

ILMATORJUNTAYHDISTYKSEN JÄSENLEHTI

ILMATORJUNTA

ASELAJIN AMMATTI- JA JÄRJESTÖLEHTI



Tässä numerossa teemana:

Lennokit ja lennokintorjunta

TEEMA: Lennokit sotilaskäytössä

YHDISTYS JA YHTEISTYÖKUMPPANIT: Etelä-Suomen Ilmapuolustusseminaari 23.9.2023

PERUSLUKEMIA: Ballistiset ohjukset ja avaruustoiminta

KENTÄN KUULUMISIA: Sotilastiedustelu ilmapuolustuksen tukena Suomen sodissa

03-2023



KONGSBERG

Protecting people and planet

Ilmatorjunta 03–2023:

Lennokit ja lennokintorjunta



PÄÄKIRJOITUS JA TERVEHDYKSET

Ei meiltä vaihtoehtot lopu!.....	4
Ilmatorjuntayhdistyksen puheenjohtaja on vaihtunut	5
Ilmatorjunnan tarkastaja	6

TEEMA-ARTIKKELIT

Lennokintorjunta – tekniikkaa ja taktiikkaa	7
Lennokkien ja vaanivien ammusten muodostama uhka ja sen torjunta mekanisoitujen joukkojen näkökulmasta	13
Suurtelolaserin käyttö miehittämättömien ilma-alusten torjuntaan ...	17
Näkökulmia lennokintorjuntaan	20
Reserviläiset toteuttavat drone-hankkeen kokonaisturvallisuuden hyväksi	23
Lennokit sotilaskäytössä	28

YHDISTYS JA YHTEISTYÖKUMPPANIT

Ajankohtaista.....	31
--------------------	----

ETELÄ-SUOMEN ILMAPUOLUSTUSSEMINAARI

Skyranger 30 – An advanced hybrid very short-range mobile air defence system	37
Army mobile warfighting operations – handling the UAS threat?	38
3 Key Factors for Comprehensive Threat Detection with the TPY-4 Long Range Air Surveillance Radar	39

PERUSLUKEMIA

Yli sata vuotta sotalennokkien historiaa	41
Lennokkityypit ja niiden kehittäminen Venäjällä	44
Mitkä ovat ZALA Lancetin todelliset kasvot?.....	48
Miehittämättömät maalla liikkuvat laitteet	52
Ballistiset ohjukset ja avaruustoiminta	55

KENTÄN KUULUMISIA

Sotilastiedustelu ilmapuolustuksen tukena Suomen sodissa.....	59
Valmistuvien ilmatorjuntakadettien terveiset.....	60
Valelaitteet osana ilmasuojelua	62
Tämän lehden kirjoittajat.....	63
Seuraavassa numerossa	63

ILMATORJUNTA

69. vuosikerta
224. lehti
ISSN 1797-6448
Painos 1700 kappaletta

JULKAISIJA

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

PÄÄTOIMITTAJA

Santtu Eklund

KUVATOIMITTAJA

Mika Virolainen
ilmatorjunta.lehti@gmail.com

ILMOITUSMYYNТИ

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

TAITTO JA PAINO

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

OŠOITTEENMUUTOKSET JA JÄSENASIAT

Maija Tomperi
jarjestosihteeri.ity@gmail.com

SEURAAVAT NUMEROT

(aineistot / ilmestyminen)
4–2023: 30.11. / 22.12.

KANNEN KUVA

Spiegel International

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



Majuri Santtu Eklund, @oaksamu, päätoimittaja
Kuva: PAO-HQ MNC NE

Ei meiltä vaihtoehdot loppu!

