

ILMATORJUNTAYHDISTYKSEN JÄSENLEHTI

ILMATORJUNTA

ASELAJIN AMMATTI- JA JÄRJESTÖLEHTI



Tässä numerossa teemana:

Sensorit - havainnosta vaikutukseen

TEEMA: Luotettava reaaliaikainen tilannekuva ja sensoriteknologian trendit

YHDISTYS JA YHTEISTYÖKUMPPANIT: Panssari-ilmatorjuntapatteri 50 vuotta Parolassa

PERUSLUKEMIA: Ilmatorjuntamiehet Lapin sodassa

KENTÄN KUULUMISIA: MPK:n Ilmapuolustuspiiri - työtä ilmapuolustuksen hyväksi

03-2024



KONGSBERG



NASAMS C2

NATO'S PREMIER
CHOICE FOR AIR AND
COASTAL DEFENCE



kongsberg.com

Ilmatorjunta 03–2024:

Sensorit - havainnosta vaikutukseen



PÄÄKIRJOITUS JA TERVEHDYKSET

Hyvä idea ei riitä.....	4
Yhteisöllisyydestä ja osallistumisesta.....	5
Ilmatorjunnan merkitys nousee.....	6

TEEMA-ARTIKKELIT

Kill chain: ketju, verkko vai jotain ihan muuta?	8
Luotettava reaaliaikainen tilannekuva ja sensoriteknologian trendit. 11	
Ilmatorjunnan ennakkovaroittamisen sensorit lähitulevaisuudessa .. 14	
Kohti horisonttia – ja sen yli.....	17
Ilmatorjunnan kuulosuuntimista	22

ETELÄ-SUOMEN ILMAPUOLUSTUSSEMINAARI

NATO Ground Based Air Defence (GBAD)	
Kill Chain Challenges & Possible Solutions	26
Terminal High Altitude Area Defense (THAAD)	27
The Way Towards a European Integrated Air and Missile Defence.....	28
Rafael Advanced Defence Systems ´ Multi-Layered, Multi-Range Integrated Air and Missile Defence.....	29
The Renaissance of Gun-Based Air Defence	30
ASTERIX: Ratkaisu monitoimintaympäristön haasteisiin	31
Joint Efforts to Win the Airspace Battle	32

YHDISTYS JA YHTEISTYÖKUMPPANIT

Ajankohtaista.....	34
--------------------	----

PERUSLUKEMIA

Ilmatorjuntamiehet Lapin sodassa	42
Pikku huomioita Venäjän ilmavoimien tilasta	45
Ilmatorjunta uhka-arviossa.....	48
Sotilaallisen avaruustoiminnan osa-alueet länsimaiden doktriineissa....	51

KENTÄN KUULUMISIA

”Ilmatorjunta ei ole aselaji, vaan pitkälle kehittynyt tieteenhaara”	54
MPK Ilmapuolustuspiiri - työtä ilmapuolustuksen hyväksi	55
Uusi ulottuvuus	57
How to manage the economy in the future to get “good” and sufficient air defense	59
Tämän lehden kirjoittajat.....	63
Seuraavassa numerossa	63

ILMATORJUNTA

70. vuosikerta
228. lehti
ISSN 1797-6448
Painos 1600 kappaletta

JULKAISIJA

Ilmatorjuntayhdistys ry
www.ilmatorjunta.fi
Facebook: Ilmatorjuntayhdistys
Instagram: Ilmatorjuntayhdistys
X: Ilmatorjunta

PÄÄTOIMITTAJA

Anssi Heinämäki
ilmatorjunta.lehti@gmail.com

ILMOITUSMYNTI

Tuula Koskinen
tlkmyynti@gmail.com
+358 400 457 027

TAITTO JA PAINO

Savion Kirjapaino Oy
myynti@savionkirjapaino.fi
Aleksis Kiven tie 19
04200 KERAVA

OSOITTEENMUUTOKSET JA JÄSENASIAIT

Maija Tomperi
jarjestosihteeri.ity@gmail.com

SEURAAVAT NUMEROT

(aineistot / ilmestyminen)
4–2024: 25.11. / 19.12.

KANNEN KUVA

Anssi Heinämäki / ChatGPT

Toimitus muokkaa julkaistavaksi toimitettua materiaalia tarvittaessa. Toimitus päättää sisältösuunnittelun yhteydessä, mikä osa materiaalista julkaistaan lehdessä.

Kapteeni Anssi Heinämäki, päätoimittaja
Kuva: Puolustusvoimat

Hyvä idea ei riitä

Tämän pääkirjoituksen otsikko syntyi lukiessani Miika Valjakan tässä lehdessä julkaistavaa mainiota artikkelia ”Ilmatorjunnan ennakkovaroittamisen sensorit lähitulevaisuudessa”. Valjakka muistuttaa omassa artikkelissaan, että ideoita tai konsepteja ei voi ostaa, vaan ainoastaan valmiita puolustusteollisuuden tarjoamia järjestelmiä. Hyvä idea ei riitä, mutta toisaalta tämän päivän ideat ja konseptit voivat olla kuitenkin huomisen valmiita tuotteita. Tämän vuoksi myös Ilmatorjunta-lehdelle kentän ja teollisuuden yhteen tuominen on tarpeellinen tehtävä, kuten tässä lehdessä Etelä-Suomen ilmapuolustusseminaarin nimissä tehdään.

Vain muutos on pysyvää, totesi jo filosofi Herakleitos aikanaan. Vaikka sodankäynnin pääperiaatteet pääosin pysyvät ennallaan, muuttuvat käsitykset asevoimien käytön luonteesta, tarpeesta ja mahdollisuuksista ajassa. Näiden muutosten ajureina toimivat esimerkiksi tekniikka, voimavarat tai sodankäynnin tapojen hyväksyttävyyt.

Tässä numerossa muutosajurina on erityisesti tekniikka, pääpainon ollessa sensoreissa. Kuten Kentän kuulumisissa **Mikko Siponen** kertoo jo 1960-luvulla sotilasmuistioonsa kirjoittaneensa, ”*Ilmatorjunta ei ole aselaji, vaan pitkälle kehittynyt tieteenhaara*”. Ilmapuolustus, jos mikä, on aina ollut sodankäynnin taidon kehittämisessä yhteydessä tekniikan kehittämiseen. Ja kuten huomata saatetaan, Siponen oli mukana ensimmäisten joukossa harjoittelemassa lennokintorjuntaa jo 1960-luvulla. Mutta Vekottimen rengasheiluritähtäimen tai Galilei Boforsin tähtäimen sensorit eivät vielä silloin olleet sitä luokkaa, kuin tänä päivänä.

Tämä numero ilmestyy samaan aikaan Tikkakoskella Jyväskylässä 6.9. pidettävän Etelä-Suomen ilmapuolustusseminaarin kanssa. Seminaarin teemana on ”Kill chain – havainnosta vaikutukseen”. **Heikki Mansikka** ja **Jaakko Salomäki** valistavat omassa artikkelissaan lehden lukijoita siitä, mikä tämä ”kill chain” oikein on. Sensorit ovat oleellinen osa tuota konseptia ja kill chain on oleellinen osa tämän päivän sodankäyntiä, mutta ketjusta ollaan jo kovaa vauhtia siirtymässä kill webin kautta mosaiikkimaisiin, dynaamisesti kehittyviin kill chaineihin. Se on vasta hyvä idea (ja hyvä idea ei riitä), mutta kuten Maanpuolustuskorkeakoulun apulaisprofessori **Marko Höyhtyä** kirjoittaa omassa artikkelissaan, meillä pitää olla kyky

tutkia, valmistaa ja testata erilaisia sensoreita ja kehittää sensorifuusion, tekoälyn ja ennustavan analytiikan käyttöä. Koska ne ovat vaatimukset tulevaisuuden vaikutusketjuille ja sensoreille osana sitä.

Hyvä idea ei riitä. Sotilaan näkökulmasta lopputulos ratkaistaan taistelukentällä, eikä siinä auta sivistyssanat, konseptit tai pinkan ja punkan särmyys. Käytettävien järjestelmien pitää toimia myös käytännössä. Samaan aikaan tekninen kehitys on huimaa, kuten sota Ukrainassakin osoittaa. Meidän pitää osata vaatia ja kehittää yhdessä teollisuuden kanssa, jotta meidän tarpeisiimme vastaavat tuotteet saadaan käyttöön. Kaupan hyllyltä ei nimittäin välttämättä löydy suoraan suomalaisen puolustusratkaisuun sopivaa tuotetta.

Hyvistä ideoista syntyy hyviä tuotteita. Tämän numeron tuottamiseen on osallistunut jälleen monipuolinen joukko alansa asiantuntijoita ja Ilmatorjuntayhdistyksen jäseniä. Ideoista on syntynyt valmiita kirjoituksia. Kiitos siitä! Ilman kirjoittajia olisi tämäkin lehti jäänyt vain idean tasolle. Ja tarkka lukija saattaa huomata, että muutama vakiopalsta puuttuu tästä lehdestä. Lehden sivumäärä on valitettavasti rajallinen, mutta älkää huoliko, seuraavassa lehdessä tutut palstat ovat jälleen paikallaan.

Viedään hyvä ideat käytäntöön. Ilmatorjunta täyttää 100 vuotta ensi vuonna. Nyt on aika aloittaa juhluvuotta koskevien hyvien ideoiden vieminen kohti käytäntöä. Minulla olisi idea, että tämän lehden kanteen tarvittaisiin jokin elementti 100-vuotisjuhluvuoden kunniaksi. Olisiko sinulla ideaa graafiseksi ilmeeksi? Ota yhteyttä, ehkä saadaan hyvä idea toteutukseen asti. ■

Everstiluutnantti Sami Nenonen,
Ilmatorjuntayhdistyksen puheenjohtaja
Kuva: Puolustusvoimat

Yhteisöllisyydestä ja osallistumisesta

Yhteisöllisyyden käsite on joutunut koetukselle. Nykyaikaan liittyy monia asioita, jotka heikentävät yhteisöllisyyttä. Järjestö- ja yhdistystoiminta on ennen kaikkea yhdessä tekemistä, joka tarjoaa mahdollisuuden yhteisöllisyyteen.

Perinteiset yhteisöt, kuten kyläyhteisöt ja sukulaisverkostot, ovat muuttuneet tai jopa kadonneet kaupungistumisen, teknologian ja globalisaation myötä. Samalla olemme nähneet uusien digitaalisten yhteisöjen ja verkostojen nousun, jotka tarjoavat uusia tapoja olla yhteydessä toisiimme. Onko nykyaikainen yhteisöllisyys pelkkä hauras heijastus menneistä ajoista, vai voimmeko kääntää sen vahvuudeksi?

Aiemmin yhteisöllisyys tarkoitti fyysistä läsnäoloa ja arjen jakamista naapurustossa, kylässä tai suurperheessä. Ihmiset tunsivat naapurinsa, osallistuivat yhteisiin tapahtumiin ja tukivat toisiaan arjen haasteissa. Nykyään elämä on kiireisempää ja yksilökeskeisempää. Teknologia on tuonut mukanaan uusia mahdollisuuksia yhteisöllisyyteen. Sosiaalinen media ja digitaaliset verkostot mahdollistavat yhteydenpidon kaukana asuviin ystäviin ja perheenjäseniin. Vaikka digitaal-

iset yhteisöt voivat tarjota tukea ja yhteenkuuluvuuden tunnetta, ne eivät aina pysty korvaamaan fyysisen yhteisön tarjoamaa läheisyyttä ja välittömyyttä.

Nykyaikaisen yhteisöllisyyden suurin haaste on sen sirpaleisuus. Yhteisöt muodostuvat usein yhteisten intressien tai harrastusten ympärille, mutta ne voivat olla lyhytikäisiä ja pinnallisia. Toisaalta tämä sirpaleisuus tarjoaa myös mahdollisuuden: voimme kuulua useisiin erilaisiin yhteisöihin yhtä aikaa ja löytää oman paikkamme eri ryhmissä. Yhteisöllisyyden vahvistaminen vaatii tietoisista panostusta. On selvää, että yhteisöllisyys ei ole katoamassa, vaan muuttumassa. Meidän tulee sopeutua tähän muutokseen ja löytää uusia tapoja olla yhdessä. Yhteisöllisyyden merkitys ei ole vähentynyt – päinvastoin, nyky maailman haasteet, kuten yksinäisyys, mielenterveysongelmat ja sosiaalinen eriarvoisuus, tekevät yhteisöllisyydestä entistä tärkeämmän. Yhteisöllisyys nykyaikana voi olla yhdistelmä perinteistä ja modernia. Voimme hyödyntää teknologian tarjoamia mahdollisuuksia ja samalla vaalia fyysisiä kohtaamisia. Nykyaikainen yhteisöllisyys ei ole haaste, vaan mahdollisuus – mahdollisuus rakentaa uudenlaisia, monimuotoisia ja kestäviä yhteisöjä.

Nykyaikaisessa maailmassa, jossa teknologia hallitsee arkeamme ja perinteiset yhteisöt ovat mureksessa, yhdistystoiminta tarjoaa tärkeän kanavan yhteisöllisyyden rakentamiseen ja ylläpitämiseen. Yhdistykset, olipa kyseessä harrastus-, urheilu-, kulttuuri- tai kansalaisjärjestö, toimivat merkittävänä sosiaalisen vuorovaikutuksen ja yhteisen toiminnan alustoina. Niiden kautta ihmiset voivat löytää yhteenkuuluvuuden tunteen, joka on elintärkeä niin yksilölle kuin yhteiskunnallekin. Yhdistystoiminta on edelleen keskeinen osa yhteisöllisyyden rakentamista ja ylläpitämistä. Vaikka maailma muuttuu ja kohtaamme uusia haasteita, yhdistykset tarjoavat vankan perustan sosiaaliselle yhteenkuuluvuudelle, vaikuttamiselle ja henkilökohtaiselle kasvulle.

Ilmatorjuntayhdistys tarjoaa mahdollisuuden yhteisöllisyyteen ja kannustaa osallistumiseen. Olemmehan ilmatorjunta-aselajissa palvelleiden ja ilmatorjunnasta kiinnostuneiden aktiivinen, kehittyvä ja nykyaikainen koahtamispaikka. Seuraava konkreettinen mahdollisuus osallistua ja kohdata samanhenkisiä ihmisiä on Ilmapuolustusseminaari, joka tarjoaa erinomaisen mahdollisuuden tietoisuuden lisäämiseen ja keskustelun ylläpitämiseen. Ilmapuolustusseminaari järjestetään perjantaina 6.9. Tikkakoskella kokouskeskus Falcossa. Tänä vuonna seminaarin teema on kill chain – havainnosta vaikutukseen. Seminaariin osallistuu kattava määrä edustajia Puolustusvoimista sekä kumppanirytyksiä. Toivottavasti tapaan mahdollisimman monet teistä seminaarissa.

Toivottavasti aurinko paistaa kaikille kesän aikana kirkkaana ja akut on ladattu syksyn arkista aherrusta varten. Toivotan jäsenistölle ja muille lukijoille alkavaa syksyä. Toivottavasti nähdään mahdollisimman monta kertaa yhdistyksen tulevissa tilaisuuksissa ja tapahtumissa. Pidetään huoli itsestämme, ja pidetään huoli toisistamme. Yhdessä tekemisessä on voimamme! ■





Eversti Mano-Mikael Nokelainen, Ilmatorjunnan tarkastaja
Kuva: Puolustusvoimat

Ilmatorjunnan merkitys nousee

Heinäkuussa pidettiin Yhdysvaltojen Washingtonissa Naton huippukokous – Nato Washington Summit 2024. Huippukokouksen agendalla oli odotetusti ilmatorjunnan ja ilmapuolustuksen merkityksen nousu. Nyt reilun vuoden jäsenyyden jälkeen alkaa Natossa näkymään myös Suomen vaikutus – ei turvallisuuden kuluttajana vaan turvallisuuden tuottajana!

Mielenkiinnolla seurasin heinäkuussa Washingtonissa pidettyä Naton huippukokousta. Ennen Ukrainan sotaa useat länsimaat olivat ajaneet ilmatorjuntakykyään alas ja panostaneet vain hävittäjätorjuntaan. Ukrainan sodassa ollaan huomattu ilmatorjunnan kriittinen tarve etenkin ohjus- ja len-

nokki-iskujen torjunnassa. Ilmatorjunnan suorituskykyvaje on aiheesta herättänyt ison huolen Naton jäsenvaltioissa ja myös komentorakenteissa.

Washingtonin huippukokouksen päätösjulistukseen on kirjattu jäsenvaltioiden sitoutuminen Naton yhteisen ilmapuolustuksen kehittämiseen erityyppisiä ilmauhkia vastaan. Erityisesti tämä tarkoittaa vaatimusta jäsenvaltioille ilmatorjunnan kyvykkyyksien kehittämiseen, koska Naton yhteinen ilmapuolustus on täysin riippuvainen jäsenvaltioiden suorituskyvystä. Onneksi meillä Suomessa ilmatorjunnan merkitys on aina tunnustettu ja aselajiamme on kehitetty vuosikymmeniä nousujohteisesti. Meillä on suorituskykyinen, maamme oloihin soveltuva monipuolinen ilmatorjuntajärjestelmä, joka on integroitu kansalliseen yhteiseen ilmapuolustusjärjestelmäämme erinomaisesti. Mutta löytyy meilläkin vielä kehittämisen kohteita niin laadullisesti kuin määrällisesti. Ukrainan sodan myötä on meilläkin vähintään syytä pohtia suojattavia kohteita ja ilmauhkaa, johon pitää ilmatorjunnalla varautua. Miten ollaan tehokkaampia olemassa olevilla resursseillamme – onko meidän ”kill chain” kunnossa?

Toinen asia, minkä huippukokouksen tuloksena nostan esille, on puolustusteollinen yhteistyö. Tämä on meillekin kotimaassa hyvin ajankohtainen teema. Kysyntä ilmatorjunnan tarpeisiin on kasvanut kansainvälisesti ja meilläkin on aselajin pitkäjänteisen kehittämisen näkökulmasta myös merkittäviä tarpeita. Mutta on myönnettävä, että puolustusyhteistyössämme ja puolustusteollisuuden hyödyntämisessä on meillä kehitettävää. Myös ketteryttä järjestelmien kehittämiseksi ja elinjaksojen ylläpitämiseen tai pidentämiseen tulee kehittää. Tässä vuoropuhelu puolustusteollisuuden kanssa on aivan avaintekijä, jotta tarpeet ja tarjonta kohtaavat – myös kotimaassa. Näen tässä ison mahdollisuuden.

Edellä esille nostamani asioita pohditaan myös tämän lehden numerossa, jossa pääsemme lukemaan niin puolustusvoimien kuin teollisuuden näkökulmia. Ja lisää on mahdollista kuulla 6.syyskuuta Jyväskylän ilmapuolustusseminaarissa. Tule kuulemaan ja keskustelemaan Jyväskylän ilmapuolustusseminaariin!

Vuosittain meillä toimeenpannaan näitä laadukkaita ilmapuolustusseminaareja kaksi, joista ensimmäinen keväällä Pohjois-Suomessa ja toinen syksyllä Etelä-Suomessa. Erinomaista, että näitä laadukkaita seminaareja järjestetään ja siitä iso kiitos kaikille järjestelyihin osallistuville!

Lopuksi muistutuksena kaikille lukijoille, että ensi vuonna aselajimme juhlistaa 100-vuotistaivaltaan itsenäisenä aselajina. Juhlallisuuksien järjestelyt ovat käynnissä ja siitä lisää vuoden viimeisessä lehdessämme. Vielä on hyvää aikaa tuoda esille esityksiä juhlatapahtumista ja juhlistamisen ideoista. Tavoite on saada aselajimme juhlatavaksi näkymään mahdollisimman laajasti koko maassa, joten myös alueellisia toimijoita sekä tapahtumien järjestelijöitä tarvitaan. Tehdään juhluvoimestamme yhdessä mielihyvästä! ■



INSTA

TURVAAMME DIGITAALISEN TULEVAISUUDEN



Älykkäät johtamis- ja koulutusjärjestelmät | Asiantuntijapalvelut
Kyberturvallisuuden ratkaisut | Analytiikka-, AI- ja dataratkaisut
Avioniikan MRO- ja elinkaari palvelut
Ilmailuratkaisut, -tuotteet ja -palvelut
Miehittämätön ilmailu

insta.fi/defence



Viidennen sukupolven hävittäjä kykenee osallis tumaan ilmapuolustuksen kill chainin kaikkiin vaiheisiin.

Dosentti, everstiluutnantti evp. Heikki Mansikka, Maanpuolustuskorkeakoulu ja everstiluutnantti Jaakko Salomäki, Satakunnan lennosto
Kuvat: Heikki Mansikka, Wikimedia Commons

Kill chain: ketju, verkko vai jotain ihan muuta?

”In the first quarter of the 21st century it will become possible to find, fix or track and target anything that moves on the surface of the Earth” - kenraali Ronald R. Fogleman, 1996.

Alun perin kill chainilla on kuvattu dynaamisessa ilmasta-maahan vaikuttamisessa vaadittavia toimenpiteitä. Alkuperäisen kill chainin vaiheet ja niiden vapaat suomennokset ovat: havaitse (find), paikanna (fix), seuraa (track), maalinna (target), vaikuta (engage) ja arvioi (assess). Kill chainista käytetään yleisesti lyhennettä F2T2EA. Tässä artikkelissa kuvataan periaatteellisella tasolla millaiseksi kill chain voi muodostua nykyaikaisella ja tulevaisuuden taistelukentällä.

Erilaisia ketjuja

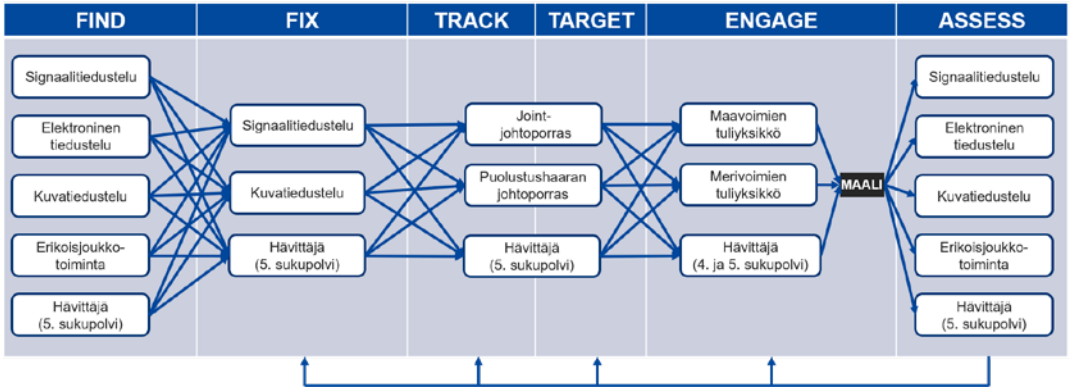
Kill chain on keino luonnehtia vaikuttamiseen kuuluvia vaiheita siten, että vaikuttamisen edistyminen voidaan hahmottaa, vastuut vaikuttamisen eri vaiheista voidaan jakaa eri toimijoille ja vaikuttamisessa esiintyvät viiveet voidaan tunnistaa. Alkuperäisestä F2T2EA rakenteesta on kehitetty eri tarkoituksiin muunnelmia, joilla on pyritty hahmottamaan vaikuttamisen vaiheita muun muassa operoitaessa saman aikaisesti miehityillä ja miehittämättömillä ilma-aluksilla, toimittaessa lentotukialuksilta, torjuttaessa ballistisia ohjuksia ja suoritettaessa vastateroristioperaatioita.

Kill chainia on käytetty sovelletusti Suomen F-35 hankintaa edeltäneessä hävittäjäevaluaatiossa. Ketjun vaiheet olivat: prepare/configure (valmistautuminen ja konfigurointi), search (etsintä), detect (havainto), track (seuranta), identification (tunnistus), engage (hyökkäys), assess (arviointi), defend (puolustautuminen) ja post-mission tasks (tehtävän jälkeiset suoritteet). Kill chainia on sovellettu myös hävittäjätorjunnan suorituskykyarvioinnissa, joskin siinä ketjun kolme ensimmäistä vaihetta voivat tapahtua lähes samanaikaisesti hävittäjätorjunnan kyetyssä muodostamaan havaitusta maalista välittömästi seurannan.

Suorituskyvyn mittaamisessa pyritään yleensä mittaamaan kuinka paljon tai nopeasti jotain lopputuotetta saadaan tuotettua. Ilmataistelussa pudotusten lukumäärän lisäksi on mielekästä mitata myös tulokseen johtanutta prosessia. Tutkimalla kill chainia prosessina hävittäjätorjunta on jaettu alatehtäviin, jotka on toteutettava ennen varsinaisen tavoitteen saavuttamista. Menettelyn avulla hävittäjätorjuntaan on kyetty kehittämään menetelmiä, joiden avulla on mahdollista mitata ja vertailla tehtävän toteuttamiseen vaadittavien osatehtävien onnistumista, eli kuinka lähellä tai kaukana hävittäjäosasto on torjunnan onnistumisesta. Tällainen kill chainin



Kuva 1. Kill chain, jossa on käytettävissä vain yksi järjestelmä kullekin vaiheelle.



Kuva 2. Kill web esittää vaihtoehtoisia tapoja ketjun eri vaiheiden toteuttamiseksi.

vaiheiden mittaaminen mahdollistaa hävittäjäosastojen suorituskykyjen välisten erojen tunnistamisen myös sellaisissa tilanteissa, joissa lento-osastojen pudotussuhteissa ei ole eroja. Kill chainin vaiheiden edistymisestä käytetään nimitystä tehtäväsuorituskyky (engl. task performance).

Ketjusta verkkoon

Perinteisimmillään ketjun kunkin vaiheen toteuttamiseen on ollut käytettävissä vain yksi järjestelmä. Esimerkiksi ilmasta-maahan vaikuttamisessa havaitse -vaihe on voitu toteuttaa satelliittitiedustelulla, paikanna -vaihe erikoisjoukkotoiminnalla, sekä seuraa -vaihe E-8 Joint STARS lentokoneella ja maalinna -vaiheet ilmatulenjohtajien toiminnalla. Hävittäjien tehtävänä on ollut toteuttaa vaikuta -vaihe, jonka vaikutuksen erikoisjoukot ovat arvioineet (kuva 1). Komentajan haasteena on ollut lähinnä varmistaa, että kill chainin läpiviemiseksi vaadittavat resurssit ovat oikea-aikaisesti käytössä ja että toimijat voivat lähettää ja vastaanottaa toisiltaan vaikuttamisessa tarvittavaa informaatiota yhteensopivassa data -muodossa.

Nykykaisella taistelukentällä komentajalla on käytössään useita eri suorituskykyjä, joiden avulla yksi tai useampi kill chainin vaihe voidaan toteuttaa. Havaitse -vaihe voidaan toteuttaa esimerkiksi signaalitiedustelulla, elektronisella tiedustelulla, kuvatiedustelulla, erikoisjoukkotoiminnalla tai viidennen sukupolven hävittäjällä, siinä missä paikanna -vaiheen toteuttamiseen voidaan käyttää signaalitiedustelua, kuvatiedustelua tai viidennen sukupolven hävittäjää.

Seuraa ja maalinna -vaiheet on mahdollista suorittaa yhteisen tulenkäytön johtoportaan, puolustushaaran johtoportaan tai suoraan viidennen

sukupolven hävittäjän toimenpitein. Nykykaisella taistelukentällä vaikuta -vaihe toteutetaan puolustushaarojen vaikuttamisen välineillä.

Arvioi -vaiheen toteutuksesta vastaavat samat toimijat kuin havaitse -vaiheestakin ja nämä välittävät arvioinnin tulokset tarvittaville aiempien vaiheiden toimijoille. Jos komentajalla olisi käytössään vain yksi kunkin vaiheen toteuttamiseen kykenevä toimija, komentajan olisi mahdollista muodostaa vain yhdenlainen kill chain. Jos kunkin vaiheen kykenisi toteuttamaan kaksi eri toimijaa, komentajalla olisi valittavanaan 64 erilaista kill chainia. Tämän vuoksi nykyään puhutaankin kill chainin sijaan yhä useammin kill webistä (kuva 2).

Nykykaisen taistelukentän toimijoiden runsaus, toimijoiden edustamat monipuoliset suorituskyvyt ja niiden verkottuminen keskenään on merkittävästi muuttanut komentajan ongelmanasettelun luonnetta. Esimerkkinä kehityksestä voidaan mainita, että viidennen sukupolven hävittäjä kykenee osallistumaan kill chainin kaikkiin vaiheisiin toisin kuin neljännen sukupolven hävittäjä, joka kykenee usein vain vaikuttamaan (engage). Siinä missä aiemmin komentajan oli varmistettava tarvittavat resurssit kill chainin läpiviemiseksi, nykypäivän komentajan on valittava useista mahdollisista suorituskyvyistä ne, jotka parhaiten täyttävät komentajan tahdon.

Komentajalla on siis käsissään varsin monimutkainen suunnittelutehtävä, jossa arviointikriteereinä voivat olla esimerkiksi vaikutuksen nopeus, vaikutukseen johtavan prosessin taloudellisuus tai resurssien riittävyys. Kill webin vaihtoehtoisten ketjun polkujen optimointi asetettujen kriteerien suhteen voi asettaa huomattavia haasteita suunnittelulle. On kyseenalaista, kyetäänkö kaikkien mahdollisten kill chain -vaihtoehtojen joukosta tunnistamaan kulloinkin val-

litsevaan taistelutilaan paras polku. Nykytilassa kill web -lähestymistavan suurimpana haasteena on eri toimijoiden väliset salatut tiedonsiirtoyhteydet.

Verkosta

Voi myös ajatella, että komentajan ei tarvitsisi vaikuttamispäätöstä tehdessään päättää kill chainin toteuttamiseen käytettäviä resursseja. Tällöin komentajalla olisi käytössään resursseja, jotka itsenäisesti allokoiivat suorituskykyjään komentajan tahdon kannalta parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Toisin sanoen tällaisessa lähestymistavassa kill chainin toimijat valittaisiin dynaamisesti ketjun edessä. Tällöin kukin toimija tarjoaa omia vapaana olevia suorituskykyjään käytettäväksi osana kill chainia. Vaikka ajatus tällaisesta mosaiikkimaisesta, dynaa-

misesti muodostuvasta kill chainista vaikuttaa houkuttelevalta, on sen toteutus vielä kill webiä monin kerroin monimutkaisempi.

Ensinnäkin samaan aikaan samoista suorituskyvyistä voi kilpailla useita kill chaineja, joille komentaja on voinut asettaa keskenään erilaisia, ristiriitaisia kriteereitä.

Toisekseen älykkään resurssiallokaation mahdollistamiseksi kaikilla toimijoilla pitäisi olla joka hetki tietoisuus komentajan tavoitteista ja preferensseistä, nykyisistä ja tulevista kill chaineista ja kaikkien toimijoiden varatuista ja vapaana olevista suorituskyvyistä.

Vaikka ajatushautomot ovat hahmotelleet tällaisten mosaiikkimaisten kill chainien mahdollisuutta, vaikuttaa sellaisten yleinen käyttö olevan vielä kaukana horisontissa. ■

Lähteet

Viitteistetty teksti saatavissa toimituksesta.

Tärkeimmät lähteet ovat:

- » Anderson, A. 2016. Manned and unmanned aircraft effectiveness in fast attack craft / fast inshore attack craft ASUW kill chain execution. Master's thesis. Naval Postgraduate School.
- » Bjurstöm, J. 2017. Eriolaisten vertailumallien soveltuus monitoimihävittäjän suorituskykyarviointiin. Diplomityö. Maanpuolustuskorkeakoulu.
- » Cheater, J. C. 2007. Accelerating the kill chain via future unmanned aircraft. Center for Strategy and Technology, Air War College Maxwell AFB.
- » Clark, B., Patt, D. ja Schramm, H. 2020. Mosaic warfare. Exploiting artificial intelligence and autonomous systems to implement decision-centric operations. Center for Strategic and Budgetary Assessment.
- » Deptula, D. ja Stutzriem, L. 2019. Restoring America's military competitiveness: Mosaic warfare. The Mitchell Institute for Aerospace Studies. Air Force Association. Arlington, VA.
- » Holland, O. ja Wallace, S. 2011. Using agents to model the kill chain of the ballistic missile defense system. Naval Engineers Journal, 123(3), 141-151.
- » Jussila, S. 2022. Hävittäjän ilmasta-ilmaan -vaikuttamisketjun vaiheiden mittaaminen live-simulaatiossa. Pro gradu tutkielma. Maanpuolustuskorkeakoulu. Turvallisuusluokka IV, Käyttö rajoitettu.
- » Lee, J. 2014. Expanded kill chain analysis of manned-unmanned teaming for future strike operations. Master's Thesis. Naval Postgraduate School.
- » Mansikka, H., Virtanen, K. and Harris, D. 2021. Measurement of team performance in air combat: Have we been underperforming? Theoretical Issues in Ergonomics Science, 22(3), 338-359.
- » McCrystal, S. 2011. It takes a network. Foreign Policy. Helmikuu. Saatavilla osoitteesta: <https://foreignpolicy.com/2011/02/21/it-takes-a-network/>
- » O'Donoghue, N., McBirney, S. Persons, B. 2021. Distributed kill chains. Drawing insights for mosaic warfare from the immune system and from the Navy. Rand Corporation, Santa Monica, CA.
- » Savolainen, T. 2024. Hävittäjäparven tilannetietoisuuden suhde hyökkäys- ja puolustusketjujen vaihemuutoksiin. Pro gradu tutkielma. Maanpuolustuskorkeakoulu.
- » USAF. United State Air Force 2006. Air Force Doctrine Document 2-19, Targeting. Air Force Doctrine Center.
- » Wang, L., Chen, L., Yang, Z., Li, M., Yang, K., & Li, M. (2022). A Prospect-Theory-Based Operation Loop Decision-Making Method for Kill Web. Mathematics, 10(19), 4-28.
- » Yang, K., Xia, B., Chen, G., Yang, Z. ja Li M. 2022 Multi-objective optimization of operation loop recommendation for kill web. Journal of Systems Engineering and Electronics. 33(4), 969-985.

