on ollut pudotuksia, niistä pääosa on kirjattu ilmatorjunnan tilille. Rynnäkkökoneiden ja helikopterien torjunta ei enää vuosiin ole ollut erityinen teknillinen ongelma.

Suomen kaltaisen pienen maan ei kannata ottaa oppia ylivoimaisen osapuolen sotakokemuksista, vaan alivoimaisen osapuolen sotakokemuksista: millä keinoilla voidaan saavuttaa torjuntavoitto alivoimaisena? Ilmatorjunta näyttölee siinä ratkaisevaa osaa.

2000-luvun uusi doktriini – robottien sotaa

Amerikkalaiset määrättivät Persianlahden sodan (1991) jälkeen uudeksi uhkakuvaksi ”roistovaltioiden” (Irak, Iran, Libya, Pohjois-Korea) ballistiset ohjukset, risteilyohjukset ja miehittämättömät koneet. Ennuste toteutti itsensä: tosin USA on nyt itse ollut eturivin ”roistoval-

tio” mm. risteilyohjusten ja tappajalennokkien käytössä. Venäjä, Kiina ja muut maat seuraavat perässä. Uhkakuvan muutoksen takia ilmatorjunnan merkitys on kasvanut myös suurvalloissa, tästä Venäjä on hyvä esimerkki. Ohjuspuolustuksessa ilmavoimalla ei ole erityistä roolia.

Perinteellisesti ajatellen vihollisen hyökkäys on pystytty torjumaan, kun sille on aiheutettu riittävän suuret (mies)tappiot. Dramaattisesti heikentynyttä henkilötappioiden sietokykyä on pyritty kompensoimaan modernin sotatekniikan avulla. Ihmishenkiä ei tarvitse riskeerata, kun tehtävät voidaan hoitaa teknillisillä laitteilla. Tämä trendi koskee erityisesti hyökkäysaseita. Pilotit on korvattu roboteilla. Tiedusteluun ja tulenjohtoon käytetään satelliitteja ja lennokkeja, hyökkäyksiin kaukaa laukaistavia täsmäaseita. Puolustajan kannalta tilanne on yhä huonompi, sillä robotit eivät pelkää tappioita. Lennokkien ja ohjusten torjunnassa vaatimuksena on 100 % torjuntakyky – ja sehän on liki mahdotonta. Kun inhimillistä pelotetta ei enää ole, aktiivisen ilmapuolustuksen ennalta ehkäisevä vaikutus on heikentynyt ja passiivisen ilmasuojelun merkitys korostunut.

Kaukoaiikutteisten täsmäaseiden ensisijaisia maaleja ovat kuitenkin kiinteät strategiset kohteet, kuten pääkaupunki, lento- ja laivastotukikohdat, varuskunnat ja varikot, joita ei voi piilottaa eikä hajauttaa. Niiden suojaamisessa torjuntaohjukset ovat avainasemassa, ja vain ohjuksilla voidaan lisätä hyökkääjän resurssien tarvetta ja pienentää omia tappioita. Suomi oli ensimmäisiä läntisen Euroopan maita, jolla oli ITO 96:n ansiosta lyhyen kantaman tykistöohjusten ja -rakettien torjuntakykyä 1997-2016. Ei ole enää.

Tykistöohjusten (Iskander-M), risteilyohjusten (R-500 Iskander-K, ZM-54 Kalibr, Kh-55SM) ja meritorjuntaohjusten (Bastion) kehitys 2000-luvun alussa Venäjäl-



Amerikkalaisten THAAD on ballististen ohjusten torjuntaan suunniteltu tehokas, mutta kallis ohjusjärjestelmä. (Kuva: Lockheed)

lä on vauhdittanut ohjuspuolustuksen kehittämistä Euroopassa. Sama tilanne on Kaukoidässä, missä Pohjois-Korean ohjukset uhkaavat Etelä-Koreaa, Japania ja USA:n tukikohtia. Tykistö- ja risteilyohjukset sekä lennokit muodostavat nyt pahimman uhan jopa suurvalloille, koska niiden käyttäminen ei vaadi ilmaylivoi-
maa – itse asiassa ei ilmavoimaa ollenkaan.

Marraskuussa 2010 Lissabonissa pidetyssä Naton kokouksessa tehtiin päätös alueellisen ballististen ohjusten puolustusjärjestelmän kehittämisestä. Päämääränä on kyky torjua lyhyen ja keskikantaman (alle 3000 km) ballistiset ohjukset. Suunnitelma hankkeen toteuttamisesta hyväksyttiin kesäkuussa 2011. Vastuuta jaettiin eri maiden kesken. Ohjuspuolustuksen johtokeskus sijoittuu Saksaan (Ramstein), Turkki ja Iso-Britannia ottivat vastuulleen ohjusvalvontatutkat, USA sopi Aegis Ashore -ohjusjärjestelmien sijoittamisesta Romaniaan ja Puolaan, Hollanti ilmoitti parantavansa merivoimien alusten (4) ohjustentorjuntakykyä, ja Espanjan kanssa sovittiin Aegis-ohjushävittäjien (4) tukeutumisesta Rotan satamassa. Nato järjesti lokakuussa 2017 Hebrideillä ohjuspuolustushar-

joituksen ”Formidable Shield”, jossa suoritettiin myös ohjusammuntoja. Vastaava harjoitus järjestettiin syyskuussa 2018.

Ohjuspuolustuksen tärkeys näkyy siinä, kuinka useat valtiot ovat viime aikoina käynnistäneet ohjushankinnan. Vuonna 2017 ohjuskauppoja tekivät Ruotsi (Patriot), Puola (Patriot, Aegis Ashore), Turkki (SAMP/T, S-400) ja Saksa (MEADS). Sveitsillä on vireillä yli 8 miljardin euron hävittäjä- ja ohjusprojekti. Ranskalla ja Italialla on ohjuspuolustuskyyä ennestään (SAMP/T). Oma lukunsa on Israel (Arrow 2/3, David’s Sling, Iron Dome). Venäjällä on erittäin suorituskykyisiä ohjusjärjestelmiä (S-300VM4, S-350, S-400, Buk-M3). Myös Kiinalla on omia torjuntajärjestelmiä. Uuteen uhkaan ollaan vastaamassa uusilla aseilla. Puntteja tasataan taas...

Ilmavoimilla oletetaan olevan vastuu valtakunnan strategisesta ilmapuolustuksesta. Todennäköisimmän uhkan torjuntakykyä - ohjuspuolustusta - ei kuitenkaan nyt ole. Vakava puute pitäisi korjata pikaisesti. Vain ilmavoimilla on siihen riittävästi resursseja.



Tähtien sota osa II

– True Story

Tähtien sota elokuvasarja saa ensi vuonna yhdeksannen osansa, mutta tosi elämän avaruusooppera on vasta pääsemässä toisen näytöksen ensi-iltaan. Tulevaisuudessa ilmatorjunta- taistelijan kannattaa ehkä käydä makuulle tähystyksen tehostamiseksi, sillä sota käydään pian maata kiertävällä radalla.

Maaliskuun 23. päivänä vuonna 1983 Yhdysvaltojen presidentti, entinen elokuvatahti, Ronald Reagan ilmoitti televisiopuheessaan uudesta kansallisesta projektista, Strategic Defence Initiativesta (SDI) eli avaruuteen sijoitetusta mannerten välisten ohjusten torjuntajärjestelmästä. Samassa puheessa, joka oli lähes täysi yllätys hänen omalle hallinnolleen, Reagan ilmoitti ”tekevänsä Amerikasta jälleen vahvan” [*to make America strong again*]. Neuvostoliiton (NL) johto, pääsihteeri Mihail Gorbatšov mukaan lukien, näki Yhdysvaltojen ”puolustuksellisen” hankkeen pyrkimyksenä aloittaa uusi varustelukilpailu ja romuttua NL:n jo valmiiksi heikko talous. Epäilyksenä oli myös, että avaruuteen sijoitettu torjuntajärjestelmä muuttuisi tekniikan kehittyessä hyökkäykselliseksi. Perimmäinen ongelma oli siinä, että mikäli Reaganin ohjuspuolustus olisi toteutunut, se olisi vienyt pohjan NL:n ydinasepelotteelta ja näin ollen, eräiden teoreetikoiden mukaan, johtanut nurinkurisesti ydinsotaan. Historia hautasi



Strategic Defense Initiative -logo
(Lähde: Wikimedia Commons)

Reaganin hankkeen Neuvostoliiton mukana. Hyvin todennäköisesti SDI -hanke kuitenkin edes auttoi INF (Intermediate-Range Nuclear Forces Treaty) ja START I-II (Strategic Arms Reduction Treaty) sopimusten synnyssä, jotka loivat pohjan ydinasetasapainolle kylmän sodan jälkeisessä maailmassa.

Kesäkuun 18. päivänä vuonna 2018 Yhdysvaltojen presidentti, entinen tositelevisiotähti, Donald Trump käski Kansallisen avaruusneuvoston kokouksessa Yhdysvaltojen asevoimia perustamaan Avaruusjoukot. Perusteeksi Trump ilmoitti Yhdysvaltojen puolustamisen ja tavoitteeksi avaruuden herruuden [*dominance in space*]. On suhteellisen hyvin tiedossa, että Trump on ilmoittanut ”tekevänsä Amerikasta jälleen mahtavan” [*to make America great again*]. Aikaisemmin helmikuussa 2018

samainen presidentti allekirjoitti Yhdysvaltojen uusimman ydinasedoktriinin (Nuclear Posture Review), jossa Yhdysvallat totesi irrottautuvansa ydinaseiden ensikäytön kieltävästä opista ja kehittävänsä uudenlaisia, ”räätälöityjä” eli joustavia ydinaseita. Lokakuun 20. päivä presidentti Trump Ilmoitti Yhdysvaltojen vetäytyvän INF-sopimuksesta, joka kieltää keskipitkän matkan maalle sijoitettavat ohjukset ja niiden laukaisualustat. Virallisena perusteena on NL:n seuraajavaltion Venäjän federaation väitetty sopimusrikkomus. Viimeisin strategia ydinaseita rajoittava sopimus New START erääntyy vuonna 2021 presidentti Trumpin valtakauden päättyessä, ja Trump on osoittanut olevansa mies, joka ei pidä muiden neuvottelemista sopimuksista – kuten Iranin ydinasesopimuksen (Joint Comprehensive Plan of Action) kohtalo on osoittanut.

Presidentti Trump ei, kuten ei Reagankaan, oleskele tyhjiössä. Tämän vuoden maaliskuussa Venäjän presidentti Vladimir Putin piti vuosittaisen valtakunnan tila puheensa, jossa hän esitteli koko joukon uusia strategisia ohjuksia ja asejärjestelmiä. Esitykseen kuului animaatio, jossa Sarmat RS-28 ohjuksen ydinkärjet syöksyivät Floridaan. Kiinan sotilaspolitiikka etenee presidentti Xi Jinpingin johdolla kohti suorituskykyjä, jotka jo nyt haastavat Yhdysvallat Tyynellämerellä – eivätkä Kiinaa rajoita aseriisuntasopimukset. Kii-

na on myös aloittanut sotilaallisen vaikutusvaltansa levittämisen lähi-alueensa ulkopuolelle perustamalla Djiboutiin sotilastukikohdan ja osallistumalla merisotaharjoitukseen mm. Itämerellä. Niin Kiina kuin Venäjäkin ovat aktiivisesti kehittäneet satelliittien tuhoamiseen tarkoitettuja ohjuksia ja ns. tappajasatelliitteja. Molempien sotilasdoktriiniin kuuluu pyrkimys kiistää vastustajan teknologinen informaatioylivoima ja hankkia oma informaatioherruus konfliktin alkuvaiheessa ja molempia on perustellusti syytetty kyberoperaatioista Yhdysvaltoja vastaan. Venäjä on 2000 luvun sotilasdoktriineissaan vihjannut voivansa käyttää ydinaseita konfliktin de-eskalaatioon, mutta Kiina on pidättäytynyt tiukemmin ensikäytön kieltävässä linjassa. Toki Kiinakin on aktiivisesti kehittänyt erilaisia torjuntajärjestelmiä väistämään pyrkiviä ohjuksia ja ydinkärkiä. Lopuksi, niin Kiina kuin Venäjäkin ovat olleet taipuvaisia pikemminkin suojelemaan ydinaseita kehittäviä Pohjois-Koreaa ja Irania kuin painostamaan niitä hankkeista luopumiseen.

Vaikuttaa siltä, että suurvaltojen suhteet ovat siirtymässä uuteen vaiheeseen ja tämä vaihe ei välttämättä lisää maailmanrauhan mahdollisuuksia tulevaisuudessa. Avaruuden militarisointi on ajatus, jolla leikiteltiin jo kylmän sodan aikana. Nyt, kun satelliittien mahdollistamista tietoliikenneyhteyksistä, tiedustelukyvystä ja paikannuspalveluista on tullut modernin suurvallan (ja pienemmänkin valtion) asevoimien elinehto, on luonnollista, että satelliitteista tulee voimankäytön kohteita. Kukaan ei ole vielä sijoittamassa avaruuteen ”lasertykkejä”, mutta vastustajan sokaiseminen on legitiimi tapa käydä sotaa. Avaruuden militarisointi ja ydinaseet liittyvät varsin tiivistä yhteen, sillä niin Yhdysvaltojen, Venäjän kuin Kiinan-

kin ennakkovaroitusjärjestelmät perustuvat osiltaan avaruuteen sijoitettuihin sensoreihin. Näitä satelliitteja ei ole montaa ja niiden tuhoutuminen rajoittaisi merkittävästi suurvallan kykyä ampua omat ohjuksensa ennen kuin vihollisen ohjukset tuhoaisivat omat ohjukset alustoilleen. Edelleen, satelliittit mahdollistavat Yhdysvaltojen ja Venäjän rakentaman rajoitetun ohjustorjunnan. Ilman satelliiteilta saatavaa maalitietoa ballististen ohjusten alas ampuminen, etenkin mannertenvälisten, olisi käytännössä mahdotonta. Siinä missä Reagan näki avaruuden keinona suojella Yhdysvaltoja, on teknologian kehittyminen johtanut siihen, että Trump näkee avaruuden suojelun keinona suojella Yhdysvaltoja.

Suurvaltojen voimasuhteiden muutos ja teknologian kehittyminen ovat johtamassa siihen, että kylmän sodan perintönä saatu sääntöpohjainen maailman järjestyminen on rapautumassa. Suurvaltojen solmimat sopimukset perustuvat valtaan ja valtasuhteiden muuttuessa sopimuksilta katoaa pohja. Lisäksi, liberaalidemokratian ja ns. länsimaisten arvojen universaalisuuden huippuhetki ohitettiin jossain Afganistanin sodan, Irakin sodan ja Arabikevään välillä. Tämä huippuhetki tuotti mm. Ottawan maamiinakielto­sopimuksen ja muita ”globaalista kansalaisyhteiskunnasta” alkuunsa saaneita normihankkeita, joilla pyrittiin sitomaan valtioiden väkivaltakoneistojen kädet yhteiseksi hyväksi. Tämä liike ei ole vielä menettänyt kaikkea voimaansa. Viime vuonna YK yleiskokouksen koollekutsuma konferenssi hyväksyi ydinasekielto­sopimuksen (Treaty on the Prohibition of Nuclear Weapons), jonka tulisi siis kieltää ydinaseet kokonaan ja kaikilta. Yksikään maa, jolla on ydinaseita, ei ole sopimusta allekirjoittanut ja tuskin tulee sitä allekirjoittamaan.