Loppukesän sateisina päivinä käsiini tarttui Maanpuolustuskorkeakoulun parikymmentä vuotta vanha julkaisu, jossa korkeakoulun jatkotutkinto-opiskelijat pohtivat Suomen turvallisuuspoliittista ratkaisua ja puolustushallinnon tulevaisuutta. Siinä missä julkaisun artikkeleissa kuvatuissa eräissä tulevaisuuden kehitysmalleissa Venäjä saatettiin nähdä Naton yhteistyökumppanina ja Itämeren alueen suurimaksi turvallisuusuhkaksi arvioitiin ympäristökatastrofi, on ajan saatossa totuus muodostunut toisenlaiseksi. Tulevaisuuden tarkka arviointi ei ole kai koskaan ollut helppoa. Tietenkin artikkelien kirjoittajat osuivat arvioissaan osin myös oikeaan. Esimerkiksi Venäjän eristäytymisen ja kehittymisen arvaamattomaan suuntaan he näkivät johtavan läntisten valtioiden tiivistyvään yhteistyöhön.

Jos käytössämme olisi ilmatorjunnan kristallipallo, olisi kutkuttavaa nähdä miten suhtaudumme miehittämättömiin ilma-aluksiin ja niiden torjuntaan parin vuosikymmenen päästä. Aiheen ajankohtaisuudesta ja kiinnostavuudesta kertoo se, että teemaa on käsitelty tämänkin lehden sivuilla säännöllisesti ja näkökulmia vaihtaen. Mitkä lausutuista arvioista lennokkien ja niiden torjunnan osalta toteutuvat ja mitkä eivät? Onko miehittämätön ilma-alus jokaisen tulevaisuuden taistelijan henkilökohtainen ase, sensori tai viestijärjestelmän osa vai jäävätkö nämä lentävät lavetit marginaalisempaan käyttöön? Entä mitä tapahtuu suojautumis- tai torjuntame-



netelmien suhteen? Torjuntaanko tulevaisuudessa yksittäisiä lennokkeja vai estetäänkö mahdollisesti vihollisen toiminta tietyllä alueella erilaisia teknologioita hyödyntäen? Ovatko aktiiviset ilmasuojelutoimenpiteet vastaus miehittämättömien ilma-alusten muodostamaan uhkaan?

Lennokkitoiminta ja vastatoimenpiteet eivät vainuta ainoastaan sotilaallisessa toimintaympäristössä. Ratkaisuja tulee etsiä aktiivisesti poikkihallinnollisesti ja laajemminkin, sillä vähintään yhtä arvokasta on tutustua ja ottaa oppia teollisuuden ja tiedeyhteisön tuottamista innovaatioista kuin seurata taistelukentän ilmiöitä. Kansalaisyhteiskunnan tärkeänä osana järjestöjen ja yhdistysten rooli ei jää edellämainittuja pienemmäksi kun tarkastellaan esimerkiksi sitä, mitä reserviläisorganisaatiot ja muut maanpuolustusjärjestöt aiheen ympärillä tekevät. Lennokkeihin ja lennokintorjuntaan keskitytään syyskuussa myös Lahdessa Ilmatorjuntayhdistyksen Etelä-Suomen Ilmapuolustusseminaarissa, joka järjestetään yhdistyksen Päijät-Hämeen osaston kanssa osana Päijät-Hämeen maanpuolustuspäivää.

Maailman parhaan lennokintorjuntajärjestelmän kehittäminen on meidän omissa käsissämme. Kerroksellinen, verkottunut ja joustavasti käytettävä ilmatorjuntajärjestelmämme tarjoaa kehitykselle hyvän referenssin ja luontevan liityntäpinnan. Näin ilmatorjunnan rooliksi sopii myös lennokintorjunnan suorituskkyjen kokonaisuuden kehittäminen. Kun lennokintorjuntajärjestelmää rakennetaan, on tulevaisuudentutkimuksen periaatteita noudattaen keskeistä aluksi erilaisten vaihtoehtoisten tulevaisuuksien hahmottaminen. Vaihtoehdoista valitaan tavoiteltavat toimintalinjat, joita pitkin edetään vaiheittain kohti tavoitetta – esimerkiksi sitä maailman parasta lennokintorjuntajärjestelmää. ■

Jos käytössämme olisi
ilmatorjunnan kristallipallo,
olisi kutkuttavaa nähdä
miten suhtaudumme
miehittämättömiin ilma-
aluksiin ja niiden torjuntaan
parin vuosikymmenen
päästä.