Luotettava reaaliaikainen tilannekuva ja sensoriteknologian trendit

Ukrainan sota on lisännyt tarvetta ajantasaiseen tilannetietoon ja tulevaisuuden näkyymiin niin viranomaistoimijoiden, sotilaiden kuin tavallisten kansalaisten näkökulmasta. Tieto on usein myös aikakriittistä ja päätösten on perustuttava ajantasaiseen – tai jopa tekoälytuettuun ennakoivaan tilannekuvaan. Tässä artikkelissa tarkastelen tilannetiedon muodostamista kokonaisarkkitehtuurin näkökulmasta ja käsittelen tämän hetken sensoriteknologian trendejä ja kehitystä. Mukana on muutamia esimerkkejä Ukrainan sodasta.

Tilannetieto on kriittistä sotilaallisessa toiminnassa ja eri tasoilla toimittaessa hyödynnetään eri aikaskaalan tietoa. Strateginen ennakointi ja riittävän ennakkovaroitusajan varmistaminen edellyttävät vihollisten joukkojen ryhmittymisen ja valmistautumisen seuraamista päivien ja viikkojen tarkkuudella. Kumppanuuksien ja avaruuskyvykkyyksien avulla saadaan tietoa vihollisen liikkeistä kaukanakin rajasta. Päätöksenteossa tiedon on oltava mahdollisimman reaaliaikaista ja mieluummin jopa ennakoimista tukevaa. Taistelukentällä pitää pystyä reagoimaan nopeasti havaittuihin uhkiin ja tapahtumiin.

Tilannetieto on myös kiinteä osa yleistä yhteiskunnan teknologista kehitystä. Itsehajautuvat autot ja robotit, rajavalvonnan ratkaisut, autonomiset puumurit pellolla ja koko ajan lisääntyvät etätoiminnot perustuvat siihen, että pystytään keräämään ja jakamaan ajantasaista dataa.

Kokonaisarkkitehtuuri

Tarkan tilannekuvan luominen ei onnistu ilman usean teknologian harmonista yhteensovittamista. Kuvassa 1 esitellään tilannekuvan kokonaisarkkitehtuuri, joka voidaan jakaa seuraaviin tehtäviin:

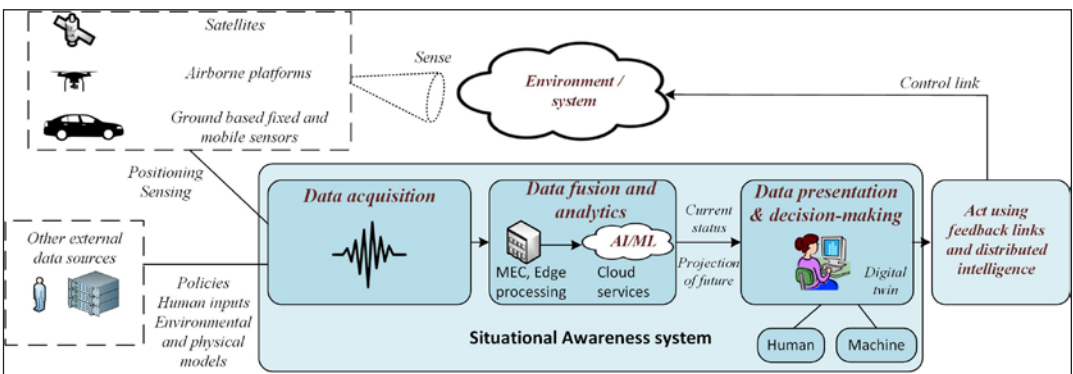
1) Järjestelmän on pystyttävä keräämään dataa (data acquisition). Tämä tapahtuu erilaisilla sensoreilla, myös satelliittien avulla. Datalähteinä voivat

toimia myös ihmiset ja on tärkeä huomioida erilaiset ympäristömallit. Paikkatieto on olennainen osa kokonaisuutta.

2) Kerätty tai tietoon saatu data on analysoitava ja eri sensoreilta tulevan datan yhdistelyllä (data fusion and analytics) saadaan varsinainen arvokas tieto suodatettua käyttöä varten. Osa analytiikasta voidaan tehdä sensorissa itsessään tai reunalaskennan avulla lähellä sensoria. Raskaampi laskenta ja analyysi tehdään pilvilaskennan ja tulevaisuudessa kvanttikoneiden avulla eli valjastetaan suurempi laskentateho ja monimutkaisemat analysointimenetelmät käyttöön. Analyysin avulla saadaan tietoon sekä nykyinen tilanne, että voidaan ennustaa tulevaa kehitystä.

3) Data muutetaan joko ihmisen ymmärtämään visuaaliseen tai auditiiviseen muotoon, tai koneen automaattisen päätöksenteon tarvitsemaan formaattiin – ja tehdään päätös tulevasta toiminnasta. Tilannetietoa muodostetaan päätöksenteon ja aktiivisen toiminnan tueksi. Olennainen osa järjestelmää on tietoturvallisuus ja tiedonsiirtokyky. Sensoreiden on usein välitettävä mittauksensa langattomasti ja ohjaukskäskyjen ja komentojen siirtoon tarvitaan luotettavia yhteyksiä.

4) Valvontaa tarvitaan varmistamaan, että kokonaisuus toimii halutulla tavalla. Tähän liittyvät osajärjestelmien päivitykset, vaatimusten hallinta ja oikealla tavalla koulutetut käyttäjät.



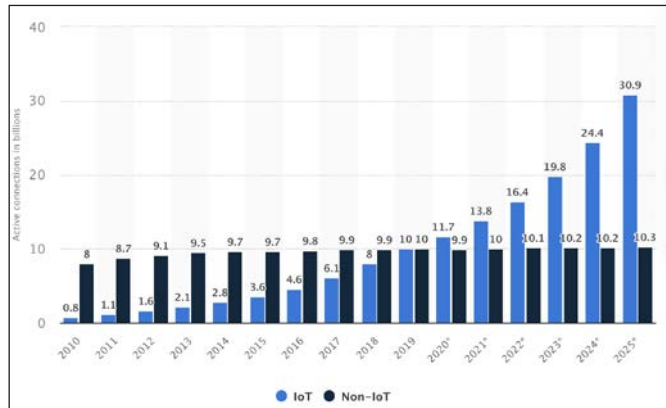
Kuva 1. Tilannetietoisuuden kokonaisarkkitehtuuri. Kuva julkaistu artikkelissa: M. Höyhtyä, "Situational Awareness for Industry 5.0 and Mobile Robotics: A Review," TechRxiv, 2023.

Sensoriteknologian trendit ja tulevaisuuden näkymät

Sensoriteknologia kehitty nopeasti ja sen kehittymistä on syytä tarkastella niin käytännön sovellusten kuin erilaisissa tutkimusorganisaatioissa tehtyjen innovaatioiden kautta.

Reaaliaikainen hyperspektrikuvantaminen: Hyperspektrisen satori kerää kohteestaan dataa heijastuneen valon näkyvillä ja infrapuna-aallonpituuksilla käyttäen jopa satoja kapeita spektrikanavia. Ihmissilmä näkee Red-Green-Blue (RGB) -väriavaruuden ja siinä tarvittavat aallonpituudet. Hyperspektrisen satori käyttää paljon suurempaa määrää aallonpituuksia ja ylittää näin reilusti ihmissilmän spektrirajoitteet. Tämä mahdollistaa tarkan analyysin kohteesta ja sen ominaisuuksista, luoden erityisiä "spektrisormenjälkiä" eri materiaaleille. Sensorin avulla voidaan esimerkiksi havaita ihmisen tekemät materiaalit kuten naamioverkot ja maastokuvioiset kankaat metsässä. Tyypillisesti satori kerää ensin dataa ja tämä siirretään tarkempaan analyysiin. Varsinaiset tulokset saadaan vasta pidemmän ajan päästä ja avaruusdatasta puhuttaessa yleensä tuntien päästä kuvaushetkestä. Viime aikoina kehitystä on tehty paljon reaaliaikaisen hyperspektrikuvantamisen puolella ja pystytään jo lähes videonopeuden kuvaamiseen ja analytiikkaan. Tämä tuo mukanaan sovelluskohteita kuten mustan jään tunnistaminen liikkuvasta autosta, jatkuva materiaalin havainnointi drone-lennolta tai pilaantuneen ruuan havainnointi nopeasti. Samanaikaisesti sensoreita myös miniaturisoidaan ja tullaan puristamaan osaksi jokapäiväistä teknologiaa kuten kännyköitä.

SAR ja MIMO-SAR -menetelmät: Optiset menetelmät kuten hyperspektrikuvantaminen tarjoavat ympäristöstä ja materiaaleista paljon tietoa ja niitä voidaan käyttää satelliiteista kuvaamaan myös rajantakaisia alueita. Optisten sensoreiden rajoitteena ovat kuitenkin olosuhteet eli ne eivät toimi pimeällä eivätkä pilvisissä olosuhteissa. SAR-teknologia (synthetic aperture radar) käyttää kuvantamiseen radiosignaaleja ja pystyy siksi operoimaan kaikissa olosuhteissa. Kyseessä on synteettisen apertuurin tutka, jossa antennin suuri koko syntetisoidaan liikuvan satelliitin tai lentävän laitteen kuten drone avulla. Näin saadaan aikaan suuri vahvistus ja tarkuus tutkalle. SAR-tutka on käytössä esimerkiksi Northrum Grummanin JSTARS tiedustelu- ja valvontakoneessa sekä suomalaisen avaruusteknologiayritys Icyen satelliiteissa. SAR-menetelmät ovat erittäin käyttökelpoisia etenkin kaukokuvauksessa, mutta nopeasti liikkuvasta alustasta kuten autosta ja matalalla lentävästä dronestä niiden suorituskyky ja resoluutio on ollut rajoittunutta. Tähän on kehitetty ns. MIMO-SAR (multiple input multiple output



Kuva 2. Tietoliikennettä käyttävien laitteiden määrän kasvu vuosittain. IoT-laitteet ja muut laitteet.

SAR) -teknikkaa, jonka avulla on saatu varsin lupaavia tuloksia mm. VTT:n suorittamissa demonstraatioissa. Uuden tekniikan avulla voidaan autolla ajaa tai dronella lentäen kerätä myös pimeässä luotettava SAR-tutkatietoa ympäristöstä.

6G-verkot sensorina ja signaalien havainnointi: Radiosignaalin havainnointi on olennainen osa sotilasoperaatioita ja tiedustelua. 6G-verkkoja kohti mentäessä tiedonsiirtoverkot entisestään tihtyvät ja muuttuvat kolmiulotteisiksi sisältäen niin maanpäälliset segmentit, ilmassa olevat alustat kuin satelliititkin. Verkkoja tullaan käyttämään myös ympäristön havainnointiin ja paikannukseen. Samalla kun kommunikoidaan, voidaan samoja signaaleja hyödyntää myös monitoroinnissa (integrated communication and sensing). Tämän tyyppinen havainnointi voi olla vastapuolelle vaikea erottaa varsinaisesta viestinnästä. Tämän hetkissä visioissa 6G-verkon osana voisi olla Starlinkin kaltainen matalan kiertoradan satelliittikonstellaatio, joka voi tarjota eri taajuusalueilla toimivat paikannus- ja ajastussignaalin. Tämä lisää resilienssiä GNSS-järjestelmiin kohdistuvaa tahallista häirintää vastaan. Samaan aikaan kehitetään yhä laajakaistaisempia elektronisesti skannaavia antenniryhmiä, joissa hyödynnetään optisia komponentteja tarkan viivepohjaisen keilanmuodostuksen mahdollistajana (true time delay, TTD). Tällä vältetään vaihesiirtimiin liittyvä antennikeilan suuntavirhe (ns. beam squint). Vaihesiirtimet approksimoivat antennielementtien välistä viivettä, mutta laajoilla taajuuskaistoilla syntyy virhettä elementtien välille. TTD-menetelmä nimensä mukaan tekee ohjaussignaalin tarkasti tarvittavien viive-erojen mukaan. TTD-menetelmät voivat tuoda erittäin laajakaistaiset, nopeat ja tarkasti suuntivat tiedusteluvastaanottimet puolustuskäyttöön.

Puettavat sensorit: Erilaisissa vironomaistehtävissä kuten metsäpaloissa ja katastrofitilanteissa on tärkeä seurata pelastushenkilöstön turvallisuutta ja hyvinvointia myös sensorien keinoin. Puettavilla sensoreilla voidaan mitata mm. pulssia, kehon lämpöä,

ympäristön haitallisia kaasuja ja tarjota tietoa, jonka avulla tehdä päätöksiä operaation johtamiseen ja henkilöstön evakuointiin ja turvallisuuteen liittyen. Tämän tyyppisillä sensoreilla on paljon käyttöä etäterveydenhuollossa ja ihmisten omissa hyvinvoinnin seurannoissa jo unen laadun kauttakkin. Kroonisesti sairaiden ihmisten vitalisignaalien seurannalla voidaan esimerkiksi sydänsairauden tai diabeteksen hoidossa saada hoitohenkilökunnalle reaaliaikaista tietoa potilaan tilasta ja tehdä tämän pohjalta päätöksiä, joilla estetään vakavimmat seuraukset. Puettavan teknologian avulla voidaan myös harvestoida energia ympäristöstä. Tämä tuo mukanaan energiaomavaraisuutta ja vähentää pariston vaihtojen tarvetta.

IoT-sensorit ja "kaiken" monitorointi: On estimoitu, että maailman kaikista langattomista laitteista ylivoimaisesti suurin osa on seuraavan vuosikymmenen aikana IoT-laitteita (Internet-of-Things) ja tietoliikenneyhteyksiä toteutetaan paljon enemmän laitteiden välillä kuin sellaiseen viestintään, mihin ihminen osallistuu. Kuvassa 2 on esitetty vuosittainen laitteiden kasvu miljardeissa kappaleissa ja siitä nähdään, että IoT-puolella kasvu on varsin nopeaa, kun taas ihmisten kommunikointiin tarvittavien laitteiden määrä on aika vakiintunut. IoT-sensoreita käytetään laajasti ajoneuvoissa, liikennevaloissa, maanviljelyssä, tehtaissa ja erilaisissa teollisuuden tehtävissä, joissa pitää reaaliaikaisesti kerätä dataa, monitoroida laitteiden toimintaa, täyttöasteita, tai turvallisuutta.

Drone- ja satelliittipohjainen kuvantaminen (ja yhteiskäyttö): Drone-teknologian käyttö yleisty nopeaa tahtia niin siviili- kuin puolustussektoreilla. Kaupallisella puolella on suuri määrä toimijoita, joilta saa erilaisin sensorein varusteltuja lentäviä laitteita jo varsin huokeaan hintaan. Yksittäisten laitteiden lisäksi nousevana trendinä ja kehittyvänä teknologiana on parveilu ja usean eri laitteen yhteistoiminta. Avaruuspuolella kehitetään kymmenien ja satojen satelliittien kuvantavia konstellaatioita, joilla voidaan saada kuvaamisen aikaväli tietyistä pisteistä tunteihin perinteisten useiden päivien aikaresoluution sijasta. Satelliitti- ja droneteknologioiden välille mietitään yhteiskäyttöä niin, että satelliitin kuvien avulla voidaan havaita karkeammalla resoluutiolla kiinnostava kohde ja drone lähetetään paikalle tarkemman datan keräämiseksi. Tämän tyyppistä ratkaisua voidaan käyttää metsäpalojen havainnoinnissa tai sotilaallisen kohteen havainnoinnissa rajan läheisyydessä. Automatisoinnilla ja tekoälypohjaisella analytiikalla toiminnot voisivat onnistua ilman ihmisen osallistumista niin, että satelliitin havainnosta laukeaa automaattisesti dronen lennätyskäsky koordinaattitietoineen.

Sensoritekniikat Ukrainan sodassa: SAR-teknologia ja drone-havainnointi

Ukrainan sodan on sanottu olevan ensimmäinen todellinen kaksipuoleinen avaruussota, jossa osapuolet ovat käyttäneet aktiivisesti ja joustavasti erilaisia avaruuskyvykkyksiä operaatioissaan. Starlink-

järjestelmällä on ollut merkittävä rooli viestinnän turvaajana niin siviili- kuin sotilaspuolellakin parin vuoden ajan. Sitä on käytetty dronetoinninnan ohjaukseen, tulikomentoihin, videopuheluihin ja Internet-yhteyksiin. Vasta ihan viime aikoina Venäjän on todettu pystyvän laajamittaisempaan häirintään ja yhteyksien lamauttamiseen järjestelmän toiminta-alueilla. Sensoripuolella tärkeässä roolissa ovat olleet optiset satelliitit, joiden kuvien avulla on voitu seurata suuria autokolonnia, havaita rakennelmia ja viestiä sodan tapahtumista laajasti mediassa. Erityisesti SAR-teknologian tuomaa joka sään kyvykkyyttä ja pimeänäkökyä on demonstroitu Ukrainan puolella Icyce-satelliittien avulla. Niillä on pystytty havaitsemaan kohteita tuhottavaksi niin tehokkaasti, että kun joukkorahoituksella hankittiin yksi satelliitti käyttöön, oli hankkeen hinnan verran tuhottu kohteita jo muutaman päivän päästä toiminnan aloituksesta.

Dronen havainnointimenetelmät tai laajemmin counter-drone menetelmät, joilla vastapuolen dronetoinninnan vaikutukset on pyritty minimoimaan ovat nousseet Ukrainan sodassa erittäin merkittävään rooliin. Tämä on varmasti ollut sota, jossa dronetoinninnan merkitys on ollut kaikkein korkeinta maailman historiassa. Suurella määrällä halpoja droneja on sekä tapettu ihmisiä että tuhottu erittäin kalliita kohteita. Tavoitteena kehityksessä on ollut löytää kustannustehokkaat sensorit ja vastatoimet. Kohteet pitää pystyä havaitsemaan tehokkaasti, niitä pitää pystyä seuraamaan ja niihin vaikuttamaan. Tässä on kehitetty mm. häirintämenetelmiä, verkkoja, perinteisiä aseita ja suunnatun energian ratkaisuja.

Johtopäätökset

Miten esitetyt teknologiatrendit sitten vaikuttavat sotilaalliseen toimintaympäristöön? Koko ajan kehittyvät, kooltaan ja kustannuksiltaan pienemmäksi käyvät sensorit tulevat muuttamaan tilannekuvaa koko ajan kattavammaksi. Sensoreita tullaan käyttämään suurempia määriä ja niiden avulla voidaan optimoida toimintoja, kohdentaa resursseja ja ylläpitää niin omien joukkojen kuin muiden osapuolten tilannetietoja. Toisaalta sensoreiden sisältämä tieto vaatii myös enemmän (langatonta) tiedonsiirtoa ja voi vaikeuttaa joukkojen piilossa pysymistä. Yksi tapa piiloutua voikin olla tulevaisuudessa se, että pyritään signaloimaan samalla tavalla kuin halvat sensorit, jotka eivät sotilaskohteiksi sovellu. Kun joka puolelta lähetetään samanlaista liikennettä, on vaikea kohdistaa tiedustelua tai vaikuttamistoimia. On joka tapauksessa selvää, että Suomessa pitää olla omaa kyvykkyyttä tutkia, valmistaa ja testata erilaisia sensoreita niin maalla, ilmassa kuin avaruudessa. Lisäksi on kehitettävä sensorifuusion, tekoälyn ja ennustavan analytiikan käyttöä sekä mietittävä tarkasti millä tavoilla niin sensorit kuin joukot tulevaisuudessa kommunikoivat rajallisilla taajuusresursseilla. Erittäin voimakkaasti suunnatut tiedonsiirtomenetelmät mukaan lukien optiset ratkaisut tulevat olemaan osa tulevaisuuden taistelulentää. ■



Ilmatorjunnan ennakkovaroittamisen sensorit lähitulevaisuudessa

Millaisia sensoreita ilmatorjunnan ennakkovaroituksen tuottamiseen on tarjolla nyt ja lähitulevaisuudessa? Valtioneuvoston vuoden 2021 puolustuselonteossa on linjattu, että ilmatorjunnan maalinosoituskykyä kehitetään tällä vuosikymmenellä. Tarkastellaan siis, mitä ”meille uutta” maailmalla on tarjolla.



Yhdysvaltojen rajavartiolaitoksen (USBP) taktinen aerostaatti Meksikon vastaisella rajalla kuvattuna Nogalesissa, Arizonassa.

Naton julkisessa verkossa sijaitsevaa termipankkia mukaillen, sensori on laite, joka havaitsee ja voi ilmaista ja/tai tallentaa kohteita tai toimintoja kohteen lähettämän, heijastaman tai muokkaaman energian tai hiukkasten avulla. Sensoreita ovat esimerkiksi kuumemittari, kulkutunnisteen lukija ja sotilas-satelliitin kamera.

Mihin sensoreita aselajissamme tarvitaan? Tukeudutaan tässä ilmatorjunnan kaksinaisuuteen ja jaetaan toiminnan tarkoituksiperä varoittamiseen tai vaikuttamiseen. Ennakkovaroittamisen tarkoitus on tuottaa tieto, jolla joko saadaan asejärjestelmien omat sensorit suunnattua ja aktivoitua oikea-aikaisesti, tai sitten tietoa käytetään suoraan asejärjestelmien kärkeen suuntaamiseen. Tämä mahdollistaa vaikuttamisen kohteisiin, jotta aselajin keskeisintä tehtävää, eli tappioiden tuottamista voidaan toteuttaa.

Tällä hetkellä ilmatorjunnan tärkein sensorityyppi varoittamisen kannalta on tietysti tutka. Se havaitsee etäällä olevia kohteita niistä takaisin heijastuvien radioaaltojen ansiosta. Tavanomainen tutka sisältää samassa paketissa järjestelmät sekä säteilyn lähettämiseen että vastaanottamiseen, ja se on liikkuva. Tämä tukee sen selviytymistä taistelukentällä. Järjestelmän vahvuuksia ovat yksinkertaisuus (yksittäinen omin voimin mittaava ja liikkuva alusta, itse laite tietysti on kallis ja monimutkainen), mutta kääntöpuolelana laitteen säteily voi paljastaa sen paikan, jolloin esimerkiksi säteilyyn hakeutuvat ohjukset muodostavat uhan järjestelmälle. Aselajitautaisille tämä on varsin selvää asiaa, mutta kerrattakoon se tässä, jotta tutka voidaan erottaa muista laitteista myöhemmin.

Uusia tutkatyyppejä

Passiivinen tutka ei itse säteile, vaan se hyödyntää jotain toista säteilijää. Usea puolustusalan yritys tarjoaa sotilaskäyttöön tehtyjä passiivisia tutkia, jotka hyödyntävät jotain siviilimaailman hyötysignaalia, kuten radio-, puhelin- tai tv-tukiasemien signaaleja. Tällaisen järjestelmän etu on tietysti, että kalliin tutkajärjestelmän sijainti ei paljastu, vaikka se paikantaa vastustajan ilma-aluksia. Toisaalta siviili-infrastruktuuriin tukeutuminen ei välttämättä ole kovin taistelunkestävä ratkaisu. Alkuvuodesta 2024 Ukrainan digitaalisen muutoksen ministeriöstä arvioitiin, että Venäjän hyökkäyssodassa vuodesta 2022 alkaen Ukrainassa on tuhottu yli 4 000 matkapuhelintukiasemaa. Uusia tuki pystytetään satoja kuukausittain. Passiivisten tutkien käyttöön omat haasteensa tuovat kohteiden havaitsemiseen vaikuttava mittausgeometria, jolla viitataan siihen, miten säteilijät ja itse vastaanottava tutka maantieteellisesti asettuvat kartalle havaittaviin kohteisiin nähden.

Useat valmistajat tarjoavat niin sanottuja 4D-tutkia. Lukija varmasti hahmottaa eron tyyppillisen 2D (suunta, etäisyys) ja 3D (suunta, etäisyys, korkeus) -tutkan välillä, mutta mikä on tuo neljäs ulottuvuus? Tässä yhteydessä 4D viittaa näiden tutkien erinomaiseen erottelukykyyn, eli siihen, että ne kykenevät havaitsemaan ja analysoimaan palaavasta säteilyistä kohteiden piirteitä erittäin tarkasti. Tutkakomponenttien kehittyminen on mahdollistanut kehityksen tällä saralla ja sitä myötä parantunut erottelukyky mahdollistaa esimerkiksi ilmasta havaitta-



Zvook-järjestelmän akustinen kuunteluasema. Järjestelmä havaitsee akustisesti matala- ja keskikorkeuksilla lentävät risteilyohjukset, helikopterit, dronet ja hävittäjät.

vien kohteiden luokittelun tai tunnistamisen.

Kohteen automaattisesta tunnistamisesta (automatic target recognition, non-cooperative target recognition) on kirjoittanut aiemmin mm. **Peter Porkka** Ilmatorjunta-lehdessä 1-19. Käytännössä automaattinen kohteentunnistus tarkoittaa sitä, että ilmassa liikkuva kohde voidaan siitä heijastuvan säteilyn analysoinnin perusteella automaattisesti luokitella esimerkiksi kiinteäsiipiseksi koneeksi, helikopteriksi, miehittämättömäksi ilma-alukseksi (UAV) tai vaikka heittimen kranaatiksi. Tarkempikin tunnistus voisi olla mahdollista. Useimmissa tällä hetkellä markkinoilla olevissa ilmavalvontaan tarkoitetuissa tutkissa on vähintään kyky tunnistaa epäsuoraa tulta, ja jossain tutkissa kerrotaan olevan kyky luokitella myös ilma-aluksia ja UAV:ita.

Kognitiivisella tutkalla tarkoitetaan järjestelmää, joka mukautuu ja säätelee itse parametrejään parhaan mahdollisen lopputuloksen aikaansaamiseksi. Tavanomaisissa tutkissa taitava operaattori tulkitsee tilannetta tutkan näytön perusteella ja säätää tutkan mittamiseen liittyviä arvoja. Tulevaisuudessa tämän havainnointi-toiminta-syklin voisi luovuttaa operaattorilta koneelle. Tutka voisi säädellä itse taajuuksia, aaltomuotoa, lähetystehoja ja esimerkiksi ennakoida vastustajan toimia, samalla kun se oppii lennosta (sisältää sanaleikin). Markkinoilla on joitain järjestelmiä, joita markkinoidaan kognitiivisiksi. Ehkä toistaiseksi termiin pitäisi suhtautua varauksella ja samalla tavoin kuin tekoälyyn, eli todeta, että järjestelmillä on kognitiivisia ominaisuuksia. Taajuuksien älykkästä käytöstä on vielä mainittava se, että tulevaisuudessa sähkömagneettista spektriä tullaan todennäköisesti käyttämään tehokkaammin, esimerkiksi siten, että viesti- ja tutkajärjestelmät toimivat samoilla taajuuksilla.

Tutka voi myös sijaita ilmassa. Kiintopallo (aerostaatti) on kuin säöpallon ja ilmalaivan risteytys, joka on ankuroitu kiinteään tai siirtyvään maa-asemaan. Yhdysvallat on käyttänyt kiintopalloja Meksikon vastaisen rajan valvontaan sekä tilannekuvan tuottamiseen Afganistanissa. Puola vastikään teki miljardin dollarin kaupat järjestelmien hankkimisesta ja alkuvuodesta nousi uutisiin, että Venäjä käyttää niitä maamme itärajalla. Kiintopalloja löytyy useita eri kokoja, esimerkiksi yhdysvaltalaisen TCOM:n valikoi-



Venäläinen AKV-05 aerostaatti optisella sensorilla varustettuna Suomen vastaisella rajalla keväällä 2024. Kuva Rossiya 1-kanavan lähetyksestä.

man järjestelmien pituushaarukka on 12–117 metriä. Pienen 12 metrin malli saadaan kuljetuslaatikoista 300 m:n korkeuteen kahdessa tunnissa ja sitä voidaan pitää kerrallaan ilmassa viikko, mutta noin 30 kg:n rajoitus hyötykuormalle vaikuttaa siihen, millaisia sensoreita sen mukana voidaan nostaa. Isommat järjestelmät mahdollistavat suuremman hyötykuorman, mutta niiden liikutelavuus on heikompaa.

UAV:t ovat Ukrainan myötä tulleet sodan näytämölle, toistaiseksi jäädäkseen. Soveltuisivatko ne sensorien alustoiksi? Pieni koko johtaa pieneen hyötykuormaan, joka johtaa laitteiston pieneen laskeutumis- ja/tai lähetystehoon, akun kokoon ja lentoaikaan. Säteilyn (tai muiden signaalien) passiivinen mittaus voisi olla yksi käyttötapa. Esimerkiksi Saab mainostaa, että vain kolmen kg:n painoisen Sirius Compact -tiedustelusensorin voisi asentaa myös UAV:n kyytiin. Tuon kokoluokan kaupallisilla UAV:illa on noin 30–60 minuutin lentoaika. Tästä päästäänkin siihen, että myös muuten kuin tutkilla voidaan saada havaintoja ilmakohteista.

Signaalitiedustelu ja akustiset järjestelmät

Ilma-alukset säteilevät radiotaajuuksialueella, kun ne käyttävät omia viesti- tai tutkajärjestelmiään. Nämä signaalit on mahdollista havaita signaalitiedustelun keinoin ja sitten käyttää niitä koneiden paikan selvittämiseen. Tekniikoita on useita: yksittäinen mittausasema voi havaita säteilyn tulokulman, useamman aseman havainto samasta kohteesta voidaan yhdistää ja näin tehdä kolmiomittaus, tai asemat voivat vertailla keskenään erilaisten lähetteen tuloaikoja. Tallennettuja signaaleja voidaan myös verrata signaalikirjastoon, jonka perusteella kohteita voidaan tunnistaa ja jopa yksilöidä. Näitä ominaisuuksia eri tavoin yhdisteleviä järjestelmiä on tarjolla runsaasti, riippuen siitä, että onko budjetti satoja vai miljoonia euroja. Kaupallisten UAV:iden ohjaussignaaleja voi havaita melko yksinkertaisilla taskukokoisilla laitteilla. Maalinosoitustutkin voidaan asentaa niin sanotusti kylkeen signaalitiedustelusensori, joka voi tuottaa täydentävää tietoa ilmatilanteesta silloinkin, kun tutka ei mittaa. Lisäksi voidaan käyttää useista siirtyvistä tiedusteluasemista ja kenttämastoista koostuvaa järjestelmää.

Ideoita tai konsepteja ei voi ostaa, vaan valmiita puolustusteollisuuden tarjoamia järjestelmiä.

Akustisia järjestelmiä on käytetty jo pitkään käsi-aseiden ja tykistön tulen paikantamiseen. Nyt markkinoilla on nimenomaan UAV:iden havaitsemiseen tarkoitettuja akustisia järjestelmiä. Niin sanottu akustinen kamera voi esimerkiksi koostua 128 pienestä mikrofoniasta (kuvittele matkapuhelimen sisäänrakennettu mikrofoni), jotka on asennettu levyille, joka suunnataan uhkasuuntaan. Mikrofoniryhmää käyttävän järjestelmän taustalla voi toimia esimerkiksi neuroverkko, jonka avulla tekoälymalli vertaa reaaliaikaisesti havaitsemaansa ääntä sille opetettuun aineistoon. Haaste järjestelmälle on verrattain lyhyt kantama (esimerkiksi 500 metriä) ja alttius tuulelle, melulle ja muille olosuhteille.

Toinen vaihtoehto äänen hyödyntämiseen on suurelle maantieteelliselle alueelle hajautettu mikrofoniverkosto, kuten ukrainalainen Zvook-projekti. Halpoja (500 dollaria) laskentayksiköstä ja mikrofonista koostuvia kuunteluasemia voidaan asentaa esimerkiksi tukiasemien mastoihin. Niiden havainnot käsitellään samalla tavoin koneoppimisen avulla ja tiedot välitetään ilmapuolustusjärjestelmään.

Valinnanvaikeus

Edellä on mainittu joitain järjestelmätyyppejä. Listaa voisi jatkaa loputtomiin: kohinatutka, MIMO-tutka, infrapunakamerat, optiset sensorit, satelliittien hyödyntäminen...

Valitettavasti ideoita tai konsepteja ei voi ostaa, vaan valmiita puolustusteollisuuden tarjoamia järjestelmiä. Mitä jos taistelujatukseksi päivitysprosessiin valitsisi "vanhat vahat" ja korvaisi tutkan uudemmalla tutkalla? Jos puolustusteollisuuden katalogeja lähtisi järjestelmällisesti selaamaan, havaitsisi, että suurin osa liikkuvista ja tutkaan pohjautuvista ilmalvontajärjestelmistä on toteutettu jonkinlaisella kuorma-autosta ja kontista koostuvalla ratkaisulla, jossa sähköisesti keilaavan AESA-tutkan antennin korkeus ei välttämättä ylitä kuutta metriä. Poikkeuksiakin toki löytyy.

Olisiko se fiksuja? Ainakin on varmaa, että sensorit hankitaan erilaiseen toimintaympäristöön kuin mihin nykyiset tutkat on alun perin hankittu. Jos muutama muuttunut tekijä pitäisi mainita, niin ainakin taistelukentät ovat entistä läpinäkyvämpiä tiedustelusensoreiden kehittyminen myötä, ilmassa liikkuvia kohteita on enemmän UAV:iden myötä ja



Ei tulevaisuuden sensori, vaan esimerkkinä passiivisesta signaalitiedustelujärjestelmästä ukrainalaisen Topaz-yhtiön Koltšuga, jonka valmistaminen aloitettiin jo neuvosto aikaan 1980-luvulla.

Tavoitteena tulisi olla järjestelmien kokonaisuus, joka on enemmän kuin osiensa summa.

kaukovaikuttamiseen on suurempi kattaus keinoja, kuten taistelukärjillä varustetut lennokit.

Ostajan kannalta tilanne on haastava. Sotatekniiikan historia on ase-vasta-ase-kilpajuoksua ja nyt UAV:illa on kenties hetkellisesti etulyöntiasetelma. Mitä tahansa hankitaankin, järjestelmät tulevat olemaan käytössä pitkään. Täydellisessä maailmassa tavoitteena tulisi olla järjestelmien kokonaisuus, joka on enemmän kuin osiensa summa. Kokonaisuuden pitäisi koostua erilaisista sensoreista, jotka toimivat erilaisilla tekniikoilla, mutta silti pystyvät tuottamaan tietoa yhteiseen tilannekuvajärjestelmään. Esimerkiksi jokin passiivinen sensori voisi tuottaa jatkuvasti tilannekuvaa, jota voitaisiin varmentaa aktiivisilla sensoreilla.