Sopimusten ja arvopohjan rapis-

tuessa uudenlaisista strategisista asejärjestelmistä ja niitä tukevista johtamisjärjestelmistä tulee jälleen suurvaltojen sotilaallisen suuruuden mitta ja nämä suorituskyvyt ovat yhä enemmän riippuvaisia avaruuteen sijoitetuista sensoreista ja tietoliikennejärjestelmistä. Pienille valtioille kehitys aiheuttaa haasteita. Miten kyetään torjumaan ylläääniohjuksia, joiden osumatarkkuus on metriluokkaa? Tai keskipitkän matkan ballistisia ohjuksia? Miten voidaan varautua ”räätälöityjen” taktisten ydinaseiden käyttöön? Miten suojataan omat ennakkovaroituskyvyt ja johtamisjärjestelmät, jos ne perustuvat avaruudessa sijaitseviin ulkomaisiin järjestelmiin? Miten voidaan pysyä tulevaisuuden sotien ulkopuolella, jos sotatoimet kuitenkin kohdistuvat Suomelle kriittisiin palveluihin? Pitäisikö Suomen puolustusvoimien kyätä vaikuttamaan avaruuteen? Voisiko Suomi tehdä jotain kansainvälisten sääntöjen säilyttämiseksi ja vahvistamiseksi?

Uusi tähtien sota ei vastaa elokuvasarjan visioita, eikä edes presidentti Reaganin unelmia tai Gorbatšovin pelkoja. Se on älykkäiden ohjelmien ja koneiden sekä ohjusten sotaa Maan kiertoradalla, jonka lopputuloksena on joko informaatioylivoima tai yhtäläinen informaatiotyhjiö. Pelko lopputuloksesta voi hyvinkin johtaa punaisen napin painamiseen ennen kuin vastustajan häirinnänkestävät, väistelykykyiset, monikärkiset ylläääniohjukset löytävät perille. Tulevaisuuden ilmatorjuntataistelijan on siis makuulle käymisen ja avaruuden tähyystämisen lisäksi hyvä kaivaa syvä kuoppa ja valmistautua elämään ilman Internetiä. Tulevaisuuden tähtien sodassa ei jediritareita nähdä.



Maanpuolustus 2030 - ilmauhka ja ilmatorjunta

Entäpä jos? Tilanteen kiristyttyä hyökkääjä aloittaa operaation ennen puolustajan valmiuden riittävää kohottamista. Operaatio aloitetaan esimerkiksi valtaamalla keskeiset maastonkohdat nopealla maahyökkäyksellä. Samanaikaisesti käynnistetään laajempi korkean valmiuden joukkojen hyökkäys, jonka tavoitteena on keskeisten alueiden valtaaminen ja puolustajan joukkojen lyöminen. Lisävoiman projisointi operaatioalueelle aloitetaan hyökkäyksen jatkamiseksi. Hyökkäyksellä lyödään puolustajan joukot sekä muodostetaan uhka valtion keskeisille kohteille. Maaoperaatiota tuetaan merisaarralla, hankkimalla ajallinen ja alueellinen ilmanherrsä sekä tulenkäytöllä puolustusjärjestelmän keskeisiin kohteisiin. Operaatiota tuetaan aktiivisesti kyberulottuvuudessa toimeenpantavalla vaikuttamisella. Tämän kaltaisessa tilanteessa yksi puolustusjärjestelmän keskeinen pilari on suorituskykyiset korkean valmiuden maavoimat, jonka operaatioita kyetään tukemaan ja suojaamaan sekä maavoimien omilla suorituskyvyillä että muiden puolustushaarojen ja puolustusvoimien yhteisillä suorituskyvyillä.

Julkisista lähteistä löytyvän yhdysvaltalaisnäkömyksen (multi-domain battle concept draft) mukaan sodankuvaa muuttaa potentiaalisen vastustajan 2020–30-luvuilla merkittävästi kehittyvä kyky vaikuttaa koko operaatioalueen syvyyteen kaikissa

taistelutilan ulottuvuuksissa. Omaa operointia taistelutilassa haastavat edistyneiden teknologioiden käyttö sekä vastustajan kyky paikantaa ja nopeasti maalittaa joukot ja järjestelmät. Vastustaja hyödyntää sensoreiden, vakoojien, erikoisjoukkojen, miehittämättömien ilma-alusten sekä avaruusjärjestelmien integroitua verkkoa strategessa ja operatiivisessa syvyydessä. Integroimalla tiedusteluverkko tulenkäytönjärjestelmiin muodostetaan tiedustelu-tulijärjestelmä (ISR-strike system), jolla voidaan paikantaa, maalittaa ja hyökätä koko operaatioalueen syvyyteen samanaikaisesti. Vastustaja hyödyntää yhä enenemässä määrin uusia teknologioita, kuten robotiikkaa, autonomisia järjestelmiä, nano-räjähteitä sekä keinoälyä.

Venäläisen näkömyksen mukaan tulevaisuuden monimuotoisessa sodankäynnissä korostuvat ilmauhkan näkökulmasta ”etätaistelut” erittäin liikkuvien taistelujoukkojen välillä, vastustajan sotilaallisen ja taloudellisen kyvyn lamauttaminen lyhytaikaisilla täsmäaseilla strategisiin sotilas- ja siviilikohteisiin, täsmäaseiden, erikoisoperaatioiden, miehittämättömien järjestelmien sekä uusien aseiden (laser, HPM) massamainen käyttö, samanaikaiset iskut vastustajan joukkoihin ja infrastruktuuriin koko taistelutilassa sekä samanaikainen taistelu kaikissa taistelutilan ulottuvuuksissa.

Ilmatorjuntalehtien 3–4/2018 tak-

tiikan peruslukemissa käsitellään 2030-luvun maapuolustusta. Edellisessä numerossa esitettiin perusteita 2030-luvun taistelun kuvasta, maapuolustuksen toteutusperiaatteista sekä operatiivisesta yhtymästä 2035. Artikkelin perustui ”Maapuolustus 2030” -julkaisuun. Tässä lehdessä käsitellän ajatuksia 2030-luvun maapuolustuksen ilmauhkasta sekä ilmatorjunnasta ja -suojelusta.

Tämän artikkelin myötä allekirjoittanut antaa viimeisen kontribuutiansa ilmatorjuntalehden laadun kehittämiseksi ja päättää ”uransa” ilmatorjuntalehden parissa.

Maapuolustuksen joukkoihin kohdistuva ilmauhka 2030-luvulla

2030-luvun maapuolustuksen joukkojen ilmauhkaa tarkasteltaessa on esille nostettava ainakin 1) ilmauhkan perinteisten elementtien ja toimintojen, kuten lähitulituki, eristämistoiminta sekä maahanlaskut ja elektroninen vaikuttaminen, merkityksen säilyminen ja suorituskykyjen kehittyminen, 2) tiedustelun ja tulenkäytön joustavuuden, reaaliaikaisuuden sekä olosuhderiippumattomuuden lisääntyminen sekä 3) vaikuttamisen ulottuvuuden ja tarkkuuden kehittyminen. Näiden lisäksi merkittävään asemaan nousee myös vastustajan henkilöstön toimintakyky ja osaaminen. Henkilöstön osaaminen on avaintekijä siinä, miten suorituskykyinen il-

Kohde	RIST.OHU BALL.OHU	ARM	PK/RK h > 5 km ¹⁾	RK/LT h < 1 km ²⁾	HEKO PSTOHU	HEKO (raketit)	UAV+ RAKHPTRI
Yhtymän alue							
tykistön tuliasemat			X	XX	XX	XX	XX
pataljoonan ryhmitys			XX	XX	X	XX	XX
siirrot, kuljetukset				XX	XX	XX	
sillat, liikennesolmukohdat	X		XX	X			
johtamispaikat	X		XX	X	X	X	X
panssarivaunut			X	XX	XX		
huoltokeskukset			X	XX	X	X	XX
Ilmapuolustus							
lentotukikohta	XX		XX	X			XX ⁴⁾
johtokeskus	XX		XX				
tutka-asema	X	XX	XX	X	XX	X	
ilmatorjunta		XX	XX		X	X	
kiitoradat, nallautiet	X		XX	XX			
Meripuolustus							
tukikohta (ml. satama)	XX		XX	XX			
alukset	XX ³⁾	X	X				
johtamispaikka	XX		XX	X			
Yhteiskunnan elintärkeä kohde	XX		XX	X			
1) Pistemaaleihin ohjautuvat pommit, aluemaaleihin ohjautumattomat pommit (PK = pommikone, RK = rynnäkkökone). Korkeusalue on viitteellinen, toimitaan lyhyen kantaman ilmatorjunnan ulottumattomissa. 2) Rynnäkkökoneet (RK) vaaka- tai syöksypommitus esimerkiksi sirpale- tai kasettipommeilla, lähitulitukikoneet (LT) tyypillisesti raketti- tai tykkirynnäkkö sekä syöksypommitus. Korkeusalue on viitteellinen. 3) Merimaaliohjus 4) Kantaman mahdollistaessa XX Erittäin todennäköinen X Todennäköinen							
Merkitys säilyy → edullinen tapa vaikuttaa, mikäli vastustajan ILPU-järjestelmä ei kykene kiistämään							
"Uudet kehitystrendit" → Kaukovaikuttaminen, kaikki kohteet kantaman sisällä vrt. A2/AD, haaste YET → Korkeusulottuvuuden kasvu, esim. täsmälähitulituki tai vaikuttaminen YET → UAV osana remote contact battle, merkittävä muutos MAAV ilmauhkaan							

Kuva. Ilmatorjuntamiehen käsikirjassa oleva taulukko ilma-aseen käytön eri toimintatapojen todennäköisyydestä eri kohteisiin päivitettiin tuoreimman tutkimuksen perusteella. Taulukosta voidaan maajoukkojen ilmauhkasta nostaa esille perinteiset toimintatavat, jotka säilyvät ja joita käytetään kustannustehokkuudesta johtuen jopa ensisijaisina menetelminä, mikäli ilmapuolustus ei niiden käyttöä kykene kiistämään. Näiden lisäksi uusina uhkina maajoukkojen osalta korostuvat korkeusulottuvuuden kasvu "täsmälähitulitussa" sekä miehittämättömien ilma-alusten käyttö etäsodankäynnin mahdollistajina.

makomponentti on nopeasti aloitettavan operaation tukemisessa sekä maakomponentin tukemisessa koordinoitintarpeet huomioiden.

Maapuolustuksen joukkojen "perinteinen" ilmauhka

Vihollisen maajoukkojen lyömiseksi tehokkain konventionaalisen vaikuttamisen keino on yhdistetty maa- ja ilmaoperaatio. Maaoperaatiolla pakotetaan vastustaja keskittämään joukkonsa taisteluun ja pyritään estämään sekä passiivisen suojautumisen että maaston tarjoaman suojan hyödyntäminen. Vastustajan paljastuneet sekä taisteluun sitoutuneet joukot tuhoetaan

ilmahyökkäyksillä ja tulenkäytöllä; etätaisteluna.

Taistelualueen eristämistoiminnan kohteina ovat alueen tiestö ja sillat, reservijoukkojen ryhmitysalueet, siirtyvät osastot sekä alueen huolto- ja johtamisjärjestelmät. Tiestön käyttö pyritään estämään sirote- ja pommituksilla. Joukkoihin ja avainkohteisiin vaikutetaan täsmäaseiskulla ja aluevaikutteisilla pommituksilla. Lähitulitukilla varmistetaan joukkojen käyttöön vihollisen tuhoamiseksi tarvittava tulivoima. Lähitulituki toteutetaan pääosin taisteluhelikoptereiden ja lähitulitukikoneiden tulella. Myös rynnäkkökoneiden ja pommikoneiden suo-

rituksia voidaan käyttää joukkojen välittömään tukemiseen. Lähitulituki toteutetaan ohjautuvilla pommeilla ja ohjuksilla, rakettiaseilla sekä aluepommituksilla.

Täsmäaseet yhdistettynä reaaliaikaiseen maalittamiseen tuovat uuden ulottuvuuden myös maajoukkojen tukemiseen ja tätä kautta puolustajan ilmauhkaan. Esimerkiksi GPS- tai GLONASS-järjestelmää hyödyntävät pommit ovat tuoneet käyttöön suhteessa edullisen olosuhderiippumattoman asejärjestelmän myös joukkojen lähitulituen tarpeisiin.

Maajoukkojen johtamispaikat pyritään tiedustelemaan ja maalittamaan sekä taistelussa olevien että

reservijoukkojen osalta. Johtamispaikkojen lamauttamisella pyritään vaikuttamaan joukkojen kykyyn jatkaa koordinoituja vastatoimia. Maalitettuihin johtamispaikkoihin voidaan iskeä korkealta ohjautuvilla pommeilla tai esimerkiksi kaukovaikutteisilla asejärjestelmillä. Hyökkääjän ilmakomponentin joustava johtamisjärjestelmä, yhdistettynä moderniin tiedustelujärjestelmään, mahdollistaa joustavan vaikuttamisen myös maavoimien siirrettäviin kohteisiin (johtamispaikat, huolto, asejärjestelmät).

Elektroninen vaikuttaminen säilyttää merkityksensä myös tulevaisuuden taistelutilassa. Perinteiset häirintämenetelmät säilyttävät merkityksensä, mutta niiden rinnalle nousee uusia modernimpia menetelmiä. Esimerkiksi AE-SA-tutkat kykenevät DRFM-tekniikalla tallentamaan puolustajan tukemavonnan lähteitä sekä tekemään ja lähettämään niistä häirintöjä oman tutkan suorituskvyn siitä kärsimättä. Miehitämättömien ilma-alusten käytöllä lisätään häirintämenetelmien diversiteettiä ja mahdollistetaan joustavammat toimintatavat. Myös avaruussuorituskykyä voidaan käyttää elektroniseen tiedusteluun ja vaikuttamiseen.

Tiedustelun ja tulenkäytön joustavuuden, reaaliaikaisuuden sekä olosuhderiippumattomuuden lisääntyminen

2030-luvulla kyetään tuottamaan joustavasti ja reaaliaikaisesti sekä tilannekuvaa että erityyppisiä vaikutuksia hyödyntäen kaikkia toimintaympäristöjä (maa-meri-ilma-avaruus-kyber). Georgian sodan kokemusten mukaan ilmaulottuvuutta käyttävien suorituskykyjen sekä niiden johtamisjärjestelmän tulee nykyaikaisessa ja tulevaisuuden taistelutilassa mahdollistaa kokonaisoperaation jatkuva 24/7 ja joustava tukeminen käytännössä kaikissa olosuhteissa. Satelliittijär-

jestelmät (paikkatieto ja tiedustelu), täsmäaseet sekä miehitämättömät ilma-alukset ovat keskeisiä suorituskykyjä.