Everstiluutnantti Sami Nenonen,
Ilmatorjuntayhdistyksen puheenjohtaja
Kuva: Puolustusvoimat

Ilmatorjuntayhdistyksen puheenjohtaja on vaihtunut

Ilmatorjuntayhdistyksen jäsenien ja tämän lehden satunnaisten lukijoiden tietoon saatettakoon, että yhdistyksen puheenjohtaja on vaihtunut. Näin ollen tervehdin teitä uutena puheenjohtajana. Valintaani päädyttiin 17.3.2023 Tikkakoskella järjestetyssä yhdistyksen vuosikokouksessa hallituksen esityksestä. Kiitän vielä kerran luottamuksesta ja pyrin olemaan puheenjohtajakaudellani minulle osoitetun luottamuksen arvoinen.

Väistynyt puheenjohtaja kirjoitti edellisessä numerossa tällä palstalla kehittämisen olevan pitkäjänteistä työtä. Tämän voin vahvistaa kerättyäni lähes kolmen vuoden kokemuksen palvellessani edellisessä tehtävässäni ilmatorjunnan kehittämiseen liittyvien suunnittelutehtävien parissa Maavoimien esikunnassa. Vuonna 2022 Ilmatorjuntayhdistyksen tehtyä pitkästä aikaa positiivisen tuloksen on mahdollisuus keskittyä olennaiseen ja nimenomaan keskittyä yhdistyksen toiminnan määrätietoiseen sekä pitkäjänteiseen kehittämiseen. Toki aivan ensimmäisenä on tunnistettava yhdistyksen toiminnan kehittämistarpeet, jos niitä on. Ja tästäkin **Teemu** kirjoitti eli toisin sanoen ilman riittävää tilanneymmärrystä on vaarana eksyä kurssilta ja hyväksi tarkoitetut kehittämisideat voivat viedä yhdistystämme epätoivottavaan suuntaan. En siis aio sortua hätäilyyn tässä asiassa. Kiitos vielä kerran Teemulle hienosti hoidetusta puheenjohtajakaudesta!

Koska kaikki eivät minua tunne, niin esittäytymisen taitaa olla tarpeellista. Olen alun perin valmistunut ilmatorjuntatöihin opistoupseerien peruskursilta 55 vuonna 1999 ja kasvattajaseurani on Lapin ilmatorjuntarykmentti. Täydensin tutkintoni sotatieteiden maisteriksi kadettikurssin 91 mukana ja valmistumisen jälkeen siirryin upseerin töihin Ilmasotakouluun vuonna 2008. Viiden vuoden jälkeen suoritin esipuheerikurssin ja yleisesikuntaupseerikurssin vuosina 2013–2015. Tämän jälkeen ura on jatkunut mielenkiintoisilla aselajitehtävillä Panssariprikaatissa, Ilmavoimien esikunnassa ja Maavoimien esikunnassa, josta siirryin nykyiseen tehtävääni Ilmaso-



takoulun apulaisjohtajaksi tätä kirjoitettaessa neljä päivää sitten eli elokuun alusta kuluvana vuonna. Kuuden luolien uumenissa ja ikkunattomissa toimitoissa vietetyn vuoden jälkeen näkymä ulos jo pelkästään tuntuu erityisen miellyttävältä.

Kuten tällä palstalla viime lehdessä todettiin, Ilmatorjuntayhdistys voi hyvin. Mielenkiintoisia tapahtumia on runsaasti, meillä on säännöllisesti ilmestyvä lehti ja jäsenistön määrä on vakaa. Jäsenistömme on yhdistyksellemme kaikki kaikessa. ITY:n jäsenmäärä kasvaa ja on noin 1 200 henkilöä. Ilmatorjunta-lehti on neljä kertaa vuodessa ilmestyvä korkeatasoinen aselajin ammatti- ja järjestölehti. Otan mielelläni puheenjohtajuuden vastaan ja pyrin jatkamaan yhdistyksen kehittämistä edeltäjäni viitoittamalla tiellä. Olen tähän mennessä ymmärtänyt, että keskeistä puheenjohtajan tehtävässäni yhdessä hallituksen kanssa on varmistaa aselajin ja yhdistyksen hedelmällinen yhteistyö sekä tuottaa aselajin reserville ja yhdistyksen jäsenille, mielekästä sekä moninaista toimintaa hyvässä aselajihengessä matalalla kynnyksellä. Kukaan ei selviä tästä yksin ja tulen tarvitsemaan teidän kaikkien tukea edellä mainitun varmistamiseksi.