Tavoitteita monipuolisuudesta pitää kuitenkin verrata resurssiin ja toiminnan päämäärään, ilman että ajatusmaailmaa lukitsee liikaa nykyiseen taisteluteknikkaan tai taistelujatukseen. Toisaalta myöskään liian uutta tekniikkaa ei kannata ostaa, koska ostaja voi ajautua järjestelmän käyttäjän sijasta testajaan rooliin. Hankinnoissa pitäisi pystyä tasapainottelemaan innovatiivisuuden ja luotettavuuden välillä.

Aloitetaan vaikka luopumalla ajatuksesta, että ainut vaihtoehto ilmakohteiden havaitsemiseen on monen miljoonan markan hintainen laite, jonka kuvaputkinäyttöön ilmestyy fluorinvihreä piste. ■

Kohti horisonttia - ja sen yli

Over-the-Horizon-tutkat ilmapuolustuksessa.



Osa Konteyner OTH-tutkan vastaanottoantennikenttää.

Keskiviikkona 17. Huhtikuuta 2024 Ukrainan lennokit iskivät venäläiseen tutka-asemaan lähellä Kovelkynon kylää. Tarkkaan ottaen kyseessä oli 29B6 "Konteyner" Over-the-Horizon (OTH) -tutkan vastaanotin-asema. Järjestelmän lähetinasema sijaitsee noin 15 kilometriä vastaanotinasemasta kaakkoon. "Konteyner" on strategisesti tärkeä osa Venäjän ennakkovarointusjärjestelmää. Se täydentää Voronezh (M, VP ja DM) tutkien ja avaruusvalvonnan tuottamaa ennakkovarointus- ja maali tietoa jopa yli 3 000 kilometrin etäisyyksiltä. Tapaus nosti OTH-tutkat, niiden merkityksen ja Ukrainan iskun mahdolliset sotilaalliset ja poliittiset vaikutukset keskustelun polttopisteeseen.

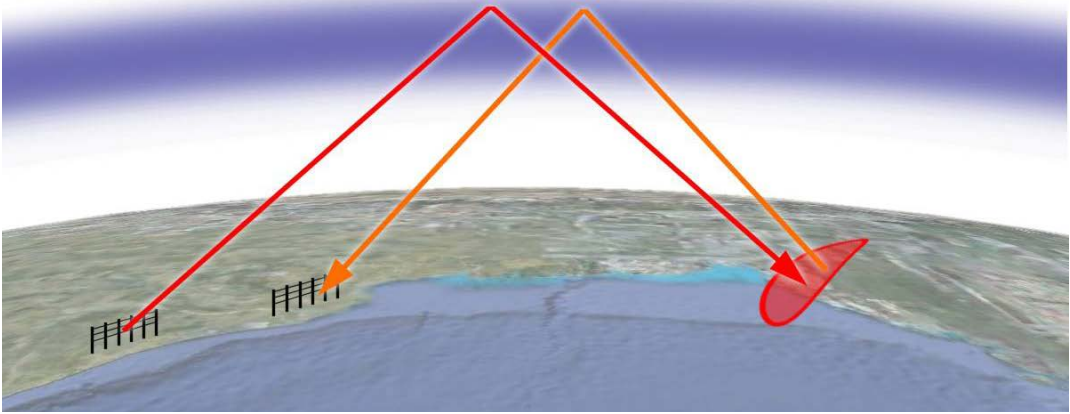
Ionosfääriin ja takaisin

Mikä OTH-tutka sitten oikein on, mistä se on tulossa ja minne menossa, ja mikä on sen rooli ilma- ja avaruuspuolustuksessa? OTH-tutkat perustuvat High Frequency (HF) -taajuusalueen (3–30 MHz) signaalien kykyyn edetä horisontin yli. Signaalien eteneminen tapahtuu kahdella eri tavalla, avaruusaaltona (skywave) ja pinta-aaltona (surface wave). OTH-tutkista käytetään usein myös lyhennettä OTHR (Over-the-Horizon Radar). Lisäksi signaalien etenemistavan mukaan skywave tutkista näkee käytettävän lyhennettä OTH-B (Backscatter) ja surface wave tutkista OTH-SW. Avaruusaaltoon perustuvia OTH-tut-

kia käytetään pääasiassa ilmavalvontaan, jossa niiden tärkein tehtävä on kohteiden havaitseminen ja seuranta, kun taas pinta-aaltoon perustuvia järjestelmiä käytetään esimerkiksi merivalvontaan.

OTH-B-tutkan toiminta perustuu avaruusaalton etenemiseen, jossa hyödynnetään HF-signaalien "heijastumista" ilmakehän yläkerroksesta, ionosfääristä. Toimintaperiaate on yksinkertaistettuna seuraavan kaltainen. Tutka lähettää HF-signaalin keilana, jota tyypillisesti voidaan ohjata elektronisesti sivusuunnassa etsintäalueen vaihtamiseksi. Eri etäisyyksien kattamiseksi lähetyskeilan elevaatio suunnataan 5–45 asteen välille. Koska signaalin voidaan ajatella heijastuvan ja siten jättävän aukkoja eri etäisyyksille, suunnataan lähetystehoa eri korotuskulmille millä pyritään saamaan erilaisilla heijastuskulmilla etenevät signaalit "täyttämään" tavoiteltu valvontatilavuus ilman etäisyysuuntaan jääviä aukkoja. Valvonta-alueeseen jääviä heikommalla valvontakyvyn alueita pyritään vähentämään myös säätämällä tutkan lähettämän signaalin taajuutta, koska eri taajuudet "heijastuvat" ionosfääristä eri korkeuksilla ja osuvat vastaavasti myös maanpintaan eri etäisyyksillä.

Lähetetyt signaalit etenevät suoraviivaisesti ilmakehän alempien kerrosten läpi, kunnes osuvat ionosfääriin alakerrokseen, jossa vapaiden elektronien määrä on saavuttanut riittävän tason vaikut-



OTH-tutkan toimintaperiaate. Lähetetyt signaalit etenevät ilmakehän alempien kerrosten läpi, kunnes osuvat ionosfäärin alakerrokseen.

taakseen HF-taajuisten radioaaltojen etenemiseen. HF-signaalien "heijastumista" voi tapahtua yhdellä tai useammalla korkeudella 100–600 kilometrin välissä. Osa lähetetystä säteilystä osuu ilmassa tai vaikkapa maan ja meren pinnalla liikkuviin kohteisiin, joista pieni osa kohteisiin osuneesta säteilystä heijastuu takaisin samaa etenemisreittiä vastaanottoaseman antenneihin, ja on siten ilmaistavissa vastaanottimessa.

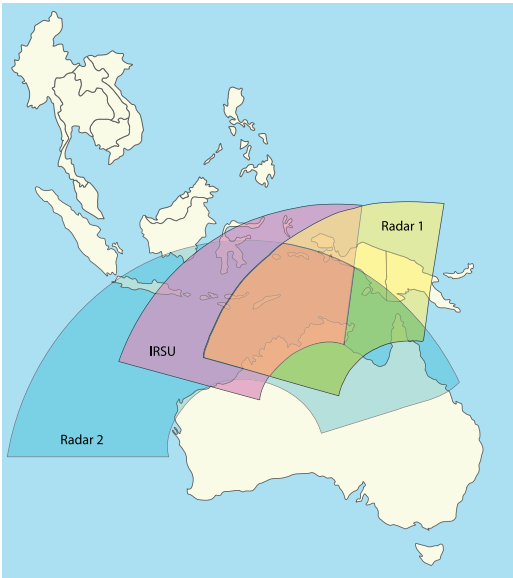
Doppler-prosessointi on OTH-tutkan maalien havaitsemisen kannalta tärkeässä roolissa. Doppler-ilmillä tarkoitetaan tutkan kaikusignaalin taajuudessa havaittavaa muutosta, joka on seurausta kohteen etäisyysuuntaisesta liikkeestä tutkaan nähden. Käytännön esimerkkinä Doppler-ilmistä moni meistä varmasti tuntee vertauksen hälytysajoneu-

von sireenin äänestä, jonka taajuus vaikuttaisi kasvavan ajoneuvon lähestyessä meitä ja laskee kun ajoneuvo loittonee meistä. Nimenomaan doppler-prosessointi eli kyky erotella eri taajuuskomponentit riittävän tarkasti toisistaan mahdollistaa liikkuvien kohteiden erottamisen välikkeestä.

OTH-tutkan mittausetäisyydet asettuvat tyypillisesti 1 000–3 000 km välille. Pidemmistäkin etäisyyksistä on esimerkkejä. Vuonna 1997 Australian JORN-sensoriverkon OTH-tutka havaitsi Kiinan laukaisemia ballistisia ohjuksia yli 5 000 km päästä. Yksittäisen tutkan kokonaisvalvonta-ala voi olla 6–12 miljoonaa neliökilometriä, joka on karkeasti 3–6 kertaa Alaskan pinta-ala. Tutka ei luonnollisesti kykene valvomaan koko aluetta kerralla, vaan toiminta-aika jaetaan tehtävien mukaan eri valvonta-alueille, joiden pinta-ala voi vaihdella kymmenistä tuhansista jopa miljoonaan neliökilometriin. Tämä tarkoittaa suunnilleen Uudenmaan – Egyptin kokoista aluetta. Avaruusaaltoetenemistä hyödyntävän toimintaperiaatteen vuoksi tutkan lähikatve voi olla yli 1 000 km.

Millainen on sitten suunnan ja etäisyyden erottelukyky? Esimerkiksi USA:n ja Australian käytössä olevien avaruusaaltoon perustuvien järjestelmien erottelukyky 2 000 km etäisyydelle voi olla sekä suunnan että etäisyyden suhteen 15 kilometrin luokkaa. Tämä on toki riippuvainen järjestelmän rakenteesta, ominaisuuksista ja parametreista, mutta se antaa käsitystä suuruusluokista. OTH-tutka kykenee tyypillisesti havaitsemaan tutkapoikkipinta-alaltaan hävitäjäkokoaluokan ilma-aluksen, risteilyohjuksen tai vaikkapa teräsrunkoisen valtamerilaivan. Havaitsemiskyky vaihtelee huomattavasti tutkan ja maalin ominaisuuksien, käytettyjen mittaussparametrien ja erityisesti vallitsevien olosuhteiden vaikutuksesta.

Valtaosa ilmapuolustuskäytössä olevista OTH-tutkista ovat bistaattisia eli kaksipaikkatutkia, joissa lähetin ja vastaanotin sijaitsevat maantieteellisesti eri paikoissa. Näin saadaan aikaan riittävä vaimennus lähetimen ja vastaanottimen välille. Kaksipaikkaisuudella voidaan saavuttaa myös kustannussää-



Australian JORN OTH-tutkaverkon valvonta-alueet.

töjä. OTH-tutkat ovat pääosin paikallaan pysyviä järjestelmiä eikä näin ollen ole pakottavaa tarvetta rakentaa lähetintä ja vastaanotinta samaan paikkaan. Asemien etäisyys voi vaihdella muutamista sadoista metreistä tuhansiin kilometreihin. Esimerkiksi alussa mainitun venäläisen 29B6 "Konteyner"-tutkan kohdalla lähettimen ja vastaanottimen välinen etäisyys on 15 km.

Koska ionosfääri on avaruusaaltoetenemistä hyödyntävän OTH-tutkan kannalta suuressa roolissa, niin vilkaistaanpa hieman sen ominaisuuksia ja tutkajärjestelmille asettamia vaatimuksia. Ionos-



29B6 "Konteyner" lähetin Googlen satelliittikarttahaulla tarkasteltuna.



29B6 "Konteyner" vastaanotin Googlen satelliittikarttahaulla tarkasteltuna.

fääriin heijastusominaisuudet vaihtelevat suuresti. Elektronitiheys voi vaihdella merkittävästi eri korkeuksilla sekä ajan ja paikan mukaan, eikä sen ominaisuuksia voida ennustaa riittävän tarkasti kerätyllä datalla tai analyttisillä mallinnuksilla. Kulloinkin parhaiten, tai riittävän hyvin, toimiva taajuus vaihtelee merkittävästi vuorokauden- ja vuodenajan sekä auringon 11-vuotisen aktiivisuussyklin mukaan.

OTH-tutkan havaitsemis- ja seurantakyky muuttuu siis merkittävästi taajuuden, ajan sekä tutkan ja valvonta-alueen sijainnin suhteen. Toiminta edellyttää mm. signaalin taajuuden säätämistä vallitsevien olosuhteiden ja etsityn maalityypin mukaan 10-30 minuutin välein, auringon nousun ja laskun aikaan jopa useammin. Tämän vuoksi OTH-tutkilla on yleensä erillinen, omia sensoreita sisältävä, taajuudenhallintajärjestelmä (Frequency Management System, FMS), joka tuottaa reaaliaikaista tietoa etenemistiehen vaikuttavista olosuhteista. FMS tarkkailee myös muiden HF-taajuusalueen käyttäjien käytössä olevia taajuuksia häiriöiden välttämiseksi.

Miksi OTH-tutka?

Tutkaa suunniteltaessa taajuusalueen valinnalla on perustavanlaatuisia vaikutuksia sen rakenteeseen ja suorituskykyyn. Suurin osa ilmavalvontaan, tulenkäyttöön ja ohjusten ohjautukseen tarkoitetuista tutkista toimivat mikroaaltoalueella (UHF – Ku). Korkeammat mikroaaltoalueen taajuudet mahdollistavat korkean erottelukyvyn, tarkkuuden ja fyysisesti pienemmät järjestelmät.

Miksi sitten tuhansien kilometrien päässä sijaitsevien alueiden valvontaa ei hoideta mikroaalto-

een tutkilla, jos ne kerran tuottavat huomattavasti tarkempaa maalitietoa, jota voidaan parhaimmillaan käyttää jopa ilmapuolustuksen tulenkäytön tarpeisiin? Haasteena on maapallon kaarevuus ja mikroaaltoalueen signaalin suoraviivainen eteneminen. Mikroaaltoalueen signaali ei heijastu ilmakehän kerroksista tai etene pinta-aaltona kuin poikkeustilanteissa, esimerkiksi kanavoinnin välittessä, eikä tätä ole ilmiön hallitsemattomuudesta johtuen mahdollista hyödyntää. Tämän vuoksi tutkahorisontin takana olevia kohteita ei voida havaita. Maastonmuodot, rakennelmat ja muut esteet lisäävät katvealuetta entisestään.

Mikroaaltoalueen tutkan antenni pitäisi siis joko nostaa erittäin korkealle tai tuoda tutka erittäin lähelle aluetta, josta tietoa halutaan tuottaa. Tutkan sijoittaminen ilma-alueeseen on toki mahdollista, mutta tyyppillisesti toiminta-aika on rajoitettu, ilma-alus on alttiina vastustajan vaikuttamiselle ja toiminnasta aiheutuu huomattavia kustannusvaihtokuituksia. Toiminta-aikaan liittyviä rajoitteita voitaisiin toki eliminoida maa- tai alussijoitteilla tutkilla, mutta niiden ryhmittäminen riittävässä määrin riittävän lähelle vastustajan aluetta ei yleensä ole mahdollista. Korkeista suunnittel- ja rakentamiskustannuksista huolimatta OTH-tutkan merkittävien etu ilmapuolustuskäytössä on kyky tuottaa kustannustehokkaasti ennakkovaroitus- ja valvontatietoa tuhansien kilometrien etäisyydellä sijaitsevilta laajoilta alueilta, jonne ei ole ajallisesti, määrällisesti tai resurssien puitteissa mahdollista ja/tai järkevää tuottaa jatkuvaa valvontatietoa mikroaaltoalueen tutkilla tai muilla laeilla.

Ei pelkästään vahvuuksia

Kuten tavanomaisilla tutkilla, myös OTH-tutkilla on omat heikkoutensa. Ukrainan lennokki-isku 17. huhtikuuta osoitti, että massiiviset lähetin- ja vastaanotinasemat ovat helposti jokaisen paikannettavissa ja maalitettavissa. Tiedustelulähteeksi riittää pääosin internet ja Google Maps. Lähetinasemien antennikentät voivat olla satojen metrien mittaisia ja vastaanotoasemien esimerkiksi kaksi – kolme kilometriä.

Vaikka erityisesti USA on aktiivisesti kehittänyt siirrettäviä järjestelmiä, ei niiden liikkuvuus ole omiaan tuottamaan suojaa asevaikutukselta, tiedustelun, maalittamisen ja vaikuttamispäätöksen tapahtuessa parhaimmillaan – tai kauheimmillaan, minuuttiluokassa. Mikäli aseisiin päästään vaikuttamaan, niiden saattaminen takaisin toimintakuntoon voi vaurioiden asteesta riippuen kestää pitkiäkin aikoja. OTH-tutkat ovat helposti havaittavissa ja paikannettavissa myös sähkömagneettisessa spektrissä. Tämäkin luonnistuu ihan tavan tallaajalta esimerkiksi internetistä löytyvässä ilmaisessa KiwiSDR-palvelussa.

Hyötysignaalin mukana vastaanottoimeen kulkeutuu esimerkiksi ei-toivottua välkettä maan ja meren pinnasta sekä ionisoituneista meteorivanoista. OTH-tutkat eivät ole täysin immuuneja säätöilmiöillekään. Ukkosella salamoiden purkaukset voivat nostaa kohi-

natasoa ja vaikeuttaa maalien havaitsemista. Luonnollisesti myös muiden HF alueen käyttäjien signaalit sekä ilmakehän ja avaruuden lähteistä aiheutuva HF-alueen kohina tuottavat haasteita tutkan toiminnalle. Kun tähän kaikkeen lisätään vielä vastustajan tuottama tarkoituksellinen häirintä niin huomataan, että toiminta sisältää tukan haasteita.

OTH-tutkan kehitysaskeleita

Miten tähän päivään on tultu? HF-avaruusaaltotutkan kehityksen voidaan katsoa alkaneen 1920-luvulla, kun avaruusaaltojen kautta etenevät kaiut havaittiin. Ensimmäiset HF-tutkat tulivat kuitenkin käyttöön vasta 1950-luvulla. Mitä tapahtui tällä välillä? Pikakelataan vuoden 1938 tienoille. Britannian itärannikolle rakennettiin kuumeisesti ”Chain Home” (CH) tutkaverkkoa, jota pidetään yleisesti ensimmäisenä sotilaallisena tutkajärjestelmänä, joka kykeni todistamaan soveltuvuutensa ilmapuolustuksen tarkoituksiin toisen maailmansodan aikana. CH hyödynsi 20–30 MHz taajuusalueita, koska HF-tekniologia oli ainoa, jolle kyettiin tuohon aikaan tuottamaan tutkalle riittävä teho. CH oli suunniteltu ns. Line-of-Sight (LoS) tutkaksi ja itseasiassa operaattorit pitivät sen ionosfääristä, horisontin takaa, takaisin heijastuneita kaikuja häiriöinä. Tuohon aikaan ei siis näistä havainnoista huolimatta osattu vielä hyödyntää HF-taajuusalueen ominaisuuksia OTH-valvontaan.

Kiinnostus OTH-tutkia kohtaan heräsi nopeasti toisen maailmansodan jälkeen, jolloin puolustus-, kaupalliset- sekä akateemiset organisaatiot aloittivat työn avaruusaaltoja hyödyntävän OTH-tutkan kehittämiseksi. 1940-luvun lopussa Neuvostoliitto kehitti Veyer nimisen OTH-tutkajärjestelmän, joka vaikuttaa olleen lähinnä kokeilukäyttöön suunniteltu. 1950-luvun puolivälissä Yhdysvalloissa aloitetut koesarjat, jotka johtivat kolmen OTH-tutkan rakentamiseen, osoittivat OTH-tutkan soveltuvan ilmapuolustuskäyttöön. Neuvostoliitto otti 1960-luvulla käyttöön ensimmäisen operatiivisen OTH-tutkajärjestelmänsä Duga-1, joka on jo poistunut käytöstä ja korvattu Konteyner-järjestelmällä. Tämän jälkeen muut maat kuten Australia, Kiina ja Ranska liittyivät samaan joukkoon. Erityisesti Australian 1970-luvulla alkanut ohjelma johti kolmen OTH-tutkan kehittämiseen. Nämä tutkat muodostavat tänä päivänä Jindalee Operational Radar Network:n (JORN). JORN toimii edelleen Australian ilmavoimien pääasiallisena laajojen alueiden valvontasensorina. Erityyppisiä (avaruusaalto / pinta-aalto) OTH-tutkia on käytössä ainakin Australiassa, Brasiliassa, Kanadalla, Kiinalla, Ranskalla, Intialla, Iranilla, Venäjällä, Iso-Britanniassa sekä USA:lla.

Uusi tuleminen

OTH-tutkien tehtäväkenttä on laaja. Niitä on hyödynnetty ilma- ja pintavalvonnan lisäksi muun muassa avaruuden tutkimukseen, huumeiden salakuljetuksen paljastamiseen sekä merituulten ja -virtojen havainnointiin. Mielenkiinto OTH-tutkia kohtaan on



Chain Home -tutkajärjestelmä.

herännyt uudelleen uhkien nopeuksien kasvaessa ja kohteiden häiveominaisuuksien kehittyessä. Kustannustehokkaasti toteutetun jatkuvan, ja tutkahorisontin taakse ulottuvan, ennakkovaroituskyyvyn merkitys on lisääntynyt entisestään.

Myös aiempia signaaliympäristöön liittyviä haasteita on kyetty ratkaisemaan vastaanotinteknologian ja tietokoneiden prosessointikyvyn nopean kehityksen ansiosta. USA on viime vuosina kehittänyt teollisuuden kanssa uutta, tekoälyä ja koneoppimista hyödyntävää, siirrettävää OTH-tutkajärjestelmää.

Viimeisen kahden vuoden aikana North American Aerospace Defense Command:n (NORAD) komentaja kenraali **Glen D. VanHerck** on tuonut useamman kerran voimakkaasti esille tarpeen kiihdyttää tämän tutkajärjestelmän valmistusta ja käyttöönottoa. Tähän lienee vaikuttanut Venäjän ja Kiinan tuottama risteilyohjusten ja hypersoonisten aseiden tuottama uhka. Myös tammi-helmikuussa 2023 tapahtunut kiinalaisen valvontailmapallon pääsy USA:n ilmatilaan huomaamatta oli varmasti omiaan avaamaan komentajien ja politikkojen silmiä, ja kiihdyttämään keskustelua aiheen ympärillä. VanHerck on myös nostanut esille myös Pohjois-Amerikan ilmatilaa tarkkailevan North Warning System:n (NWS) muiden tutkien tilanteen. Pääosa tutkista on otettu käyttöön 1986–1992 ja niiden suorituskyvyn ei uskota kykenevän vastaamaan esimerkiksi nykyaikaiseen risteilyohjusuuhkaan. Tulevaisuuden konsepti koostuu avaruusvalvonnan sekä

pinnanalaisen- ja tutkavalvonnan (ml. OTH) yhdistelmästä. Myös miehittämättömien ilma-alusten käyttöä valvontasensorien lavettina on väläytelty.

OTH-tutka – osa valvontajärjestelmää

Mikään järjestelmä ei yksinään ole kaiken ratkaiseva hopealuoti, näin on myös OTH-tutkan kanssa. Sen tarkkuus ja erottelukyky eivät ole samaa luokkaa kuin mikroaaltoalueen järjestelmissä, eikä sen tuottama maali tieto sovellu sellaisenaan ilma- ja ohjuspuolustuksen tulenkäytön tarpeisiin. Järjestelmällä on kuitenkin paikkansa osana kill chainia. Sillä kyetään tuottamaan kustannustehokkaasti tarvittava ennakkovarointietä ja osoittamaan kiinnostavia kohteita muille sensorijärjestelmille. Pelkkä havaitsemis- ja seuranta-kyky ei kuitenkaan riitä vaan kokonaisuuden kannalta on oleellista, että OTH-tutkan tuottama tieto kyetään prosessoimaan ja jakamaan mahdollisimman reaaliaikaisesti muiden toimijoiden ja järjestelmien käyttöön.

Mitä sitten kuuluu Venäjän Konteyner-järjestelmälle, josta tarinamme alkoi? Valitettavasti ilmeisen hyvää. Ainakin lähetinasema käy ja kukkuu edelleen. Sitä mikä on vastaanotinaseman tilanne ja tuotetun ennakkovarointitiedon taso voimme vain arvailla. Vaikuttaa siltä, että järjestelmä on vähintäänkin osittain, ellei kokonaan, toimintakuntoinen. Venäjä on rakentamassa Konteyner-järjestelmää myös Kalinin-gradin alueelle, mutta se ei ole vielä operatiivisessa käytössä. ■



Ilmatorjunnan kuulosuuntimista

Jo viime vuosisadan alussa kehitettiin ihmisen kuuloon perustuvia laitteita lentokoneen paikan ja reitin selvittämiseksi. Tutkat korvasivat nämä laitteet 1940-luvulla. Suomessa kuulosuuntimia romutettiin 1950-luvulla. Muutama osittain säilynyt laite jäi museoitavaksi.

Yleisimmin kuulosuuntimien käyttö on tuttua Helsingin jatkosodan aikaisesta ilmatorjunnasta. Kuulosuuntimia käytettiin kuitenkin myös muualla ilmavalvontaan, laitteiden rajoituksista huolimatta. Päämajakaupunki Mikkeliissä ilmavalvonta perustui sodan loppuvaiheessa kuulosuunninverkkoon. Tämän lisäksi Mikkelin kaupungin lähelle Tuukkalan mäelle tuli Raijaksi nimitetty tutka. Oikeammin laite oli merivalvontaan tarkoitettu Maija. Se ehti tehdä mittauksia jonkin verran ennen siirtoa muualle.

Alkuvuonna 1942 alettiin Suomessa kehittää pimeän ajan ilmatorjuntaa ja sulkuammuntaa. Aiemmin kuulosuuntimien käyttö oli ollut vähäistä, mutta nyt otettiin käyttöön viisi varastossa ollutta Tepas-Belge -kuulosuunninta ja ne sijoitettiin raskaiden pattereiden yhteyteen.

Yhden kuulosuuntimen antama maalin sijainnin tieto oli epämääräinen, mutta kahden kuulosuuntimen avulla voitiin määritellä maalin sijainti ja reitti. Apuna käytettiin torjuntatasoa. Korkeuden mittaus saatiin toisen suuntimen korkeuskulman tiedolla.

Suomessa käytössä olleet kuulosuuntimet

Sodan aikana käytössä oli kirjava valikoima ilmatorjuntatykkeitä ja laskinkalustoa. Kuulosuuntimet eivät olleet poikkeus, vaan niitäkin useita malleja:

- » Itävalatalainen kuulosuunnin m/39 Goerz

- » Belgialainen kuulosuunnin m/40 Tepas
- » Saksalainen kuulosuunnin m/41 RRH
- » Oy Strömberg Ab:n lisenssillä valmistama italialaisperusteinen kuulosuunnin Calileo m/43 Strömberg
- » Neuvostoliitolainen kuulosuunnin m/42 SS (sotasaalis)
- » Suomessa tehty apukuulosuunnin m/Wilksa

Lisäksi mainintoja löytyy pienoiskuulosuuntimesta Hughes sekä ”köyhän miehen” apukuuntelulaitteesta mallia ”Mänttä”.

Hankinnat tehtiin pääosin jatkosodan aikaan. Talvisodan päättyessä kuulosuuntimia oli alle kymmenen, kun jatkosodan päättyttyä kuulosuuntimia oli arviolta liki 200.

Ihmisen kuulon suuntatarkkuus

Koska ihmisellä on kaksi korvaa ja ne ovat toisistaan noin 15 senttimetrin etäisyydellä toisistaan, niin tässä on jo kuulosuuntimen perustyyppi. Korvat ja aivot pystyvät havaitsemaan sivusuunnalta tulevan saman ääniaallon aikaeron. Ja tuo havaittava aikaero on pieni, eli 30 µs. Tuona aikana ääni kulkee noin 1 senttimetrin matkan. Näin on kirjoitettu sodanaikaisiin dokumentteihin, joita löysin Tuusulan Ilmatorjuntamuseon arkistosta.

Tuolla "luonnollisella kuulosuuntimella" suunta-
tarkkuus on noin 50 piirua. Kun "korvakantaa" lisä-
tään kuulosuuntimen torvilla eli äänen kerääjillä kah-
teen metriin, niin kuulosuuntaustarkkuudeksi saa-
daan 5 piirua. Torvia ei voida viedä kuitenkaan kovin
kauas, koska laitteisto tulisi painavaksi ja mekaani-
set ratkaisut heikentäisivät saatavaa tarkkuutta. Suo-
messa käytössä olleella saksalaisella m/42 RRH -suun-
timella saatiin käytännössä 15–20 piirun tarkkuus.

Tekniikkaa ja rajoittavia tekijöitä

Äänen kokoojat (torvet) ja johtimet (putket torvista
korviin) olivat eri kuulosuuntimilla toisistaan poik-
keavat. Siitä seuraa, että eri kuulosuuntimien omi-
naisuudet ovat erilaiset. Goerz-kuulosuuntimella
äänen kokoojat ovat parabolioideja ja johtimet ellipti-
siä. Tällä mallilla korkeat äänet kuuluvat hyvin, mutta
matalat hajaavat.

Kuulosuuntimessa olevia torvia oli kohteen paik-
kallistamiseksi erikseen vaaka- ja pystysuuntaan ja
näille oli omat kuuntelijat. Kääntöpyörillä he kään-
sivät laitetta ja etsivät maaleja sekä seurasivat niitä.

RRH- ja sotasaaeliskuulosuuntimilla kokoojan
muoto on eksponentiaalinen, jolloin matalat äänet
kuuluvat hyvin. Teoreettisesti paras ratkaisu on para-
boloidi/eksponentiaalinen muoto, sillä tällä matalat
ja korkeat äänet kuuluvat hyvin. Tämä muoto oli käy-
tössä Galileo-kuulosuuntimessa.

Äänen etenemisnopeuteen vaikuttaa huomatta-
vasti ilman lämpötila. Kun pakkasta on 35 astetta,
niin äänen nopeus laskee jopa kymmenen prosent-
tia nolla-asteen lämpötilaan nähden. Maalin lento-
korkeudella tuo pakkaslukema voi olla todellinen
maapinnan T-paitakelissäkin. Maanpinnalta ylös-
päin mentäessä lämpötila laskee oletetusti kuusi
astetta kilometriä kohden. Käytännössä näin ei ole,
vaan ilmassa on eri tavoin kerrostunutta. Ääni
pyrkii kulkemaan nopeinta reittiä, eli mahdollisim-
man lämpimässä ilmassassa.

Tuulen suunta ja nopeus vaihtelevat eri kerrok-
sissa. Museon arkistosta löytämässäni kirjoituk-
sessa on laskukaavoja sekä vektoripiirroksia tuon
huomioimiseksi.

Kuulosuuntimen suurin kuunteluetaisyys lentokoneeseen oli kuudesta kahdeksaan kilometriä, hyvissä olosuhteissa 12 kilometriä. Viiden kilometrin päässä lentävästä lentokoneesta kuulosuuntimeen tuleva ääni on jo noin 15 sekuntia vanha. Tuona aikana 400 kilometriä tunnissa lentävä lentokone on edennyt noin 1,6 kilometriä.

Jotta maalin paikka voidaan määrittellä, niin maalin liikkeestä joudutaan tekemään seuraavia oletuksia:

- » Maalin reitti on suoraviivainen (eli maali ei kaarra)
- » Maalin lentonopeus on tunnettu (kokenut kuuntelija voi arvioida äänen perusteella lentokoneen tyypin ja siten voidaan arvioida lentonopeus)
- » Lentokorkeus on vakio (maali ei syöksy tai ole nousussa)



Goerz-kuulosuuntimen "laskin", jolla voitiin määrittellä lentokoneen oletettu paikka. Tähtystyskiikarit kääntyivät oletettuun paikkaan.

Eri kuulosuuntimilla oli eritasoisia laskimia/korjaimia lentoreitin ja maalipisteen määrittämiseksi, myös laitteiden nimitykset olivat erilaisia. Käytän tässä nimitystä "laskin". Laskimen tarkoituksena on muuttaa kuulosuuntimella havaitun akustisen äänipisteen suunta optiseksi maalipisteen suunnaksi. Eräissä laskintyypeissä huomioidaan tuulen ja lämpötilan aiheuttamat lisäkorjaukset.

Kuulosuuntimen käyttöperiaate - monta tapaa

Arkistomateriaalin perusteella näyttää kuulosuuntimilla olleen useita käyttötapoja. Käyttötapaan vaikutti se, oliko suuntimella sähköisiä välityslaitteita vai ei. Goerz-kuulosuuntimen materiaalissa kerrotaan, että kuulosuuntimelta saatua arvoa käytettäisiin yhdessä tai useammassa kojeessa, joita olisivat valonheitin, tähtystyskiikari, valonheittimen ohjuslaite (yhdensuuntaistaja) tai tulenjohtokone (keskuslaskin). Osaan näistä oli mahdollista siirtää tiedot sähköisesti. Tepas-kuulosuuntimella ei ollut sähköisiä välityslaitteita, vaan tiedot suuntimen laskimelta valonheittimelle välitettiin puhelimella.

Kuulosuunnin ja hakuvaloheitin

Yksi tavoista, ja ilmeisesti yleisin, oli ohjata hakuvaloheittämiä yöhyökkäysten torjunnassa. Arkistomateriaalin mukaan ainakin isoja valonheittämiä ohjattiin sähköisesti, erillisellä ohjaimella pienen etäisyyden päästä heittämistä. Silloin suuntaaja näki valonheittimen keilassa olevan lentokoneen paremmin kuin suoraan heittimen takaa. Toiminta edellytti laitteiden välillä sähköisiä välityslaitteita.