Tiedustelujärjestelmän kehittämisessä korostuu avaruuden ja kyberulottuvuuden hyödyntäminen. Tiedustelun ajallinen ja alueellinen kattavuus kasvaa. Tiedustelusensorit hyödyntävät kattavasti koko sähkömagneettista spektriä. SAR-järjestelmien myötä riippumattomuus sää- ja valaistusolosuhteista lisääntyy. Verkottuneiden järjestelmien ansiosta tiedustelutieto kyetään välittämään reaaliaikaisemmin. Tietoverkkotiedustelu yhdistyy kiinteäksi osaksi muuta tiedustelujärjestelmää. Miehitämättömien järjestelmien kehittäminen ja operatiivinen käyttö on lisääntynyt ja lisääntyy tulevaisuudessa merkittävästi. Miehitämättömien järjestelmien käytöllä mahdollistetaan tilannekuvan luominen, johtaminen sekä kineettinen ja ei-kineettinen vaikuttaminen.

Maapuolustuksen näkökulmasta tiedustelun joustavuus, reaaliaikaisuus ja olosuhderiippumattomuus merkitsevät sitä, että materiaalin hajauttamiseen ja joukkojen perustamisen liittyvät toiminnot ovat tiedustelun (ja vaikuttamisen) kohteena jo normaalioloissa sekä heti operaation alkuvaiheessa. Tiedustelua toteutetaan monipuolisesti eri menetelmiä hyödyntäen. Satelliittitiedustelulla luodaan perustilannekuvaa maavoimien valmiudensäätelytoimenpiteistä. Joukkojen ryhmittämisaluetta sekä vastatoimien suuntautumista valvotaan satelliittitiedustelulla, maavalvontakoneilla sekä operatiivisilla miehitämättömillä ilma-aluksilla. Näillä muodostetaan tilannekuva puolustajan tilanteesta ja kyvystä vastata operaatioon sekä tuotetaan maalitilannekuvaa ilmaiskuja varten. Joukkojen käytössä on taktisen tason miehitämättömiä ilma-aluksia, joilla ne kykenevät omaan toimintaansa liittyen tuottamaan tilannekuvaa

lähialueelta, valvomaan sivusta/ selusta-alueitaan sekä maalittamaan kohteita tulenkäytölle (muun muassa raketinheittimille).

Aikajänne tiedustelusta tulenkäyttöön on minuuteista tunteihin riippuen tiedustelun ja vaikuttamisen toteuttavista järjestelmistä. Moderni monitoimikone kykenee paikantamaan kohteen tutkallaan sekä laukaisemaan esimerkiksi satelliittipaikannukseen perustuvan ohjautuvan pommin saman tehtävän aikana. Miehitämättömillä ilma-aluksilla voidaan maalittaa kohteita esimerkiksi raketinheittimille minuuttiluokassa.

Taistelalueen valvonnan ansiosta kyetään (etenkin avonaisessa taistelumaastossa) havaitsemaan ja maalittamaan vihollisen joukkojen hyökkäykset/liike niin taktisella kuin operatiivisella tasolla tarkasteltuna.

Vaikuttamisen ulottuvuuden ja tarkuuden kehittyminen

Konventionaalinen kaukovaikuttaminen on kehittynyt ja kehittyy sekä määrällisesti että laadullisesti. Kaukovaikutteisten aseiden lisäksi myös muun ilmasta maahan -vaikuttamisen suorituskyky nousee koneiden, asejärjestelmien sekä maalittamisen suorituskykyjen kehittymisen kautta. Kyetään toimimaan merkittävästi nopeammin, kauempaa ja korkeammalta.

Vastustajan operaatioon liittyen se pyrkinee kiistämään puolustajan valmiuden säätelyn ja joukkojen perustamisen iskemällä materiaaliavarastoja sekä paikannettuja perustamispaikkoja vastaan. Kohteisiin voidaan iskeä ballistisilla ohjuksilla ja risteilyohjuksilla, rynnäkköohjuksilla ja liitopommeilla sekä keskikorkealta ja korkealta laukaistavilla ohjautuvilla ja ohjautumattomilla pommeilla.

Maajoukkojen kriittisiin joukkokohin ja järjestelmiin vaikutetaan ohjautuvilla ja ohjautumattomilla pommeilla lähi-ilmatorjunnan ylä-



Voivatko esimerkiksi EMP/HPM-risteilyohjukset kiistää tulevaisuudessa yhteiskunnan ja puolustusjärjestelmän kustannustehokkaan johtamisen "suojaamattomilla johtamisjärjestelmillä"? (kuvälähde: <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3343354/Could-hi-tech-doomsday-weapon-wipe-America-New-report-warns-military-failed-pace-China-Russia-electromagnetic-warfare.html>, 14.10.2018)

puolelta. Hyvissä olosuhteissa iskuja voidaan tehdä myös liikkuviin kohteisiin, mutta huonoissa olosuhteissa iskut rajoittuvat kiinteisiin ja siirrettäviin kohteisiin. Ohjautuvia pommeja kyetään käyttämään pistemaaleja vastaan hakeutumismenetelmästä riippuen arvioilta noin 5–15 kilometrin korkeudesta. Ohjautumattomia pommeja käytetään korkealta vain laajoihin alueille, tosin paikantamisjärjestelmien kehittyminen on lisännyt myös ohjaamattomien järjestelmien osumatarkuutta.

Uusilla asejärjestelmillä ja -teknologioilla voidaan monimuotoistaa vaikuttamisen keinoja sekä alentaa kynnystä niiden käyttöön.

Maapuolustuksen joukkojen ilmatorjunta ja -suojaus 2030-luvulla

Vaativuudet maapuolustuksen ilmatorjunnan suorituskyvylle

muodostuvat maajoukkojen ilmauhkasta sekä ilmatorjunnalle asetettavista vaatimuksista operaation eri vaiheissa. Ilmatorjunnan päämääränä maajoukkojen tukena on kriittisten joukkojen ja järjestelmien suojaaminen sekä maapuolustuksen operaatioiden toiminnanvapauden takaaminen tuottamalla tappioita vastustajan ilma-aseelle. Vastatakseen maapuolustuksen ilmauhkaan nyt ja tulevaisuudessa ilmatorjunnan on kyettävä havaitsemaan ja tuhoamaan taistelu- ja kuljetushelikoptereita, miehittämättömiä ilma-aluksia, rynnäkkö- ja pommikoneita, erityyppisiä heitteitä, sekä risteilyohjuksia ja ballistisia ohjuksia. Kaukovaikutteisten aseiden torjuntakyky korostuu muissa toimintaympäristöissä.

Operointi tulevaisuuden uhkaympäristössä edellyttää monikerroksista ilmatorjuntajärjestel-

mää, jotta kyetään vastaamaan ilma-aseen kehitystrendien mukanaan tuomiin haasteisiin. Käytännöllä samalla alueella erilaisiin teknologisiin ratkaisuihin perustuvia, usean eri kantaman ohjus- ja ammusilmatorjuntajärjestelmiä sekä sensoreita muodostetaan toisiaan tukeva monikerroksinen, häirinnäsietokykyinen ja taistelunkestävä kokonaisuus. Ilmatorjuntajärjestelmän kyky torjua korkealla olevia ilmamaaleja korostuu tulevaisuudessa. Muodostamalla toiminta-alueelle suorituskykyinen ja monikerroksinen ilmatorjunta kyetään ylläpitämään pitkäkestoista valmiutta sekä jopa rajoitetusti alueellista ilmanherruutta. Tämä mahdollistaa hävittäjäsuorituskyvyn joustavamman käytön erityyppisiin tehtäviin. Monikerroksinen, joustava, liikkuva sekä ulottuva ilmatorjunta on keskeinen osa ilmapuolustuksen ja koko puolustus-



Esimerkkejä maapuolustuksen ilmatorjunnan käyttöön soveltuvista järjestelmistä (kuvalähteet: <https://saab.com/air/sensor-systems/ground-based-air-defence/giraffe-1x/> sekä <http://www.hanwha-defensesystems.co.kr/eng/products/antiaircraft-artillery-complex.do>).

järjestelmän suorituskykyä, jolla mahdollistaan sotilaallisen hyökkäyksen ennaltaehkäiseminen ja torjunta.

Esimerkiksi Syyriassa (vaikkakin tapauksessa suojataan lentotukikohtaa) alueelle on rakennettu monikerroksinen ilmatorjuntajärjestelmä S-400-järjestelmän ja Pantsir-järjestelmän käyttöä samalla alueella. S-400-järjestelmää käytettäisiin torjumaan kaukaa ja korkealla toimivat ilma-alukset ja Pantsir-hybridi-ilmatorjuntapanssarivaunulla torjuttaisiin matalalla toimivat ilma-alukset sekä risteilyohjukset. Julkisten lähteiden mukaan ilmatorjuntapanssarivaunulle on kehitetty ja otettu käyttöön kustannustehokas ohjus pieniä miehitettävimiä ilma-aluksia vastaan.

Keskikipitkän, lyhyen ja erittäin lyhyen kantaman ohjusilmatorjunnan yhdistelmällä kyetään vastamaan ballistisia ohjuksia lukuun ottamatta kaikkiin ilmauhkamalleihin. Maajoukkojen taisteluiden luonne edellyttää niiden suojaksi määrällisesti riittävää, erittäin hyvän maastoliikkuvuuden ja suojan omaavaa ilmatorjuntaa. Ammusilmatorjunnan rooli säilyy helikopterien, miehittämättömien ilma-alusten sekä erilaisten heitteiden kustannustehokkaassa torjunnassa.

Ilmatorjuntajoukkojen tulee kyetä liittymään ilmapuolustuksen

johtamisjärjestelmään. Tämä mahdollistaa ilmapuolustuksen tulenkäytön johtamisen, tilannekuvan muodostamisen ja jakamisen sekä koordinoitun vaikuttamisen. Ilmatorjunnan tulee kyetä itsenäiseen ilmatilannekuvan muodostamiseen ja taistelunjohtamiseen tuliyksiköiden ennakkovaroituksen ja maalinosoituksen varmistamiseksi. Valvontajärjestelmien on kyettävä toimimaan tulevaisuuden elso-uhkaympäristössä sekä havaitsemaan ja seuraamaan pienen herätteen moderneja ilma-aluksia. Erityisesti maajoukkojen suojaaminen edellyttää ilmatorjunnalta myös moderneja, liikkuvia, ja taistelunkestäviä sensoreita, jotka kykenevät havaitsemaan myös erittäin matalalla toimivat ja pienet kohteet.

Maapuolustuksen ilmatorjunnalle muodostuvia vaatimuksia ovat muun muassa:

- kyky havaita ja vaikuttaa kustannustehokkaasti monimuotoisiin ja vaativiin maalityyppeihin; tärkeimmät maalit (kaikki korkeusalueet) kiinteäsiipiset monitoimi- ja pommikoneet, taistelu- ja kuljetushelikopterit sekä operatiiviset ja taktiset lennokit,
- kyky alueelliseen puolustukseen (area defence, ”alueryhmitys, tappioiden tuottaminen”),
- kyky kohdepuolustukseen (point defence, ”kohderyhmitys, suojaa-

minen”),

- kyky yhteistoimintaan osana ilmapuolustusta,
- varmennetut valvonta-, maalinosoitus- ja johtamisjärjestelmät sekä
- toimintaympäristön, alueen joukkojen ja uhkan edellyttämä liikkuvuus ja suoja.

Lisäksi ilmatorjuntaa on täydennettävä maapuolustuksen joukkojen omasuojajärjestelmillä, kuten esimerkiksi C-UAV-järjestelmillä, joilla suojataan kriittisimpiä joukkoja pieniltä ja erittäin pieniltä lennokeilta.

Selviytyminen taisteluun ja taistelussa tulevaisuuden operaatioympäristössä on haastavaa ja edellyttää aktiivisen ilmapuolustuksen lisäksi myös monipuolisesti kaikkien passiivisten menetelmien hyödyntämistä. Ilmasuojelu kuuluu kaikkien joukkojen perustais- telumenetelmiin (tai ainakin tulisi kuulua). Ilmasuojelun keinojen käyttö on kustannustehokasta, mutta vaatii joukoilta ja yksittäisiltä taistelijoilta osaamista ja jatkuvaa vaivannäköä. Ilmasuojelu on jatkuvaa toimintaa, joka on huomioidava joukkojen rakentamisessa, ohjesäännöissä, koulutuksessa ja toiminnassa.

Ilmasuojelun ja passiivisen suojautumisen keinoja ovat muun muassa ilmatilan- teen seuraaminen



Miehittämättömiä ilma-aluksia on torjuttu Ukrainassa useilla erityyppisillä menetelmillä.

ja ilmahälyttäminen, toiminta ilmahälytyksen aikana ja jouduttaessa ilmahyökkäyksen kohteeksi, sääolosuhteiden hyväksikäyttö omassa toiminnassa, vihollisen aiemman toiminnan huomioiminen, joukon havaittavuuden vähentäminen maastouttamalla ja hajauttamalla, vihollisen asevaikutuksen vähentäminen linnoittamalla ja hajauttamalla, ryhmittymuutokset sekä harhauttaminen. Lisäksi on hyödynnettävä aktiivisesti myös muut vastatoimet; esimerkiksi omasuojailmatorjunta ja tulenkäyttö joukkojen ryhmäseilla.

”Lopuksi”

Maavoimien joukkojen ilmauhka on huomioitava niiden käyttö- ja

toimintaperiaatteiden, ilmatorjunnan sekä joukkojen ilmasuojelun ja passiivisen suojan kehittämisessä. Keskeisimmät ilmauhkajärjestelmät maapuolustuksen näkökulmasta ovat monipuolinen tiedustelujärjestelmä (satelliitit, tiedustelu- ja valvontakoneet sekä erityyppiset ja -kokoiset miehittämättömät ilma-alukset), reaaliaikaisen johtamisen ja kehittyvän teknologian tuomat mahdollisuudet tiedustelutiedon hyödyntämiseksi, erityyppiset kaukovaikutteiset aseet (uhka erityisesti perustamiselle ja erityyppisille johtamispaikoille), kehittyvät täsmä- ja aluevaikututtamiseen eri korkeusalueilta kykenevät monitoimi- ja rynnäkkökoneet sekä taisteluhelikopterit.

Voidaan siis todeta, että niin sanottu ”perinteinen maavoimien ilmauhka” säilyy, mutta sen rinnalle nousevat suorituskykyiset ”uudet järjestelmät”, joita kyetään käyttämään tarkasti aiempaa korkeammalta ja kauempaa. Lisäksi uusia ennakoimattomia haasteita voivat tuoda uudet käyttöönotettavat järjestelmät tai teknologiat, joiden vaikutusta ei ole osattu arvioida maavoimien kehittämisessä.