Toivotan jäsenistölle ja muille lukijoille hyvää loppukesää sekä alkavaa syksyä. Toivottavasti nähdään mahdollisimman monta kertaa yhdistyksen tulevaisia tilaisuuksissa ja tapahtumissa. Pidetään huoli itsestämme, ja pidetään huoli toisistamme. Yhdessä tekemisessä on voimamme! ■

-Sami Nenonen



Ilmatorjunnan tarkastaja, eversti Mikko Mäntynen
Kuva: Puolustusvoimat

Arvoisat Ilmatorjunta-lehden lukijat,

Kesälomakausi on saatettu päätökseen ja myös ilmatorjuntahenkilöstö on palannut sorvin ääreen. Heti ensimmäisellä työviikolla saimmekin loistavia uutisia. Yhdysvaltain hallinto myönsi odotetusti Israelille luvan myydä *David's Sling* -järjestelmän Suomelle. Pääsemme siis allekirjoittamaan hankintasopimuksen ja sitä myötä eteenpäin varsinaisen hankinnan suhteen.

Tämänkertaisen lehden teemana on lennokit ja niiden torjunta. Aihe on mitä suurimmassa määrin ajan-kohtainen ja relevantti. Uhka on laaja-alainen ja haastava. Olemme jo vuosia seuranneet tämän erittäin vaativan uhkan kehittymistä niin oman tutkimuksen kuin kansainvälisten foorumienkin puitteissa. Keskeinen johtopäätöksemme on se, että yhtä kaikenkattavaa vasta-asetta ei ole ja tuskin tuleekaan olemaan nähtävissä tulevaisuudessa. Suomalainen ratkaisu on ilmapuolustuksen kokonaisuus. Meillä on jo nyt suorituskykyä tiettyjä maalityyppejä vastaan ja parhaillaan käynnissä olevalla lennokintorjuntahankkeella pyrimme löytämään vastauksia haastavimpien maalien torjuntaan mahdollisimman kustannustehokkaasti.

Ilmapuolustuksen välineiden ja niiden käytön osaamisen lisäksi lennokiuhkan hallinta edellyttää kaikkien aselajien osalta pohdintaa siitä onko taktiikan ja taistelutekniikan kehittämislle tarvetta. Uskon että tilaa kehittämislle löytyy.

Aurinkoista alkavaa syksyä toivottaen,

*Ilmatorjunnan tarkastaja
Eversti Mikko Mäntynen*

Meillä on jo nyt suorituskykyä tiettyjä maalityyppejä vastaan ja parhaillaan käynnissä olevalla lennokintorjuntahankkeella pyrimme löytämään vastauksia haastavimpien maalien torjuntaan mahdollisimman kustannustehokkaasti.



Ukrainalaisia sotilaita liettualaisvalmisteisen häirintälaitteen (EDM4S) kanssa.

Kapteeni Jukka Kaikkonen, @kaikkonenjukka, Jääkäriprikaati
Kuvat: X

Lennokintorjunta – tekniikkaa ja taktiikkaa

Vanhalle ja toimivalle uutta käyttöä – uudelle perusteet vanhasta ja toimivasta.

Asekehitys on perinteisesti kiihdyttänyt kaupallisen teknologian kehittymistä. Kun puhutaan miehittämättömästä ilmailusta, voidaan kuitenkin todeta asian olevan juuri päinvastoin. Toki jos ajatellaan esimerkiksi ohjuksia miehittämättömänä ilmailuna, asia voidaan nähdä toisinkin. Joka tapauksessa, miehittämättömän ilmailun kaupalliset sovellukset voittavat tällä hetkellä monet sotilaskäyttöön tarkoitetut ratkaisut. Erityisesti tämä näkyy luokan yksi laitteissa, joihin lasketaan lentoonlähtömassaltaan alle 150 kg painoiset lentolaitteet. Tuohon luokkaan kuuluukin varsin laaja skaala laitteita: niin pienet repussa kulkevat kuvauskoopterit kuin esimerkiksi ilmatorjunnan maalilaitteina käytettävät kiinteäsiipiset lentolaitteet. Tarkasteltaessa kaupalliseen tarkoitukseen kehitettyjen laitteiden kehitystä, huomio keskittyy usein kuvauskäyttöön tarkoitettuihin multikoptereihin.