Kuulosuunnin ja torjuntakeskus

Useasta kuulosuuntimesta voitiin muodostaa valvontakehä kohteen ympärille. Näin oli vuonna 1944 Mikkelissä, jossa kuusi m/42 RRH -kuulosuunninta oli sijoitettu kehään kaupungin ympärille, liki kymmenen kilometrin päähän kaupungin keskustasta sijaitsevasta torjuntakeskuksesta. Torjuntakeskus määritteli sitten sulkujen ammunnan. Torjuntakeskus pystyi määrittelemään kahden tai useamman kuulosuuntimen tietojen perusteella maalin lentoreitin, nopeuden ja korkeuden. Olettaen, että nuo suuntimet olivat seuranneet samaa konetta.

Kuulosuunnin ja tulenjohtotutka

Kuulosuuntimen löydettyä maalin, voitiin suuntimelta välittää likimääräiset maalitiedot Jrja-tutkalle. Näin mainitaan Kotkassa tapahtuneen.

Miten kuulosuuntimien käyttö loppui - kohti romutusta

Kuulosuuntimien käytössä oli useita ongelmia. Suuntimen käyttäjän kuullessa lentokoneen äänen, oli lentokone jo eri paikassa. Ammunnan aikana aseiden aiheuttama meteli esti kuulosuuntimien käytön.

Vuonna 1950 Ilmavoimien esikunnassa oli laadittu esitys, jossa sotakokemusten perusteella teillattiin kuulosuuntimen hyödyllisyys. Kuitenkin haluttiin tehdä kokeilu ja muistiassa mainittiin:

”Näin ollen tuntuisi luonnolliselta kokeilla eikö pätevästi valituista ja koulutetuista miehistä muodostettu apumittausverkko pystyisi korvaamaan kuulosuunninmittausverkon ainakin maalin etsinnässä (tutkille) mutta ehkä myös jonkinlaisen salkuammunnan mahdollistamisessa?”

Muistion lopun tekstissä mainitaan:

”Jos yksinkertaiseen tähyttäjä-kuuntelijaverkkoon perustuvat kokeet antavat tyydyttävän tuloksen, voidaan käsitykseni mukaan perusteellisesti ryhtyä kuulosuuntimien jo kauan suunniteltuun romuttamiseen.”

Tuota everstiluutnantti **Jalmari Lapinleimu** tekstiä jälkikäteen lukiessa tulee mieleen, että ”henkinen päätös” kuulosuuntimien romuttamisesta oli jo tehty, nyt vaan tarvittiin romutusta tukeva kokeilu. Esityksen kokeilun tuloksia en museomateriaalista löytänyt.

Mutta romutuspäätös löytyi. Päätös eteni armeijamaiseen nopeaan tahtiin, sillä jo vajaan kolmen vuoden kuluttua kokeiluesityksestä Lapinleimu esitti kuulosuuntimien romuttamista. Esityksessä kerrottiin, että ilmatorjuntatykistöllä oli kuulosuuntimia



Jatkosodan lopulla Suomessa koulutettiin lottia kuulosuuntimien ja valonheittimien käyttäjiksi. Kuvassa saksalainen m/42 RRH -kuulosuunnin.

seuraavasti:

» RRH	108 kpl
» Galileo (Strömberg)	16 kpl
» Tepas	8 kpl
» Goerz	10 kpl
» venäläinen sotasaalis	1 kpl
» Yhteensä	143 kpl

Perusteluina romutusesityksessä mainittiin, että runsas kuulosuunninkalusto ottaa tarpeettoman paljon varastotilaa. Lisäksi kalusto vaatii huoltoa ja hoitoa. Lisäksi kerrottiin, että kuulosuunnin, mallista riippumatta, on kokonaan maalinetsintävälineenä vanhentunut.

Kuulosuuntimista oli tarkoitus jättää 72 laitetta mittauspattereiden käyttöön. Suuntimet toimisivat myös valonheitinpattereiden maalinetsintälaitteina. Kunnes tulevaisuudessa saadaan käyttöön jonkinlaisia tutkia.

Mittauspatterien roolista mainittiin, että ovat tilapäisyksiköitä ja tehtävä yksinkertainen. Ne muodostavat uloimman renkaan kohteen ympärille ja ilmoittavat lähestyvistä koneista taistelukeskukseen. Sivuhuomauksena esityksen laitaan oli kirjoitettu, että mittauspatterit muuttuvat myöhemmin tutkar ryhmiksi tai kohteen viestiryhmiksi.

Romutettavista laitteista esitettiin poistettavaksi kaikki ilmatorjuntatykistölle käyttökelpoiset osat. Käyttöön jäävästäkin laiteista poistettaisiin sähköiset välityslaitteet. Viimeisenä oli maininta, että kutakin tyyppiä jätetään yksi museota varten. Tuo ei ole täysimääräisesti toteutunut. Olisi hienoa, jos olisi edes muutama toimiva kuulosuunnin varusteineen.

Mitenkä sitten käytännössä? Ilmeisesti romuttamattomat kuulosuuntimet jäivät varikkojen riesaksi. Häviten sitten ns. vähin äänin. Saadut vähäiset tutkat korvasivat koulutuksessa kuulosuuntimet ja valonheittimet menivät rannikkopuolustukseen. ■

Hero-120 Portable Anti-Tank and Anti-Personnel Loitering Munition System

Ongoing development of technological advances in warfare have led to the increased use of Loitering Munitions Systems. The HERO-120 is addressing this trend and is emerging as the Loitering Munition-of Choice with a unique aerodynamic structure that combines a long loiter time, a high angle of attack with high manoeuvrability in the terminal attack phase as well as maximized lethality against any current and future target.

Developed and enhanced through the partnership between Rheinmetall of Germany and UVision of Israel, the HERO-120 was tested during day and night operations under difficult conditions, including extremely low temperatures, heavy snowfall, strong winds, humidity, ice-forming flight conditions, low clouds and limited visibility. The evaluation showed that the HERO-120 is effective in combat situations under arctic conditions and fulfils the special requirements for storage and transport.

HERO-120 is a lightweight system (25 kg with canister) with a very low logistics requirement and built for intuitive operation. It carries a High Explosive Dual-Purpose (HEDP) warhead developed by Rheinmetall to maximized effects. Its shaped charge warhead provides focused armour penetration capability while the fragmentation effect is designed for effects across a wide area to defeat unprotected targets as well as light protected targets. Comprehensive operator training of the entire system is based on the Israeli experience with a conscription army, is very rapid and allows for complete training of operators in less than 2 weeks.

With 60 minutes of loiter time and a 60+-km range, HERO-120 strikes time sensitive targets from all angles and directions, including in GNSS denied environments. Mission abort capability allows to automatically return into the loitering mode or to re-engage the enemy under more favourable conditions. The operator retains full Man-In-The-Loop (MITL) control at all times or has the choice to transfer control to another forward-deployed force that can take control of the munition to increase the probability for a missions success. The HERO-120's commonality with the Ground Control Station via combat proven radio data-links makes it safe, reliable, and simple to operate. The same Ground Control Station without changes is being used for all other current and future HERO-Loitering Munitions, allowing for one-time-training of the operator to be able to fly any current and future member of the HERO Loitering Munition Family.

With the HERO-120, front-line forces gain operational flexibility and do not have to rely on fire support or intelligence gathering from other units. Man-portable or mounted on a vehicle, the HERO-



120 is carried into combat and launched from a protected, hidden position with very low signature, giving the launch team maximum safety, flexibility and stand-off between the target. The operator locates and tracks targets using a gimbaled Electro-Optical & Infrared Camera. High levels of flight automated focus the operators task to detect, track and engage the target rather than flying the munition as required in First-Person View (FPV) drones. The high level of automation extends to the target engagement. With the push of pre-programmed button, the operator chooses the direction, the angle of attack, the fuze programming such as point impact, proximity, delay or stand-off, the time of the attack for maximized desired terminal effects. This intuitive ability together with warheads purpose-designed to the unique flexibility of Loitering Munitions creates new battlefield effects.

The battle-proven HERO-120 from the HERO family of loitering munitions increases the spectrum array of lethal weapons with a game-changing capability for armed forces. HERO-120's proven ability to function effectively even in the harshest weather conditions makes it a highly valuable asset in cold climate warfare, critical for current and future combat scenarios in Europe. The synergy of Rheinmetall and UVision heralds further advances in the field for integration into higher command and control systems for networked forces as well as the integration into various manned and unmanned vehicle platforms. ■

NATO Ground Based Air Defence (GBAD) Kill Chain Challenges & Possible Solutions

A central element in the NATO GBAD Doctrine (ATP-82) is introducing the concept of GBAD Task Forces (TF). The GBAD TF is formed by units and systems from available resource and tailored to the mission (of the GBAD TF), as a part of the overall NATO Integrated Air & Missile Defence system. However, bringing the different units and system to a satisfactory interoperable level faces several challenges. This article focuses on a part of the (GBAD) Engagement Operations (EO) that has to be performed by a GBAD TF – and how Kongsberg Defence & Aerospace (KDA) can contribute to solutions to challenges.

What is a kill chain in a GBAD context?

Originally derived from military targeting processes (find, fix, track, target, engage, and assess (F2T2EA), JP/AFDP 3-60, Targeting (2021)), the term "kill chain" has been widely adopted in modern defence strategies, particularly in air defence, to describe the systematic approach to engaging and neutralizing threats.

Key elements of the kill chain for GBAD implies ability to effectively detect, identify, track and destroy threatening air targets before they can pose a danger. For several GBAD systems the "fix" part is of vital importance – the quality & speed of data – and how they are handled - managed are essential to maximise effectiveness. The process must be highly efficient and is time-sensitive, as the window for responding to an airborne threat is often very narrow.

Framing the topic

Addressing all challenges within Integrated Air & Missile Defence (IAMD) is impossible within the format of this article's length. Therefore, a selective choice of two challenges is framed into a GBAD Task Force (TF) in this article. The GBAD TF contributes to reduce the control span and provides high quality sensor data from a local airspace to the Control & Reporting Centers (CRCs). Furthermore, the GBAD TF optimizes the utilization of the effectors available in the GBAD TF – and at best considering and coordinating with adjacent (GBAD) units – formations. A paramount function for a GBAD TF is then to execute highly effective Engagement Operations (EO) under short time windows – and normally under stressful conditions for the operators/decision makers. The running process to handle EO is the Threat Evaluation & Weapon Allocation process. Recent NATO Industrial Advisory Group studies (SG 238, SG 239) have emphasized and recommended adding an S to the quotation, rebranding TEWA to TESWA. The S then stands for Sensors' management or Sensors' optimization.

Challenges highlighted

Challenge number 1:

The GBAD TF needs advanced, reliable and automated processing capacity to execute an overall TE(S)WA for a variety of-/different subordinate GBAD (sub-)systems.

Challenge number 2:

The GBAD TF needs capacity to coordinate internal TE(S)WA in relation to - and in combination with other adjacent GBAD systems / TF's and/or HEU (e.g. CRCs) TE(S)WA processes.

Possible solutions based on KDA's products

The Tactical Coordination Center (TCC) is designed for being a hub for EO in a GBAD TF. The TCC leads over several networks of GBAD systems/units. The TCC is an overarching network leader.

Finland can utilize the TCC C2 functionality currently built-in in the already delivered NASAMS Fire Distribution Centers (FDCs). It's the same hardware.

TCC role is to support and give the tools needed in order for the operators (e.g. GBAD TF Tactical Director (TD) and TD Assistants) to perform efficient Command and Control / execute EO for NASAMS and other Air Defence systems.

The TCC is a perfect match for to control several subordinate networks. At the same time, the TCC handles HEU and adjacent / lateral (GBAD) units via NATO standard tactical data links. The TCC could also, on customer demand, implement and handle proprietary data links – and potential emerging (NATO) standards as the SAPIENT, if needed. A typical TCC today has the following link possibilities:

- » 1 HEU
- » X number of lateral data links (customer specified)
- » 1 BNDL (Battalion Net Data Link)
- » 4+ subordinate units/different GBAD weapon systems

However, the number of links and types of links are tailorable based on customer specifications.

The KDA TCC significantly contributes to a precise, coordinated and effective EO – potentially solving some of the challenges in a NATO kill chain for GBAD.

Final comments

Nations with NASAMS already have the built-in functionality of the TCC in the FDCs. However, it will achieve its full potential when applied comprehensively to manage a broad range of systems. Giving the GBAD TF commander the flexibility to optimize sensor and effector capabilities throughout the battlespace.

In NATO we are stronger together – with TCC functionalities GBAD TF fighting is done even more effectively! ■

Terminal High Altitude Area Defense (THAAD)

Partnering for Security and Prosperity

At Lockheed Martin, we deliver capable, connected, and layered integrated air and missile defense (IAMD) systems to help our international partners detect and defend against the most advanced threats.

The combat-proven Terminal High Altitude Area Defense (THAAD) Weapon System is a highly effective, proven defense against short, medium and intermediate-range ballistic missile threats. THAAD is engineered to leverage our demonstrated joint all-domain expertise and showcase our 21st Century Security solutions for a tightly connected and integrated air and missile defense architecture.

With its 100% intercept success rate in flight tests, (16 successful intercepts in 16 intercept attempts), our customers see the THAAD Weapon System not only as a desirable deterrent to protect against a range of incoming ballistic missile threats, but also as a key part of a strategic layered missile defense network.

Building a Tight, Layered Missile Defense Capability

In 2022, the THAAD Weapon System successfully demonstrated integration of the PAC-3 MSE interceptor by firing and controlling PAC-3 MSEs and intercepting a ballistic missile target, enhancing THAAD's capability by adding lower-tier ballistic missile defense.

Lockheed Martin continues to leverage its technologies to further enhance the THAAD Weapon System and integrate it with other architectures. With its flight test success rate and combat-proven status, THAAD continues to drive interest from around the world. THAAD stands 'Developed, Deployed, Ready!'

Comprehensive Threat Detection and Deterrence with the TPY-4 Long Range Air Surveillance Radar

The TPY-4 long range air surveillance radar is a next-generation strategic asset for defending your homeland and expeditionary forces. Lockheed Martin, with decades of radar innovation and excellence, brings transformative and comprehensive threat detection capability to the global defense marketplace with this cutting edge sensor.

L-band Frequency

The TPY-4 operates in L-band which is a relatively low frequency with a longer wavelength. Radars using this portion of the electromagnetic spectrum are



particularly effective at long-range target detection. They are less susceptible to environmental clutter and less vulnerable to electronic countermeasures. L-band radars are also generally smaller, lighter, and have lower power requirements when compared to higher-frequency radars of similar range.

Survivability

Transportable = survivable. The TPY-4 provides a strategic air picture with the benefit of operational maneuverability. It can be quickly relocated to adapt to evolving missions or just to keep your adversaries guessing. Lockheed Martin has decades of experience delivering systems built for longevity and reliability while operating in the harshest conditions on the planet.

Digital Architecture (at every element)

TPY-4 consists of 1,000+ elements that are each independently and digitally controlled in both transmit and receive modes, essentially acting as their own miniature radar systems. The all-digital nature of the system allows the operator to implement software-only updates or enhancements without hardware changes or invasive architectural redesign.

Ready for the Future, Today

Global forces need reliable, effective radar systems that can detect challenging targets and adapt to ever-changing landscapes, today. Lockheed Martin's Radar Center of Excellence makes the sensors of choice for more than 40 nations on six continents. ■

The Way Towards a European Integrated Air and Missile Defence

The conflict in Ukraine clearly shows the importance of a layered air defence covering all layers from the very short (C-UAS) to the long range. A NATO Integrated Air and Missile Defence (NATO IAMD) is an essential element of NATO’s deterrence and defence contributing to the alliance’s security and freedom of action.

Diehl Defence offers air defence systems for the long, medium, short and very short-range layers that are partially already successfully in operation in Ukraine and other customer countries.

C-SUAS

Countering small unmanned aerial systems (sUAS) has become a critical focus for security and defence sectors worldwide.

GUARDION is a modular drone detection and defence system for the non-kinetic protection of critical assets, infrastructure and events. It combines various sensors and effectors such as the HPEM SkyWolf for the defence against single Class I UAS drones and swarms as well as LTE and autonomous drones. GUARDION is available in different variants, e.g. for the protection of GBAD systems.

The purpose of the Sky Sphere System is to protect an asset against direct attacks carried out by Class I and smaller Class II UAS in military conflicts: It is effective against swarm attacks and capable to intercept various drone targets kinetically up to approx. 4 km range and 2 km altitude.

The Kinetic Defence System is a light and modular all-in-one C-UAS system to protect maneuvering forces, areas and high-value assets with hard- and softkill measures against Class I & II UAS. The system, which is based on a remotely controlled weapon station, can even be mounted on light platforms.

IRIS-T SLS Mk III

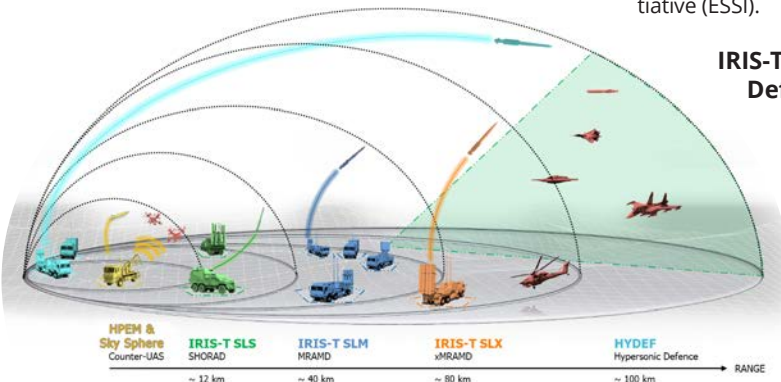
The IRIS-T SLS Mk III offers a 360° protection of moving land forces and vital assets. With its high ground-mobility and fire-on-the-move capability, the IRIS-T SLS Mk III is able to offer protection against all aerial threats within shortest reaction times. IRIS-T SLS Mk III combines all components (sensor, C² system and missiles) of an air defence system on one carrier vehicle. The system is highly effective against the emerging wide range of threats, particularly against armored combat helicopters and maneuvering targets.

IRIS-T SLM & IRIS-T SLX

With its unique integration philosophy, Diehl Defence offers its customers state-of-the-art air defence systems also for the medium range (IRIS-T SLM) as well as the extended medium range (IRIS-T SLX).

Both systems provide a 360° protection through vertical launch and require a minimum amount of personnel thanks to a high degree of automation. IRIS-T SLM covers an altitude of up to 20 km and a range of up to 40 km whereas IRIS-T SLX covers an altitude of up to 30 km and a distance of up to 80 km. The possibility of integrating a variety of different sensors and effectors provides the basis for customer-specific solutions.

The IRIS-T SLM system is combat-proven. With a hit rate of more than 90 percent, IRIS-T SLM is a highly efficient air defence system playing a significant role in the protection of the Ukrainian skies as well as in the context of the European Sky Shield Initiative (ESSI).



IRIS-T HYDEF (Hypersonic Defence)

In view of the continuously developing target spectrum, years ago Diehl Defence started with first analyses for the development of an endo-atmospheric interceptor. It is being developed for the engagement of ballistic and hypersonic targets.

With its superior range, the HYDEF interceptor will complete the IRIS-T product family. ■

Col. (res.) Gershon Zlotnik, Senior Director, AMD Division

Rafael Advanced Defense Systems' Multi-Layered, Multi-Range Integrated Air and Missile Defense

The arena of air and missile defense is marked by rapid evolution of the set of threats. Simultaneously, an increase in multi-domain, joint operations alongside global budget constraints has created a demand for more cost-effective, reliable multi-layered solutions evolving in the tempo of the threats they are required to counter.

Since its establishment over seventy years ago, Rafael Advanced Defense Systems has been synonymous with innovation in the field of air and missile defense. Many of its solutions – perhaps most famously the Iron Dome solution – are the first, only, or premier in its class. Its accomplishments in the field of defense technology research and development are many and varied, and it continues to raise the bar with cutting-edge, game-changing air and missile defense solutions.

The modern battlefield requires robust, integrated defense systems and comprehensive protection for stationary and mobile military forces, as well as strategic sites and population centers. Understanding these demands, Rafael has developed a comprehensive set of components, which may be combined into a multi-layered cost-effective defense solution, with cost awareness in mind.

Here are some of the hallmark characteristics of Rafael's air and missile defense systems:

- » **Defense against the widest set of aerial threats**, including fixed and rotary-wing aircraft, unmanned aerial vehicles, rockets, gliding bombs, cruise and tactical ballistic missiles.
- » **Interoperability and flexibility** by virtue of tri-force solutions, meeting operational needs of the army, air force and navy.
- » **Rapid response, high mobility, and transportability**, ensuring flexible deployment and quick, effective response.
- » **Open system architecture** enables adaptation and integration with a nation's other operational air defense platforms and C4I systems, adapting to their individual needs and requirements.
- » **System commonality** for reduction of life cycle costs and personnel training.

One of the most promising directions, currently pursued by the company, is the All-in-One (AiO) configurations of the renowned, mature, combat-proven air & missile defense systems from the Rafael's portfolio, having all essential functions of a full-fledged system – sensors, effectors and command & control – integrated on a single truck chassis. Currently, such TELAR configuration for the SHORT-MEDIUM air defense range is a world-unique, ahead-of-its-time, breakthrough offering, embodying the best of the RAFAEL's vast experience and facilitated by SWAP (Size-Weight-Power) – reducing technologies which have become recently available for major system components.

Through these elements and more, the Rafael's portfolio of air and missile defense systems employs decades of combat-proven experience and expertise. Its close collaboration with global military, government, and local industry leaders allows Rafael to design, develop, and support the most effective solutions and meet its customers' individual needs. These partnerships ensure flexibility, scalability, and an affordable integrated layered defense that adapts to the ever-evolving threat landscape. ■



The Renaissance of Gun-Based Air Defence

Revival of gun-based air defence boosts Finland's readiness across its massive area to defend.

The revival of gun-based air defence systems marks a significant evolution in modern military strategy, particularly for nations like Finland. This renaissance is driven by advancements in technology, the evolving nature of aerial threats, and the unique geographical and strategic needs of nations with extensive and potentially vulnerable frontiers.

Gun-based air defence systems, utilizing rapid-firing artillery, have seen a revival due to their versatility and effectiveness in countering a variety of aerial threats, including unmanned aerial vehicles (UAVs), low-flying aircraft, and precision-guided munitions such as cruise missiles. Unlike missile-based systems, which are often expensive and logistically demanding, modern gun-based systems provide a cost-effective and adaptable solution.

Advancements in radar and targeting technologies have enhanced the accuracy and lethality of these systems. For instance, the integration of modern fire control systems enables real-time tracking and engagement of multiple targets, ensuring a robust defensive posture against saturation attacks.

Finland's geographical position, with border spanning approximately 1 300 kilometres with Russia, necessitates a comprehensive and layered air defence strategy. The Finnish Defence Forces (FDF) have recognized the importance of gun-based air defence in complementing their existing missile systems to enhance the multi-tiered defence network.

Finland's terrain, characterized by vast forests and numerous lakes, presents unique challenges and opportunities for air defence. Gun-based systems like the state-of-the-art Skyranger 30 or 35, with their mobility and quick deployment capabilities, are ideally suited for such environments. They can be strategically positioned to cover critical infrastructure and urban centres, as well as dispersed across remote areas to provide a continuous defensive shield.

The FDF has invested in state-of-the-art gun-based systems, such as the Swiss-made Oerlikon Twin Gun GDF005, which are already integrated with Finland's broader air defence network. An even more modernised version of these systems, the GDF009, utilizes advanced Ahead (Advanced Hit Efficiency and Destruction) ammunition, with each round individually measured, programmed and designed to explode in the right moment in front of the target, releasing a cloud of more than 600 sub-projectiles per round to maximize the likelihood of a hit.

The Gepard, as seen in use in Ukraine, adds another layer of protection for ground forces and civilians in areas highly targeted by Shaheds and low



Well over 50 Skyranger 30 systems on different vehicle platforms are currently under contract with ESSI member states.

flying, subsonic cruise missiles. The FDF use a very similar system known as "Marksman". The fact that this system is still in use in Finland and respecting the fact that its cousin is highly successful in fulfilling its task in Ukraine, shows the farsighted thinking of the FDF in keeping all threats in their focus.

The renaissance of gun-based air defence has profound strategic implications for Finland. The Defence Forces have previously emphasized the importance of a balanced and resilient air defence posture. By integrating gun-based systems with missile defences, the FDF ensures a flexible response to diverse threats, enhancing deterrence and operational readiness.

Furthermore, the cost-effectiveness of gun-based systems allows for broader deployment, ensuring that even less critical areas receive some level of protection. This comprehensive coverage is essential for maintaining and safeguarding the integrity of Finland's sovereignty.

The revival of gun-based air defence is a vital development in modern military strategy, offering nations like Finland a robust and adaptable solution to emerging aerial threats. Moreover, the FDF strengthen their resilience and deterrence against opponents by increased interoperability with allied NATO Forces, a multi layered air defence shield with modern gun, and missile-based systems including the flying components such as the F-35. This approach not only addresses current security challenges but also prepares Finland to counter future threats in an increasingly complex global security environment. ■

ASTERIX: Ratkaisu monitoimintaympäristön haasteisiin

Yleisesti vakioidut sensoriliittynät tukevat toimintaa monitoimintaympäristössä.

Olemassa olevien ja tulevien suorituskykyjen myötä voidaan hyödyntää asejärjestelmän sensoria useamman erityyppisen asejärjestelmän käyttöön. Tämä tarjoaa reaaliaikaisuudeltaan ja tietosisällöltään riittävän tarkkaa seurantatietoa torjunnan onnistuneeseen suorittamiseen sekä samalla tarjoaa mahdollisuuden yleiskäyttöisten monitehtäväkykyisten sensorien hyödyntämiseen, mikä korvaa asejärjestelmäkohtaiset erikoistetut asejärjestelmäsensorit MOSTKA87M-tutkien hengessä.

Teknologinen kehitys mahdollistajana

Ratkaisuun liittyy merkittävästi sensorien kehittyminen, esimerkiksi AESA (Active Electronically Scanned Array) -tutkien osalta. Myös jatkuvasti kehittyvä kyberturvallinen IP-pohjaisten tietoliikenneyhteyksien hyödyntäminen sekä kiinteästi että langattomasti, on merkittäviä mahdollistajia. MOSTKA87M-tutkaa vastaava mittausetäisyys saavutetaan nykyisellään huomattavasti pienemmällä tutkajärjestelmällä, joiden seurantaan otto on nopeampaa, ja prosessointikyky sekä mitata, että seurata kohteita vanhoihin tutkiin verrattuna lähes rajaton. Samalla aletaan lähestyä aitoja monitoimintaympäristökykyisiä monitehtävätutkia, joiden havainnointi- ja mittauskyvykkyys kattaa pienistä lennokeista huomattavan nopeisiin, mutta tutkapeittopinta-alaltaan pieniin ja liikehdintäkykyisiin kohteisiin.

Standardit tutkaliittynät mahdollistajana

Teknisen kyvykyyden lisäksi tarvitaan yhteinen ja ilmaisuvoimaltaan riittävä kieli tiedon vaihtamiseen. Vaihtoehtoina on käyttää jatkossa vain kyseisen toimittajan yhteensopivia järjestelmiä ja alijärjestelmiä tai pyrkiä kehittämään yhteinen kieli. Vakioitu ASTERIX-kieli liittyy jälkimmäiseen vaihtoehtoon. Yhteisen kielen kautta voidaan muodostaa suunnitellusti ensisijaisia tuliyksikkö- tai patterikokoonpanoja liittämällä eri toimittajien alijärjestelmiä.

Yhtenä periaatteellisena esimerkkinä voidaan pitää amerikkalaista maavoimien THAAD-järjestelmää, jonka kyvykstä AN/TPY-2-tutkaa voi käyttää suunnitellusti ilman muita THAAD-järjestelmän osia merivoimien Aegis-ohjusjärjestelmän maalinosoitukseen. Monitoimintaympäristön esimerkkinä toimii amerikkalaisten todentama kyky välittää hävittäjän maalitietoa Link16-yhteyksillä HIMARS-järjestelmälle merellä olevaa alusta vastaan.

Mikä on ASTERIX ja Eurocontrol

ASTERIX (All Purpose Structured Eurocontrol Surveillance Information Exchange) on yleiskäyttöinen valvonta- ja sensoritietoformaatti, joka on maailmanlaajuisesti omaksuttu yleiseksi standardiksi ja jonka määrittelystä vastaa Eurocontrol. ASTERIX on vakioitunut

yleiskäyttöiseksi yksinkertaisuutensa vuoksi ja soveltuu käytettäväksi monenlaisiin käyttötarkoituksiin. Yleiskäyttöinen kieli tarjoaa suoraviivaisen kehityspulun liittynän kehittämiseen ja sitä kautta eri sensorijärjestelmien liittämisen, esimerkiksi sensorifuusioita johtamisjärjestelmään.

Välttämättä vaikutinjärjestelmän ja sensorin yksityiskohtaisesta suorituskyvystä, ASTERIX-kieleen pohjautuvalla liittynällä voidaan välittää sitä tukevalle järjestelmälle reaaliaikaista ja tarkkaa kohdetietoa tehtävän suorittamiseksi. Tämä on periaatteessa mahdollista myös JREAP-C ja L16-liittynöiden tapauksessa, mutta silloin seurantatieto on useampaan kertaan prosessoitua ja määriteltyiden lähetysvälien takia usein viiveellistä. Tämä merkittävästi heikentää joko lopullista tuhoamistodennäköisyyttä tai esimerkiksi tutkahakupäällä varustetun kohtajan onnistumista. Kohtajan hakupää joutuu etsimään kohdetta aiemmin ja laajemmalla hakusektorilla, mikä mahdollistaa kohteen havaita kohtaja aikaisemmin ja suu-remmalla todennäköisyydellä.

Merkitys johtamisjärjestelmien ja tulenkäytönjohtamisen kannalta

Käyttämällä vakioituja liittynätapoja voidaan saavuttaa aidosti kyky "liity ja taistele" (plug and fight) tai "sekoita ja sovita" (mix and match) -toimintaan kaikilla tasoilla, mutta erityisesti tulenkäytönjohtamisen osalta. Yhtenä kantavana ajatuksena on noudattaa "liitä ja taistele" -ajattelua muodostamaan avoin yhteensopiva ilmapuolustusarkkitehtuuri, jonka yhtenä kulmakivenä on yhteisen kielen omaksuminen.

Puolustusvoimien ohjauksessa Instan kehittämässä Ilmatorjunnan johtamisjärjestelmässä tärkein tavoite on joko avoimiin tai laajasti käyttöön vapautettuihin ja yleisesti käytössä oleviin standardeihin perustuvat rajapinnat ja liittynät. Ohjausta noudattaen ei tarvitse alusta lähtä toteuttamaan uutta suljettua rajapintaa ja toimintatapa mahdollistaa monipuoliset kansainväliset todentamismahdollisuudet. Edellä kuvattun kautta myös johtamisjärjestelmän arkkitehtuurin yksinkertaisuutta ja kybersietoisuutta kyetään kehittämään ja ylläpitämään käyttämällä käytössä olevia ja todennettuja kyberturvavaratkaisuita.

Vaikka tekninen kyvykkyys on olemassa, se ei poista todentamisen ja harjoittelun tarvetta. Samalla tehtäväsuunnittelu ja organisointi osin monimutkaisuudet, jos kiinteistä asejärjestelmäkohtaisista kokoonpanoista tietoisesti siirrytään taistelunkestävämpään liitä ja taistele -malliin. Toki kunkin järjestelmän ensisijainen suunniteltu käyttö sekä sen varaan rakennettu osaaminen niin teknisesti kuin toiminnallisesti tulee olla ensisijalla. Hyvä on kuitenkin valmistautua ja varautua joustavampaan toimintaan. ■

Joint Efforts to Win the Airspace Battle

Firepower alone has no longer been the key to victory in military conflicts. It is about creating situations in which you can make the right decisions faster than your opponent.

Command and control systems must have the ability to analyse and combine the multitude of incoming signals, detect deviations from the norm and make recommendations for action in order to support the operator in his extremely complex mission.

The automated command and control systems 9AIR C4I can process all currently known signals and provides a complete picture of the situation. When analysing the signals, on the one hand movement data is analysed, on the other hand information is also compared with civilian data. The system can also identify ballistic missiles and calculate a potential impact location in the short flight time.

Multi-Domain Sensors and C2

Today's threats are often multi-domain, which usually require coordinated efforts from several different arms, sometimes also together with units from other countries, or in a mix of civilian and military resources. In critical situations, you therefore need to be able to control all dimensions of the threat and quickly create optimal situational awareness and decision support.

The core of the GlobalEye Airborne Early Warning & Control (AEW&C) solution and the basis of its ability to provide cross-domain exchange and connectivity, is founded primarily on two things. The first is a powerful command and control system for multi-domain surveillance and real-time information. The second is a range of both active and passive sensors capable of handling all threats, in every domain – anything from electronic warfare threats to hypersonic missiles, stealth fighters and small, slow and low flying objects.

Multi-Mission Surveillance Radars

Radars for ground-based defence give forces air superiority from the ground. They protect forces,

securing their freedom to manoeuvre and support air superiority built on actual real-time control. Giraffe 1X is a compact high performing 3D radar with an ideal air surveillance component in the Ground Based Air Defence domain. The radar can detect fixed and rotary wing targets, fast missiles and RAM targets as well as small UAVs in high-clutter environments. It covers the entire search volume every second and provides forces with early warning. The total system weighs less than 150 kg with a top-side weight of 100 kg.

Based on experience gained in operations, Saab developed the multi-role Giraffe 4A system. It has a state-of-the-art AESA antenna based on Gallium Nitride (GaN) technology, operates in the S-band range and is equipped with a IFF detection and identification system. In order to protect itself (ECCM, Electronic Counter-Counter Measures), Giraffe 4A features automatic jammer detection and tracking in azimuth and elevation, among other things.

Close the Tactical Gap in Electronic Warfare

Detecting and analysing radar and communication signals is one of the most important tasks of today's armed forces. With passive sensors you can observe the enemy's signals without becoming an emitter yourself. Portable passive sensors such as Sirius Compact are suitable for a wide range of applications and are an ideal electronic support measures asset. They complement more complex systems and act in particular as an early warning system, for example for ground-based air defence (GBAD). Passive sensors also bring advantages for alliance partners such as NATO, as the information obtained can be shared within the framework of Cooperative Electronic Support Measures Operations (CESMO) and thus benefits all coalition partners.