Vastustajan ilmavoiman käytöllä voidaan 2030-luvulla käytännössä kiistää puolustusjärjestelmän käyttö sekä yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen käytettävyys; tätä ei tule 2030-luvun Puolustusvoimien kehittäjien unohtaa missään vaiheessa. □



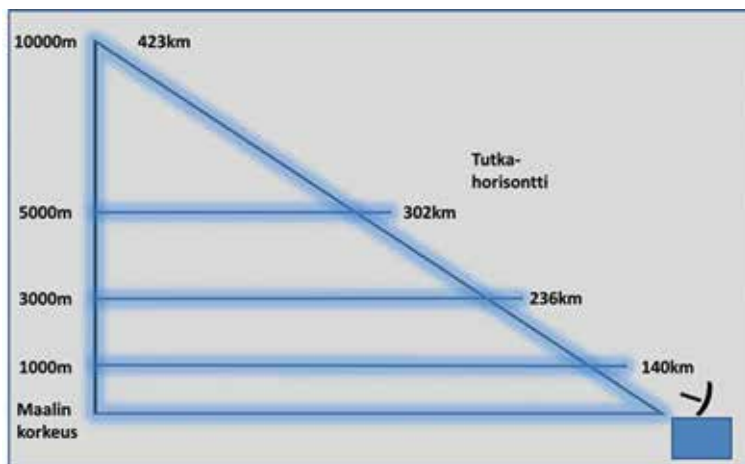
Kuplaa puhkaisemassa

Parin viime vuoden aikana termi A2/AD, eli Anti Access/Area Denial, on saavuttanut suuren suosion puhuttaessa jonkun maan kyvystä estää tai rajoittaa tietyn alueen sotilaskäyttöä kaukovaikutteisilla aseilla. Suomalaisittain tarkasteltuna kyse on tietysti ollut Venäjän suorituskyvyistä ja tarkemmin puhuen SS-26 "Iskander" maastamaahan ohjuksista sekä S-400 ilmatorjuntaohjusjärjestelmistä. A2/AD ei varsinaisesti ole uusi asia, mutta muodikas termi sekä mainitut uudet järjestelmät ovat nostaneet aiheen myös valtamedian käsittelyyn. Monesti kirjoituksissa ja keskusteluissa esitetään mainittujen ohjusjärjestelmien kartalle sijoitettuja kantamakaaria antamalla ymmärtää, että tarvittaessa kyseinen A2/AD "kupla" on täysin vastapuolen hallussa.

Tarkastelen tässä artikkelissa S-400 järjestelmän muodostamaa A2/AD- kuplaa julkisten lähteiden ja parin yksinkertaisen matemaattisen kaavan avulla. Tarkoituksena on havainnollistaa kuplan rajoitteita sekä pohtia toiminnan edellytyksiä kuplan sisällä.

Se ei olekaan litteä

Kauan sitten, viime vuosituhannella, Hyrylän Ilmatorjuntakoululla pidetyssä tekniikan kokeessa oli tehtävä jossa tuli laskea meren rannassa sijaitsevan tutkamaston minimikorkeus, jotta tutka pystyisi havaitsemaan meren yllä 100 met-



Kuva 1. Tutkahorisontti eri korkeuksilla

rin korkeudessa lentävän koneen 300 kilometrin etäisyydeltä. Koneen palautustilaisuudessa oikea vastaus, 3937 metriä, sai osassa aikaan hämmästelyä: "eihän noin korkea tutkamastoa voi tehdä!". Tähän opettajamme totesi, ettei sitä tehtävässä kysyttykään, vaan pyrkimyksenä oli havainnollistaa tutkahorisontin vaikutus matalalla lentävän maalin havaitsemiseen. Kyseisen opettajan, kapt (evp) Arno Seppäsen esimerkin innoittamana tarkastellaan seuraavassa tutkahorisontin aiheuttamia rajoitteita maalien havaitsemiselle.

Tätä artikkelia varten laskemme tutkahorisontin sen yksinkertaistetulla kaavalla. Tästä huolimatta päästään riittävään tarkkuuteen jotta voimme tarkastella S-400 järjestelmän teoreettista torjuntakykyä.

Laskujen perusteena on kaava: $4,124 \times (\sqrt{h_{Ant}} + \sqrt{h_t})$, missä h_{Ant} on tutkan korkeus metreinä ja h_t on maalin korkeus metreinä. Tutkan korkeudeksi arvioidaan kuusi metriä (92N6E tulenjohtotutka).

Kaavaa käyttämällä 100 metrin korkeudessa lentävän maalin havaintoetäisyydeksi tulee $4,124 \times (\sqrt{6} + \sqrt{100}) = 51,34 \text{ km}$. S-400- järjestelmän tehokkaimman ohjuksen (40N6E) kantamaksi ilmoitetaan 400 km, mutta laskutuloksen perusteella 100 metrin korkeudessa lentävä maali pääsee havaitsematta noin 50 kilometrin päähän. Matalalla lentäminen ei kuitenkaan ole yksiselitteinen ratkaisu. Se kuluttaa paljon polttoainetta ja koneen sensorit ovat matalan korkeuden vuoksi yhtä rajoittuneita kuin ilmatorjuntajär-

jestelmän tutkakakin. Kuva 1 kertoo miltä tilanne näyttää jos maali lentää korkeuksilla 1000m, 3000m, 5000m ja 10000m.

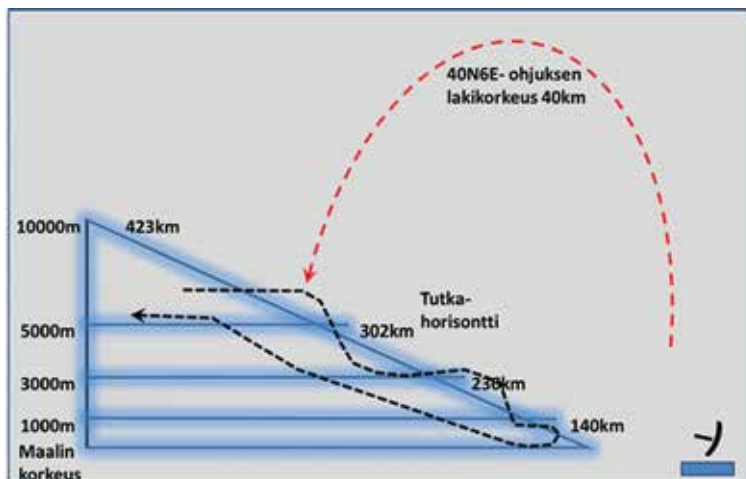
Kuvan 1. perusteella voimme todeta, että S-400- järjestelmän tehokkain ohjus kykenee juuri siihen mihin se on suunniteltukin, korkealla lentävien valvonta- ja tiedustelukoneiden tuhoamiseen pitkiltä etäisyyksiltä. Suuren, hitaan, korkealla lentävän ja kankean koneen ei kannata tulla juurikaan 400 kilometriä lähemmäksi S-400 lavettia. Kaikki koneet eivät kuitenkaan ole isoja, hitaita tai kankeita, ja niiden lentokorkeuskin on muutettavissa tehtävän eri vaiheissa. Tarkastellaan seuraavaksi miltä kupla näyttää jos torjuttavana on hieman ketterämpi vastustaja.

Sauva syliin

Kuten todettua, matalalla lentäminen on yksi mahdollisuus toimia kuplan sisällä. Toisena on väistäminen. Tätä tarkastelua varten tarvitsemme ohjuksen nopeuden (maksiminopeus 2100m/s joten arvioikaamme keskinopeudeksi 1500m/s) ja maalin nopeuden (250m/s). Näin ollen ohjuksen lentoaika 400 kilometriin on 266 sekuntia. Samassa ajassa maali ehtii lentämään 66,5 kilometriä. Ohjuslaukaisun havaittuaan kone ehtii siis poistumaan ohjuksen ulottumattomiin vaikka se olisi 335 kilometrin päässä lavetista. Toki kone voi tarvittaessa lentää vielä huomattavasti nopeamminkin. Jos laskemme koneen nopeudeksi 370m/s, voidaan käydä 302 kilometrin päässä lavetista.

Jos väistä ei tarkoitakaan takaisin kääntymistä vaan laskeutumista tutkahorisontin alapuolelle kykenee maali toimimaan vielä huomattavasti lähempänä S-400 lavettia. Tätä kuvataan kuvassa 2.

40N6E ohjuksessa on aktiivinen tutkahakupää, joten laukaisun jälkeen tutkahorisontin alle



Kuva 2. Ohjuksen väistäminen tutkahorisonttiin (kuva ei mittakaavassa)

laskeutuminen ei automaattisesti tarkoita ohjuksen harhautumista. Ohjuksen lentoradan lakipiste on 40 kilometrin korkeudessa josta se aloittaa liukumisen kohti maalia. Jos ohjuksen hakupää on aktivoitu liu'un alkaessa, kykenee se seuraamaan maalia ilman tutkahorisontin rajoitteita. Lukituksen pysyvyys ei kuitenkaan ole suurilla etäisyyksillä mitenkään yksiselitteinen fakta. Ohjuksen tutkahakupään ominaisuudet ovat heikkomat kuin maassa sijaitsevalla tulenjohtotutkalla. Tämä johtuu mm. teho- ja kokorajoitteista jotka ohjuksen runkoon mahdollittaminen tuovat mukanaan. Hakupään kyky löytää ja seurata matalalla lentävää, liikehtivää ja omasuojajärjestelmiään käyttävää maalia jopa satojen kilometrien etäisyydeltä on kyseenalainen. Tilanne on täysin erilainen kuin se mihin se on alun perin suunniteltu, siis suuren korkealla lentävän AWACS- koneen löytämiseen lennon loppuvaiheessa.

Lopuksi

Kaikki ohjusten laukaisu- ja tuhoamisvyöhykkeisiin tutustuneet tietävät ettei maksimikantaman mukaan piirretty ympyrä kerro koko totuutta järjestelmän todelli-

sesta kyvystä. Mitä monimutkaisemmasta ja suurempikantamisesta järjestelmästä on kyse, sitä moninaisemmat ovat laukaisuvyöhykkeisiin vaikuttavat asiat. Se mikä toimii powerpoint- kuvana, ei yleensä toimi oikeassa elämässä.

On lukuisia muuttujia joita ei huomioitu tämän artikkelin laskeissa eikä pohdinnassa. Näitä ovat muun muassa tutkan taajuusalue, sään vaikutukset, elektroninen häirintä, muu ilmatorjunta, ohjuksen kinematiikka, ohjuksen hakupään ominaisuudet sekä maalin tutkapoikkipinta-ala. Artikkelissa esitetyt luvut ovat siis suuntaa antavia eivätkä siis millään muotoa edusta koko totuutta aiheesta. Tarkoituksena oli ennemminkin antaa työkaluja A2/AD- keskusteluun S-400 järjestelmän osalta.

S-400 järjestelmän tekniset tiedot:
www.airspacepower.net



Pikku-Uutisia Venäjältä

20.8.2018 *Sputnik*

Pantsir-SM ilmatorjuntajärjestelmän uuden ohjuksen koeammunnat saadaan päätökseen vuoden 2019 aikana.

Kauemmas ulottuvan modernisoidun Pantsir-SM ilmatorjuntajärjestelmän hyväksyntäammunnat on suunniteltu saatettavan päätökseen vuoden 2019 kuluessa ja sen uuden ohjuksen koeammunnan tullaan suorittamaan vuoden 2018 loppuun mennessä, kertoi Rostec yhtymän toimitusjohtaja Sergei Chemezov 20.8.2018. Uuden ohjuksen ominaisuuksia ei paljasteta, mutta se päihittää edeltäjänsä useiden ominaisuuksien osalta, Chemezov totei.

Pantsir on venäläisvalmisteinen lyhyen - keskipitkän kantaman yhdistetty ilmatorjuntajärjestelmä. Järjestelmä tulittaa automaattisesti maalia 30 mm kaksoistykkeillä, mikäli ilmenee, ettei maaliin ole osuttu tai se ei ole vaurioitunut riittävästi ensin suoritettulla ohjustorjunnalla.

Toukokuussa 2019 presidentti Vladimir Putin antoi ymmärtää, että uusimman S-500 ilmatorjunta-ohjusjärjestelmän kehitystyö ja sarjatuotannon valmistelut tulee saada valmiiksi mitä pikimmin ja että Venäjän tulee kehittää ja lisätä ilmapuolustuksen teknistä kykyä sekä jatkaa Pantsir järjestelmän kehitystyötä.

21.9.2018 *Sputnik*

Krimin ilmapuolustusta vahvennetaan vielä yhdellä S-400 patteristolla.

Krimin niemimaalla on nykyisin



Pantsir-S1 järjestelmän ohjusammunta Ashulukin ampuma-alueella.
(© Sputnik, Mikhail Fomichev)

kolme patteristoa nykyaikaista venäläistä S-400 ilmatorjuntaohjusjärjestelmää. Krim on strateginen sotilaallinen painopiste alueella sekä Mustanmeren Laivaston koti.

Kolmas patteristo, joka käsittää kahdeksan ohjuslavettia, 112 ohjusta sekä johtamis- ja tukiajoneuvot, on sijoitettu Jevpatoriaan Krimin länsiosaan noin 65 km Sevastopolista pohjoiseen, kertoi Mustanmeren Laivasto 21.9.2018. Myöhemmin kerrottiin, että neljännen patteriston todellinen varuskunta-alue tulee olemaan Dzhankoissa Krimin niemimaan pohjoisosassa keskellä niemimaata. Aiemmat patteristot on sijoitettu Feodosiaan tammikuussa 2017 ja Sevastopoliin tammikuussa 2018.

S-400 Triumf ilmatorjuntaohjusjärjestelmä on uusin venäläinen liikkuva ilmatorjuntajärjestelmä.

Ainakin 312 S-400 lavettia on sijoitettuna 39 ilmatorjuntaohjusrykmenttiin ympäri Venäjän valtakunnan aluetta. S-400 kykenee tuhoamaan vastustajan lentokoneet, lennokit, risteily- ja ballistiset ohjukset jopa 400 km etäisyydeltä.

Venäjän sotilasviranomaiset ovat tehneet merkittäviä ponnistuksia Krimin niemimaan puolustuksen kohentamiseksi vuoden 2014 jälkeen alueen tultua liitetyksi Venäjään. Asiantuntijat toteavat niemimaan ilmatorjunta ja meritorjunta järjestelmien mahdollistavan Venäjälle tehokkaasti turvata lähes koko Mustanmeren alueen. S-400 järjestelmän lisäksi Krimillä on ilmatorjuntajoukoilla käytössään S-300P, Buk-M2 ja Osa ilmatorjuntaohjusjärjestelmiä.



S-400 ilmatorjuntaohjuslavetteja 73.Voitonpäivän paraatissa 2018.
(© Sputnik, Ilja Pitalev)

5.10.2018 Sputnik

Millainen on S-400 ilmatorjuntaohjusjärjestelmä.

S-400 on venäläisvalmisteinen erittäin pitkän ja usean alueen kantaman ilmatorjuntaohjusjärjestelmä. S-400 on suunniteltu suojaamaan kaikkein tärkeimpiä poliittisia, hallinnollisia, taloudellisia ja sotilaallisia kohteita ilmaiskuilta, risteilyohjuksilta, taktisilta ja operatiivistaktisilta sekä keskikantaman ballistisilta ohjuksilta radioelektronisen häirinnän olosuhteissa. Ohjusjärjestelmää voidaan käyttää kaikissa valaistusoloissa, kaikissa sää ja maasto-oloissa sekä voimakkaan elektronisen häirinnän alla.