Siinä missä saamme lukea sosiaalisesta mediasta ja uutisista kyllästymiseen asti havaintoja mie-

Miehittämättömien ilma-alusten luokittelu

Luokka	Kategoria	Lento- korkeus	Toimintasäde
III (> 600 kg)	Taistelu	< 19,5 km	Ei rajoituksia (BLOS)
	HALE	< 19,5 km	Ei rajoituksia (BLOS)
	MALE	< 13,5 km	Ei rajoituksia (BLOS)
II (150-600 kg)	Taktinen	< 3 000 m	200 km (LOS)
I (< 150 kg)	Pieni (> 15 kg)	< 1 500 m	50 km (LOS)
	Mini (< 15 kg)	< 900 m	25 km (LOS)
	Mikro (< 2 kg)	< 60 m	5 km (LOS)

HALE High Altitude Long Endurance
MALE Medium Altitude Long Endurance
BLOS Beyond Line of Sight
LOS Line of Sight

Miehittämättömät ilma-alukset jaetaan kolmeen luokkaan painonsa mukaan. Jaottelu on käytössä kansainvälisesti.

hittämättömien lentolaitteiden käytöstä sotatoimissa, niin uutisia vastatoimista ja erityisesti lennokkien torjuntaan kehitetystä teknologiasta emme pääse seuraamaan lähellekään samassa mittakaavassa. Keskustelua herättää toisinaan vaihtosuhde esimerkiksi *Shahed-136*-lennokin väitetystä tuhoamisesta *Patriot*-ilmatorjuntaohjuksella, kun taas toisinaan joku kertoo kaapanneensa korkean teknologian monitoimilennokin elektronisen vaikuttamisen järjestelmällä. Yleisenä havaintona voidaan todeta, että kaikkia miehittämättömiä lentolaitteita yritetään taivaalta pudottaa kulloinkin käytettävissä olevin keinoin. Vaihtosuhde ei kuitenkaan ole siinä vaiheessa *Patriot*- tai *NASAMS*-operaattorin mielessä, kun kyseessä on esimerkiksi oman siviiliväestön suojeleminen.

Vaihtosuhde ei siinä vaiheessa ole *Patriot*- tai *NASAMS*-operaattorin mielessä, kun kyseessä on esimerkiksi oman siviiliväestön suojeleminen.

Miten lennokeilta sitten kannattaa suojautua? Lyhyesti vastattuna: ilmasuojelulla ja -torjunnalla. Samat ilmasuojelutoimenpiteet, joita varusmies- ja reserviläisjoukoille on koulutettu jo vuosikymmeniä on esimerkiksi Ukrainassa todettu edelleen pääosin toimiviksi. Näihin lukeutuvat hajauttaminen, maastouttaminen, naamiointi, liikkeen pysäyttäminen ja muut toimenpiteet, joilla muun muassa vaikeutetaan havainnon tekemistä ja lisätään vastapuolen analyysin epävarmuustekijöitä. Lisäksi omasuojailmatorjunta on jokaisen joukon toimenpide.

Omasuojailmatorjunnan välineenä on sosiaalisessa mediassa nähty käytettävän henkilökohtaisia käsiaseita – aivan kuten meilläkin on perustellusti harjoiteltu. Samoin olemme nähneet useita erilaisia videoita, joissa ammus- tai ohjusilmatorjuntajärjestelmillä pudotetaan eri kokoluokkiin kuuluvia viholliseksi tunnistettuja miehittämättömiä lentolaitteita. On myös huomionarvoista tunnistaa, että Suomessa lähes kaikki ammus- ja ohjusilmatorjunnan kovanosan ammunnat harjoitellaan nimenomaan pieniä miehittämättömiä ilma-aluksia vastaan.