RBS 70 NG - Ready for any Combat Challenge

A total of 19 countries, including several NATO countries, already have procured more than 1600 units of the RBS 70 and RBS 70 NG to date, in addition to more than 18,000 missiles. Saab's RBS 70 system of short-range laser-guided surface-to-air missiles has become an important part in many armed forces. The system can be used in the context of Mobile Short-Range Air Defence (MSHORAD) or as a man-portable system. This flexibility is desirable in situations when you wish to hide the vehicle and deploy a man-portable system, or if you need to set up the RBS 70 NG sight on the roof of a building.

Multi-Layered Structure

In order to be able to detect and counter all types of threats in the context of the kill chain, a multi-layered system structure is required. At the same time NATO is pushing the multi-domain approach – not only within the armed forces, but also between alliance partners. The fact is that cooperation is becoming increasingly important in order to act quickly and stay one decisive step ahead of the enemy. ■



saab.fi



ILMATORJUNNAN VUOSIPÄIVÄN VASTAANOTTO 2024

Ilmatorjuntasäätöillä on kunnia kutsua kaikki ilmatorjunnan ystävät ja tukijat (avec) juhlistamaan ilmatorjunnan vuosipäivää

Ilmatorjuntamuseolle
perjantaina 29.11.2024 klo 18:00-21:00.

Vieraiden vastaanotto 17:30 alkaen

Tervetuloa 18:00

» hallituksen puheenjohtaja, kenraaliluutnantti (exp.) Hannu Herranen

Kaartin soittokunnan konsertti
Cocktailbuffet

Mukaan pääset ilmoittautumalla sähköpostitse Ilmatorjuntasäätöön asiamiehelle Jussi Ylimartimolle, jussi.ylimartimo@mil.fi viimeistään 15.11.2024. Tarjoilun mitoittamiseksi ilmoittautumiset ovat sitovia

Lämpimästi tervetuloa!

Paraatipuku / tumma puku, kunniamerkit

Ilmatorjunnan ansioristiesitykset vuonna 2024

Ilmatorjunnan ansioristiesitykset tulee tehdä 4.10.2024 mennessä. Ilmatorjunnan ansioristit jaetaan ilmatorjunnan vuosipäivänä 30.11.2024.

Puolustusvoimien hallintoyksiköt tai ilmatorjunnan parissa toimivat maanpuolustusjärjestöt voivat tehdä esityksiä ilmatorjunnan ansioristitoimikunnalle ristin myöntämisestä. Puolustusvoimien hallintoyksiköille tarkemmat tiedot ovat asiakirjassa MU16162/9.8.2024 ILMATORJUNNAN ANSIORISTIESITYKSET VUONNA 2024. Maanpuolustusjärjestöt voivat pyytää tarkennetut tiedot ja ansioristin säännöt Maavoimien esikunnasta majuri **Rikupekka Lembergiltä** (vaihe puh. 0299 800) tai Ilmatorjunta-lehden toimituksesta.

Ilmatorjunnan ansioristi (ITAR) on sääntöjensä mukaan tarkoitettu Suomen ilmatorjunnan piirissä tai muuten sen hyväksi tehdystä ansiokkaasta työstä myönnettäväksi ansioristiksi. Ilmatorjunnan ansioristin myöntää ilmatorjunnan tarkastaja ilmatorjunnan ansioristitoimikunnan esityksestä tai oman harkintansa mukaan.

Ansioristin sääntöjen mukaisesti ansioituneita henkilöitä on runsaasti, mutta ansioristin arvon ylläpitämiseksi joukkoa laajennetaan hallitusti vuosittain. Ansioristin esittäjiä pyydetäänkin kiinnittämään huomiota perusteluihin sekä laittamaan esityksensä ehdottomasti puoltojärjestykseen.

Ristin mukana toimitetaan myös ristin pienoismerkki. Myönnetystä ilmatorjunnan ansiorististä ristin esittäjä maksaa 50 euron lunastusmaksun Ilmatorjuntasäätiölle, joka toimittaa esittäjille laskut.

Asiaa hoitaa Maavoimien esikunnassa majuri Rikupekka Lemberg (vaihe puh. 0299 800). Esitykset tulee olla lähetettyinä 4.10.2024 mennessä.



It-kerho jatkoi perinnetykkien kunnostustyötä

Helsingin res.ups. Ilmatorjuntakerho jatkoi kesän aikana ilmatorjunnan perinnetykkien kunnostustyötä Helsingin Munkkiniemessä. Aiempien vuosien työkohteina ovat olleet Lauttasaaren kaksi tykkiä, Tapiola sekä Taivaskallio Käpylässä.

Työnjako noudatti perinteistä kaavaa, jossa kerhon partiot huolehtivat irtomaalin ja pintaruosteen poistamisesta sekä pohjamaalaamisesta varsinaisen loppusilauksen jäädessä pintamaalaamisen osalta Ilmatorjuntamuseon ammattilaisille.

Munkkiniemen tykki oli ehtinyt päästä varsin huonoon kuntoon, joten pohjatöiden tekemiseen jouduttiin käyttämään aiempia kohteita enemmän työaika. Kohteen erityispiirteenä oli myös tykin sijainti valtion vierastalon välittömässä läheisyydessä, jolloin kulku kohteelle vaati erillistä lupamenettelyä. Järjestely saatiin kuitenkin sovittua hyvässä yhteistyössä. Oman haasteensa työskentelylle asettivat toisaalta helteinen sää ja toisaalta sadekuurot. Kalastajatorpan puolella ollut Helsingin Ilmatorjuntarykmentin killan vuonna 1989 lahjoittama muistomerkkitykin esittelytaulu on edelleen kateissa. Onneksi vanhasta taulusta on valokuva tallessa, joten siitä voidaan teettää kopio.

Valmistautuminen ensi vuoden ilmatorjunta-aselajin 100-vuotistilaisuuksiin ajatellen on saatu pääkaupunkiseudun muistomerkkitykkien kunnostuksen osalta tehtyä useamman vuoden pitkäjänteisellä työllä aikataulussa.

Teksti: Tomi Lavonen

Kuva: Jorma Lahtinen



Munkkiniemen tykki kunnostettuna.

Panssari-ilmatorjuntapatterin perinnepäivää vietettiin Parolannummella

Käynnissä on Panssari-ilmatorjuntapatterin juhlavuosi, sillä yksikön perustamisesta Parolannummelle tuli tänä vuonna kuluneeksi 50 vuotta. Suomalaisen panssari-ilmatorjunnan historia ja perinteet yltyvät kuitenkin vielä pidemmälle historiaan. Panssari-ilmatorjunnan ja myöhemmin Parolannummelle perustetun yksikön historiaan on kuulunut monenlaisia vaiheita vuosikymmenten varrella. Nykyisin Panssari-ilmatorjuntapatteri on vakiinnuttanut paikkansa yhteensä Helsingin ilmatorjuntarykmentin perusyksikkönä.

Panssari-ilmatorjunnan historia Suomessa katsotaan alkaneen, kun Ilmavoimien esikunta antoi helmikuun 14. päivänä 1942 käskyn Karjalan armeijalle siirtää kuusi ilmatorjuntapanssarivaunuryhmää perustettavaan Panssari-ilmatorjuntapatteriin. Perustetun yksikön kalustona oli Ruotsista hankitut Landsverk Anti II -ilmatorjuntapanssarivaunut. Panssaridivisioonaa perustettiin myöhemmin kesällä 1942, jolloin myös Panssari-ilmatorjuntapatteri vakiinnutti paikkansa yhtymän kokoonpanossa. Yksikön sotatapaaleen aikaiset taistelupaikat olivat asemasotavaiheen aikana Syväri, Gorkan lohko ja Mäki sekä suurhyökkäyksen torjunnassa Tali-lhantalan suurtaistelun alueet. Panssari-ilmatorjuntapatteri ampui jatkosodassa alas yhteensä 11 ja vaurioitti seitsemää hyökkääjän ilma-alusta. Yksikkö osallistui vielä Lapin sotaan ennen kotiuttamista marraskuussa 1944.

Sodan jälkeen Ilmatorjuntarykmentti 1:n alainen III Patteristo sijoitettiin Kangasalan Vatialaan. Vuoden 1952 uudelleen järjestelyissä siitä tuli Panssariprikaatin alainen 4. Erillinen ilmatorjuntapatteristo, joka myöhemmin ni-



Yksikön perinnepäivää vietettiin iloisissa tunnelmissa.

mettiin Tampereen ilmatorjuntapatteristoksi. Keväällä 1961 panssari-ilmatorjuntamiehet saivat uudeksi koulutuskalustoksi käyttöönsä 12 kappaletta SU57-2-ilmatorjuntapanssarivaunuja. Kesällä 1966 panssari-ilmatorjuntakoulutus irrotettiin kuitenkin Tampereen ilmatorjuntapatteristosta, kun se siirrettiin Parolannummelle. Panssari-ilmatorjuntakoulutus liitettiin Parolannummella osaksi Panssariprikaatia ja koulutusta jatkettiin Panssarivaunupataljoonassa, 3. Panssarivaunukomppaniasa yhden joukkueen vahvuudella.

Panssari-ilmatorjuntakomppanian ja -patterin perustaminen

Yli luutnantti **Aarne Repo** sai käskyn marraskuun lopulla, että 1.12.1973 perustetaan uusi yksikkö, jonka päälliköksi hänet samalla määrättäisiin. Perustettu yksikkö sai nimekseen Panssari-ilmatorjuntakomppania. Varsinainen Panssari-ilmatorjuntakomppania koottiin kuitenkin ensimmäisen kerran vasta 15. tammikuuta 1974, kun alokkaat astuivat palvelukseen. Tällöin yksikkö sai kasarmin ja miehistön. Samalla katsotaan yksikön tulleen perustetuksi Parolannummella.

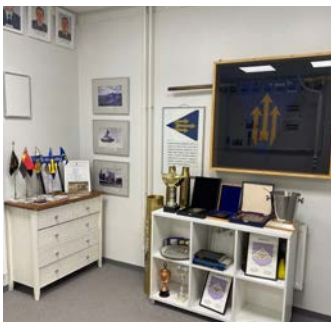
Vuoden 1987 alussa ilmatorjunnan johto ryhtyi toimenpitei-

siin Panssari-ilmatorjuntakomppanian nimen muuttamiseksi Panssari-ilmatorjuntapatteriksi. Nimen muutos toteutettiin lopulta 1.9.1987 ja uuden nimen saanut Panssari-ilmatorjuntapatteri säilytettiin osana Panssarivaunupataljoonaa. Panssari-ilmatorjuntapatteri liitettiin vuoden 2003 (1.1.2003) alusta alkaen perusyksikkönä Panssariprikaatiin perustettuun Hämeen ilmatorjuntapatteristoon. Vuodesta 2007 (1.1.2007) lähtien Panssari-ilmatorjuntapatteri on toiminut Helsingin ilmatorjuntarykmentin perusyksikkönä.

Panssari-ilmatorjuntapatterin perinnepäivän viettäminen

Panssari-ilmatorjuntapatterin perustamisesta Parolannummelle tuli tänä vuonna kuluneeksi 50 vuotta. Yksikkö juhlisti tätä merkittävää ajanjaksoa järjestämällä perinnepäivän yksikön vanhalle ja nykyiselle henkilökunnalle. Perinnepäivää vietettiin Panssariprikaatissa perjantaina 9.8.2024. Perinnepäivän ohjelmassa oli juhlapuheita sekä toiminnan ja koulutuksen esitelyä kutsuvieraille. Perinnepäivän vieton yhteydessä yksikkö otti käyttöönsä uuden perinnehuoneen.

Teksti ja kuvat: Kapteeni Henrik Vähämärtti, Panssariprikaati



Perinnepäivän yhteydessä käyttöön otettu perinnehuone tarjoaa yksikön perinne-esineille arvoisensa paikan.



Varuskuntakävelyllä 10.8. tutustuttiin Hyrylän varuskunnan historiaan.

Ilmatorjuntamuseon kuulumisia

Sotilasmuseokentässä on kuluva vuosi sisältänyt teemalla ”Käännekohtassa” näyttelyitä ja esitelmää, joilla muistetaan 80 vuoden takaisia jatkosodan ja Lapin sodan ratkaisutaisteluita. Ilmatorjunta oli tässäkin asiassa ensimmäisenä taistelussa, kun eri järjestöjen yhteistyöllä saatiin helmi-maaliskuussa aikaiseksi hienosti valtakunnan mediassa esillä ollut Helsingin vuoden 1944 torjuntavoiton tapahtumasarja.

Teemavuoden yhtenä merkittävänä tapahtumana Tuusulassa järjestettiin Kansallisena veteraanipäivänä veteraanijärjestöjen seppeleenlasku Ilmatorjuntamuseon välittömässä läheisyydessä olevassa Veteraanipuistossa. Tapahtuma jatkui Ilmatorjuntamuseolla kutsuvierasvastaanotolla sekä ”Sininen ja valkoinen” -konsertilla. Upeassa konsertissa esiintyivät MPK Etelä-Suomen soittokunta johtajanaan kapellimestari **Heino Koistinen** ja solistina **Tuomas Lehtinen**.

Toukokuussa avattiin museolla valokuvanäyttely ”Sodan värit”, joka julkaistiin ensimmäisen kerran jo vuonna 2000. Kuvien joukossa on otoksia jatkosodan eri vaiheista, vuoden 1941 hyökkäyksestä vuoden 1944 vetäytymiseen uuden rajan taakse. Alkuperäisen näyttelyn suunnittelivat tietokirjailija **Kalevi Keskinen** ja kuvatoimittaja **Mikko Pekari**. Näyttely päättyy elokuun lopussa.

Teemavuosi jatkuu syyskauden esitelmissä ja huipentuu 26.10. Kaaderikuoron ja naistrio Singereiden yhteiskonserttiin, jossa sodan ajan lauluin muistetaan historiamme käännekohtaa.

Museolla on vierailtu ahkerasti

Ilmatorjuntamuseon historiassa saatiin viime vuonna kävijäennätys, yli 18 000 museovierasta. Kuluvan vuoden elokuun alun tilanne osoittaa noin 700 kävijän kasvua viime vuoden vastaavaan hetkeen verrattuna. Arvion mukaan museokorttijärjestelmä ja museon eri tapahtumien myötä saama julkisuus ovat ne keskeiset tekijät, jotka ovat pitäneet kävijämäärän hyvällä tasolla.

Ilmatorjuntamuseon näyttelyt avattiin vuoden

alussa Digimuseossa. Tällä palvelulla museo saa näkyvyyttä lisää niin kotimassa ja kuin ulkomailla. Digimuseopalvelu siirtyi kesän alussa Yhteinen perintö Oy:ltä Reveel-yhtiölle. Reveelin tavoitteena on luoda uuden aikakauden vierailukokemus. Yhtiö tarjoaa museoille ja muille matkailutoimijoille vierailukohteiden digitalisointumista edistäviä palveluja. Palveluina ovat tällä hetkellä digitaaliset opaskirjat, kartat ja audio-opastuskierrokset 28 eri kielellä. Reveel-palvelu on käytössä muun muassa Suomenlinnassa, Helsingin suurimmissa kirkkoissa, Konstsamfundetin museoissa, Viking Linen laivoilla sekä on Helsingin kaupungin virallinen digitaalinen opasratkaisu. Myös Ilmatorjuntamuseon päämääränä on hyödyntää uuden palveluntuottajan tarjoamia mahdollisuuksia museokokemuksen elävöittämiseksi.

Valtion taloudellinen tilanne alkaa tuntua myös museoissa

Valtiovarainministeriön esitys valtion vuoden 2025 talousarvioksi julkaistiin perjantaina 9.8.2024. Esityksessä ehdotetaan museoiden valtionosuusrahoituksen leikkauksia. Lopullisia päätöksiä leikkausten kohdentumisesta museoille odotellaan syksyn alussa. Toivotaan, että päätökset mahdollistavat toimintamme jatkossakin tavoitteiden mukaisesti.

Valtionosuuksia saavat ammatillisesti hoidettut museot. Ilmatorjuntamuseon toimintamenoista noin puolet muodostuu tuosta avustuksesta ja on aivan keskeinen resurssi museon ylläpidossa. Muu osa toimintamenoista katetaan lipunmyynnillä ja museokaupan tuotemyynnillä sekä erilaisilla tapahtumajärjestelyillä. Museon kiinteistökuluista vastaa Tuusulan kunta, mikä luo perustan museon olemassaololle.

Syyskaudelle on jälleen monipuolisia tapahtumia ja tasokkaita esitelmää

Ohessa ovat syyskauden tapahtumat. Museon kuuksiluennot ovat olleet hyvin suosittuja. Nytkin on

luvassa mielenkiintoisia, huippuasiantuntijoiden esitelmää, joissa käsitellään ajankohtaisia aiheita ja myös paikallista historiaa.

Kuukausiesitelmä 10.9. klo 18.00-19.30: Juhani Vakkuri: Torjuntavoitto 1944. Esitelmässä käsitellään kirjallisuudessa ja yleisön keskuudessa usein esillä ollutta kysymystä päämajan valmistautumattomuudesta Neuvostoliiton suurhyökkäykseen kesällä 1944. Oliko asia todella näin?

Historioitsija, FM Juhani Vakkuri on perehtynyt pitkällä urallaan erityisesti suomalaisten osuuteen toisessa maailmansodassa.

Kuukausiesitelmä 24.9. klo 18.00-19.30: Eversti evp. Jukka Hellberg: ”Venäjän ja Ukrainan välinen sota – humanitäärinen ja turvallisuuspoliittinen katastrofi, jolle ei näy loppua...?”

Alustajana toimii eversti evp. Jukka Hellberg. Hän on palvelut suuren osan sotilasurastaan puolustusvoimien strategisessa tiedustelussa mm. Analyysikeskuksen johtajana sekä sotilasdiplomaattina Venäjällä ja Valko-Venäjällä vuosina 1994-96 ja 2002-06. Venäjän ylimmästä sotilasopetuslaitoksesta, Yleisesikunta-akatemiasta haminalaislähtöinen Hellberg valmistui vuonna 2002.

Lokakuu:

Syystalkoot 8.10.

Kuukausiesitelmä 8.10. klo 18.00: Eversti evp., tohtori Martti Lehto: ”Kybertiedustelua ja -sodankäyntiä digitalisoituvassa maailmassa.”

ST Martti Lehto, eversti evp. toimii tutkimusjohtajana Jyväskylän yliopiston informaatioteknologian tiedekunnassa erityisalanaan kyberturvallisuus. Hän on myös ilma- ja kybersodankäynnin dosentti Maanpuolustuskorkeakoulussa.

Suomen Radiohistoriallisen Seuran syyskokous 19.10. ja yleisölle avoin esitelmätilaisuus klo 12.00 alkaen: DI Jorma Laiho: Television kehitys.

Kuukausiesitelmä 22.10 klo18.00: Harri Nyman: Arkeologia – Tuusula 11 000 – 1 000 ennen nykyaikaa, Tuusula esihistoriallisena aikana.

Suomen asutuksen pioneirit samosivat jääkauden päätyttyä 11 000 vuotta sitten myös nykyisen Tuusulan alueelle.

Konsertti 26.10. klo 15.00-16.45, Kaaderikuoro ja Singerit

Marraskuu:

Isänpäivä 10.11. (vapaaehtoinen pääsymaksu)

Kuukausiesitelmä 12.11. klo 18.00, Harri Nyman: Keskiäinen Tuusula, Tuusula Anno Domini 1 000 – 1 500.

Kaukjärven – sittemmin Tuusulanjärven – ympäristö on keskiajalla käymistilassa. Kasken poltto ja kiinteä kyläasutus näyttävät leviävän seutukunnalle Hämeestä 1000-luvun alkajaisiksi. Ilmatorjunnan vuosipäiväjuhla 28.11.

Joulukuu:

Puustellin Joulu 7.12. Kokoperheen jouluinen tapahtuma.

Teksti: Esa Kelloniemi

Kuva: Heikki Marttila

Onnea valmistuneille!

Elokuu on sotakouluilla työn- ja juhlantäyteistä aikaa, kun opiskelijat eri tasoilla saavat opintonsa päätökseen.

Ilmasotakoululla juhliittiin 108. kadettikurssin kadettien opintosuuntaakohtaisten opintojen päättymistä 8.8., ja 30.8. valmistui viisi uutta ilmatorjuntaluutnanttia joukko-osastoihin.

Sotatieteiden maisterikurssi 12 joukkoosaan yhdeksän ilmatorjuntataistelijaa valmistui 9.elokuuta. Juhlallisuudet järjestettiin Maanpuolustuskorkeakoululla.

Sekä kadettien että maisteriopiskelijoiden vuodet koulunpenkillä ovat täyttyneet uuden omaksumisesta, opitun soveltamisesta ja välillä kiivaastakin, mutta kehittävästä ajatusten vaihdosta. Nyt on vihdoinkin taas aika tarttua työhön.

Lämpimät onnittelut kaikille valmistuneille!

Teksti: Maija Tomperi, Ilmasotakoulu

Kuva: Puolustusvoimat



Ilmatorjunnan tarkastaja eversti Mano-Mikael Nokelainen luovutti Niilo A. A. Simojoen kunniamiekan kadetti Atte Kukkulalle.

Kadetit kansainvälisessä ja kehittyvässä ilmatorjunnassa



108.kadettikurssin Ilmatorjuntaopintosuunta

Ilmatorjunta on kehittyvä aselaji. Jälleen kerran tätä lausahdusta todistetaan 108. kadettikurssilta valmistuvan ilmatorjuntaopintosuunnan osalta, jossa kansainvälistyminen ja järjestelmien jatkuva kehitys ovat olleet opetuksen keskeisenä teemana koko aselajiopintojen ajan. Nykyaikaisten trendien ja paradigmojen sekä kansainvälisten muutosten huomioiminen luo edellytykset nuorille luutnantteille toteuttaa heidän ensimmäistä tehtäväänsä joukko-osastoissa. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että kaikkea aiempaa olisi syytä unohtaa tai perinteitä tulisi kirjoittaa uudelleen.

Ilmatorjuntajärjestelmien kehitystyön kärjessä

Ilmatorjuntakadetit viettävät ilmatorjuntaopinnoissaan Tikkakoskella Ilmasotakoulussa noin vuoden ja kaksi kuukautta. Tuona aikana kadeteille koulutetaan keskeisimpiä ja yleisimpiä ilmatorjunta-aselajissa käytössä olevia järjestelmiä asejärjestelmistä viestijärjestelmiin. Tällä pyritään luomaan kadeteille paitsi ammattitaitoa myös laajempaa ymmärrystä ilmatorjunnan vaatimuksista ja keskeisistä ominaisuuksista maavoimien aselajina.

Puolustusvoimien järjestelmien kehitys elää aina ajassa, ja nykyisten toimintaympäristöjen muutoksen vuoksi ilmatorjunnan ”kaikkien puolustushaarojen yhteisenä aselajina” tulee olla käytettävien järjestelmien osalta yhteensopiva niin maa-, meri-, kuin ilmavoimienkin järjestelmien kanssa. Olemassa olevia ase- ja viestijärjestelmiä päivitetään ja kehitetään, ja niiden suorituskykyä parannetaan. Henkilökuntaa täytyy koulut-

taa luotujen uusien suorituskykyjen käyttäjiksi. Puolustushaarojen sisäisen yhteensovittamisen lisäksi oman näkökulmansa kehitystyöhön tuo vielä viime aikoina merkittävästi kasvanut kansainvälinen yhteistoiminta.

Me olemme oman vuotemme ja kahden kuukautemme ajan olleet etuoikeutetussa asemassa päivitettyjen järjestelmien koulutuksen suhteen, sillä Ilmasotakoulun ilmatorjuntasektorilta olemme saaneet aina ajantasaisimman tiedon ja opetuksen jokaiseen järjestelmään liittyen tai vähintäänkin meidät on lähetetty oppimaan sinne, mistä sen saa. Olemme päässeet opettelemaan ja käyttämään heti tuoreita päivitettyjä laitteita, ja jopa kokeilemaan vielä prototyypivaiheissa olleita järjestelmiä.

Pystymme rakentamaan koko maan kattavia siirrettäviä viestiverkkoja, mutta toisaalta olemme silti harjoituksissamme huomanneet, että kelan rakentamisella, merkkien piirtämisellä karttaan ja tupakkiasikin kanteen käskyjen kirjoittamisella on edelleen keskeinen, jollei merkittävin, rooli puolustusratkaisumme toteutuksessa. Näin ollen nekään taidot eivät saa unohtua, ja niitä tulee edelleen kouluttaa.

Kansainvälisyys väritti opintoja

Kolmivuotisen kadettikurssimme aikana tapahtuneet maailman muutokset ovat väistämättä heijastuneet opintoihimme. Aloitimme Kadettikoulun vielä koronapandemian aikaan, hetken kuluttua Ukrainassa sytyi sota ja lopuksi Suomi liittyi Natoon. Ukrainan sodan vuoksi ilmatorjunta aselajina on saanut huomiota, mikä on herättänyt kiinnostusta meitä ilmatorjuntakadette-

jakin kohtaan niin koulukavereidemme keskuudessa kuin koulun ulkopuolellakin. Ukrainan tapahtumat ovat nostaneet kaikkien huulille UAV:t eli miehittämättömät ilma-alukset, joista on noussut hyvin keskeinen teema paitsi opetuksessamme myös ilmatorjunta-asetelmissä ylipäätään. Havaintojemme mukaan ilmatorjunnan arvostus on kasvussa, joka näkyi hyvin eräässä harjoituksessa, jossa taisteluosaston komentaja pyysi opintosuuntamme kadettia kertomaan taisteluosastonsa esikunnalle ilmatorjunnasta sekä käskemään ilmatorjuntaosuuden omassa käskynannossaan.

Nato-jäsenyys vilkastutti jo valmiiksi kansainvälistä toimintaympäristöämme Ilmasotakoululla. Pääsimme harjoittelemaan yhdessä ruotsalaisten, saksalaisten ja yhdysvaltaisten ilmatorjuntataistelijoitten kanssa. Opintojemme aikana saamiemme kokemusten mukaan on keskeistä, että kansainvälisiä harjoituksia järjestetään myös puhtaasti ilmatorjuntajoukoille, jollainen esimerkiksi Mallet Strike 1/24-harjoitus oli. Sieltä saatujen oppien myötä ymmärrys kansainvälisen toimintaympäristön haasteista ja mahdollisuuksista karttui merkittävästi.

Osaltaan Nato-jäsenyys kannusti myös kansainvälistämään ilmatorjuntakadettien opetusta. Kaikki tulen- ja taistelunjohtoon liittyvä viestintä opetettiin meille alusta alkaen englanniksi, jotta meillä on valmius johtaa myös kansainvälisiä joukkoja, ja englanninkieliseen taistelunjohtoviestintään siirryttiin kansallisessa mitta-kaavassa vuoden 2024 alusta. Näiden lisäksi osa teoriaopetuksestakin järjestettiin englanniksi, kuten esimerkiksi ilmauhkaa koskevat esitelmät. Englanninkielisen opetuksen tavoitteena oli saada meidät käyttämään rohkeasti englantia puhekielenä sekä tutustumaan ilmatorjunnan kansainväliseen terminologiaan.

Vatialassa tapahtui elokuussa

Dekati LTD:n neukkarissa oli väkeä yhteensä 44 henkeä kuuntelemissa eversti evp. **Rauli Korpelan** esitelmää Tampereen Ilmatorjuntapatteriston historiasta.

Kuuntelijat olivat sekä Dekatin henkilökuntaa, että Pirkanmaan Ilmatorjuntakillan väkeä.

Ansiokas esitys lähti liikkeelle viime sotien aikaisista varikkorakennuksista, 1950-luvun varustekorjaamosta sekä Tampereen Ilmatorjuntapatteriston vaiheista nykyiseen hiukkastutkimuslaitteita valmistavan yrityksen tiloihin.

Luutnanttina Rauli Korpela otti niukalti, mutta ansiokkaasti valokuvia varuskunnan alueesta ennen kuin sotaväki lähti Vatialasta Ouluun vuonna 1980. Kuvia sai hyvin napsittua ilmailuvantatornista, joka sijaitsee alueen korkeimmalla paikalla: 50 metriä läheisen Pitkäjärven pinnasta!

Vilkkaan keskustelun siivitti Dekatin ulkomaalaisten ostajien ihmetyksen aiheet: muistotykki toivottomassa vieraat tervetulleiksi, Bofors ilmatorjuntatykki pihassa, ilmatorjuntakonekivääri kasarmirakennuksen sisällä sekä Pitkäjärven upeat maisemat!

”Onko teitä vain viisi?”

Väliotsikon lausahdus on kulttu monena eri variaationa vierasopettajien tai vanhempien kollegoiden suusta. 108. kadettikurssin ilmatorjuntalinjan viisikko on toden totta pieni verrattuna aikaisempiin. Pieni viiden kadetin kirjavahvuutemme onkin näkynyt viimeisen vuoden opinnoissamme sekä hyvässä että pahassa. Määrällisesti pientä linjaa voisi kuvailla taktisesti hyvin liikehtimiskykyiseksi, kustannustehokkaaksi sekä monikäyttöiseksi joukoksi.

Pienessä linjassa on kieltämättä myös varjopuolia: vähemmän työvoimaa, vähemmän lepuvuoroja ja liikaa positiota täytettäväksi. Mutta niin kuin armeijassa joukoille on tyypillistä, koetelemukset ovat liimanneet tätäkin ryhmää yhteen. Koska peukalonpyörittelijöille ei ole ollut tilaa, jokainen on joutunut säännöllisesti pois mukavuusalueeltaan. Harvassa ovat olleet ne kerrat, jolloin kaikki eivät olisi päässeet tekemään kaikkia tehtäviä esimerkiksi harjoituksen aikana. Pakko on ollut hyvä motivaattori heikkouksien kehittämiseen.

Ilmatorjuntakadettien määrä on pakottanut myös opettajat soveltamaan muun muassa opetuksen toteutusmenetelmiä. Osa ongelmista on ratkennut sillä, että opettajat ovat lyöttäytyneet osaksi ryhmää. Nämä hetket ovat luoneet luottamusta ja arvostusta opettajien ja opiskelijoiden välille, mikä kantaa varmasti vielä työelämän alkaessa.

Vaikka pieni koko ei ole viimeistä opiskeluvuotta juuri haitannut, on varmasti aseteljin näkökulmasta positiivinen kehityssuunta, että 109. ilmatorjuntaopintosuunta on vahvuudeltaan melkein kaksinkertainen.

Teksti: 108. kadettikurssin ilmatorjuntaopintosuunta

Kuva: Puolustusvoimat



Vasemmalla esitelmän pitäjä eversti evp. Rauli Korpela ja oikealla Dekati LTD:n Päivi Hakulinen, joka kiitti esitelmästä lahjuksen kera.

Harvalla firmalla on tällaiset, vähän erikoisetkin puitteet!

Teksti ja kuva: Lauri Niemelä



SM12-kurssin valmistuneet ilmatorjuntaupseerit iltajuhlassa.

Sotatieteiden maisterikurssi 12 valmistui

Sotatieteiden maisterin tutkinnosta valmistui 9. elokuuta 2024 yhteensä 136 opiskelijaa, joista yhdeksän suoritti tutkinnon ilmatorjuntaopintosuunnalla.

Sotatieteiden maisterikurssin tavoitteena on kouluttaa Puolustusvoimille ja Rajavartiolaitokselle upseereita, joilla on vaadittavat tiedolliset ja taidolliset valmiudet toimia normaaliolojen perusyksikön päällikön tehtävissä ja poikkeusolojen joukkojen joukkoyksikköpäällystötehtävissä sekä kansainvälisissä tehtävissä. Maisterin tutkinnon osaamisalueet johtaminen; suorituskyvyn suunnittelu, rakentaminen ja ylläpito; valmiuden säätely ja suorituskyvyn käyttö, toimintakyky sekä asiantuntijan tutkimus- ja työelämävalmiudet on johdettu Puolustusvoimien ja Rajavartiolaitoksen ydintehtävistä.

Sotatieteiden maisterikurssi 12 (SM12) aloitti opintonsa syyskuussa 2022. Maisterikurssin runko muodostui 101. kadettikurssin opiskelijoista, jotka olivat kandidaatin ja maisterin tutkintojen välissä työskennelleet viisi vuotta pääosin kouluttajan, jaosjohtajan ja varapäällikön tehtävissä ympäri Suomen. Olipahan joku ehtinyt jo toimimaan perusyksikön päällikkönäkin ennen maisterikurssia. Jälleennäkemisen riemu oli valtaisa, kun vanhat tuttavat kokoontuivat jälleen Santahaminan saarelle. Oli mil-

tei vaikea uskoa, että osan kanssa viimeisimmästä kohtaamisesta oli kulunut jo viisi vuotta ja pikemminkin tuntui siltä, että nyt vain jatkettiin siitä mihin viimeksi jäätin.

Edellisten vuosien maisterikurssien opintoja oli sotkenut koronapandemia, joka aiheutti erilaisia haasteita ja muutoksia opetuksen toteutukseen. Meidän kurssin alkaessa koronapandemia oli taakse jäänyttä elämää. Sen sijaan kurssin sisältöä ja opetusta leimaavina asioina voidaan pitää Venäjän hyökkäystä Ukrainaan, joka käynnistyi kurssin alla, keväällä 2022 sekä Suomen liittymistä Natoon keväällä 2023. Nämä ajankohtaiset asiat kyettiin räätälöimään kurssin opetussisältöihin ansiokkaasti ja varmasti osin nopeallakin aikataululla, mistä iso kiitos Maanpuolustuskorkeakoulun henkilökunnalle.

Opintojen sisältö ja toteutus

Ensimmäisen syyslukukauden opinnot olivat kaikille yhteisiä ja yleisiä opintoja, mikä edesauttoi ryhmäytymistä sekä tutustumista vanhoihin ja uusiin tuttaviiin. Alun ”honeymoonin” jälkeen akateemisen opis-

kelun realiteetit alkoivat iskeä opiskelijoiden tajuntaan viimeistään siinä vaiheessa, kun ensimmäiset arvioitavat koulutytöt käskettiin suoritettavaksi. Taisipa joku mainita myös jostain paremmuusjonoista... Syksyn aikana opiskelimme muun muassa länsimaisen sotataidon kehittymistä 1900- ja 2000-luvulla, kansallista ja kansainvälistä turvallisuus- ja toimintaympäristöä sekä teknologisen kehityksen vaikutuksia järjestelmien tekniseen rakenteeseen ja suorituskykyyn. Syksyn osalta keskeisenä tarkoituksena oli lisätä opiskelijoiden ymmärrystä siitä, miten suorituskykyjä suunnitellaan ja rakennetaan Puolustusvoimissa.