S-400 järjestelmän on kehittänyt Keskussuunnittelotoimisto Almaz, nykyinen JSC NPO Almaz, joka on nimetty A.A. Raspletinin kunniaksi. S-400 järjestelmä on luotu S-300 järjestelmän pohjalta, mutta sen ominaisuudet ovat merkittävästi paremmat tehokkuudessa ja kantamassa samoin, kuin torjuttavissa maalityypeissä. Alun perin järjestelmän nimi oli S-300PM3.

S-400 järjestelmä käsittää johtokeskuksen ja valvontatutkan sekä enintään kuusi ilmatorjuntajärjestelmää, joista jokainen käsittää monitoimitutkan ja enintään 12 kpl ohjuslavetteja, jotka voidaan ladata kahdella eri ohjustyypillä, ja lisäksi muita laitteita, kuten korkeuden mittaustutka ja siirrettävä antennitorni. Kaikki järjestelmän osat on

sijoitettu maastokuorma-autoalustalle ja ne voidaan kuljettaa rautateitse, aluksilla tai kuljetuskoneilla. S-400 muistuttaa S-300 järjestelmää ulkonäöltään, mikä on tehty tarkoituksellisesti, jotta vastustaja ei voi tai sille on vaikeampaa etukäteen tunnistaa kohtaamansa järjestelmä.

Kaikki S-400 järjestelmän laitteet on kehitetty perustuen viimeisimpiin tieteellisiin ja teknisiin saavutuksiin käyttäen kehittyntä komponentti periaatetta ja nykyaikaista teknologiaa. Kaikki järjestelmän taistelutoiminnot on automatisoitu, maalin havaitseminen, lentoreitin seuraaminen, maalin jako ilmatorjuntajärjestelmien kesken, maalin lukitseminen, seuranta ja tunnistus, ohjustyyppien valinta, ohjuksen valmistelu laukaisuun, ohjuksen lennon seuranta ja torjunnan vaikutuksen arviointi.

S-400 Triumf järjestelmän johtokeskus takaa liittymisen kaikkiin ilmapuolustuksen johtamisjärjestelmiin. Triumf järjestelmä voi suorittaa torjunnan sekä itsenäisesti että yhteistoiminnassa ylemmän johtoportaan tai erillisen tutka-aseman kanssa. S-400 kykenee paitsi olemaan ylemmän johtoportaan johdossa, niin myös johtaman erityyppisiä ilmatorjuntajärjestelmiä, toisia S-400 järjestelmiä, S-300, Pantsir-S1 ja Tor-M1 muodostaen näin kymmenien ilmatorjuntaohjuslavettien ja sa-

tojen ohjusten yhtenäisesti johdetun kokonaisuuden.

S-400 järjestelmän käyttämät ohjustyypit laukaistaan kylmällä käynnistyksellä, jossa ohjukset laukaistaan laukaisuputkesta ruutikatapultilla 30 m korkeuteen, jolloin kaasusuutinojaus kääntää ohjuksen maalin suuntaan ja ohjuksen matkamoottori käynnistyy. Menettely kasvattaa ohjuksen kantamaa ja pienentää lavetin haavoittuvaa osuuspinta-alaa. Ohjuksen pystylaukaisun vuoksi järjestelmä kykenee torjumaan mistä tahansa suunnasta tulevat maalit lavettia uudelleen suuntaa-matta. Lentoradan lopulla ohjus käyttää aktiivista tutkahakeutumista. Malli tuhotaan sirpaleistelukautella, joka on varustettu elektroni-sella sytyttimellä ja monipiste herätesytytysjärjestelmällä. Järjestelmän yleiset tekniset ominaisuudet ovat seuraavat:

- maalin havaitsemisetäisyys enintään 600 km
 - samaan aikaan seurattavien maalien lukumäärä enintään 300 kpl
 - maalin suurin nopeus 4 800 m/s
 - käsiteltävien maalien lukumäärä 36 kpl
 - ohjattavien ohjusten lukumäärä 72 kpl
 - yksi järjestelmä voi käsitellä kerralla 6 maalia
 - aerodynaamisten maalien torjunta-alue 3 – 250 km
 - aerodynaamisten maalienkorkeus 10 – 27 000 m
 - ballististen maalien torjuntaetäisyys 5 – 60 km
 - ballististen maalien torjuntakorkeus 2 – 27 km
 - ajonopeus kovapintaisella tiellä 60 km/h, hiekalla tiellä 40 km/h ja maastossa 25 km/h
 - asemaanojoaika 5 min
 - valmiusaika 3 min asemaanojon jälkeen
 - käyttöaika perushuoltoon 10 000 h
 - maa järjestelmien käyttöikä modernisoimatta ainakin 20 v ja ohjusten 15 v
- Järjestelmää voidaan käyttää myös maamaaleja vastaan.

S-400 järjestelmän alustavat koeammunnat suoritettiin Kapustin Jarin ampuma-alueella Astrakhanin Alueella vuodesta 1999 toukokuuhun 2003. S-400 Triumf järjestelmä otettiin palveluskäyttöön 28.4.2007 hallituksen määräyksellä. Ensimmäinen patteristo ja johtokeskus otettiin palveluskäyttöön 6.8.2007 Moskovon Alueella Elektrostalissa Moskovon itäpuolella (606.ItOR).

7.10.2018 *Sputnik*

S-300 ilmatorjuntaohjusjärjestelmä on luovutettu Syyrialle.

Venäjä on kuljettanut kaikkiaan 49 kpl sotilasvarustusta Syyriaan mukaan lukien 4 kpl S-300 PMU lavettia, tutkan, johtokeskuksen ja muuta varustusta vastauksena Il-20 tiedustelukoneen tuhoamiseen syyskuussa Välimeren yllä.

Venäjän puolustusministeriön virallinen TV-kanava Zvezda on lähettänyt ohjelmassaan kuvaa S-300 – järjestelmän toimittamisesta Syyriaan. Videossa näytettiin Latakian läänin Hmeimin tukikohtaan yön pimeydessä kalustoa toimittava An-124 strateginen kuljetuskone sekä kaluston siirtäminen koneesta. S-300 järjestelmä saapui Syyriaan 2.10.2018 vähän yli kahden viikon kuluttua siitä, kun Syyrian ilmapuolustus ampui alas Il-20 tiedustelukoneen 15 hengen miehistön kera vastatessaan Israelin hyökkäykseen 17.9.2018. Venäjän puolustusministeriö syytti Israelia venäläisen koneen tahallista käyttämisestä suojakilpenä ja sen saattamisesta varoittamatta vaaraan.

S-300 järjestelmän lisäksi Syyria on nyt Venäjän lisäksi ainoa maa maailmassa, jolla on käytössään nykyaikainen venäläinen omakonetunnusjärjestelmä. Venäjä tarjoaa Syyrialle myös apua satelliittipaikannuksen sekä Syyriaan hyökkäystä yrittävien lentokoneiden tutkien ja radiojärjestelmien radioelektronisessa lamauttamisessa.

Israel on edelleen syyttänyt Syyriaa



S-300 lavetille puretaan ohjukonttia sotilaskuljetuskoneesta.
(© Sputnik/YouTube, kuvakaappaus videolta)

koneen alas ampumisesta ja todennut ettei sillä ole minkäänlaisia suunnitelmia lopettaa Iranilaisten kohteiden tuhoamista Syyriassa. Israelin ilmapuolustusvoimat ovat suorittaneet 200 suoritusta viimeisen puolentoista vuoden kuluessa Syyrian ilmatilassa, mutta ei ole jatkanut niitä syyskuun 17 päivän jälkeen.

Venäjän ilmapuolustusjoukkojen odotetaan antavan koulutusapua syyrialaisille kollegoilleen loppu vuoden ajan.

26.9.2018 *Sputnik*

Työt uuden S-500 ilmatorjuntaohjusjärjestelmän kimpussa on saatu lähes valmiiksi.

Kehitystyö uusimman venäläisen S-500 ilmatorjuntaohjusjärjestel-

män prototyypin valmistamiseksi on saatu lähes valmiiksi, totesi apulaispuolustusministeri Juri Borisov 26.9.2018. Venäläisillä S-300, S-400 ja S-500 ilmatorjuntaohjusjärjestelmillä, joista viimeinen on lähellä sarjatuotannon aloittamista, on paremmat ominaisuudet verrattuna kaikkiin kilpailijoihinsa, ovat ne sitten amerikkalaisia, israelilaisia tai ranskalaisia järjestelmiä, Borisov totesi Revunov palkintojen jako tilaisuudessa. Revunov palkinto jaetaan vuosittain nuorille insinööreille Baumanin Moskovon Valtion Teknisessä Yliopistossa.

S-500 Prometei on uuden sukupolven ilmatorjuntaohjusjärjestelmä, jonka tehokas kantama on 400 – 600 km ja joka on suunniteltu torjumaan ja tuhoamaan mannerten-



S-300 ilmatorjuntaohjuksen laukaisu Vostok 2018 sotaharjoituksessa.
(© Venäjän puolustusministeriö 14.9.2018)

välisiä ballistisia ohjuksia samoin, kuin hypernopeita risteilyohjuksia ja lentokoneita. Venäjän presidentti Vladimir Putin totesi 15.5.2018, että S-500 järjestelmän kehitystyö ja sarjatuotannon valmistelu on saatava valmiiksi mahdollisimman pian. Uuden järjestelmän toimitusten Venäjän Ilma- ja Avaruusjoukoille odotetaan alkavan suunnitellun vuonna 2020.

30.8.2018 Sputnik

Venäjä Ilma- ja avaruusjoukot ampuivat menestyksellisesti uuden torjuntaohjuksen.

Venäjän puolustusministeriön lausunnon mukaan uusi ohjusten torjuntaohjus on luotettavasti osoittanut ominaisuutensa ja se on menestyksekkäästi täyttänyt tehtävänsä tuhoamalla simuloidun maalia esittävän ohjusmaalin vaaditulla tarkkuudella. Ministeriö totesi lausunnossaan, että Venäjän Ilma- ja avaruusjoukot ovat suorittaneet taas yhden menestyksekkään koeammunnan uudella ohjusten torjuntaohjuksella Sary Shaganin ballististen ohjusten torjunnan koeampuma-alueella Kazakstanissa.

Huhtikuussa 2018 Venäjän puolustusministeriö kertoi, että uutta modernisoitua ohjustentorjuntaohjusta järjestelmää, joka on tarkoitettu suojaamaan Moskovaa ilma- ja avaruushyökkäyksiä vastaan samoin, kuin toteuttamaan tehtävät koskien ohjusten varhaisvaroitusta ja ulkoavaruuden valvontaa, on menestyksellisesti kokeiltu Kazakstanissa.

24.8.2018 Sputnik

Su-57 monitoimihävittäjän hankinta ja kehitys etenevät.

Lentokoneen valmistaja Suhoi tulee toimittamaan kaksi Su-57 monitoimihävittäjää 22.8.2018 Kubin-kassa Army 2018 sotilasteknisessä näyttelyssä allekirjoitetun sopimuksen mukaisesti. Monitoimihävittä-



Monitoimihävittäjä Su-57 eli PAK-FA/T-50.
(© Sputnik, Vladimir Astapkovich)

jä, joka suoritti ensilentonsa 2010, tulee saamaan täysin automatisoidun johtamis-, havainto- ja aseiden ohjausjärjestelmät.

Aiemmin Yhtyneen Lentokoneyhtymän (UAC) pääjohtaja Juri Sliusar kertoi, että kaksi Su-57 hävittäjää ovat suorittaneet ensiesiintymisensä taistelutehtävissä Syyriassa ja menestyksellisesti täyttäneet tehtävänsä. Myöhemmin puolustusministeri Sergei Shoigu kertoi, että uusi nykyaikainen risteilyohjus on tehty Su-57 koneen käyttöön.

Venäjän viidennen sukupolven Su-57 hävittäjän varustamisesta tekoälyllä, joka tulee siirtämään sen askeleen lähemmäs seuraavan sukupolven miehittämätöntä hävittäjää, on olemassa suunnitelma, kertoi nimetän lähde Sputnik uutistoimistolle.

30.8.2018 Sputnik

Venäjä tulee vastaanottamaan kaksi modernisoitua A-50U valvonta- ja johtokonetta.

Venäjän puolustusministeriö tulee vastaanottamaan kaksi modernisoitua Beriev A-50U lentävää varhaisvaroitus ja valvontakonetta, kertoi apulaispuolustusministeri Alexei Krivoruchko 30.8.2018.

Erittäin perinpohjainen modernisointi ja perushuolto ovat meneillään A-50 koneille ja tulemme vastaanottaman toiset kaksi konetta vuoden loppuun mennessä. Tämän modernisoidun konetyypin palvelus tulee jatkumaan pitkälle tulevaisuuteen, Krivoruchko totesi vierailullaan Beriev Lentokoneyhtiön Taganrogin lentokonetehtaal-



A-50 valvonta- ja johtokone. (© Sputnik, Skryinikov)

la Taganrogin satamakaupungissa Etelä-Venäjällä.

Krivoruchkon vierailun kuudessa järjestettiin kokous, jossa käsiteltiin A-100 valvonta- ja johtamiskoneen meneillään olevaa koelento-ohjelmaa ja järjestelmätestejä, Tu-95MS strategisen pommikoneen meritiedustelu- ja sukellusveneentorjuntaversioon Tu-142 modernisointia sekä A-50U modernisointihankkeen tilaa.

Ensimmäinen A-50U kone luovutettiin Venäjän Ilmavoimille vuonna 2011. Koneita on aktiivisesti käytetty sen jälkeen palveluksessa mukaan lukien Syyrian ilmaoperaation johtamisessa. Tiedotusvälineissä on arvioitu, että voimakkaan Shmel tutkan ansiosta A-50U kykenee seuraamaan maaleja aina 600 km etäisyydeltä alkaen.

15.9.2018 Sputnik

Venäjän Ilmavoimat tuhosivat vastustajan lentotukikohdan Vostok harjoituksessa.

Tu-22M3 pommikoneet suorittivat yli 10 koneen osastolla ilmaiskun simuloidun vastustajan lentotukikohtaan Zabaikalskin Territoriossa Vostok 2018 harjoituksen kuluessa, kertoi puolustusministeriön tiedottaja 15.9.2018. Kaukotoimintailmavoimien lentäjät osuivat maaleihin, joilla oli merkitty lentokoneiden ryhmitysalueet, kiitoteillä olevat koneet, maastoutetut koneet, tukikohdan varastot samoin, kuin vastustajan tukikohdan johto- ja komentokeskus, lausunnossa todettiin. Pommitus harjoituksessa käytettiin kappale painoltaan enintään 500 kg pommeja.

Vostok 2018 harjoitus oli suurin Venäjällä pidetty harjoitus sitten Neuvostoliiton hajoamisen, sillä siihen osallistui lähes 300 000 sotilasta, 36 000 ajoneuvoa ja yli 1 000 lentokonetta.