Joululoman jälkeen aloitettiin ensimmäisen kevätlukukauden opinnot terävästi tutkimusmenetelmäopinnoilla, joilla opiskelijoita valmisteltiin edessä olevan pro gradu -tutkielman laadintaan. Sanotakoon, että itse tutkielman laatiminen ei ollut monellekaan kurssin kohokohta, mutta siitäkin selvitettiin yhdessä. Kun opiskelijoille oli syötetty riittävästi perusteita laadullisista ja määrällisistä tutkimusmenetelmistä, oli aika keskittyä valmiuden kohottamiseen, perustamisen ja viranomaisyhteistyön mielenkiintoisiin kokonaisuuksiin. Tämän jälkeen kevätlukukauden huipensi puolustushaaroittain eriytyvät operaatiotaidon ja taktiikan opinnot. Alkuun opiskeltiin venäläistä sotataitoa, jonka jälkeen Maavoimien opiskelijat ryhtyivät opiskelemaan ja harjoittelemaan taisteluosaston puolustusta, hyökkäystä ja viivytystä. Oli tullut siis aika kaivaa esiin useerin tärkeimmät suunnittelutyökalut eli kartat ja tusit. Suunnittelutyö toteutettiin esikunnittain, joihin oli sijoitettu opiskelijoita tasaisesti eri aselajeista. Ilmatorjuntaopiskelijan näkökulmasta ja myös kurssilaiden mielestä esikuntatyöskentely oli varmasti antoisin ja opettavaisin kokemus maisterikurssilla, koska siinä osaaminen kehittyi konkreettisesti niin tiedoissa kuin taidoissa.

Toinen lukuvuosi ja syyslukukausi alkoivat elokuussa 2023. Jotkut olivat edistäneet tutkielmaansa tehokkaasti heinäkuun tutkimusvapailta, toiset vähän vähemmän. Joka tapauksessa kesäloman jälkeen oli aika luovuttaa Santahaminan asunto hetkeksi pois ja siirtää matkalaukut Ilmasotakoululle. Syys-joulukuun ajan ilmatorjuntaopiskelijat syvenyivät aselajipintoihin Tikkakoskella. Opinnoissa päivitimme ja syvensimme tietojamme ilmauhkan osalta, opiskelimme ilmatorjunnan eri toimintaympäristöjä sekä harjaannuimme ilmatorjuntapatteriston esikuntatyöskentelyssä ja toimimaan komentajan tehtävissä. Syksyn aikana vierailimme lukuisten mielenkiintoisten toimijoiden luona ja myös Lohtajan R4P:n tulasema-alueen valvojan torni tuli ADEX:n ampumavaiheessa tutuksi. Pääsivät neljä kaveria vielä kokemaan Hawkin kyydissä elämänsä nopeimman siirtymisen Lohtajalle ja takaisin, eikä suurimman osan tarvinnut turvautua edes oksennuspussiin.

Joululoman jälkeen oli aika laittaa tutkijan hans-

kat käteen ja viedä gradu-projekti kunnialla maaliin. Luonnollisesti tämä ei ollut tempu eikä mikään IT-miehille, opintosuunnan gradujen keskiarvon ollessa 3,86. Gradujen palauttamisen jälkeen opintoja jatkettiin varsin kevyin mielin kohti kesää. Keväällä opiskelimme vielä johtamista, jossa keskiössä olivat työyhteisön johtaminen ja esimiestyö sekä kansainväliset yhteistyövalmiudet normaalioloissa. Tämän jälkeen oli edessä enää puolustushaaroittain eriytyvät operaatiotaidon ja taktiikan opinnot, joissa viitekehys muuttui ensimmäisen kevään perusyhtymätasosta nyt yhtymätasolle. Tämä kokonaisuus päättyi kesäkuussa järjestettyyn STAFFEX24-harjoitukseen.

Ajatuksia kurssin jälkeen - mitä jäi käteen?

Tätä kirjoittaessani olen nyt ensimmäistä viikkoa töissä valmistumisen jälkeen. Ennen kuin menen varsinaiseen väliotsikon aiheeseen, niin täytyy todeta, että kyllä kaksi vuotta "saarella" on irrottanut melko tehokkaasti tästä varusmiesyksikön arjesta ja todellisuudesta. Kun kurssilla sai keskittyä itsensä kehittämiseen vanhempien lehtorien ohjauksessa, niin töihin palatessaan sitä löysi itsensä työyhteisöstä jos ei ikäpresidenttinä, niin ainakin n:tenä perintöprinssinä 5–10 vuotta nuorempien kouluttajien ja varusmiesten joukosta.

Sitten itse aiheeseen. Me ilmatorjuntaopiskelijat koemme, että maisterikurssi opetti meille paljon sellaisia tietoja ja taitoja, joista on hyvä ammentaa tulevissa esimiestehtävissä niin normaali- kuin poikkeusoloissa. Pitää ymmärtää, ettei mikään korkeakoulu tai tutkinto tee ihmisestä, tässä tapauksessa upseerista, valmista. Sen sijaan opetuksen ja koulutuksen tarkoituksena on lisätä ymmärrystä ja kasvattaa meitä henkilöinä niin, että meillä on aina vaan paremmat valmiudet toimia tulevissa, yhä vaativammassa tehtävissä. Uskon, että jokaisella opiskelijalla on nyt kurssin jälkeen kiitettävät tiedolliset ja taidolliset valmiudet, joita lähteä jatkojalostamaan tulevissa työtehtävissä.

Osaamisen ja valmiuksien lisäksi käteen jäi hyvät ystävät, kurssitoverit. Kuten kurssin vanhin valmistujaisten juhlapuheessaan totesi: "Monet ovat löytäneet elinikäisiä ystäviä, bestmaneja, lastensa kummeja joukostamme, olemmehan kulkeneet yhteistä polkua jo vuosikymmenen ajan. Tämä verkko on edelleen olemassa ja valmiina ottamaan kiinni, mikäli elämä ja tulevaisuus työntää ja tönii kumoon". Viimeistään nyt sen ymmärtää, kuinka iso voimavara oma kurssi on niin ammattitaidollisesti kuin elämän eri vaiheissa.

Ilmatorjuntaopintosuunta haluaa toivottaa kaikille Ilmatorjuntalehden lukijoille hyvää syksyä. Nähdään kentällä!

Teksti ja kuva: Kapteeni Jesse Tyni, Panssariprikaati



3. Kev.It.Ptrin 40 mm:n tykkiryhmä tuhotussa Rovaniemen kauppalassa 4.11.1944.

Eversti evp. Ahti Lappi
Kuvat: SA-Kuva

Ilmatorjuntamiehet Lapin sodassa

Lapin sota kesti noin seitsemän kuukautta, mutta ilmatorjuntamiehet olivat siinä mukana vain noin kuukauden ajan syyskuun lopusta lokakuun loppuun 1944. Saksalaiset lopettivat ilmasotatoimet alkuvaiheen jälkeen, joten ilmatorjuntaa ei enää tarvittu. Ilmatorjuntajoukkoja kuitenkin keskitettiin sotatoimialueelle melko paljon. Saksalaisten ilmatorjunta oli tehokasta ja aiheutti Suomen lentojoukoille kovia tappioita.

Ilmatorjunnan painopiste selustassa

Ilmatorjuntayksiköitä keskitettiin rannikkokaupunkiin Ouluun, Kemiin ja Tornioon. Yksiköitä siirrettiin Oulusta Kemiin ja takaisin meritse. Taistelujauksessa tapahtui koko ajan muutoksia, myös johtosuhteet näyttävät vähän sekavilta, Oulussakin oli kolme eri johtoportaan alaisia ilmatorjuntayksiköitä, joiden tulitoimintaa kuitenkin johti 6. Erillisen Ilmatorjuntapatteriston torjuntakeskus. Huonot viestiyhteydet häiritsivät johtamista.

Päävastuussa oli III AK:n tueksi määrätty Ilmatorjuntarykmentti 15 komentajanaan everstiluutnantti **Paul Rosokallio**. Rykmenttiin kuului kaiken kaikkiaan neljä patteriston esikuntaa, neljä raskasta ja 9 kevyttä ilmatorjuntapatteria, yksi kevyt ilmatorjuntajaos ja viisi raskasta valonheitinajaosta. Kumma kyllä, Irja-radioluotaimia ei saatu käyttöön,

vaikka yötorjuntaankin varauduttiin. Panssaridivisioonan mukana oli maavoimien ainoa oma ilmatorjuntayksikkö, panssari-ilmatorjuntapatteri. Kapteeni **Martti Sillanpään** johtama Kevyt Ilmatorjuntapatteristo 8, johon kuului peräti seitsemän kevyttä ilmatorjuntapatteria, suojasi lentokenttiä mm. Kemissä, Rovaniemellä, Vaalassa, Kajaanissa ja Pudasjärvellä. Majuri **Erkki Tarvaisen** 6. Erillisen Ilmatorjuntapatteriston johdossa Oulussa oli 30.9.1944 yksi raskas ja kaksi kevyttä ilmatorjuntapatteria sekä kuulosuunninajaos. Everstiluutnantti Tarvainen toimi sodan jälkeen Pohjanmaan Ilmatorjuntapatteriston komentajana Kokkolassa.

Maihinnousu suunnittelussa oli joku iso ongelma, sillä tehokkailla ilmatorjunta-aseilla (20, 40, 105 mm) varustetut merivoimien tykkiveneet Hämeenmaa ja Uusimaa saapuivat sotatoimialueelle vasta lokakuun 11. päivänä. Pahin vaihe oli silloin jo ohi.



Luftwaffen Focke Wulf 200 Condor -koneet pudottivat radio-ohjattuja pommeja Røytän satamassa olleita laivoja vastaan 6.10.1944. Kuvan kone Malmin lentokentällä 27.6.1944.

Stukia ja täsmäpommeja

Saksalaisten ilmatoiminta oli vilkkaimmillaan loka-kuun alkupäivinä Tornion-Kemin uhkarohkean mairinnoisuoperaation yhteydessä. Kolmella laivalla (Per Brahe, Canopus, Tor) oli 30.9. suoja-aseistuksena mukana 1½ kevyen ilmatorjuntapatterin tykit, yksi 20 tai 40 mm:n tykki ja yksi ilmatorjuntakonekivääri per laiva, näitä laivoja vastaan ei hyökätty. Stukat suorittivat 3.10. ja 4.10. ilmahyökkäyksiä laivoja vastaan 6–11 koneen muodostelmilla, ja Ju 88-koneet pommitivat Røytän satamaa kolmena päivänä. Pommitustarkkuus oli hyvä, joten pari isoa laivaa (Bore IX ja Maininki) upposi ja henkilöstö- ja materiaalitappioita tuli. Ilmatorjuntajoukot menettivät pommituksissa muutaman kuorma-auton, mutta ei tykkejä, ja kuusi miestä haavoittui.

Sotahistorioitsija **Mika Kulju** kertoo kirjassaan ”Tornion mairinnoisuus 1944” (2009) saksalaisten Røytän satamaan pudottamista ohjuksista. Myös **Osmo Hyvösen** kirjassa ”Ilmasotaa Torniossa” on silminnäkökuvauksia havaituista ”ilmatorpedoista”. Torniossa olleiden ilmatorjuntayksiköiden sotapäiväkirjoissa ei kuitenkaan ole mainintoja tällaisesta tapauksesta.

Tietojen mukaan Luftwaffen Focke Wulf 200 Condor -koneet pudottivat 6.10.1944 neljä ohjattavaa Hs 293-pommia ilmeisenä tarkoituksena upottaa Røytän satamassa olleita suomalaisia kuljetusaluksia. Kuvausten mukaan yksikään näistä pommeista ei kuitenkaan osunut laivoihin. Yksi pommi räjähti maalla ja synnytti valtavan kuopan, jossa lapset kuulemma uivat sodan jälkeen. Mika Kulju kertoi, että yhden pommin jäännökset löydettiin 1990-luvulla ja

kuljetettiin muina miehinä pakettiautolla Rovaniemelle, missä viranomaiset räjäyttivät pommin.

Henschel Hs 293 oli radio-ohjattava liitopommi, jota käytettiin erityisesti sotalaivoja vastaan. Sen pääsuunnittelija oli professori **Herbert Wagner**. Vajaa 1 000 kilon pommi oli 3,82 metriä pitkä ja sen siipiväli oli 3,10 metriä. Taistelulatauksessa oli 550 kiloa räjähdysainetta. Pommissa oli rakettimootori, joka paloi kymmenen sekuntia ja antoi pommeille hyvän alkunopeuden sekä pidemmän ulottuvuuden, parhaimmillaan jopa 20 kilometriä. Pommi ohjattiin pommikoneesta Strassburg-Kehl -radiolin-kin avulla pitämällä se maalin kanssa samalla suuntalinjalla. Se ei välttämättä ollut helppoa, joten ei ole ihme, jos yksikään pommi ei Torniossakaan osunut maaliinsa. Pommi tuli Saksassa operatiiviseen käyttöön vuonna 1943. Eri lähteiden mukaan täsmäpommeilla upotettiin 55 laivaa. Henschel-sarjan täsmäpommeja pidetään yleisesti myöhempien tarkkuuspommien (stand-off weapon) esi-isänä.

Suomalaisten ilmatorjunta ei ollut kovin tehokasta, sillä vain yksi Ju 88 -pommikone vaurioitui 40-millisen osumasta. Syöksypommittajaa (Ju 87) pidettiin länsirintamalla helppona maalina, joten sitä ei siellä vuonna 1944 enää käytettykään, mutta suomalaisille se taisi kuitenkin olla vaikea maali. Eipä paljon ammuttukaan: raskailta pattereilla oli vain kolme tulenavausta, kevyillä 12 tulituskertaa. It.R 15:n yksiköt kuluttivat koko sotatoimen aikana 75–76 mm:n ampumatarvikkeita 24 kpl, 40-millisiä 259 kpl, 20-millisiä 381 kpl ja ilmatorjuntakonekiväärin patruunoita 345 kpl.

Tornion ja Kemin valtausten jälkeen lentotoiminta hiljeni ja muuttui häirintäluontoiseksi. Vihollislentoja



13. Kev.It.Ptrin 20-millinen tykki Kemissä 4.11.1944. Taustalla tuhottu Kemijoen silta.

havaittiin lokakuussa 43 ja koneita 101, kaikki päiväs-aikana. Pommituksia tapahtui kuusi kertaa. Lennoista 15 kohdistui Tornioon, 11 Kemiin ja 17 etelämmäksi.

Lapin sodan loppu

Ilmatorjuntajoukkojen osalta sotaretki päättyi Rovaniemelle. Joukkojen siirrot tuottivat ongelmia, kun tiet olivat huonossa kunnossa ja sillat poikki. Kevyt Ilmatorjuntapatteristo 19, johon kuului neljä patteria, vastasi Rovaniemen alueen ilmatorjunnasta. Ensimmäinen yksikkö, kapteeni **Auvo Villasen** johtama 53. Kevyt Ilmatorjuntapatteria pääsi tuhottuun kauppaan 18.10. illalla ja ryhmittyi poltetun kirkon raunioille. Everstiluutnantti Villanen toimi sodan jälkeen mm. Tampereen Ilmatorjuntapatteriston komentajana. Kolme muuta patteria saapui perille Rovaniemelle 21.–24.10. Kauppalassa ei ollut paljon muuta ehjää suojattavaa kuin korjatut sillat ja omat joukot. Lentokentälle saapui I/69. Kev.It.Ptrin yksi 40 mm:n tykki 28.10. toisen jäädessä Tervolaan kuljetusongelmien takia. Tämä vaihe jäi hyvin lyhytaikaiseksi, sillä jo 27.10. saatiin käsky ilmatorjuntajoukkojen kotiutamisvalmisteluista. Yksiköt poistuivat Rovaniemeltä 1.–5.11.1944 välisenä aikana.

It.R 15:n esikunta antoi 29.10. käskyn lakkautettavista yksiköistä. Listassa oli kaksi patteriston esikuntaa, kolme raskasta ja kuusi kevyttä it.patteria, yksi kevyt it.jaos sekä neljä raskasta valonheitinjaoista. Jäljelle jäi yksi raskas ja kolme kevyttä it.patteria sekä yksi valonheitinjaos. Kotiutettavat yksiköt siirtyivät 4.11. alkaen eri paikkakunnille: Turkuun, Lahteen, Tampereelle, Helsinkiin, Kokkolaan, Riihimäelle, Porvooseen, Karjaalle, Iisalmeen, jne. Viimeisenä kotiutettiin 41. Kevyt Ilmatorjuntapatteria Riihimäellä ilmatorjunnan vuosipäivänä 30.11.1944.

Saksalaisilla oli tehokasta ilmatorjuntaa

Saksalaisilla oli Pohjois-Suomessa suuri määrä ilmatorjuntayksiköitä, 87 ilmatorjuntayksikköä, joista 35 oli raskaita. Aseita oli kaikkiaan 518 kappaletta: 182 kpl 88-millisiä, 63 kpl 37-millisiä ja 273 kpl 20-millisiä, joista 18 oli neliputkisia (vierling). Raskaista pattereista 22 oli varustettu tulenjohtotutkalla (Würzburg C tai D). Saksalaisten koulutustaso oli hyvä, tulivoimaa oli paljon, ja sen saivat suomalaiset lentäjät kokea. Koneita tuhoutui 16, joista saksalaisten ilmatorjuntatykistö ampui alas 12 ja hävittäjät yhden. Ensimmäisen (ja samalla viimeisen) kerran suomalaisia koneita ammuttiin alas tutkaohjatuilla tykeillä. Suomen lentojoukkojen prosentuaaliset tappiot lentojen määrästä (2,8 %) olivat suuremmat kuin ratkaisutaisteluissa Karjalan kannaksella kesällä 1944. Sota vaati veronsa.

Viimeiset saksalaiset joukot poistuivat Suomen alueelta 27.4.1945. Toinen maailmansota Suomen osalta päättyi. Ankarista menetyksistä huolimatta Suomi säilyi itsenäisenä ja vapaana maana. Lapin sodan veteraanit hoitivat oman osansa. ■

Lähteet:

- » It.R 15:n esikunnan toimintakertomus ja sen alaisten yksiköiden sotapäiväkirjat, Kevyt Ilmatorjuntapatteristo 8:n sotapäiväkirja, Kevyt Ilmatorjuntapatteristo 11:n toimintakertomus, sekä 6. Er.It.Pstön esikunnan sotapäiväkirja. LapItR et al: Pohjois-Suomen ilmatorjunta 1939–1989, Hämeenlinna 1989.



Tuhoutunut venäläinen hävittäjä Chernihivissä, Ukrainassa 5.3.2022.

Everstiluutnantti evp. Antti Arpiainen
Kuvat: Ukrainan valtion hätäpalvelu, Wikimedia Commons

Pikku huomioita Venäjän ilmavoimien tilasta

Asevoimat sotivat niin kuin harjoittelevat. Mikäli lentotunnit tai harjoitukset jäävät vähiin rauhan aikana, taitotaso ei sodassa tai ainakaan sen alkaessa voi olla kummoinen ja sodan alun turhissa, vältettävissä olevissa tappioissa menetetään osaavin henkilöstö, paras kalusto ja samalla usko omiin johtajiin. Tappiot kumuloituvat ja kalusto kuluu, sillä jokainen lentosuoritus syö turvallisesti käytettävissä olevia lentotunteja, vaatii huoltoa ja varaosia. Kun kalusto on iäkstä, jatkuva kulutus laskee nopeasti suoritusten määriä ja tukkeuttaa huollon.

Venäjän Ilma- ja avaruusvoimat (VKS) jatkavat taistelukonekalustonsa lentotuntien loppuun polttamista Ukrainan sodassa. Kahden vuoden taistelujen jälkeen ilma-aseen vahvuus on hieman alle 75 % sotaa edeltäneestä vahvuudesta. VKS on suoraan menettänyt arviolta 16 taistelukonetta viimeisimmän kahdeksan kuukauden kuluessa. Näihin tappioihin ei kuitenkaan lasketa kaluston vähenemistä, joka johtuu konekaluston suunniteltua suuremmasta lentotuntimäärästä, mikä puolestaan lyhentää kokonaisikää.

Päivitettyyn tietoon perustuen VKS on kärsinyt noin 60 koneen tappiot vuoden kuluessa ylikäytön

vuoksi. Tämä vastaa 26 uuden lentorungon tappiota, kun VKS vastaanottaa kaikkiaan ainoastaan noin 20 kappaletta uusia Su-30, Su-34 ja Su-35-koneita vuodessa. Toisin sanoen kalustotäydennys ei riitä korvaamaan kulutusta, saati sitten taistelutappioiden korvaamiseen.

Ilmasota on pääosin pysynyt vakaassa tilassa vuoden 2023 puolivälistä alkaen, poikkeuksena helmikuu 2024, jolloin VKS suoritti arviolta noin 150 lentosuoritusta vuorokaudessa tukeakseen Avdiivkan suunnan operaatioita. Olettaen, että VKS käyttää kauaskantavia liittopommituksia ja käyttää vähemmän lentokoneita maataistelujen tukemiseen, kes-

kimääräinen lentosuoritusten kesto on todennäköisesti lyhentynyt samalla vähentäen lentorunkojen vanhenemista. Silti hieman yli puolet VKS:n taktisesta taistelukonekalustosta on yli 30 vuotta vanhaa, jolloin niiden lentotuntien määrä vähentynyt vuosien aikana jo valmiiksi.

Kaluston vanheneminen saattaa vaikuttaa VKS:n taistelutoimiin. Pääosa taistelulenkoista ja kärsivistä taistelutappioista Ukrainassa on suoritettu uudemmalla Su-30, Su-34 ja Su-35-kalustolla sekä satunnaisesti havaituilla Su-25-koneilla. Vanhemmat MiG-31 ja Su-27 on sijoitettu suorittamaan hypersoonisia Kinzhal-ohjusrynnäköjä ja ilmapartiointia omassa syvyydessä. Arvioiduilla 20 % (MiG-31) ja 35 % (Su-27) lentorunkojen eliniällä näitä vanhempia koneityyppejä voidaan käyttää tässä sodassa, mutta niiden elinikä on riittämätön tukemaan Venäjän mahdollisia operaatioita jatkossa.

MiG-29-kalusto on ollut Ukrainan sodasta kokonaan poissa, jopa ilmapartiointista. Ottaen huomioon kaluston keski-ikä, tämä kalusto on joko palvelukseen kelpaamatonta tai niitä pidetään reservissä viimeisiä tehtäviä varten. Huolimatta siitä, johtuuko käyttämättömyys modernisointien puutteesta tai iästä, tämä koneityyppi on tosiasiaa vahvuudessa vain paperilla.

Su-24-pommikonetta on käytetty laajasti hyökkäyksessä Ukraina. Kuitenkaan Su-24-koneiden tappioista ei ole kerrottu vuoden 2024 aikana, tai siitä kuinka paljon ne edes edelleen lentävät. Koneityyppi on iäkäs ja sen uusimmat yksilöt on tuotettu vuonna 1993. VKS ei ehkä ole valinnut niitä enää modernisoitaviksi FAB-1500 liitopommeille, mikä saattaa kertoa kääntyväsiipisen ja raskasta huoltoa vaativan Su-24 saavuttaneen hyödyllisen käyttöikänsä päin.

Ukrainalla, jolla on pulaa ilmatorjunnan amputarivikkeista, on muutamia mahdollisuuksia lisätä VKS:n tappioita. Hyökkäämällä tukikohtiin voidaan todennäköisesti vähentää lentosuoritusten määrää yli 20 %:lla häiritsemällä lentotoimintaa ja pakottamalla VKS käyttämään taaempia syvyydessä sijaitsevia tukikohtia. Toinen mahdollisuus sisältyy F-16-hävittäjiin, joilla voidaan häiritä VKS:n maataistelujen tukisuorituksia. Joka tapauksessa ilmatorjunnan amputarivikkeiden riittävä määrä ja torjuntahävittäjät ovat kriittisiä tekijöitä Ukrainalle.

Venäjä turvautuu vain noin 300:n Su-30, Su-34 ja Su-35-koneen suorituksiin Ukrainan alueella, mukaan lukien tehokkaat liitopommien pudotukset. Näiden uusimpien koneityyppien alas ampuminen aiheuttaa strategiselta näkökannalta suurimmat kustannukset VKS:lle ja toisaalta aiheuttaa suurimman kokonaisvaikutuksen sen kykyyn suorittaa ilmaoperaatioita. Samalla tämä myös parantaa Ukrainan F-16-koneiden selviytymistodennäköisyyttä.

VKS:n taktisten taistelukoneiden kokonaisvahvuus on alle 650 kappaletta laskettaessa mukaan myös elinikänsä loppupuolella oleva kalusto, kalustoa saattaa olla jopa vähemmän huomioitaessa nopeutunut kulutus. Nämä luvut tuskin muuttavat VKS:n toimintaa perustuen Venäjän todistettuun

haluttomuuteen hyväksyä korkeita tappioita ja niiden vaikutusta edes selkeissä tapauksissa.

Venäjällä ei ilmaherruutta Ukrainan sodassa

Venäjän Ilma- ja avaruusjoukot eivät ole saavuttaneet ilmaherruutta ja ovat alisuoriutuneet pahasti Ukrainan sodassa kärsien avainkaluston osalta merkittäviä tappioita. Ilmatasa-arvo, ei ilmaherruus, on pysynyt osapuolten välillä, ja se on tilanne mikä Ukrainan on pidettävä yllä.

Venäjän sota Ukrainaa vastaan on jatkunut kolmatta vuotta, jolloin Venäjän Ilma- ja avaruusjoukkojen (VKS) puutteet ovat tulleet mitä ilmeisimmiksi. VKS on epäonnistunut ilmaherruuden hankkimisessa määrällisesti heikommasta vastustajastaan, sillä on riittämättömästi valvonta- ja tiedustelukoneita, siltä puuttuu sopiva määrä täsmäaseita ja se on kärsinyt merkittäviä tappioita niin lentokoneissa kuin rynnäköhelikoptereissakin. Todellisuudessa VKS on ollut usein tehoton muttei passiivinen.

VKS on kärsinyt huomattavia tappioita. Kamov Ka-52-rynnäköhelikoptereiden tappiot ovat 40 % sotaa edeltävästä vahvuudesta. Myös Mi-35 ja Mi-28-helikoptereiden määrä on vähentynyt, vaikkakin vähemmän merkittävästi. Elektronisen sodankäynnin Mi-8MTPR-1-helikoptereiden määrä on myös vähentynyt vähintään 20 %. Nämä tappiot muiden tappioiden ohella, kuten Su-34-rynnäköpommikoneiden ja Su-25-maataistelukoneiden tappiot, ovat olleet merkittäviä.

Kivuliaita opetuksia

Tappiot kasvavat, mitä todistaa Beriev A-50-varhaisvaroistuskoneen pudotus ja Iljushin Il-22M-komentopaikkakoneen vaurioittaminen 14. tammikuuta 2024. Molemmat merkitsivät iskua operatiiviselle kyvyille ja moraalille. Tietojen mukaan VKS:llä on enää käytössään ainoastaan kahdeksan A-50-konetta viime kuukausien tappioiden jälkeen. Nämä koneet ovat tärkeitä alustoja, jotka yhdistävät ja korjaavat VKS:n vajaavaisuuksia tiedustelun, valvonnan ja tiedon kokoajina.

Kiinteäsiipisiin ja helikoptereihin kohdistuneet tappiot ovat pakottaneet VKS:n muuttamaan taktiikkaa, jotta voitaisiin pienentää lentokoneiden haavoittuvuutta. Su-34-koneet kantavat lisääntyvissä määrin liitopommeja pyrkien lähes varmasti saavuttamaan suuremman stand off -etäisyyden välttääkseen Ukrainan ilmatorjuntaa. VKS on tilaisuuden tullen käyttänyt Kh-59-sarjan rynnäköhjuksia saavuttaakseen liitopommejakin suuremman stand off -etäisyyden. Palveluskäytössä on kuitenkin jatkuva puute sopivista lyhyen ja keskipitkän kantaman ilmasta laukaistavista täsmäaseista.

Ka-52 ja Mi28NM-miehistöt ovat nyttemmin otta-
massa käyttöön KBM Izdeliye 305/LMUR-rynnäkö-
ohjusta, joka mahdollistaa helikoptereille aiempia
asejärjestelmiä pidemmän ampumaetäisyyden.



Pääosa taistelulentoista ja kärsityistä taistelutappioista Ukrainassa on suoritettu uudemmalla Su-34 (kuvasa) sekä Su-30 ja Su-35-kalustolla.

Tuotantoerät

Jotkut taistelutappiot on kyetty kompensoimaan kalustotoimituksilla. Venäjän teollisuus on toimittanut ainakin kuusi kappaletta Su-34NVO-pommikoneita VKS:lle vuoden 2023 kuluessa. Tämä Su-34 variaatio näyttää olevan välimalli alkuperäisen Su-34M ja vielä perusteellisemmin modernisoidun Su-34 -tyypin välillä.

VKS on myös vastaanottanut ainakin kymmenen kappaletta Su-35-monitoimihävittäjiä vuoden 2023 kuluessa sekä kaksi kaksipaikkaista Su-30SM2-monitoimihävittäjää, jotka on varustettu aiempaa paremmalla tutkalla sekä laajemmalla asevalikoimalla. Kaksi vastaavaa konetta on toimitettu merivoimien lentoyoukoille.

Su-57-hävittäjien toimitukset ovat myös jatkuneet. On kuitenkin epäselvää, tuleeko Venäjä saavuttamaan tavoitteeksi asetetun 70 kappaleen kokonaisuuden vuoteen 2027 mennessä ottaen huomioon sodan aiheuttaman paineen koko puolustusteollisuudelle. Joidenkin taktisen lentokonetyyppien korkea käyttöaste lisää huolto- ja tukitarvetta ja samalla asettaa lisäpainetta teollisuudelle.

Venäjällä on myös painetta asevarastojensa suhteen. Esimerkiksi Kh-101 pitkänkantaman risteily/rynnäköhjusten rauhanajan varasto on kuulumassa loppuun. Sarjanumero, mikäli se oli aito, äskettäin käytetyn Kh-101-ohjuksen osassa, kertoi sen olleen valmistettu vuoden 2023 lopussa. Tiedon ollessa aito, on ohjus kuljetettu suoraan Radugan tehtaan tuotantolinjalta rintamatukikohtaan.

Teollisuuden kohdistuva paine näkyy akuuttina. Vanhemmat puolustusministeriön virkailijat vierailivat Taktisen Ohjusyhtymän tiloissa keskustelemassa tuotantomääristä ja painottivat sekä VKS:lle tapahtu-

vien asetoimitusten ylläpitoa, että niiden lisäämistä.

VKS on alisuoriutunut ja kärsinyt suurista tappioista, mutta se on sopeutunut taktisesti. Venäjä kohtaa yhä haasteita ohjustuotannon lisäämisessä. Ukrainalle kaikki tämä merkitsee sitä, että sen täytyy jatkossakin aiheuttaa VKS:lle jatkuvia ja merkittäviä tappioita estääkseen sitä saavuttamasta ilmalivoimaa.

VKS:n tilannetta ei ole helpottanut tappioiden kohdentuminen kokeneempiin ja eniten lentotunteja omanneisiin konemiehistöihin niin helikoptereissa kuin kiinteäsiipisessäkin lentokalustossa. Osaavimmat ovat saaneet vaikeimmat lentotehtävät ja kärsineet suurimmat menetykset. Tappioiden myötä niin kyky kuin halukin suorittaa lentotehtäviä Ukrainan syvyydessä on vähentynyt ja samalla ilmatilanne on tasoittunut. Taktiikkaa on ollut pakko muuttaa sekä taito-, että uhkatasoa vastaavaksi. Mielenkiinnolla odotan, mitä seuraa Ukrainan saadessa läntistä lentokalustoa, mutta toisaalta pelkään neuvostoaikeiden perinteiden painon näkymistä, kalustouudistuksesta huolimatta, Ukrainan ilmasodankäynnissä samoin, kuin se on näkynyt maasodankäynnissäkin. ■

Tärkeimmät lähteet:

- » Douglas Barries/Military Balance: *Moscow's Aerospace Forces: No air of superiority*, 6.2.2024
- » Michael Bohnert/RAND: *The Russian Air Force Is Hollowing Itself Out. Air Defenses for Ukraine Would Speed That Up*, 7.2.2024



Strela-10 on MTLB-alustainen ohjusjärjestelmä.

Kapteeni Tuomas Rauanheimo, Maanpuolustuskorkeakoulu
Kuvat: Wikimedia Commons

Ilmatorjunta uhka-arviossa

Lennoikkien hyödyntäminen jääkärikompaniassa pakottaa ottamaan ilmatorjunnan uhan huomioon.

Elokuun saapuessa on paluu koulunpenkille edessä myös Santahaminan saarella. Opettajana on suhteellisen kivutonta palata kesälaitumelta, kun ensimmäiset

opetuksen aiheet ovat aivan perustavanlaatuisia perustietoa. Tosin tarkkana on oltava, sillä toisin kuin itseohjautuvaa maisteriopiskelijaa, on kadettia osattava ohjata enemmän suunnassa. Kaikille tarjotaan samanlainen kattaus perusopetusta taktiikasta, jonka päälle on toivottavasti helppo jatkaa rakentamista myöhemmin työelämässä.

Varmasti kaikilla on selvänä ajatus, että nykymaailman *moniulotteinen i5D-taistelutila* vaatii paljon tiedustelujärjestelmältä. Matalalla tasolla käytettävät lennokit lisäävät tilannekuvan eheyttä ja tilanneymmärryksen rakentumista. Kattavammalla tilannekuvalla on mahdollista äkätä vihollisen aikeet aikaisemmin ja omalla liikkeellä saattaa taistelua siihen suuntaan, jossa toivottavasti omat tappiot ovat pienemmät ja menestys on valoisampi.