Tu-22M3 pommikoneet iskevät ISIS:n joukkoja vastaan OFAB-25-270 sirpalepommeilla Syyriassa. (© Venäjän puolustusministeriö)

6.9.2018 Sputnik

Kaksi Tu-160 strategista pommikonetta osallistui harjoituksiin Välimerellä.

Kaksi strategista Tu-160 pommikonetta osallistui harjoituksiin Välimerellä, kertoi puolustusministeriö lausunnossaan 6.9.2018. Koneet nousivat ilmaan Engelskin tukikohdasta ja suorittivat menestyksellisesti suunnitellun tehtävänsä osallistumisesta Välimerellä suoritettuun laajamittaiseen harjoitukseen. Koneet suorittivat 10 tunnin mittaisen matalalennon vaikeissa sääoloissa ja suorittivat menestyksellisesti simuloidut risteilyohjussammunnat määritettyihin maamaleihin, lausunnossa todettiin.

Su-30 ja Su-33 hävittäjät nousivat Hmeimin tulikohdasta Syyriasta saattamaan pommikoneita. Pommikoneiden lento suoritettiin kansainvälisten säädösten mukaisesti loukkaamatta ulkovaltojen ilmatilaa.

Venäjän Merivoimien komentaja amiraali Vladimir Korolev kertoi toimittajille, että venäläiset laivastojoukot suorittivat yli 50 taisteluharjoitusta ja merivoimien lentoujoukot lensivät 50 lentosuoritusta ja suorittivat 15 ilmatankkauusta Välimeren sotaharjoituksen kuluessa. Lisäksi suoritettiin yli 150 alusten miehistön koulutusharjoitusta. Amiraali korosti, että ny-



Tu-160 "Alexander Novikov" Voitonpäivän paraatin ylilennolla. (© Sputnik, Alexei Druzhinin)



Venäjän Helikopterit Yhtymän esittelyhelikopteri Army 2018 näyttelyssä. (© Sputnik, Denis Bolotski)

kyisen Venäjän historiassa tällaiset harjoituksen pidettiin ensikertaa, sillä nyt niihin osallistui nykyaikaisia taistelualuksia, huoltoaluksia sekä merivoimien lentojoukkoja.

Aiemmin harjoituksesta oli puolustusministeriö kertonut, että Venäjän Merivoimat ja Ilma- ja Avaruusjoukot pitävät laajamittaisen harjoituksen Välimerellä 1.-8.9.2018.

16.9.2018 Sputnik

Tu-160 strateginen pommikone lensi 9 tunnin lennon pohjoisnavan yli.

Suurikokoinen kääntyväsiipinen ylläänennopeudella lentämään kykenevä strateginen pommikone on oman luokkansa suurin ja nopein edustaja koko maailmassa ja se kykenee lentämään yli 12 300 km tankkaamatta ilmassa.

Venäläinen puolustusministeriön TV kanava Zvezda esitti 110 000 kg painoisen Tu-160 pommikoneen ilmatankkauksesta uutisvideon lähettyksessään, jossa näytettiin valkoinen Tu-160 ja sen uskomattoman suurikokoiset kääntyvät siivet hidaslentoasennossa, jolloin kärkeväli

on suurimmillaan 55,7 m. Vaikka titaanista valmistettu pommikone kykenee lentämään tuhansien kilometrien etäisyydelle, niin sen lento Saratovin kaupungista Anadyriin Venäjän itäisimpään kaupunkiin pohjoisnavan kautta vaati ilmatankkauksen.

Onnistuneen pitkäkestoisen lennon jälkeen, mikä sisälsi taisteluharjoitukseen kuuluneen taistelutehtävän, lentäjät vastasivat toimittajien kysymyksiin siitä kuinka rankkaa on viettää yhdeksän tuntia lentoasussa. Kokoneiden lentäjien mukaan se ei ole erityisen mukavaa, mutta se on hyväksyttävä hinta asun tarjoamasta suojasta, mikä ei ainoastaan suojaa hypotermialta, vaan myös toimii kellunta-asuna ja on suunniteltu pelastamaan lentäjät hukkumiselta valtameren kylmään veteen.

22.8.2018 Sputnik

Army 2018 näyttelyssä esiteltiin nykyaikaisia helikoptereita viennin kasvattamiseksi.

Venäjän uusinta sotilasvarustusta esiteltiin Kansainvälisen Army 2018 Sotilas- ja Teknologia messuilla Isä-

maan puistossa lähellä Moskovaa. Venäjän Helikopterit, mikä on osa Rostec Yhtymää, toi näyttelyyn uusia mallejaan ja esitteli Sputnik uutistoimistolle Kazanin helikopteritehdasta näyttääkseen kuinka helikoptereita rakennetaan.

12 000 kg painava Mi-28NE on todellinen ”lentävä linnoitus”. Sen keraamisella panssarilla suojattu osa suojaa lentäjät panssaria läpäiseviltä konekiväärin luodeilta ja helikopterin istuimet on suunniteltu suojaamaan lentäjät jopa erittäin kovassa laskeutumisessa, minkä pystynopeus voi kohota jopa 10 m/s nopeuteen. Mi-28NE oli yksi useista nykyaikaisista laitteista, mitkä olivat esillä Venäjän Helikopterit yhtymän esittelyalueella.

Oikealla Mi-28NE vieressä oli Ansat helikopterin poliisiversio, prototyyppi, mikä on suunniteltu lainvalvonta viranomaisille. Sen optinen järjestelmä mahdollistaa video valvonnan ja kohteen tunnistamisen aina 5 km etäisyydeltä. Vastaava kaksi moottorinen malli läpäisi juuri korkeanpaikan koelento-ohjelman Karachai- Cherkessiassa Etelä-Venäjällä. Koelento-ohjelma käsitti si-

muloidut moottorin rikkoutumiset, nousut ja laskut sekä lentotoiminnan vuoristoalueella.

Ansät helikopteria rakennetaan Tatarstanissa Kazanin Helikopteritehtaalla ja se on toistaiseksi uusien kolmesta sillä koottavasta helikopterityypistä. Kaksi muuta helikopteria ovat paljon kiitetty Mi-8/17 ja raskassarjalainen Mi-38, mikä kykenee nostamaan 15 000 kg kuorman.

Kazanin Helikopteritehtaan pääinsinööri Konstantin Lazutkin kertoi, että Ansät on teknisessä mielessä muutaman askeleen edellä tehtaan tuottamia muita malleja. Uusi tyyppi on hyvin erilainen verrattuna edeltäjiinsä. Se on paljon kehittyneempi, kuin Mi-8 ja tosiasiaa sen paljon korkeampi digitalisointiasia tekee merkittävän eron samoin, kuin kokoonpanolinjojen toiminta ja matemaattisten mallien rakentaminen ovat myös paljon helpompaa tässä tapauksessa.

Neljä uutta kokoonpano verstaasta on rakennettu Kazanin Helikopteritehtaalte käsittelemään lisääntyvää määrää komposiittimateriaaleja. Noin 80 % uudesta Ansät helikopterista kootaan näistä materiaaleista, mikä tekee siitä kevyemmän ja mahdollistaa painavamman kuorman kuljettamisen.

Kazanin tehtaan työläisiltä kuuluu 35 työpäivää Mi-8 helikopterin kokoamisessa, Ansät vaatii ainoastaan kolmen viikon työn.

Tavallisesti helikopterin kokoamisesta vastaa yksi ryhmä työläisiä ja loppuvaiheesta vastaa noin 25 työläisen joukko. Jokainen työmies on asiantuntija useilla eri alueilla ja mikäli joku alkaa väsyä suorittamaan yhtä tehtävää, kuten helikopterin kaapelointeja, hänet uudelleen koulutetaan ja siirretään toiseen tehtävään. Kazanin helikopteritehtaan henkilöstön keski-ikä on 42- 45 vuotta ja 50 % heistä on naisia.

Vaikka 95 % Kazanissa tuotetuista helikoptereista on tuotettu venäläisille asiakkaille, niin loput 5 % menee vientiin ja puolet niistä on jo Ansät helikoptereita. Kansainvälisten markkinoiden kasvattaminen on osa Venäjän Helikoptereiden strategiaa, totesi yhtymän toimitusjohtaja Andrei Boginski Sputnikin haastattelussa Army 2018 näyttelyn yhteydessä. Boginski totesi, että yhdessä Venäjän Ilmailuviranomaisten kanssa, Venäjän Helikopterit on järjestänyt yhteistoimintaa ulkomaisten ilmailuviranomaisten kanssa saaden hyväksyntätodistukset Kiinan, Intian, Brasilian ja useiden muiden maiden viranomaisilta. Venäjän Helikopterit haluaa laajentaa läsnäoloaan näillä markkinoilla, tavoitteena on viennin 30 % osuus tyyppien tuotannosta, suunnittelusta ja budjetista.

Venäjän Helikopterit Yhtymä on Valtion Rostec yhtymän tytäryhtiö, mikä perustettiin vuonna 2007. Rostec yhdistää 14 yhtymää, jotka

valmistavat korkeateknisiä sotilasmaa siviilituotteita.

12.10.2018 Sputnik

Raskaan Mi-26T kuljetushelikopterin koelennot päätökseen vuoden loppuun mennessä.

Alustavat koelennot modernisoidulla raskaalla Mi-26T2V sotilaskuljetushelikopterilla odotetaan saatavan päätökseen vuoden 2018 loppuun mennessä, kertoi Venäjän Helikopterit yhtymän lehdistöpalvelu 12.10.2018. Valtion koelento-ohjelma alkaa todennäköisesti jo vuoden 2018 aikana välittömästi alustavan koelento-ohjelman päättyttyä, todettiin lausunnossa.

Heinäkuussa 2018 Rosvertolin Ilmailutehdas kertoi, että valtion viralliset koelennot on suunniteltu saatavan valmiiksi vuoden 2019 kuluessa, minkä jälkeen sarjatuotanto on suunniteltu aloitettavan.

Mi-26T2V on varustettu nykyaikaisella avioniikalla, mikä mahdollistaa lentämisen kaikissa valaistusoloissa sekä erilaisten liikkeiden suorittamisen. Helikopteri on varustettu omasuojajärjestelmällä, mikä takaa suojan ilmatorjuntaohjuksilta. Modernisoitu helikopteri oli ensimmäistä kertaa esitteillä Army 2018 näyttelyssä elokuussa 2018. Mi-26 on maailman suurin ja voimakkain helikopteri ja sitä käytetään muun muassa maahanlaskujoukkojen sekä painavien ja isokoisten välineiden kuljettamiseen.

17.8.2018 Sputnik

Venäläiset tiedemiehet esittelivät miehittämättömän helikopterin Army 2018 näyttelyssä.

Siperian Liittovaltion Yliopiston (SibFU) tiedemiehet yhdessä Ilmavoimien Zhukovski – Gagarin Akatemian kanssa esittelivät Army 2018 näyttelyssä miehittämättömän helikopterin, joka on varustettu radiojärjestelmällä, mikä mahdollistaa helikopterin toiminnan sekä



Kuva 10. Mi-26 ja kaksi Mi-8AMTSh helikopteria Voitonpäivän paraatin yllennossa 2018. (© Sputnik, Evgeni Bijatov)



Kuva 11. MiG – yhtymän kehittämä Skat lennokin malli ja kaksi Kh-31 rynnäkköohjusta MAKS 2007 ilmailunäyttelyssä. (© Sputnik, Anton Denisov)

vuoristossa että kaupunki ympäristössä, kertoi SibFU:n lehdistöpalvelu 17.8.2018.

Kyseessä on kokeellinen prototyyppi miehittämättömästä helikopterista. Malli on varustettu lentoa tukevalla radiopeilauksen perustuvalla suunnistusjärjestelmällä sekä SibFU:n tiedemiesten kehittämällä monitoimintaisella itsenäisellä suunnistusjärjestelmällä. Helikopterin radiojärjestelmä takaa maakohteiden koordinaattien sekä moni- että yksikohde paikannuksen laajakaistaisella radiosäteilyllä kaukaa jopa vaikeissa maasto- ja maantieteellisissä oloissa, tiedotteessa todetaan. Radiotiedusteluasema kykenee toimimaan viisi tuntia lataamatta uudelleen ja mittaamaan tietoja suurella tarkkuudella jopa 30 km täisyydeltä. (Kyseessä lieenee jonkinlainen maastonvalvontatutka)

Army 2018 näyttely on Venäjän puolustusministeriön järjestämä ja se käsittää sotilaskaluston ja aseiden sekä asevoimille ja turvallisuuselimille kehitetyn teknologian näyttelyn. Näyttely on myös ta-

pahtumapaikka ulkona tapahtuville näytöksille ja ulkomaisten delegaatioiden tapaamisille. Virallisen esittelysivuston mukaan näyttelyyn osallistuu 1 200 näytteille asettajaa 14 maasta.

12.9.2018 Sputnik

Venäjä kehittää miehittämättömä meritoimintakonetta.

Venäjän kerrotaan kehittävän miehittämättömä amfibiolentokonetta, kertoi Sputnik uutistoimisto 12.9.2018 nimettömän lähteen tietojen perusteella. Perustyötä on tehty, mikä mahdollistaa miehittämättömän amfibiokoneen kehittämisen. Mikäli Venäjän puolustusministeriö tulee olemaan tuotteesta kiinnostunut, niin kone voidaan saada nopeasti tuotantoon.

Elokuussa 2018 Venäjän Yhdistetty laivanrakennus Yhtymä (USC) kertoi, että se tulee rakentamaan taisteluosaston maihinnousualuksen, mikä yhdistää helikopteritukialuksen ja maihinnousutukialuksen toiminnot. Lisäksi Venäjän on kerrottu kehittävän erityistä maihinnousutukialusta, mikä kykenee

kuljettamaan helikoptereita, maihinnousualuksia ja panssaroituja maihinnousuajoneuvoja.

Toukokuussa 2018 Venäjän sotilaskaluston vientiyhtiö Rosobornexport esitteli BT-3F panssaroidun maihinnousuajoneuvon prototyypin ja miehittämättömän Orion-E lentotiedustelulaitteen Kazakstanin pääkaupungissa Astanassa järjestetyillä sotilaskalustomessuilla

Orion-E on ensimmäinen venäläisvalmisteinen keskipitkän kantaman (MALE) miehittämätön ilmailujärjestelmä. Orion-E on kehittänyt Kronstadt Technologies yhtiö. Lennoikin karkiväli on 16 m, lentoaika 24 h ja 250 km kantama sekä maksimi lentokorkeus 7 500 m. Hyötykuorma on 200 kg.



Ilmatorjuntalehdessä julkaistaan palkatun henkilökunnan ylennyksiä sekä siirtoja uusiin tehtäviin. Mikäli et halua, että siirtoasi tai ylennystäsi huomioidaan lehdessä ota yhteyttä järjestösihteeriin.

Jos haluat, että reservin ylennyksesi tai merkkipäiväsi huomioidaan lehdessä niin ota yhteyttä järjestösihteeriin, jarjestosihteeri.ity@gmail.com

Hyvää loppuvuotta arvoisa jäsenistö!

Kiitos menneestä vuodesta ja jäsenmaksusuorituksista. Jos yhteystiedoissanne on korjattavaa, niin ottakaa yhteyttä jarjestosihteeri.ity@gmail.com – sähköpostiosoitteeseen tai puhelimella.

Ilmatorjunta-aselajissa on tullut seuraavia tehtävään määräyksiä ja ylennyksiä:

Edellisestä lehdestä oli jäänyt seuraava ylennys:

Everstiksi 6.12.2018
- Everstiluutnantti Karri Heikinheimo

Kapteeniksi
sotatieteiden maisterikurssi 7:ltä
- Sakari Alanko

Tehtävään määräyksiä:

- everstiluutnantti Mikko Mustonen (PVPALVK) Pääesikuntaan
15.1.2019 lukien

- kapteeni Marko Lamppu (PSPR)
Merivoimien esikuntaan 1.1.2019
lukien

- kapteeni Vilho Rantanen (JPR)
Maanpuolustuskorkeakouluun
1.1.2019 lukien

- kapteeni Peter Porkka (PSPR)
Maanpuolustuskorkeakouluun
1.9.2018 lukien



Helsingin Reserviupseerien Ilmatorjuntakerhon perinteikäs Joululounas pidetään 12.12.2018 klo 12.12. Ravintola Perhossa.

TERVETULOA!

Terveisin,

Sakari Saikku, Ilmatorjuntakerhon sihteeri



KUTSU ILMATORJUNTAYHDISTYS RY VUOSIKOKOUS Lauantaina 16.3.2019 Helsingissä

Ilmatorjuntayhdistyksen vuosikokous järjestetään
Valion pääkonttorissa Helsingin Pitäjänmäellä osoitteessa Meijeritie 6,
lauantaina 16. maaliskuuta 2019 kello 12.00.

Kokouksessa käsitellään sääntöjen 7§ mukaiset vuosikokousasiat.

Ilmoittautuminen vuosikokoukseen 2.3.2019 mennessä sähköpostiosoitteeseen itysihteeri@gmail.com

Vuosikokouspäivän ohjelmassa on myös mielenkiintoinen vuosikokousesitelmä Valiosta, yhdistyksen toiminnassa ansioituneiden palkitsemiset, lounas klo 11.00 alkaen sekä päätöskahvit. Tarkemmat tiedot vuosikokouksesta seuraavassa Ilmatorjunta –lehdessä ja ilmoittautuneille sähköisessä osallistujakirjeessä ennen tapahtumaa.

Tervetuloa mukaan vuosikokoukseen Helsinkiin!

Kovaa ja korkealle Parolassa

Etelä-Suomen ilmapuolustus-seminaari pidettiin Parolan Panssariprikaatissa lauantaina 6.10.2018.

Tilaisuuden järjestivät yhteistyössä ITY, Hämeen osasto ja Mpk:n ilmapuolustuspiiri. Panssariprikaatin ja erityisesti HELITR:n tuki tahtumalle oli ensiarvoisen tärkeä.

Paikalle oli saapunut liki 100 ilmatorjunta-alan ammattilaista, reserviläistä tai muuten alasta kiinnostunutta osallistujaa.

Ennen varsinaista ITY:n seminaaria oli Mpk:n toimesta innokkaimmille järjestetty luentoja. Koulutuspäällikkö Ahti Piikki, rykmentin komentaja Mano-Mikael Nokelainen ja kapteeni Joni Laitinen hoitivat mallikkaasti aamupäivän luento-osuuden.

Tämän jälkeen seurasi lounasruokailu varuskuntaravintola Rubenissa. Kalustoesittely oli sijoitettu sopivasti reitille Rubeniin, joten osallistujat pääsivät tutustumaan Nasams-ohjusyksikköön,

Marksman IT-vaunuun ja tutkailustoon jo ruokailusta tullessaan.

Seminaarin teemana oli ”Kovaa ja korkealle” ja niinpä alustukset lähtivät liikkeelle piensatelliitien kehityksestä. Professori Jaan Praks Aalto-yliopistosta kertoi mm. oppilasprojektina toteutetusta suomalaisesta Aalto-1 satelliitista, joka laukaistiin avaruuteen kantoraketilla 23. kesäkuuta 2017. Aalto-1 on ensimmäinen kokonaisuudessaan Suomessa suunniteltu ja rakennettu satelliitti. Tutkimus-



Kalustonäyttelyssä ITPSV 90 Marksman Leopard 2A4 –taistelupanssarivaunualustalla



Sotilasprofessori Jyri Raitasalo veti mallikkaasti tilaisuuden lopuksi järjestetyn paneelikeskustelun



Seminaariyleisö osallistui aktiivisesti keskusteluihin



Kongsbergin osastolla oli tunnelmaa



Yleisöä kiinnostivat myös Instan tuliasemapäätteet sekä Saabin ohjussimulaattori

alajohtaja Paavo Raerinne jatkoi omassa alustuksessaan piensatelliittien sotilassovelluksista.

Päiväkahvin yhteydessä osallistujille oli mahdollisuus tutustua kalustonäyttelyyn lisäksi yhteistyöyritysten osastoihin. Mukana olivat Saab Finland Oy, Insta Defsec Oy ja Kongsberg Defence Oy. Kaikkien osastot olivat mielenkiintoisia sisältäen paljon aiheeseen liittyvää tietoa. Niillä nähtiin mm. videoesityksiä ja oli paikka mahdollisuus tutustua ohjussimulaattoriinkin.

Alustukset siirtyivät seuraavaksi lähemmäs maanpintaa. Maju-

ri Tommi Jääskeläinen käsitteli ballististen ohjusten uhkaa nyt ja tulevaisuudessa. Kapteeni Mika Törmänen paneutui puolestaan ilmatorjunnan korkeatorjuntakyvyn kehittämiseen ja everstiluutnantti Inka Niskanen hävittäjätorjunnan ja ilmatorjunnan työnjakoon.

Viimeisenä alustajana dosentti Arto Nokkala käsitteli erittäin mielenkiintoisella tavalla Suomen puolustusvalintoja. Kaikki alustajat osallistuivat lopuksi paneelikeskusteluun, jonka veti sotilasprofessori Jyri Raitasalo asiantuntevaan ja jämäkkään tyyliinsä. Paneeli

innoitti yleisöä vilkkaaseen keskusteluun.

Yleisöltä, alustajilta ja yritysten edustajilta saadun palautteen perusteella seminaarin sisältö oli erittäin korkeatasoinen ja järjestelyt ensiluokkaisesti toteutettu. Tällaisia toivottiin lisää!

Teksti: Jukka Yrjölä
Kuvat: Jarkko Yrjölä

Crotale juhli 30-vuotista taivaltaan Rovaniemellä



Jääkäriprikaatiin Rovaniemelle oli kokoontunut suuri joukko nykyisiä ja entisiä Crotalen kanssa työskennelleitä henkilöitä

Thalesin (ent Thompson CFS:n) valmistama Ilmatorjuntaohjusjärjestelmä 90M (Crotale NG) täytti juuri vuonna 30 vuotta. Jääkäriprikaatissa Rovaniemellä järjestettiin 4.10.2018 juhlatilaisuus, johon Thales oli kutsunut muun muassa Thalesin edustajia, Ranskan puolustusministeriön väkeä, suomalaisen teollisuuden yhteistyökumppaneita (Millog, Insta, Yrjö Piriä Oy)

sekä Crotale-järjestelmän parissa pitkän uran tehneitä eläkkeelle jääneitä ja palveluksessa olevia siviili- ja sotilashenkilöitä. Valitettavasti kaikkia järjestelmäkoulutettuja ei ollut mahdollista kutsua, koska heitä on lähes kaksi sataa.

Juhlatilaisuuteen Rovaniemelle oli saapunut noin 70 kutsuvierasta. Tilaisuudessa muisteltiin hyvässä hengessä vanhoja, puhuttiin

nykypäivästä ja sivuttiin hieman tulevaisuutta. Vuosien aikana Crotale-järjestelmällä ammuttu toistasataa ohjusta, koulutettu satoja operaattoreita sekä lukemattomia tunteja on käytetty järjestelmän kehittämiseen ja taistelutekniikan viilaamiseen. Järjestelmä on palvellut hyvin ja osoittanut suorituskykyään usealla eri osa-alueilla.



Ensimmäiset operaattorit ja huoltohenkilöstö koulutettiin Ranskassa vuonna 1991.



Crotalen elinkaaren aikana on palvellut useita ilmatorjunnan aselajitarkastajia



Ilmasilta: lähtölaukauksia



Königsgrätzin taistelun alueelle on pystytetty muistomerkkejä on yli 460 kappaletta. Kuvassa näkyvä sijaitsee pienessä Chlumin kylässä, jossa on myös taistelusta kertova museo ja taistelualueelle hyvät näköalat tarjoava näkötorni. Katso lisää esimerkiksi <http://www.konig-gratz1866.eu>.

Seuraavissa lehdissä kerron kuulumisia täältä Elben rannalta Hampurista. Opiskelen Saksassa Führungsakademie der Bundeswehriin kaksivuotisella yleis-sikuntaupseerikurssilla yhdessä sadan muun saksalaisen ja ulkomaalaisen opiskelijan kanssa. Elokuussa alkanut kurssi päättyy syyskuussa 2020. Olen täällä kymmenes suomalainen upseeri ja kolmas ilmatorjuntaupseeri. Ensimmäinen meistä oli kenraalimajuri Kari Siiki ja toinen majuri Jukka Heinänen, joka on kirjoittanut vuosien 2014-2015 Ilmatorjunta-lehtiin lukemisen arvoiset artikkelit sekä opinnoista että Bundeswehrin ajankohtaisista aiheista. Artikkelit löytyvät yhdistyksen kotisivujen lehtiarkistosta.

Hampurissa riittää mielenkiintoista ilmapuolustushistoriaa. Liitoutuneet pommittivat kaupungin raunioiksi kesällä 1943. Pommituksista kertoo Nikolainkirkon kryptaan rakennettu kattava näyttely. Kaupungista löytyy myös toisen maailmansodan aikainen ilmatorjuntatorni, jollaisista suojattiin niinikään Berliiniä ja Wieniä. Eikä täältä ole pitkä matka Hohenlockstedtiin, joka on Jääkärimuseoineen ehdoton matkakohde historiasta kiinnostuneelle.

Orientoivat opintomme veivät meidät syyskuun lopussa sotahistorian opintomatkalle Tshekkeihin tutustumaan Königsgrätzin taisteluun, joka käytiin heinäkuussa 1866 Preussin ja Itävallan joukkojen välillä. Preussin voittoon päättynyt taistelu kenraali Helmuth von Moltken johdolla oli sodan käännekohta. Königsgrätzin taistelussa toteutui vielä valtavien joukkokokonaisuuksien keskittäminen nykysilmin katsottuna suhteettoman pienelle alueelle, mutta preussilaisten ylivoima teknologiassa ja liikkuvuudessa ratkaisivat voiton. Takaaladattavat kiväärin, kyky rautateiden hyödyntämiseen joukkojen siirroissa ja johtamisessa edesauttanut lennätinjärjestelmä saattoivat Preussin joukot voittoon.

Ensikuukausien aikana suomalaisen Saksassa on yllättänyt kaksi asiaa: ensinnäkin se, että monessa arjen asiassa olemme Suomessa digiloikan edellä. Täällä leimatut asiakirjat ovat tärkeitä ja toimivaa matkapuhelinyhteyttä edes soittamiseen ei voi pitää itsestäänselvyytenä kaupungin keskustassakaan. Toisekseen täällä saa alituisen

jonottaa, odottaa, väistellä ja puikkelehtia. Ihmisiä, liikettä ja liikennettä piisaa vuorokaudesta toiseen, ajankohdasta riippumatta. Oikeastaan ainoan poikkeuksen tekevät sunnuntait - jolloin suomalaisen yhteiskuntaan verrattuna elämä täällä tuntuu lähes pysähtyneeltä.

Opinnot Führungsakademiasa ovat alkaneet suotuisissa merkeissä. Opiskelukielenä on saksa, joka luonnollisesti alussa teettää työtä. Kiirettä ei kuitenkaan ole, vaan opintojen sisältöihin ehtii perehtyä hyvin. Myös oppimisresursseihin on panostettu: käytännössä kaikki opinnot on toteutettu alle 20 opiskelijan pienryhmissä. Meillä suomalaisilla on hyvä maine paitsi saksalaisten, myös kurssilla opiskelevien muiden 14 kansallisuuden edustajien keskuudessa. Saan päivittäin kuulla sekä kehuja että vastata kysymyksiin sotilaallisesta suorituskvyytämme sekä kunniakkaasta historiastamme. Suomalaisena ilmatorjuntaupseerina olen erityisen kiinnostava sekä maa- että ilmasotajien opiskelijoiden joukossa. Saksassa, kuten myös esimerkiksi Alankomaissa maavoimien ilmatorjunnasta on käytännössä luovuttu ja jo pelkästään omaa kalustorepertuaariamme luettelemalla saakin osakseen ihanovia katseita. Lisäkysymyksiä syntyy nopeasti kertomalla, että pääosa järjestelmiemme käyttäjistä on ammattitaitoisia reserviläisiä.

Toivotan Ilmatorjuntayhdistyksen jäsenille ja lehden lukijoille sekä hyvää ilmatorjunnan vuosipäivää että itsenäisyyspäivää. Palaan kuulumisiin täältä Saksasta seuraavassa numerossa.

KYLMÄÄ SOTAA LAPISSA

Veikko Erkkilä ja Pekka Iivari: Kylmää sotaa Lapissa.

Vaiettujen tapahtumien todistajat. Otava 2018.

Kirjassa on 404 sivua, 22 kuvasivua.



Toimittaja Veikko Erkkilä ja filosofian tohtori Pekka Iivari ovat tutkineet arkistoja Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Venäjällä ja USA:ssa (CIA) sekä haastatelleet 64 henkilöä. Tuloksena on tietoteos, joka sisältää tapahtumia kylmän sodan aikakaudelta painopisteellisesti Pohjois-Suomen näkövinkkelistä. Nuoremman polven lukijoille kirja antaa käsityksen Neuvostoliiton vaikutuksesta Suomen asemaan ja politiikkaan; tätä nimitettiin ulkomailla ”suomettumiseksi”. Ilmatilan valvonta ja ilmapuolustus ovat erityisen tarkastelun kohteena.

Kirjassa tarkastellaan ilmatorjuntaohjusten hankinnan vaiheita ja ongelmia, lähdeaineisto olisi kyllä antanut mahdollisuuksia syvällisempäänkin katsaukseen. Ilmatorjuntaohjusten tarve Pohjois-Suomessa todettiin jo 1960-luvulla. Tässä yhteydessä on haastateltu ohjusprojekteissa mukana olleita ilmatorjuntaupseereita, eversti Mikko Virrankoskea ja eversti Ahti Lappia. Ilmatorjuntaohjusten historiaan liittyen kirjailijat ovat myös vierailleet Vietnamissa ja

haastatelleet sikäläisiä veteraaneja. Syrjähyppy pääteemasta, mutta mielenkiintoisia muistelmia.