Kuten uutta kalustetta tai laitetta käyttöön ottaessa, on uuden suorituskyvynkin kanssa osattava lukea ne käyttöohjeet. Ilman todellista tietoa järjestelmän käytöstä, sen tarjoamasta kyvykkyydestä ja etenkin ymmärrystä sen rajoitteista, on vaikeampi saada haluttu lopputulos aikaan. Tuntemalla järjestelmän raja-arvot, on sen käyttöä helpompi suunnitella.

Nykymaailman moniulotteinen i5D-taistelutila vaatii paljon tiedustelujärjestelmältä. Matalalla tasolla käytettävät lennokit lisäävät tilannekuvan eheyttä ja tilanneymmärryksen rakentumista.

tella. Totisesti vasta käyttämällä järjestelmää alkaa saamaan esille käytettävyydestä tietoa, mutta alusta saakka on pidettävä myös järjestelmän selviytymisen käytöstä mielessä.

Suunnittelulla on mahdollista ennaltaehkäistä huolimattomasta käytöstä aiheutuvia rikkoutumisia ja vaurioita. Jos naapurin katukiituri alkaa näyttämään paremmalta kuin oma kauppakassi, ja helpo-pona ratkaisuna näkee isommat vanteet ja kireämmät kumit, niin olisi syytä pitää mielessä se mökkitien soran terävyys. Johtoportaikun ala-askelmille laskeutuvien lennokkikykyjen käyttö on siis tärkeää suunnitella ja eritoten niille muodostuva uhka on otettava tarkasti huomioon. Aikaisemmin kun perusjäkärikomppanian uhka on pääosin muodostunut kaikesta muusta kuin vastustajan ilmatorjuntavoimasta.

Prosessin ohjauksessa

Ilman uusiakaan suorituskykyjä, on jo komppanian tasalla oleva päätöksentekoprosessi analyysiin ja mukana kulkeviin johtopäätöksiin perustuva. Tarkoituksena on käyttää riittävästi aikaa kuhunkin kohtaan suhteutettuna itsellä käytössä olevaan aikaan. Tärkeintä kaikessa on viedä valmistuvia tuotteita, kuten maastoanalyysejä ja tehtävenerittelyä eteenpäin. Tarkoitus on siis tehdä omaa päätöksentekoa varten tukevia tuotteita ja johtopäätöksiä. Kuten aikaisemman numeron sotapelaamisessakin, niin tässäkin korostuu se rauhanaikana kehittynyt taito hyödyntää prosessia sitten kovassa tilanteessa. Kii- reessä on jo valmis muistikuva siitä, miten on mahdollista saada mahdollisimman eheä päätös aikaiseksi. Yksinkertaistettuna komppanian päätöksentekoprosessissa on ensiksi saatava selville se, mitä on käsketty omalle joukolle ja etenkin se, miten oman joukon rooli vaikuttaa koko taisteluun.

Yhdysvaltain maavoimien käytössä oleva ATP7-100.1 tarjoaa mielenkiintoisen kuvauksen Venäjän käyttämästä taktiikasta. Suosittelen tutustumaan tätä taktiikkaa avaavaan tuotteeseen, sillä se on julkinen ja ladattavissa omalle laitteelle.



Iglu-järjestelmä slovenialaisten sotilaiden käsittelyssä.

Tätä todennettua tehtävää vasten verrataan vallitsevia olosuhteita ja toiminta-alueen maastoa. Tässä aletaan siis jo saamaan esille mahdollisuuksia tehtävän toteuttamiselle. Kuten tarinankerronnassa on tapana, niin tässäkin on osattava esitellä itselleen ne protagonistit ja antagonistit. Eli omat ja vihollisen joukot on tunnettava. Organisaatiokaavioihin on osattava myös yhdistää kunkin joukon toimintatavat taisteluketjällä. Yhdistämällä tieto vihollisen joukoista ja niiden toimintatavoista maaston analysointiin, on mahdollista hahmottaa niiden mahdollisuuksia toimia omalla vastuualueella. Samoin omien joukkojen mahdollisuudet tulevat esille. Kun mahdollisuudet on hahmotettu, on mahdollista tehdä niistä johtopäätöksiä ja luoda itselleen erilaisia toimintavaihtoehtoja, joita voi vaikka vertailla sillä nopealla sotapelillä.

Suunnittelun pohjana käytetty vihollisen organisaatio vaikuttaa paljon omiin vaihtoehtoihin toteuttaa taistelu. Perusopetuksessa käytetään perusmallista ratkaisua vastustajan organisaatiosta, jotta edes jonkinlainen malli tulee tutuksi siitä mitä kaikkea on otettava huomioon arvioissa. Yhdysvaltain maavoimien käytössä oleva ATP7-100.1 tarjoaa mielenkiintoisen kuvauksen Venäjän käyttämästä taktiikasta. Suosittelen tutustumaan tätä taktiikkaa avaavaan tuotteeseen, sillä se on julkinen ja ladattavissa omalle laitteelle. Eritoten mielenkiintoinen osio tämän kirjoituksen kannalta on kuvaus venäläisen maavoimajoukon suojauksesta (security). Useimmiten tulee esitellyksi kaikki keinot, millä venäläinen etenee ja hyökkää, mutta harvemmin tulee eteen keinot, joilla suojataan venäläisiä maavoimajoukkoja.

Venäläisen maavoimajoukon suoja

Suojaus on muutakin kuin piikkilanka-aidan päässä nököttävä sotilaspoliisi. Suoralla asevaikutuksella saadaan totisesti suurin suoja aikaiseksi, mutta muitakin tasoja ja keinoja on. Yhdysvaltalainen opas kuvaa mainiosti venäläisen maavoimajoukon ympärillä sipulirenkaiden omaisen kuvauksen eri etäisyyksillä tapahtuvista toiminnoista.

Kauimpana vaikutus lähtee informaatio-ope-
raatioista, jotka todennäköisesti eivät osu suoraan
mihinkään tiettyyn puolustavaan komppaniaan,
vaan yhteiskuntaan ja alueeseen yleisesti. Elektroni-
nen sodankäynti ja -tiedustelu on yhtä lailla kaukana
uloimpana kehänä. Tultaessa lähemmäksi on kuvat-
tuna pitkän kantaman tykistö- ja ilmatorjuntajärjes-
telmiä sekä miehittämättömiä alustoja. Lähimpänä
keskustaa on lyhyemmän kantaman ilmatorjunta-
ta sekä suora-ammuntaa joukon suojana. Yhtenä
ymmärrettävänä asiana osana omaa suunnittelua
onkin se, että löytää myös todennäköisyyksiä eri-
laisille uhkille. Uhkaprofiili muuttunee riippuen siitä
missä oma vastuualue makaa suhteessa vihollisen
joukkoihin ja painopisteeseen.

Eniten erilaisten ilmatorjuntajärjestelmien kan-
tamalle päätyminen riippuu paljon siitä, missä omalla
joukolla on taistelussa. Kauempana etulinjasta Venä-
jällä on käytössä pitkän kantaman ohjusilmatorjuntaa
luomassa alueellista peittoa. Prikaatin tasalta löytyy
ohjusilmatorjuntapatteristo ja ilmatorjuntapatteristo.
Ohjuspatteristolla kalustona on pääasiallisesti SA-13
Strela-10, joka on tela-alustainen lyhyen kantaman
ohjusilmatorjuntajärjestelmä. Ilmatorjuntapatteris-
tolla on aikaisemmin lisäksi myös olalta laukaistavia
SA-18 Iгла -järjestelmiä sekä SA-19 Tunguska -ilmator-
juntapanosarivaunuja konetykein ja ohjuksin. Prikaa-
tin ja pataljoonien ilmatorjuntavoima on siis vahva ja
kerroksittainen.

Käytännössä olkapääohjukset ovat hajautet-
tuna mahdollisimman alas pataljoonien joukkoihin
ja Strela-10 sekä Tunguska -järjestelmät prikaatien ja
pataljoonien kriittisimpien kohteiden suojana. Näitä
voivat olla muun muassa tykistön tuliasema-alueet,
prikaatien ja pataljoonien komentopaikat ja taistelun-
jen painopisteessä kärjessä hyökkäävät joukot. Suurin
osa kalustosta ei muodosta maassa makaavalle puo-
lustajalle suoraa uhkaa. Tunguska konetykkeineen
on kuitenkin varsin tehokas suojaamaan kärjen tais-
telua pintamaalejakin vastaan. Suomalaiselle kom-
panialle ilmatorjunnan aiheuttaman uhkan huomioi-
minen ei siis ole ollut kovin ensimmäisenä mielessä,
koska yhdistävää pintaa ei ole ollut heti tarjolla.

Lennokkien tullessa yhä
useammalle käytettäväksi
suorituskyvyksi, on myös
vastustajan ilmatorjuntavoiman
aiheuttaman uhkan arvioinnin
oltava enemmän mielessä.



SA-19 Tunguska ukrainalaisten käytössä.

Uudenlaisia tuttavuuksia

Erilaisten ilmatorjuntajärjestelmien hypähtäminen
tilannekuvaan varmasti antaa aiheita erilaisille ana-
lyyseille siitä, mitä kaikkea muuta kyseisessä sijain-
nissa voisi olla ryhmittyneenä. Lennokkien tullessa
yhä useammalle käytettäväksi suorituskyvyksi, on
myös vastustajan ilmatorjuntavoiman aiheuttaman
uhkan arvioinnin oltava enemmän mielessä. Analy-
ysin lisäksi ne ovat suora uhka omalle komppanian
suorituskyvyille. Totisesti tulenkäytön kohteeksi jou-
tuminen vaikuttaa eniten ilmassa lentäviin laitteisiin,
mutta esimerkiksi tiedustelijalle uhkan on muodos-
tanut jo pitkään eri järjestelmien käyttämät lämpö-
kamerat ja muut sensorit.

Kun itse avataan uusia keinoja vaikuttaa taiste-
lujen kulkuun, avautuu vastustajalle samaan aikaan
uusia mahdollisuuksia vaikeuttaa meidän toimin-
taa. Mitään uuttahan tässä ei totisesti ole. Ase ja
vasta-ase -ilmiö on ikaikainen. Aikaisemmin maini-
tussa prosessissa on siis osattava ottaa huomioon
uusia suorituskykyjä ja niiden alttiutta vihollisen eri
järjestelmille. Aikaisemmin perinteinen perusjääkä-
rikomppania on ollut kovin maanläheinen, mutta
tulevaisuudessa silläkin lienee siipiä, joilla päästä
ilmoihin. Ennen kuin lentää liian lähelle aurinkoa,
on kuitenkin tunnistettava erilaiset vaarat. Jollei itse
niitä tunnista, on toivottavasti vieressä vanhempi ja
viisaampi, joka voi tarjota tätä ymmärrystä.

Sitä huomaa itsessä välillä, että ilmasta tuleva
uhka ja sen analysointi on erittäin lähellä sitä ammat-
titaidon ydintä. Olen kuitenkin tullut huomanneeksi,
että usein tiedustelun taitaja tietää paljon parem-
min esimerkiksi venäläisesti maasijoitteisesta ilma-
torjunnasta ja sen olemassaolosta eri joukkotasolla
kuin itse ilmatorjuntaupseeri. Koen, että yhtä lailla
ilmatorjunnan osaajan on tiedettävä ilmauhkasta,
mutta myös siitä toisen puolen ilmatorjunnasta. Tie-
tous ja halu ymmärtää ilmauhkaa on nostanut pää-
tään muissakin aselajeissa kuin ilmatorjunnassa.
Samoin vankimmankin ilmauhkan osaajan on osat-
tava laajentaa omaa osaamista, ei ihan vaan perus-
komppanian uhkan kautta, vaan valtaisan ilmavoim-
an kanssa toimivan sotilasliiton takia. ■

Sotilaallisen avaruustoiminnan osa-alueet länsimaiden doktriineissa

Länsimaisten asevoimien avaruuskoktriineissa avaruuden sotilaallinen käyttö jaetaan yleensä neljään eri toiminnalliseen osa-alueeseen. Nämä ovat avaruustilannekuva, avaruudenhallinta, avaruusyhteyksien ylläpito ja satelliittien hyödyntäminen.

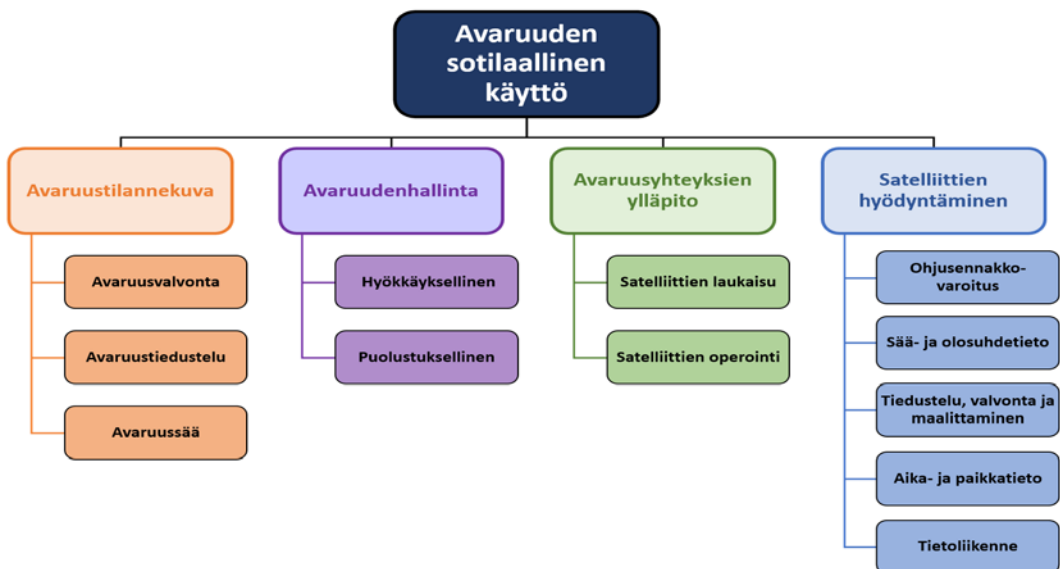
Edellisessä lehdessä kirjoitin avaruusvoimasta sota-teorioiden näkökulmasta. Tässä artikkelissa mennään lähemmäksi käytäntöä eli siihen, miten länsimaaiset asevoimat ovat doktriineissaan määritelleet avaruuden sotilaallisen käytön ja minkälaisia osa-alueita siihen kuuluu. Osa toiminnoista on selkeämmin sotilaallisia, kun taas osa voidaan hankkia helpommin myös palveluina avarusteollisuudelta.

Doktriinit edustavat sotilasorganisaation hyväksymää toimintamallia. Niiden tulee kuvata haluttua toimintaa ja samalla ennustaa tulevaa kehitystä. Doktriinien laatimisen tarkoituksena on välittää ylimmän johdon käsitys siitä, miten asevoimat toimivat aina taktiselta tasolta strategiselle tasolle saakka. Doktriinit eroavat aiemmin mainituista sodankäynnin teorioista. Sodankäynnin teorioiden aikaperspektiivi on yleensä varsin pitkä. Doktriinien aikaperspektiivi on suhteellisen lyhyt ja ne keskittyvät sotilaallisen voiman käyttöön parhaillaan tai lähitulevaisuudessa. Pohjimmaltaan doktriinit edustavat harkittuja ja ajantasaisia toimintatapamalleja. Ne voidaan nähdä näkökantoina sodasta, sodankäynnistä ja sotilaallisista periaatteista, jonka perusteella asevoimat suunnittelevat ja toteuttavat toimintaansa. Doktriinit siis ohjaavat sotilaallista

toimintaa ja luovat perusteet sotilaalliselle ajattelulle. Asevoimien avaruuskoktriinit heijastavat siis sitä, että miten asevoimat suunnittelevat hyödyntävänsä avaruutta sodankäynnissä ja operoivansa avaruudessa.

Yleisesti voi todeta, että kaikkien asevoimat hyödyntävät avaruutta toiminnassaan. Satelliitteja käytetään esimerkiksi tiedusteluun ja valvontaan, tilannekuvan välittämiseen ja johtamiseen sekä paikannukseen. Valtaosa moderneista taistelujärjestelmistä on jollakin tavalla yhteydessä satelliitteihin, koska satelliitit tehostavat mm. järjestelmien ja joukkojen liikkuvuutta, tarkkuutta, tehokkuutta ja nopeutta. Tämän seurauksena avaruuden käytöstä on tullut kiistellympää. Yksi sodankäynnin aikaa kestävästä periaatteista on suorituskykyjen ja niiden vastajärjestelmien kehittämisen kilpajuoksu. Avaruussodankäynnin voi nähdä tarkoittavan kamppailua satelliittipalveluiden käytettävyydestä.

Sotilaallisen avaruustoiminnan osa-alueista ei ole olemassa yksiselitteistä jakoa, vaan ne nähdään eri maiden ja organisaatioiden doktriineissa hieman eri tavalla. Pääosin länsimaisten asevoimien doktriineissa esiintyvät jaotellut ovat samankaltaisia, mutta niissä on pieniä keskinäisiä eroja. Oheinen kuva on



Sotilaallisen avaruustoiminnan osa-alueet.

oma näkemykseni, joka on koostettu eri länsimaisten avaruusdoktriinien pohjalta osaksi yleisesikuntauseerikurssin diplomityötäni.

Avaruustilannekuva muodostaa perustan kaikelle avaruustoiminnalle. Avaruustilannekuvan muodostamiseen liittyy avaruussään seurannan ja ennustamisen lisäksi satelliittien ratojen valvonta, niiden suorituskäytön ja käyttäjien tiedustelu. Avaruustilannekuvan hyödyntäminen taas liittyy yleensä avaruuden vaikutusten ymmärtämiseen muissa toimintaympäristöissä, vasta-avaruustoimintaan tai omien satelliittien operointiin sekä suojaamiseen. En käsittele tässä artikkelissa avaruustilannekuvaa enempää, koska sitä käsiteltiin laajemmin jo vuoden ensimmäisessä lehdessä.

Avaruudenhallinta

Avaruudenhallinnalla pyritään varmistamaan oma toimintavapaus avaruudessa ja muissa toimintaympäristöissä. Avaruudenhallinta voidaan jakaa vielä hyökkäyksestä ja puolustukseksi osaan. Hyökkäyksestä avaruudenhallinnan tavoitteena on kiistää satelliittien käytettävyyttä vastustajalta ja puolustuksellisen avaruudenhallinnan tavoitteena on varmistaa omien satelliittien käytettävyyttä kaikissa tilanteissa. Hyökkäyksestä avaruudenhallinnasta käytetään myös välillä termiä vasta-avaruustoiminta. Puolustuksellisesta avaruudenhallinnasta voi taas käyttää termiä avaruuspuolustus. Laajemmin avaruudenhallinnan voi käsittää nimenomaan avaruussodankäyntinä eli kamppailuna satelliittien käytettävyydestä.

Satelliittien käytön kiistäminen ei edellytä välttämättä itse satelliittien vaikuttamista – avaruuteen on itseasiassa usein suhteellisen vaikea vaikuttaa. Satelliittien käyttö voidaan estää myös vaikuttamalla tietoliikenteeseen tai sen vastaanottamiseen Maassa. Yksinkertaisimmillaan avaruussodankäynti voi olla siis esimerkiksi GPS-vastaanottimien häirintää. Avaruussota ei ole siis enää mitään tieteifiktioita, vaan se on arkipäivää. Tätä tapahtuu jo nyt päivittäin Suomen lähialueilla. Myös esimerkiksi maa-asemia voidaan tuhota perinteisin sodankäynnin keinoin tai satelliittien hallintaan liittyviin tietojärjestelmiin voidaan vaikuttaa kyberkeinoilla. Tämä on kaikki osa avaruudenhallintaa.

Tämä myös tarkoittaa sitä, että avaruuspuolustus ei tarkoita pelkästään satelliittien suojausta tai puolustusta, vaan se kattaa myös avaruusjärjestelmien maanpäälliset osat. Keskeinen osa avaruuspuolustusta on resilienssi tai häiriönsietoisuus. Tällä tarkoitetaan järjestelmäkokonaisuuden rakentamista siten, että vaikuttamisesta tai vaikutusyrityksistä huolimatta järjestelmä kykenee riittävällä tasolla tuottamaan haluttuja palveluita käyttäjälle. Häiriönsietoisuutta voidaan lisätä erilaisilla menetelmillä, joista useita yleensä käytetään yhdessä. Näitä ovat muun muassa monipuolistaminen, suojaus ja hajauttaminen. Monipuolistaminen tarkoittaa esimerkiksi erilaisilla kiertoradoilla olevien satelliittien käyttöä sekä kaupallisten ja liittolaisten satelliittien hyödyntämistä omien satelliittien lisäksi. Suojaus tarkoittaa esimerkiksi kybersuojausta, vaikeammin häiritävien aalto-

muotojen käyttöä sähkömagneettisessa spektrissä, sähkömagneettisen spektrin laajempaa käyttöä tai suurempien lähetystehojen käyttöä. Hajauttaminen taas tarkoittaa esimerkiksi suorituskäytön rakentamista useista pienemmistä satelliiteista yksittäisten suurten ja kalliiden satelliittien sijasta.

Osaksi häiriönsietoisuutta voi nähdä myös kyvyn toimia, vaikka satelliittien käytettävyyttä heikennisi tai estyisi. Maanpäälliset varajärjestelmät voi siis nähdä osaksi tätä. Varamenetelmien käyttö ja toiminnan jatkaminen tarvittaessa ilman satelliitteja ei liity ainoastaan teknologiaan ja käytettäviin järjestelmiin, vaan siihen liittyvät vahvasti henkilöstön osaaminen ja organisaation toimintatavat. Mikäli riippuvuudet satelliittien käyttöön ovat liian suuria, vastustajalla on suurempia motivaatio vaikuttaa niihin. Mikäli taas toimintaa kyetään jatkamaan häiriöistä huolimatta, tahto vaikuttaa avaruusjärjestelmiin voi laskea – jos toiminnalla ei saada haluttua vaikutusta, siihen ei ehkä kannata sitoa merkittävästi resursseja.

Avaruustoiminta on luonteeltaan globaalia

Avaruusvoima on luonteeltaan aina globaalia. Muita sotilaallisen voiman tyyppejä, kuten ilmavoimaa, voidaan myös käyttää ja siirtää globaalisti, mutta ne ovat silti luonteeltaan alueellisia eli kykyä käytetään tietyllä alueella. Satelliitti kiertää aina koko maapallon eikä sen käyttöä voi kohdistaa ainoastaan tietylle alueelle.

Avaruutta ensisijaisesti hyödynnetään juuri satelliittien laajan alueellisen kattavuuden ja globaalien käytettävyyden takia. Satelliittien käyttötarkoitukset eivät itsessään ole ainutlaatuisia, samoja suorituskäytöjä voidaan tuottaa maanpäältä tai ilmastista. Tietoliikennettä, paikannusta ja kaukokartoitusta kuitenkin toteutetaan satelliiteilla, koska se on tehokasta avaruudesta. Avaruudesta voidaan myös tuottaa palveluita globaalisti valtioiden rajoista välittämättä. Joidenkin näkemysten mukaan jopa suurin satelliittien tuoma lisäarvo on nimenomaan kyky tuottaa tai välittää tietoa toisten valtioiden aluerajoista huolimatta. Kaupallisesta näkökulmasta avaruustoiminnan rajatomuus tarkoittaa sitä, että palveluiden käyttäjäkunta ja markkinapotentiaali on merkittävästi maanpäällisiä, alueellisia, ratkaisuja suurempia.

Yleisesti avaruuden merkitys on suurempi, jos sotilaallista voimaa käytetään kaukana omalta tuki-alueelta. Satelliitit mahdollistavat esimerkiksi johtamisjärjestelmien käytön ja tietoliikenteen alueilla, joissa ei ole kiinteitä johtamisyhteyksiä tai infrastruktuuria. Satelliiteilla yhteyksiä voidaan ylläpitää operaatioalueen sisäisesti ja aina kotimaahan asti. Satelliiteilla voidaan kerätä tiedustelutietoa alueilta, mihin muilla suorituskäytöillä ei päästä esimerkiksi korkeasta riskitasosta tai suurista etäisyyksistä johtuen. Lisäksi myös satelliittipaikannuksen merkityksen voi nähdä suuremmaksi, jos toimitaan alueilla, jotka eivät ole entuudestaan tuttuja.

Avaruusyhteyksien ylläpito

Avaruusyhteyksien ylläpito käsittää satelliittien lau-

kaisun ja satelliittien operoinnin avaruudessa. Avaruusyhteyksien ylläpitoon voi lisäksi lukea mukaan satelliittien käyttöön tai hallintaan liittyvien järjestelmien ylläpidon, huollon ja päivittämisen. Näiden käytettävyys on edellytys satelliittien operoinnille.

Satelliittien laukaisun päämäärä on satelliittien toimittaminen suunnitelluille kiertoradoille. Laukaisutoiminnolla varmistetaan kyky tuottaa haluttuja satelliittipalveluita kaikissa tilanteissa ja tarvittaessa laukaista lisää satelliitteja kyvyn ylläpitämiseksi tai täydentämiseksi. Pääsääntöisesti laukaus suunnitellaan ja aikataulutetaan jopa useita vuosia etukäteen.

Satelliittien operoinnin päämääränä ylläpitää satelliitin toimintakuntoa kiertoradalla, käyttää hyötykuormaa ja tarvittaessa suorittaa ratamuutoksia tai -korjauksia. Satelliitin toimintakunnon ylläpito käsittää satelliitin telemetriadatan vastaanottamisen ja sitä kautta järjestelmän tilan seurannan, satelliitin seurannan kiertoradalla ja komentojen lähettämisen satelliitin osajärjestelmille osana rutiininomaista huolto- ja ylläpitoa. Hyötykuorman käyttö käsittää varsinaisen sensorin tai instrumentin tilan seurannan ja komentojen lähettämisen hyötykuorman käytön kohdistamiseksi sen tyyppistä riippuen joko jonkinlaisen datan keräämiseen tai palveluiden tuottamiselle avaruudesta. Satelliittien operointi ei aina tarkoita satelliitin hyötykuorman hallintaa ja ohjausta. Eri taho saattaa operoida satelliitin hyötykuormaa, kun itse satelliittirunkoa. Ratamuutokset voivat esimerkiksi liittyä avaruusympäristön luonnollisten uhkien tai mahdollisesti vastustajien muodostamien uhkien väistämiseen. Ratamuutokset voivat liittyä myös tarpeeseen kohdistaa hyötykuorman käyttöä uudestaan ajallisesti tai paikallisesti. Ratamuutokset aina kuitenkin lyhentävät satelliitin elinkaarta rajallisen ajoainemäärän johdosta.

Satelliittien hyödyntäminen

Avaruustilannekuvalla, avaruudenhallinnalla tai avaruusyhteyksien ylläpidolla ei ole itsessään suurta merkitystä, koska avaruuden sotilaallinen merkitys muodostuu pääosin satelliittien maanpäällisten järjestelmien suorituskykyä tehostavan vaikutuksen kautta. Avaruus on siis ensisijaisesti muita ympäristöjä tukeva toimintaympäristö. Kuten edellisessä lehdessä totesin, satelliittien tuottamissa palveluissa ei ole mitään ainutlaatuista. Samoja toimintoja voidaan tuottaa muistakin toimintaympäristöistä, mutta satelliitteja hyödynnetään ensisijaisesti niiden laajan alueellisen kattavuuden ja globaalin käytettävyyden takia.

Avaruuden hyödyntäminen ei edellytä välttämättä omia satelliitteja, vaan asevoimat voivat hyödyntää julkisia, kaupallisia tai liittolaisten satelliitteja. Satelliittien hyödyntämistä voi tarkastella joko omien satelliittien käytön näkökulmasta tai vastustajan satelliittien tuomasta uhkasta omalle toiminnalle. Länsimaissa satelliittien käyttötarkoitukset jaetaan yleensä viiteen alakategoriaan: 1) ohjusennakkovaroitukseen, 2) sää- ja olosuhteiden seurantaan, 3) tiedusteluun, valvontaan ja maalittamiseen, 4) aika- ja paikkatietoon ja 5) satelliittitietoliikenteeseen.

Laajasti katsottuna kolme ensimmäistä käyttö-tarkoitusta ovat kaikki kaukokartoitusta, jonka tehtävyytyyppejä on eritelty tarkemmin sotilaskäytössä.

Ohjusennakkovarointu tarkoittaa satelliittien käyttöä ballististen ohjusten laukaisun havaitsemiseksi ja lentoradan seurantaan siten, että arvioitu iskupaikka kyetään laskemaan. Laukaisujen havaitsemiseen ei tarvita kovin suurta laukausresoluutiota eli satelliitit voivat olla hyvin korkeilla radoilla, mistä saadaan laaja näkymä Maahan. Esimerkiksi Yhdysvalloilla on globaali ohjusennakkovarointujärjestelmä, jonka tuottamia tietoja se jakaa ainakin osalle liittolaisista. Käytännössä tieto kaikista ballististen ohjusten laukaisuista saadaan varsin nopeasti, mutta tämä itsessään ei riitä tarkkuudeltaan vielä ohjusten torjuntaan.

Sää- ja olosuhdetieto tarkoittaa satelliittien käyttöä muissa toimintaympäristöissä olevien olosuhdetietojen selvittämiseksi tai ennustamiseksi. Yksi merkittävä osa tätä on esimerkiksi sääennusteiden laatimiseksi hankittujen tietojen kerääminen, koska pidemmän aikavälin sääennusteet tehdään pitkälti avaruudesta tuotettujen havaintojen perusteella. Näillä taas on suuri vaikutus operaatioiden suunnitteluun maalla, merellä ja ilmassa. Sääennusteiden lisäksi tähän voidaan nähdä kuuluvan muun muassa kasvillisuuden ja maaston kulkukelpoisuuden muutosten ja jäätötilanteen seuranta.

Tiedustelu, valvonta ja maalittaminen käsittää monimuotoisen tiedon tuottamista mm. vastustajan joukkojen määrästä, ryhmityksestä, sijainnista ja toiminnasta. Tietoja voidaan käyttää muun muassa vastustajan toiminnan arvioimiseen oman päätöksenteon tueksi, maalittamiseen ja iskun vaikutusten arviointiin. Avaruudesta tiedustelulla kyetään saavuttamaan maailmanlaajuinen kattavuus ja vapaa liikkuvuus valtioiden rajoista huolimatta. Tämän takia avaruudesta kyetään tekemään havaintoja toisten valtioiden alueilta, joiden tekeminen muista toimintaympäristöistä ei ole mahdollista.

Paikka-, navigaatio- ja aikatieto ovat tärkeitä kaikessa sotilaallisessa toiminnassa. Valtaosa moderneista taistelujärjestelmistä hyödyntää avaruudesta tuotettuja aika- ja paikkapalveluita, vaikka etenkin viime aikoina riippuvuuksia näihin on pyritty myös pienentämään. Tarkka aika- ja paikkatieto on edellytys eri järjestelmien ja organisaatioiden verkottuneelle toiminnalle kaikissa ympäristöissä, kuten esimerkiksi erilaisissa johtamis- ja asejärjestelmissä sekä eri toimintaympäristöjen kulkuvälineissä.

Satelliittitietoliikenne mahdollistaa yhteydenpidon ja tiedonsiirron myös alueilta, joissa ei ole maanpäällistä infrastruktuuria tai jotka ovat niin kaukana, että yhteyttä ei kyetä muodostamaan suoraan maan-, meri- tai ilmajärjestelmien välillä. Maanpäällistä tiedonsiirtoa rajoittavat merkittävästi käytössä oleva lähetysteho, maastonkatveet sekä radiohorisontti. Näihin rajoituksiin voidaan toki vaikuttaa taajuuden valinnalla ja matalilla taajuuksilla kyetään myös hyvin pitkiin yhteyksiin, mutta vastineeksi nämä vaativat huomattavat suurikokoiset antennit ja niiden tiedonsiirtokapasiteetti on rajoitettu. Satelliittitietoliikenteellä kyetään kiertämään nämä rajoitukset. ■

”Ilmatorjunta ei ole aselaji, vaan pitkälle kehittynyt tieteenhaara”

Kun on seurannut Venäjän rajuja ilmaiskuja Ukrainaan mitä erilaisimmilla ilma-aseilla, voi vain todeta, että onneksi ilmatorjunta on pysynyt kehityksessä mukana.

Olin varusmiespalveluksessa vuonna 1966. Kirjoitin sotilasmuistiooni, että ilmatorjunta ei ole aselaji, vaan pitkälle kehittynyt tieteenhaara. Tietenkin ilmatorjunta on aselaji, mutta samalla tieteen ja tekniikan vahva kehityskenttä.

Muistan omalta palvelusajaltani, kun olin varu-
tiokomennuksella Lohtajalla 14.1.–29.1.1966. RMP-patteri ampua aikautetuilla ammuksilla yöllä maalihihaan. Jalkojen alla tunsu hyvin tärähdykset ja ääni oli mahtava. Oman ikäluokkani leirillä keväällä ei RMP:tä enää ollut. Tampereen ilmatorjuntapatterin omalla 1. jaoksellamme oli Galileo-Boforsit ja toisella jaokselle ns. ”vekottimet”, eli 20ITK40VKT:t. Kertausharjoituksessa 1974 käytössämme oli veivi-Boforsit.

Ilmatorjunnan historiaa

Yksi historiallinen hetki palvelusaikanani liittyi lennokkitoimintaan, josta olin myöhemmin kuuntelemassa esitelmän Ilmatorjuntamuseolla. Kyseessä oli insinööri **Sandy Pimenoffin** patteristossa suorittama maaliennokkilennätys Tampereen ilmatorjuntapatteriston killan vuosipäivänä 24.04.1966.



II Jaos I Jaoksen Galileo Boforsin kimpussa. Kuvassa luutnantit **Eero Lapinleimu** ja **Raimo Lappalainen**.



Tykkiryhmäkilpailijat Lohtajalla 16.-27.5.1966.

Toisen patterin päällikkönä toimi silloin luutnantti **Heikki Savonheimo**. Jaosjohtajat olivat muistaakseni 1. jaoksessa luutnantti **Eero Lapinleimu** ja 2. jaoksessa luutnantti **Raimo Lappalainen**. Katsojakunnassa oli everstiluutnantti **Auvo Villanen** sekä muuta kantahenkilökuntaa seuranaan killan edustajia.

Ensimmäinen jaos laittoi tykkipihalle ampumakuntoon Galilei Boforssin ja toinen jaos ns. Vekottimen (20ITK/40 VKT 2).

Insinööri Sandy Pimenoff kertoi olleensa erittäin harmissaan vallitsevasta kelistä. Oli sumuinen päivä, joten näköyhteyttä ei ollut kuin noin 200 metriä ja toisekseen lennättäminen matalalla tykkipihan kohdalla oli sangen hankalaa, johtuen korkeasta kuusikosta, joka kasvoi tykkipihan reunalla.

Ei auttanut jättää lennättämättä, sillä kaikki odottivat päätapahtumaa, eli lennätystä ja tykkien toimintaa.

Vaivoin taisin saada koneen Vekottimen rengasheiluritähtäimen kehälle, koneen pörrätessä koko lailla hyvin lähellä. Tykkimies **Purho** yritti saada Galilei Boforsilla koneen tähtäimensä, mutta jälkepäin luin, että se on sula mahdottomuus niillä liikeradoilla, joita maalikone teki.



Lohtajan leirikylässä päällystön kanssa ei enää pingotettu. Kuvassa luutnantit **Lappalainen** ja **Savonheimo**.



I ja II jaos lähdössä Lohtajalle. Tällä samalla tykkipihalla suoritettiin ensimmäinen maaliennokkikokeilu.

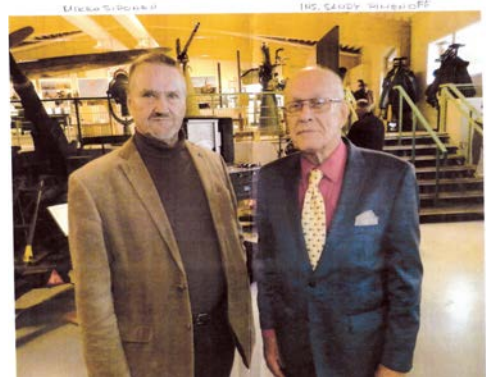
Lento kesti noin 15 minuuttia. Koneessa oli kymmenkanavaiset radio-ohjauslaitteet. Nopeus oli 100 km/h. Koneella oli voitettu erinäisiä taitolentokilpailuja ja muun muassa Suomen mestaruus.

50 vuotta sitten kyllä mainittiin, että päivä oli historiallinen ilmatorjunnan suuntauskoulutuksessa. Historiallisena tapahtumana sen myös kirjasin sotilasmuistiooni. Ensimmäiset omat koneet hankittiin Tampereen ilmatorjuntapatteristoon samana vuonna, eli 1966. Niitä oli kokeiltu Pitkäljärven jäällä. Mukana oli ollut kaksi luutnanttia, joista toinen **Matti Lumme**.

Onneksi ilmatorjunta on pysynyt kehityksessä mukana

Nyt kun on seurannut Venäjän rajuja ilmaiskuja Ukrainaan mitä erilaisimmilla miehittämättömillä ilma-aluksilla, jotka ovat kooltaan mitä moninaisimpia, siis droneista repertuaariltaan kaikkiin kokoluokkiin, voin vain todeta, että onneksi ilmatorjunta on pysynyt kehityksessä mukana, kuten olemme uutisista kuulleet.

Kiitälaisena leirivierailuiden aikana näin ensi keran 23ITK61:n ”Sergein” ja varoalueelta Crotale NG:n ohjuslaukaisun. Ohjus lähti laukaisualustalta äänetönnästi, jonka jälkeen vähän ajan kuluttua kiirii katsojien korviin ääni jylinänä. On se hieno kokemus varsinkin ensimmäisellä kertaa.



Tapasin insinööri Sandy Pimenoffin Ilmatorjuntamuseolla 2016.

Killan kanssa olemme vierailleet myös Parolassa. Muistan eversti **Rauli Korpelan** kattavan esityksen BUK-järjestelmästä. Ja NASAMSin esittelyn. On ollut ilo saada olla mukana hyvin mielenkiintoisilla vierailuilla.

Suomessa on mielestäni kaiken kattava kalusto, kunhan vielä saamme jo ostetun korkeatorjuntajärjestelmän käyttöömmek. Toki nyt myös Nato-kumppanit ovat jo mukana harjoittelussa, joten tukea tulee sieltäkin. ■

Majuri evp. Markku Metsäpelto, MPK Ilmapuolustuspiiri
Kuvat: MPK, Eila Keinonen

MPK Ilmapuolustuspiiri - työtä ilmapuolustuksen hyväksi

MPK Ilmapuolustuspiiri on ilmavoimien operatiivinen kumppani. Piirin kurseista reserviläisen sotilaallisia valmiuksia palveleva koulutus on suunnattu pääosin lennostojen reserviläisille. Tavoite on yhteinen: Ilmavoimien valmiuden tukeminen.

Tarkistettu laki vapaaehtoisesta maanpuolustuskoulutuksesta astui voimaan vuoden 2020 alusta. Puoli vuotta aikaisemmin muuttui aselaki. Samalla Maanpuolustuskoulutusyhdistyksestä (MPK) tuli puolustusvoimien strateginen ja operatiivinen kumppani. Tämä tarkoittaa sitä, että puolustusvoimat ohjaa MPK:n sotilaallisia valmiuksia (SOTVA)



MPK Ilmapuolustuspiirin hihamerkki.

palvelevaa koulutusta. Puolustushaarat hyväksyvät pidettävien kurssien tavoitteet ja sisällön sekä ampumaohjelmistot.

Ilmapuolustuspiirissä (ILMAPP) varmistettiin muutosta tekemällä ilmavoimien kanssa ”Ilmapuolustuspiirin koulutusohjelma 2020”. Koulutusohjelmassa määritettiin tukikohtien reserviläisille viikonloppukurssien kurssitavoitteet. Kurssit ovat viikonloppun kestäviä erikois- ja jatkokoulutuskursseja. Kurseille osallistuminen on vapaaehtoista. Koulutuksen painopistealueet ovat lentokonetekniikka ja ilmapuolustuksen taisteluvälineet, johtamisjärjestelmät, ICCS eli tukikohtien taistelijoitten taidot sekä logistiikka. Koulutusohjelmaa päivitetään tällä hetkellä ja vuoden 2025 alussa astuu voimaan ”Ilmapuolustuspiirin koulutusohjelma 2025”. Koulutusohjelman hyväksyy ilmavoimien ohjesääntötoimikunta.

Koulutuksesta valmiuteen

ILMAPP on koulutusorganisaatio, joka tukee puolustushaaran valmiutta kouluttamalla ilmavoimiin sijo-



Reserviläisen tehtäväpolku.

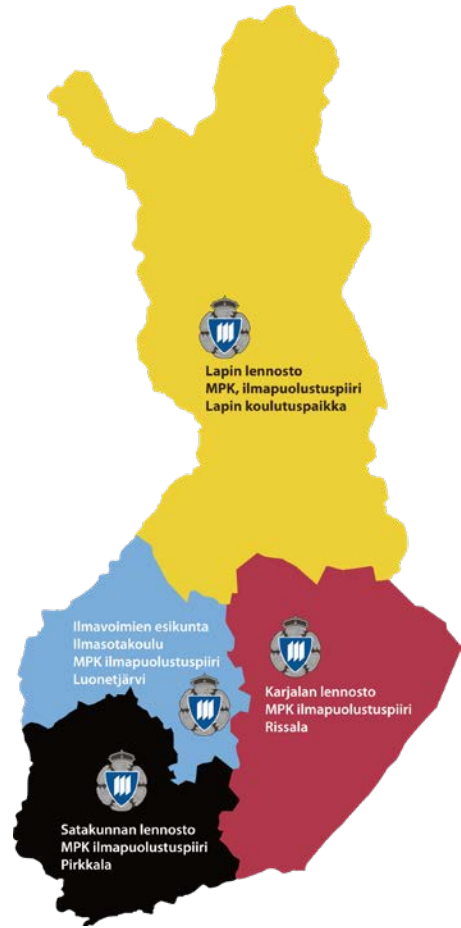
tettuja reserviläisiä. Ilmapuolustuspiirin toimisto on Tikkakoskella ja koulutuspaikat jokaisen lennoston sekä Ilmasotakoulun alueella Luonetjärvellä, Pirkkälässä, Rissalassa ja Rovaniemellä. Piiriä johtaa piiri-päällikkö apunaan valmiuspäällikkö sekä viestintä- ja koulutussihteeri. Jokaisella koulutuspaikalla on palkattu valmiuspäällikkö ja koulutuspäällikkö. Valmiuspäällikkö vastaa yhteistoiminnasta lennoston ja reserviläisiin sekä ylivuotisesta koulutustapahtumien suunnittelusta. Koulutuspäälliköiden tehtävänä on ohjata ja valvoa viikonlopun koulutustapahtumien toteuttamista. Valmius- ja koulutuspäälliköiden taistelijaparina on Ilmavoimien esikunnassa ja lennostoissa vapaaehtoista reserviläiskoulutusta ohjaava päätoiminen VMP-upseeri tai -aliupseeri.

Koulutuksen käytännön toteuttamisesta vastaavat kouluttajasitoumuksen tehneet reserviläiset. Reserviläisen kirjallinen kouluttajasitoumus on voimassa kerrallaan yhdestä viiteen vuotta. Ilmavoimat tekee sitoutuneista turvallisuusselvityksen.

Yhteinen tahtotila

Ilmavoimien reserviläisille suunnatut kurssit ovat osa joukko-osastojen joukkotuotantoa ja kertausharjoitusten suunnittelua. Ilmavoimien komentaja hyväksyy vuosittain reserviläisille suunnatun vapaaehtoisen koulutuksen painopistealueet, jotka ilmavoimien esikunta muokkaa tehtäväksi lennostoille. Samalla ilmavoimat käskää sitoutuneille reserviläisille vuosittain annettavan keskitetyn kouluttajakoulutuksen aiheet ja kohdentamisen. Keskitetty kouluttajakoulutus annetaan reserviläisille ILMASK:lla. Koulutusta ohjaa Ilmavoimien esikunta.

Lennostot ja Ilmasotakoulu kohdentavat sotilaallisia valmiuksia palvelevan erikoiskoulutuksen valitsemilleen reserviläisille lähettämällä heille suosituskirjeen. Kirjeessä annetaan ilmoittautumisohjeet sekä kerrotaan, miten kurssi tukee henkilön sotilaallisia valmiuksia ja tulevaa kertausharjoitusta. Kurssi on reserviläiselle maksuton. Suosituskirje lähetetään vähintään kaksi kuukautta ennen kurssia. Reserviläinen ilmoittautuu kurssille kaksi viikkoa ennen järjestettyä koulutusta. SOTVA-kurssin suorittamisesta reserviläinen saa hyväksytyt korvaavat kertausharjoitusvuorokaudet.



MPK Ilmapuolustuspiirin vastualueet ja koulutuspaikat.

Reserviläiskouluttajat keskiössä

Ilmapuolustuspiiri tukee ilmapuolustuksen valmiutta kouluttamalla. Ilmapuolustuspiirin sitoutuneet kouluttajat kehittävät omia kouluttajavalmiuksia suunnitteleamalla ILMAPP:n kurssseja ja olemalla niissä kurssinjohtajina, vääpeleinä ja kouluttajina. Kurssille osallistuva reserviläinen kehittää vastavasti omia ja joukkonsa valmiuksia osallistumalla hänelle suunnattuun koulutukseen.

Merkille pantavaa on reserviläisten kiinnostuksen kasvu vapaaehtoista maanpuolustuskoulutusta kohtaan. Kurssille ilmoittautuneiden osuus on alkuvuonna lisääntynyt ja kouluttajasitoumuksia tehdään kiihtyvällä tahdilla. Pääosa uusista kouluttajasitoumuksista tehdään alle 30-vuotiaille henkilöille.

MPK ilmapuolustuspiirin kurssikalenterissa on myös yleisiä kurssseja, joissa kansalaiset voivat kehittää omia kriisiajan valmiuksia. Suosituimpia ovat "Ilmapuolustus ja intti tutuksi" sekä "Kunnossa inttiin -kurssit" sekä arjen turvallisuuteen ja kyberturvallisuuteen liittyvät kurssit.

Hyvässä Ilmapiirissä! ■



Yhdysvaltalaisotilaat harjoittelevat CUAS-järjestelmän käyttöä Operation Inherent Resolvessa Irakissa lokakuussa 2018.

Kapteeni Lepistö ja kapteeni Tiira, Karjalan prikaati
Kuva: U.S. Army

Uusi ulottuvuus

Sotatieteiden maisterikurssin opiskelijat kirjoittivat osana opintojaan taistelijapareina artikkelit teemalla ”ilmatorjunnan erilaiset toimintaympäristöt”. Artikkelisarjassa pääsemme tarkastelemaan taistelukenttää monesta eri näkökulmasta. Nyt toimintaympäristöä tarkastellaan järjestelmän näkökulmasta kirjoituksessa sotakoneiston uudesta trendistä ja ilmatorjunnan kilpajuoksusta miehittämättömien ilma-alusten uhkaa vastaan.

UAS, Unmanned Aerial System, miehittämätön lentolaite, eli kansankielellä useimmiten *lennokki*, *drone* tai *drooni*. Terminä lennokki johdattaa ajatuksia väistämättä siipiin ja potkuriin, kun taasen drone ohjaa ajattelemaan pelkästään pientä nelikopteria. Nykypäivän taistelukenttä on osoittanut, että UAS voi olla käytännössä minkälainen tahansa lentävä härveli, kunhan siellä ei ole kuskia sisällä. Artikkelini pitäytyi siis UAS-termissä jo osaltaan senkin takia, että

muuan tutkijapuseeri Maasotakoululta on saanut opin puhtauden oppoamaan umpiluuhun.

Tuntuu, että jokainen alamme artikkeli, kommentti tai keskustelu ottaa jossain vaiheessa mukaansa Ukrainan sodan. Siitä ei tässäkään poiketa, sillä se on varsin keskeinen tekijä siinä, miksi tätäkin kirjoitelmaa työstetään. Ukrainan sodan mukanaan tuoma käsitys UAS-laitteiden valtavasta potentiaalisuudesta on eittämättä saanut ilmatorjuntaupseerin varpailleen, penkin etulaitaan istumaan ja rattaat rullaamaan. Omat ajatuksemme tulevaisuuden sodankäynnistä pyörivät ennen vahvasti huipputeknologian kehityksen ympärillä, euromäärät vilisivät silmissä, ohjuksista tuli isompia ja parempia.

UAS-laitteiden innovatiivinen käyttö on tietyllä tapaa ollut disruptiivinen. Järjestelmä itsessään ei ole uusi, mutta sen käyttöpotentiaali on yllättänyt monet. Se on hyvin halpa, mutta tehokas. Järjestelmänä yksinkertainen, mutta uhkana monimutkainen torjua. Se on erittäin helppokäyttöinen ja tuottaa merkittäviä tuloksia. On kiehtovaa tarkastella omaa ajatushistoriaa UAS:n suhteen, sillä onhan laite ollut tiedossa koko oman sotilasuran ajan. Silti, se oli aina vain ”yksi pieni tiedustelusensori, ammutaan se tarvittaessa alas”. Ja ajatus päättyi. Mutta omaksi puolustukseksi vetoan siihen, että eipä ole kovin moni muukaan asiaan sen ansaitsemalla vakaavuudella perehtynyt. Harvalla on tarjota varteenotettavia ajatuksia, hopealuotia ei kenelläkään.

Koko ja hinta

Erityisesti kaksi ominaisuutta tekee UAS-laitteen erityisen harmilliseksi (näin katkeran IT-upseerin näkökulmasta) toimijaksi: koko ja hinta. Joku näppärä voikin nyt hivenen irvistää, sillä onhan vaikkapa Yhdysvaltojen Predator ja Reaper -järjestelmillä sekä hintaa, että kokoa. Tässä kohtaa artikkelia lienee hyvä tehdä selväksi, että suurimman murheen allekirjoittaneille aiheuttaa ns. luokan I UAS-järjestelmät. NATO:n UAS Classification -taulukko on kätevästi löydettävissä Googlen avulla, mutta nyrkisääntönä luokka I pitää sisällään alle 150 kiloiset järjestelmät. Luokka itsessään jakautuu vielä kategorioihin, joista pirullisin on se pienin, mikro.

Mikrotason UAS-laitteet ovat kevyesti kärjistään niitä ”pikkudroneja”, joita jokainen voi käydä ostamassa kaupan hyllyltä. Tällaisen UAS-laitteen pieni koko tekee siitä äärettömän vaikean havaita ja todella vaikean osua, etenkin perinteisillä asejärjestelmillä. Hinta tekee sen hankkimisen ja uudella korvaamisen helpoksi, sekä raavituttaa päätä alas ampumisen kanssa; onko soveliasta käyttää 100 000 euron ohjus 1 000 euron lennokkiin? Ja silti, nämä pienet pirulaiset valtaavat taistelukenttää ja kykenevät moniin eri suorituksiin: tiedustelu, maalittaminen, jopa suora asevaikutus pudottamalla pieniä projektiileja tai lentämällä päin. UVifyn Draco on vajaan tuhannen euron kone, joka painaa puolisen kiloa ja kykenee jopa 160 km/h nopeuteen. Mitä tykännee ilmatorjunnan tutka, jos noilla kertoimilla lentää päin lapa? Onneksi kantamat ja toiminta-ajat rajoittavat vielä toistaiseksi, mutta on aika ajatella tulevaisuutta: tämä on vasta alkua, nämä ovat vain prototyyppisiä tulevista laitteista.

Ukrainan sota on keskeisessä asemassa UAS-sodankäynnin kehittämisessä. Yksi mielenkiintoisimpia havaintoja on merkittävä vaikeus todentaa, kummalle osapuolelle lentävä vekotin kuuluu. Joidenkin lähteiden, lähinnä yksittäisten taistelijoiden haastattelujen, perusteella kummallakin osapuolella on ollut merkittäviä haasteita tunnistaa, onko ryhmityksen yläpuolelle tullut UAS oman, vaiko kenties vihollisen laite. Tämä aiheuttaa merkittävän dilemman myös kyseisen järjestelmän tuhoamisen suhteen ja uskaltaisn väittää, etteivät nykymuotoiset johtamisjärjestelmät mahdollista reaaliaikaisesti laitteiden tunnistamista. Tähän varmasti tarjotaan ratkaisuksi erilaisia lentosuunnitelmia ja viestiyhteyksiä, mutta ne koskevat lähinnä isompien luokkien UAS-laitteita. Etulinja ja sen läheisyys tulee olemaan tulevaisuudessa villimpi länsi, jossa eri toimijat käyttävät mikroluokan laitteita dynaamisesti ja huolettomasti.

UAS-laitteiden torjunta on perinteiselle ilmatorjunnalle (ns. ”legacy”) haaste. Kohteen löytäminen sensoreilla on teknisesti mahdollista, mutta vaikeaa. On hyvin vaikea ennakoita, missä alueilla UAS-laitteita käytetään (tai vastavuoroisesti käytetään kaikkialla), ne vaihtavat nopeasti toiminta-aluetta tai suorittavat tehtävänsä, sekä lentävät vaihtelevilla korkeuksilla. Asejärjestelmän osumistodennäköisyy-

heikkenee maalin koon pientyessä ja jo aiemmin kirjoittamani vaihtosuhte on usein heikko, ohjus maksaa paljon. Moni ajattelee ratkaisuksi ammusilmatorjuntaa, jota Suomellakin on merkittävä määrä, lähinnä 23ITK61-tykkejä. Vaikka vanha sotaratsu on oikeasti edelleen loistava ja ajantasainen asejärjestelmä, kärsii koko ammusilmatorjunta muutamasta rasitteesta, kun mietitään UAS-torjuntaa: näiden asejärjestelmien kantama on lyhyt, ne vaativat näköyhteyden ja aseet on suunniteltu torjumaan isompaa uhkaa – kranaattien hajonta on laaja ja osuminen pieneen maaliin hankalaa. Nykypäivä on tuonut mukanaan älyammuksia, mutta se vaatii hyvin modernin tykin, hyvin vetävän tuotantolinjaston ja syvemmän rahapussin. Älyammukset ovat mukava markkinointivaltti, mutta todellisuudessa ne poistavat ongelmista vain osumatarkkuuden.

Reaktio ja vastareaktio

Reaktio synnyttää monesti vastareaktion, niin nytkin. UAS-laitteiden kasvava markkina ja käyttö on luonut uuden tarpeen: niiden torjuntajärjestelmät, CUAS-laitteet (counter unmanned aerial systems, miehittämättömien lentolaitteiden torjuntajärjestelmä). Ukrainan sota on tehostanut tarvetta saada varta vasten UAS-laitteiden torjuntaan soveltuvia järjestelmiä, mutta myös siviiliyhteiskunnalla on ollut osuutensa keitossa. Esimerkkinä toimii Gatwickin lentokenttä Englannissa juuri joulun alla vuonna 2018. Arvioilta noin 1 000 lentoa joko peruttiin tai ohjattiin muualle, yli 140 000 ihmistä joutui tuskaillemaan tilanteen kanssa. Kaiken aiheutti väitetty havainto UAS-laitteesta lentokentän alueella. Syyllisiä ei ole löydetty, eikä itse UAS-laitteetakaan ole varsinaisia todisteita.

CUAS-laitteet voidaan karkeasti luokitella kahden ryhmään; *hard-kill* ja *soft-kill*. Ensimmäisenä mainitun perusideana on jollakin tapaa tuhota tai vaurioittaa lentolaitetta niin, ettei se kykene jatkaamaan – esimerkiksi täryttämällä haulikolla. *Soft-kill* menetelmät ovat tietyllä tapaa hienostuneempia, niiden tarkoituksena on elektronisesti puuttua laitteen käyttöön, esimerkiksi häiritsemällä ohjaussignaalia tai jopa ottamalla laite omaan haltuun ja lennättämään se haluttuun paikkaan. CUAS-järjestelmät törmäävät kuitenkin samoihin linalaisuuksiin, kuin moni muukin: ne maksavat rahaa, niiden kantama on suhteellisen lyhyt ja lentolaitteeseen tulisi olla näköyhteys. Joku voinee joskus tuskailta Kaakois-Suomessa, että drone lentää mäntymetsän yläpuolella, mutta keskiverto taistelija omaa liian lyhyet jalat, jotta CUAS saataisiin samalle tasalle.

UAS on jyrkällä käyrällä kasvava trendi. Se muodostaa uuden ulottuvuuden, jossa ilmatorjunnan on tulevaisuudessa taisteltava. Hivenen pessimistinä lienee asiallista todeta, ettei joka ikistä UAS-laitetta tulla koskaan saamaan pois taivaalta, joten niiden kanssa on opeteltava elämään. Suosittelen jokaista virkistämään muistiaan ilmasuojelun saralta, sillä vanhoja temppeuja tarvitaan tulevaisuudessa entistä enemmän. ■

How to manage the economy in the future to get "good" and sufficient air defense

Lessons learned during the Cold War in integrated air and missile defence within the alliance.

During the Cold War, Sweden had a widely spread and strong air defence plan regarding the responsibility of the Air commander and within the Army.

Different systems were integrated well to meet the needs of various commanders. I would say that the ground-based air defence in Sweden was one of the strongest in northern Europe. As a neutral state close to the former Soviet Union, we had to be strong, and the ground-based air defence was a stronghold for both defensive and offensive operations.

During decades of cutbacks and a new focus for the Swedish Armed Forces in the early 2000s, ground-based air defence was not prioritized. A shift came again in 2015, and national defence became the focus for the Armed forces. The capability within the service to be a part of the air defence and air power was maintained during the era of out-of-area operations, mainly with our close ties with the Air Force, even though the Swedish Ground-Based Air Defence (GBAD) is a part of the Army. This has been crucial in our quest to rebuild the new GBAD capability to counter the threats of today and in the future.

From RBS 70 to PATRIOT

We entered a new era with mainly two systems developed for different threats and objectives. The battalions were almost always divided into an army part and a part for the air force. We, as air defenders, developed and trained as one unit but served the two commanders independently. The shift came with the decision to transform the battalions with new capabilities - Patriot and IRIS-T SLM.

Clearly, we have now developed a capability for both the air defence and the air commander with new capabilities, including ballistic missile defence in the capability portfolio.

At the same time, the Army reorganized into a division and four brigades, plus the defence of Gotland. For these structures, the RBS 70 and 90 were organized in the brigades, and for Gotland, the RBS 23 was an addition on the island.

Now, we face the urgent need, along with almost the rest of Europe, to rearm and rebuild a ground-based air defence relevant to the new threats that we face now and in the future. The journey should have started years ago. The buildup and race are on, and most countries now have to balance their own capability and capacity increase along with the support to Ukraine. This will be a struggle for the states, armed forces, and defence industry.



The Need for Air Defense

Once again, the need for defensive and offensive air operations supported by surface-based air defence is paramount for deterrence and defence within the alliance.

In Sweden, the plan is to rearm the brigades and start building GBAD units for higher echelons. The plan is to equip the subarctic brigades with relevant systems for fighting in that environment and to equip the other brigades and the Island of Gotland with a family of GBAD systems. An analysis of what the Surface-Based Air Defence (SBAD) environment will look like in the Swedish, Nordic, and European perspective is interesting. Where are the similarities? What strengths will be achieved with different choices of systems? What dilemmas will an enemy face with the choices we allow ourselves to have?

These questions can be relevant if you have time on your side, or is time what should be in your choice matrix?

NATO and the Nordic

Finland and Sweden are now allies within NATO.



Swedish RBS 70 ready to fire.

This will make the alliance stronger and both nations stronger together. The ties between our two countries have become stronger and more defined in the last five years and will continue. As inspectors meet, we all agree that we will still have a regional responsibility both in collective defence in the Nordic region and within NATO. To integrate us with each other, with new standards and procedures, the cooperation can be used to integrate both our services into the NATO integrated air and missile defence. The cooperation between our two countries is strong, and within the GBAD community, we see the need for further cooperation. Whether it is regarding education, training, or exercises, I'm sure that we will find areas that will give ourselves and NATO synergies. The operational area of the Nordic region is special. The subarctic area will play a crucial role in both deterrence and defence. Here, the Nordic cooperation, based on FISE work already in place, will continue to evolve into a Nordic concept.

The Baltic Sea is another common area where we can continue our work together, and by integrating Surface-based assets into the Integrated Air and Missile Defence (IAMD) concept, the synergies are easy to explore.

Future Challenges and Opportunities

The challenges for the near future, but also with implications for the longer perspective, are now facing us all. The need to shape the capabilities we need now and also to ensure that the investment we make is valid for the future.

The battlefield and defence, as before, require volumes of units. We do not need placeholders for capabilities, but rather real units with real capabilities relevant to the threats today and in the near future. Surface-based air defence must, for countries with conscription, be a mix of systems and units with high readiness but also the capacity to use a mobilization concept to have volumes when needed.

The technological advancements that lie ahead within a service like air defence are not easy to fore-



Colonel Beck is former inspector of the Ground-Based Air Defence in the Swedish Armed Forces. On that time, Sweden acquired Patriot missile system.

see. I think we will see both AI and other new technologies implemented rather soon in the arms race ahead. With these advancements come a challenge with cost management. How do we balance the economy so that we have a "good enough" air defence and still maintain volumes and numbers? Because that balance will matter.

Personnel and Competence – Interoperability

With a higher demand for units and readiness comes the variable of personnel. We need to have enough officers and enough soldiers. Once again, the mix of high readiness forces and conscripts/reservists comes into play. The systems of today require a lot more competences than before. The demand for technicians and well-educated and trained officers and soldiers is high. This is an area where I believe we have to work smarter and think through more. There are possibilities within our cooperation to build our units within NATO to manage this challenge and also take on a regional responsibility.

Whatever road we take from a Swedish perspective in our capability buildup, we must ensure that interoperability within our own armed forces and within NATO is maintained and enhanced. This can only be achieved when we train and execute exercises together. Interoperability must start and continue with human interoperability. Everything else is technical and can be specified and bought. How we perform and work together as allies will be what matters if we want success. ■

GIRAFFE 4A

Tilannekuva aina hallussa



Yli 400 kilometrin ilmavalvontasäteensä ansiosta Giraffe 4A tarjoaa lyömätöntä tilannekuvausta koko puolustuksen tarpeisiin. Se antaa jokasään suorituskykyä kaikkia ilmamaaleja vastaan, matalalla lentävistä, hitaista ja pienistä (UAV) kohteista aina nopeasti lentäviin häivehävittäjiin, supersoonisiin ohjuksiin, tykistöammuksiin ja elektronisiin häirintäjärjestelmiin.

Giraffe 4A:n käyttöönotto suoritetaan kahden henkilön toimesta alle 10 minuutissa ja sen purkaminen kestää alle 5 minuuttia. Osana ilmapuolustusjärjestelmää, Giraffe 4A tarjoaa joukoille tarkkaa ilmatilannekuvausta, mikä mahdollistaa välittömän ja tehokkaan vastauksen muuttuviin uhkiin ja taktiikan sovittamiseen vallitseviin operatiivisiin olosuhteisiin.

Lue lisää osoitteessa www.saab.fi

www.rheinmetall.com

SKYRANGER 30

SKYRANGER 35

SKYRANGER

STATE OF THE ART MARKSMAN

The Skyranger 30 and Skyranger 35 from Rheinmetall Air Defence in Zurich are the mobile all-in-one solutions against current and future airborne threats.

Move

The Skyranger turret on any proven and highly mobile armoured vehicle, guarantees protection in all situations, whether it is on or off roads.

Sense

The Skyranger commander monitors the airspace autonomously with its own sensor suite and/or via a higher echelon sensor network. The Skyranger reliably detects, classifies and acquires even small flying objects while on the move or in stationary deployment.

Defend

The revolver guns in their respective calibre (30 or 35 mm), combined with the airburst ammunition deliver impressive performance optimised to engage airborne threats such as drones and cruise missiles with unmatched precision. Customer-specific guided missiles in the Skyranger 30 variation additionally extend the spectrum of engagements and range.

Tämän lehden kirjoittajat

- » Everstiluutnantti evp., FT **Heikki Mansikka** toimii ilmasodan tutkijana Insta DefSec Oy:ssä ja dosenttina Maanpuolustuskorkeakoulussa.
- » Everstiluutnantti **Jaakko Salomäki** palvelee Ilmastaistelukeskuksen johtajana Satakunnan lennostossa.
- » Apulaisprofessori **Marko Höyhtyä** tutkii disruptiivisia teknologioita Sotatekniikan laitoksella Maanpuolustuskorkeakoulussa.
- » Kapteeni **Miika Valjakka** palvelee yksikön varapäällikkönä Salpausselän ilmatorjuntapatteristossa Karjalan prikaatissa.
- » Majuri evp. **Pasi Ihamäki** työskentelee Senior System Specialistina Kongsberg Defence Oy:ssä.
- » Reservin korpraali **Heikki Marttila** on sota- ja radiohistorian harrastaja.
- » Eversti evp. **Ahti Lappi** on sotahistorioitsija ja tietokirjailija, joka on toiminut ilmatorjunnan tarkastajana vuosina 1988–1996.
- » Everstiluutnantti evp. **Antti Arpiainen**.
- » Kapteeni **Tuomas Rauanheimo** palvelee taktiikan opettajana Maanpuolustuskorkeakoulussa.
- » Kapteeniluutnantti **Juuso Liekkilä** opiskelee yleisesikuntaupseerikurssilla ja tekee väitöskirjaa avaruuden sotilaallisesta käytöstä. Upseerikoulutuksen lisäksi hän on myös avaruustekniikan diplomi-insinööri.
- » **Mikko Siponen** on ilmatorjuntayhdistyksen ja Pirkanmaan Ilmatorjuntakillan pitkäaikainen jäsen.
- » Majuri evp. **Markku Metsäpelto** toimii MPK:n Ilmapuolustuspiirin valmiuspäällikkönä.
- » Kapteeni **Joonas Tiira** palvelee yksikön varapäällikkönä Salpausselän ilmatorjuntapatteristossa Karjalan prikaatissa.
- » Eversti **Mikael Beck** on entinen ilmatorjunnan tarkastaja Ruotsin puolustusvoimissa.

Seuraavassa numerossa

Teemana lähitulituki. Ilmasota muuttuu ja kehittyä koko ajan, kuten Ukrainan sota viimeisimpänä on osoittanut. Miten lähitulituki näkyy tänä päivänä länsimaaisessa sotataidossa? Kuinka Venäjä on toteuttanut lähitulitukea sodassa Ukrainassa? Millainen taistelija on ilmatulenjohtaja, eli JTAC? Etulinjan ilmauh-

kaa ja toimijoita erilaisista näkökulmista. Samalla tietysti katsaus ilmatorjunnan syksyn päätapahtumaan ADEX Mallet Strikeen ja silmäys jo tulevaan aselajin 100-vuotisjuhlavuoteen.

Ilmatorjunta 4–2024 ilmestyy 19.12.2024.



Kuva: Pixabay

Tutustu kotiseudun sota-historiaan

KIRJASARJAN
NELJÄS OSA
KOUVOLA
on nyt ilmestynyt!

Ilmatorjuntasäätiön kustantamassa kirjasarjassa on esitelty **ilmapuolustuksen tärkeimpien taistelupaikkojen historiaa** sotapäiväkirjojen, tutkimuksen ja ajan kuvien avulla.

Kirjasarja tutustuttaa myös alueen ilmapuolustuksen muistomerkkeihin.

Lisäksi siinä on luettelot aihepiiriä käsittelevästä kirjallisuudesta tutustumista varten.

MYynti:
www.ilmatorjuntamuseo.fi

KUSTANTAJA: ILMATORJUNTASÄÄTIÖ



HELSINGIN ILMAPUOLUSTUKSEN
TAISTELUPAIKAT 1939-1944
ILMESTYNYT 2019

TAMPEREEN ILMAPUOLUSTUKSEN
TAISTELUPAIKAT 1939-1944
ILMESTYNYT 2020

KOTKAN ILMAPUOLUSTUKSEN
TAISTELUPAIKAT 1939-1944
ILMESTYNYT 2023

KOUVOLAN ILMAPUOLUSTUKSEN
TAISTELUPAIKAT 1939-1944
ILMESTYNYT 2024