Kirjassa on paljon asiaa myös ilmavoimien hävittäjätorjunnan kehitysvaiheista 1960-luvulta alkaen. Tässä yhteydessä on haastateltu entistä Lapin Lennoston ja ilmavoimien komentajaa, kenraaliluutnantti Pertti Jokista. Hänen mukaansa ”Suomen 60 hävittäjän tuhoamiseen maahantunkeutuja saattaa tarvita 900 hävittäjää!” Tätä suhdetta perustellaan talvi- ja jatkosodan kokemuksilla. Myöhemmät sotakokemukset eivät tue Jokisen väitettä, ilmapuolustus voidaan nyt lamauttaa ilman yhtään konetta. On hyvä muistaa vanha totuus, jonka mukaan vastustajan aliarviointi on paha virhe.

Kirjassa esitellään erikoisia yksittäisiä tapahtumia, kuten venäläisen maaliohjuksen putoamista Inarinjärveen, korealaisen matkustajakoneen alasampumista sekä kaapatun Aeroflotin matkustajakoneen tapausta heinäkuussa 1977. Koneen laskeutuminen Helsin-

ki-Vantaan lentokentälle aiheutti melkoisen kriisitilanteen, johon myös ilmatorjuntamiehet osallistuivat. Helsingin Ilmatorjuntarykmentin valmiusyksiköt olivat kentällä valmiina tosi toimiin, tilanne oli erittäin kriittinen, kun pelättiin venäläisten sekaantumista asiaan; jonkin verran he suomalaisia painostivatkin. Tapahtumassa mukana ollut ilmatorjuntaupseeria, majuri Rauno Riekkistä on kirjassa haastateltu. Ilmatorjunta-lehdessä on aiemmin julkaistu rykmentin silloisen komentajan, eversti Hannu Pohjanpalon kertomus tapahtumista. Oli läheltä piti -tilanne.

Lukuisat haastattelut ovat keroneet mielenkiintoisia tarinoita omista kokemuksistaan kylmän sodan eri vaiheissa 1940-luvun loppupuolelta alkaen. Niistä ei aikanaan voinut puhua, nyt on toinen tilanne. Harvinaiset valokuvat täydentävät kirjan antia.

-Ahti Lappi-

Suomenlinnan ilmavalvonta-aluekeskus (IVAK)



Ilmavoimien komentaja, kenraalimajuri Sampo Eskelinen, lottaveteraani Maire Rautakoski ja Puolustusministeri Jussi Niinistö, leikkaamassa nauhaa.

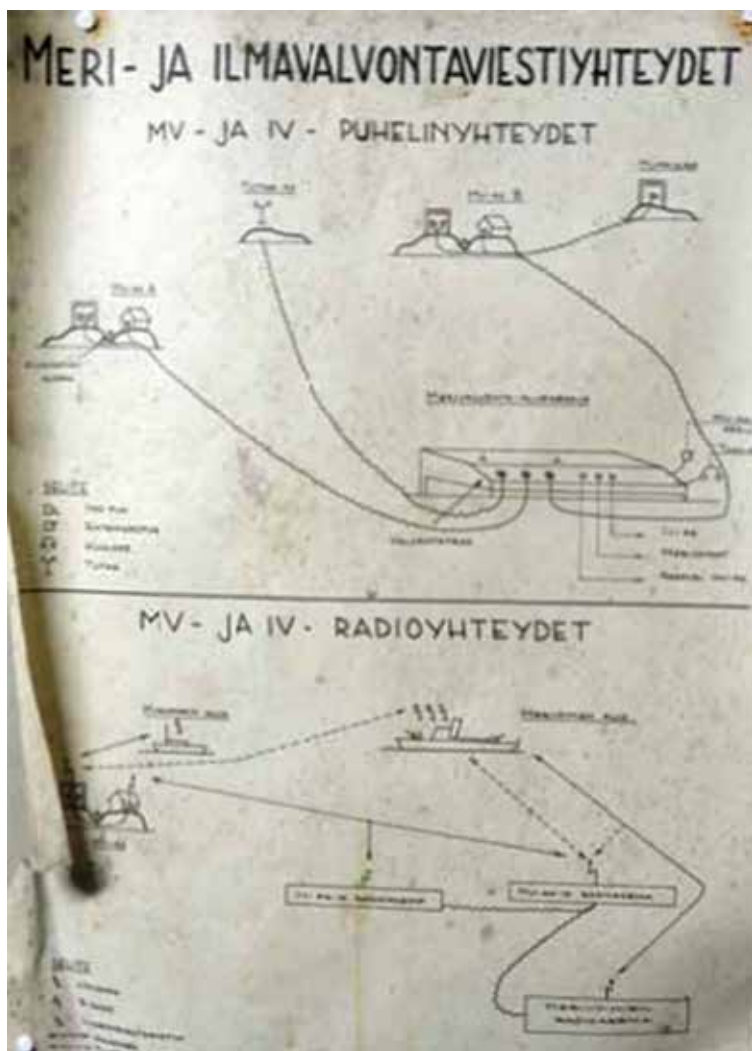


”Montun” muistolaatta.

Suomenlinnan Susisaarella on vuosikymmeniä ollut lähes kokonaan unohdettuna rantavallitukseen sulautuva vanha betonibunkkeri, joka viime sotien aikana on ollut varsin keskeisessä roolissa Helsingin ilmapuolustuksessa. Itse bunkkerin historia juontaa kauas. Krimin sodan ankarien opetusten seurauksena Viaporin tykistön suorituskykyä ryhdyttiin parantamaan, ja Susisaareenkin rakennettiin uusi Insinööri patteri, ja sille vuonna 1897 valmistunut betoninen ammusvarasto. Ajat ja vaatimukset muuttuivat, ja ensimmäisen maailmansodan aikana vuonna 1916 tuosta bunkkerista tehtiin linnoituksen tykistön puhelinkeskus. Keväällä 1918 rakennus otettiin samaan käyttöön itsenäisen Suomen Puolustavoimille, nyt Suomenlinnan nimen saaneessa linnoituksessa.

Sodankäyntiin tullut uusi tekijä, ilma-ase vaikutti myös merilinnoituksen kehitykseen. Itsenäisyyden alkuvuosina Suomenlinnalla oli yllättävän keskeinen rooli Suomen ilmapuolustuksen kehityksessä. Valtion lentokonetehdas toimi Suomenlinnassa vuoteen 1936 asti. Merkittävä osa Suomen Ilmavoimien alkuaikeiden kalustosta oli lähtöisin Suomenlinnasta. Merilinnoituksessa sai vuonna 1925 alkunsa myös uusi aselaji, Ilmatorjunta, ja ensimmäiset ilma-ammunnat suoritettiin syksyllä 1927 Länsi-Mustasaarella. Bunkkeria B26a ryhdyttiin myös varustamaan ilmapuolustuksen käyttöön 1930-luvulla.

Talvisodan alkuun mennessä bunkkeritilaan oli valmistunut koko



”Monttua” ei sen kylmyyden ja kosteuden vuoksi voida kunnostaa enää alkuperäiseen kuntoon. Tilan alkuperäisestä käytöstä kertoo seinällä oleva vanha viestiyhteyksikaavio.



Kutsuvieraita IVAK:n tiloissa. Kuva Ove Enqvist

pääkaupunkiseudun Ilmapuolustusaluekeskus, IPAK 1500. Tuosta ahtaasta ja vaatimattomasta tilasta johdettiin Talvisodassa Helsingin ilmapuolustusta, ilmatorjuntapattereita ja hävittäjiä. Sieltä lähetettiin myös ratkaisevan tärkeitä hälytykset väestönsuojelulle ja liikenteen ohjaukselle. Valitettavan niukat olivat silloin nuo johdettavat torjuntaresurssit, mutta Helsinki selvisi Talvisodasta, vaikkakin vaurioituneena, ja myös Suomenlinnan IPAK säilytti toimintakykynsä. Sotatoimien keskellä, talvella 1940 bunkkerin kattoa oli vahvistettu puolen metrin hiekalla ja metrin betonikerroksella.

Helsingin ilmapuolustusta uudistettiin välirauhan aikana. Ilmatorjunta sai kaupunkiin torjuntakeskuksen ja Malmin hävittäjälentue oman johtopaikan. Suomenlinnassa aloitti sitten jatkosodan alussa toimintansa Ilmavalvonta-aluekeskus, IVAK 30, sittemmin IVAK 139, vanhassa tutussa bunkkeritilassa. IVAKin tasolle koottiin torjuntajohdon perustana oleva ilmatilannekuva ilmavalvonta-asemilta saatujen viestien pohjalta. Viestien välityksestä ja IVAKin puhelinkeskuksen hoitamisesta vastasivat lotat, joita oli bunkkerissa aina 5 kerrallaan yhdessä 8 tunnin vuorossa. Lepovuoro mukaan luettuna tarvittiin siis kaikkiaan 4 vuoroa. Valtaosa viestilotista oli tuolloin nuoria, reippaita koulutytöitä. Torjuntoihin ja suojautumiseen tarvittavien varoitusaikojen saavuttaminen aisti-ilmavalvontaviesteillä osoittautui välillä kriittiseksi. Yöpommitusten torjuntakyky pelkästään aisti-ilmavalvontaan perustavalla järjestelmällä todettiin myös heikoksi.

Keväällä 1943 Saksasta hankitut ilmavalvonta- (Raija) ja tulenjohtotutkat (Irja) paransivat tuntuvasti Helsingin ilmapuolustusjärjestelmän suorituskykyä. Raijat oli sijoitettu Malmille ja Kuninkaansaareen, aivan Suomenlinnan naapuriin. Raijojen mittaustiedot täydensivät ja tarkensivat osaltaan IVAKin ilmatilannekuvaa. On huomattava, että

kaikki informaatio välitettiin silloin puheviesteinä, ja ilmalavontavies- tien välityksessä saavutettu taito teki mahdolliseksi myös tutkimustietojen nopean ja tarkan välittämisen. Helsingissä Torjuntakeskus (Torni) oli kesällä 1943 siirretty Korkeavuorenkadulle paloaseman alla sijaitse- viin luolatiloihin, jonne myös IVAK muutti Suomenlinnasta 20.8.1943. Uudella järjestelyllä luotiin edelly- tykset helmikuun 1944 suurpommi- tusten menestyksellisten torjuntajen tehokkaalle johtamiselle.

Ilmavoimien lähdeä ”Montus- ta”, joksi bunkkeria kutsuttiin, sinne jäi vielä Merivoimien Uudenmaan rannikkoprikaatin johtokeskus. Sisä- tiloja vähän muutettiin, jolloin paik- ka sai nykyisen muotonsa. Merivoi- mat sulki oven helmikuussa 1946, ja näin lähes viisikymmentä vuotta sotaväen käytössä ollut bunkkeri vai- pui sitten yli viisikymmentä vuotta jatkuneeseen, lähes häiriintymättö- mään Ruususen uneen.

Ilmavoimien Viestikillassa Suo- menlinnan IVAK alkoi parikym- mentä vuotta sitten nousta esille lähinnä killan jäsenenä olleiden ”Montussa” aikanaan palvelleiden lottaveteraanien ansiosta. Tilan saa- minen esittelykuntoon tuntui aluksi pitkään lähes mahdottomalta, etäisel- tä haaveelta, Otimme killasta yhteyt- tä ilmatorjuntamiehiin, ja rohkaise- vaa kiinnostusta alkoi nousta esille. Vauhtia hanke sai, kun kiltamme kutsuttiin mukaan Esa Kelloniemen vetämään Helsingin helmikuun 1944 suurpommitusten 70-vuotistapahtu- mien järjestelytoimikuntaan. Otim- me IVAKin toimikunnassa esille. Sille ei niissä puitteissa ollut roolia, mutta sen herättämän kiinnostuksen rohkaisemana Ilmavoimien Vies- tikilta otti yhteyttä Suomenlinnan hoitokuntaan, ja esitti aloitteen IVA- Kin kunnostamisesta. Suomenlinnan hoitokunnan palveluksessa silloin ollut Heikki Lahdenmäki tarttui asiaan, ja kun hoitokunnan johto- kin tuki hanketta, niin asiat lähtivät liikkeelle. Matkassa oli vielä mutka, sillä bunkkerin omistussuhteet olivat

epäselvät. Puolustusvoimat olivat luopuneet kaikista kiinteistöistään, mutta tuo B26a oli järjestelyissä täy- sin unohtunut. Ongelma saatiin sitten onneksi asianomaisten ministerien allekirjoituksilla ratkaistuksi, ja kun- nostustöihin päästiin käsiin.

Suomenlinnan hoitokunta on tehnyt mittavan ja arvokkaan työn kunnostaessaan vanhan IVAKin tilat Maailmanperintökohteessa itsenäisyyden ajan sotahistorian arvokkaaksi esittelykohteeksi ja muistomerkiksi, joka osoittaa kun- nioitusta veteraaneille, ja antaa nuoremmalle polvelle vaikuttavan kuvan ilmapuolustuksesta, ja sen

merkityksestä itsenäisen kansakun- nan pääkaupungille. Suomen Ilma- voimien 100-vuotis juhlatuotena, 12.5.2018 Puolustusministeri Jussi Niinistö, Ilmavoimien komentaja, kenraalimajuri Sampo Eskelinen ja lottaveteraani Maire Rautakoski leikkasivat yhdessä nauhan IVAKin tiloihin johtavan portaikon edestä. Näin tuo muistorikas, omalla taval- laan kiehtova kohde on nyt kaikkien kiinnostuneiden tavoitettavissa Eh- rensvärd-Seuran vetämien opastettu- jen kierrosten puitteissa.

KIRJAUUTUUS ilmatorjunnasta

Matti Lehtimäki
**MERIRINTAMAN
ILMATORJUNTA
1941-1944**
Lehtimäen ja Landtmanin matkassa

Laaja ja dokumentoitu teos
panellilaisen **Armo Lehtimäen**
ja helsinkiläisen **Christian
Landtmanin** matkasta
jatkosodassa Suomenlahden
saaristossa.

Teos kertoo ilmatorjuntamiehistä,
heidän ajatuksistaan sekä on
kattava tietopaketti meririntaman
ilmatorjunnasta tutkittuna sota-
päiväkirjoista, Sota-arkiston
dokumenteista sekä sotahistorian
teoksista.

- 336 sivua
- muistiinpanoja, veteraanien haastatteluja
- yli 150 tapahtumiin liittyvää valokuvaa, joista 130 on ennen julkaisematonta
- tarkat tiedot ja sijainnit ilma-
torjuntatykeistä kartoin
- kalustoluetteloita
- täydellisiä sotapolkukaavioita ja
miehistöluetteloita

Kirjailija Matti Lehtimäki on sotahistorian harrastaja, reservin majuri ja eläkkeellä oleva ICT-alan johtaja
Kustantaja: ILMATORJUNTASÄÄTIÖ
Hinta: 30,- + toimituskulut
Myynti ja tilaukset: ILMATORJUNTAMUSEON KAUPPA
www.ilmatorjuntamuseo.fi



KASVUA METSÄSTÄ

Metsä Group valmistaa maailman parhaasta uusiutuvasta raaka-aineesta, pohjoisesta puusta, kierrätettäviä biotuotteita vastuullisesti ja tehokkaasti.

metsagroup.fi



Make the most of **Metsä**