Miksi sitten puhutaan lennokintorjunnasta, kun välineet ja toimintatavat eivät poikkea perinteisestä

ilmasuojelu-ilmatorjunta -ajattelusta? Tähän vastaa minen kirjoittaa varmasti hyvin monenlaisia mielipiteitä. Kyse on lähinnä työnimestä. Ihan yhtä perusteltua olisi puhua vaikkapa pienen maalin kustannustehokkaasta torjunnasta. Englanninkielinen CUAS (*Counter Unmanned Aerial System*) on myös paljon käytetty termi.

Nimellä ei sinänsä ole väliä, kunhan tunnustetaan, että ilmiö on olemassa ja siihen pitää vastata jollain uudella tavalla. Esimerkiksi aiemmin kuvaamani käsiasetulen tehokkuus ei enää riitä, jos kuvauskohterin lentokorkeus on yli 300 metriä. Tai jos lentokorkeus onkin matala, mutta laite leijuu esimerkiksi oman komento- tai huoltokeskuksen edessä, ei 231TK61-kanuunalla tulenavaaminen ole välttämättä mitaleja tuottava ratkaisu. Kolmantena esimerkkinä kymmeniä tuhansia maksavien ja telamiinan vaikutusta kohteessa vastaavien lennokkien massamainen tuhoaminen satojen tuhansien – miljoonien ilmatorjunta- tai ilmataisteluohjuksilla kuluttaa suorituskykyä kokonaisilmapuolustuksen näkökulmasta nopeasti.

Lennokintorjunta on tunnistettava ilmatorjunnan yhdeksi kehitettäväksi kohteeksi. En haluaisi puhua toimialasta tai koulutushaarasta, mutta kuitenkin merkittävästä kokonaisuudesta; ei pelkästään kustannustehokkaista, vaan myös monikerroksisista ja erilaisia teknologian mahdollistamia havaitsemis- ja vaikuttamismenetelmiä käsittävistä torjuntamenetelmistä. Kokonaisilmapuolustuksen kupla voidaan lennokintorjunnassa nähdä miniatyyriverSIONA. Tarvitaan ennakkovaroitus, ilmavalvontaa, taistelun johtamista ja vaikuttamista eri etäisyyksillä.

Mikä tässä minikuplassa sitten poikkeaa isommasta? Ennakkovaroitus tulenjohtotaitoisen operaattorin repussa olevasta multikopterista tulee hyvin todennäköisesti sen ollessa jo toiminta-alueen sisällä. Tässä kohtaa ennakkovaroituksen voisi tuottaa esimerkiksi passiivisella RF-suorituskyvyllä, joka havaitsee laitteen käynnistymisen. Ilmavalvonta on oma haasteensa, koska pienet ja hitaat maalit ovat tutkatekniikalle toistaiseksi melko konstikkaita. Mikrodoppler saattaa auttaa operaattoria erottamaan laitteen linnusta – tai sitten ei. Leijuvan multikopterin havaitseminen ei myöskään ole ihan yksinkertainen juttu.

Aktiivitutkien käyttäminen on taisteluteknisesti vaativaa, koska mittaushetket pitäisi pystyä pitämään lyhyinä ja liike niiden välillä nopeana ja jatkuvana. Passiivitutkat taas ovat erottelukyvyn puolesta toistaiseksi enemmän varoitusta kuin maalinosoitusjärjestelmiä. RF-suuntiminen ja mahdollinen kolmiomittaus puolestaan edellyttävät järjestelmältä jonkin tasoista signaaliparametrikirjastoa ja / tai operaattorin erittäin korkeaa osaamista. Taistelun johtaminen ei liene maalin tarkkuudella olla tarkoituksenmukaista silloin kun torjutaan esimerkiksi droneparvia. Kehitystarpeita on tunnistettavissa olemassa olevien joukkojen kalustoon ja käyttöperiaatteisiin. Lisäksi on tarve kehittää uudenlaisilla suorituskyvyillä varustettuja joukkoja.



Ukrainalainen Bukovel-AD CUAS ELSO-järjestelmä.

Mikä on uutta tekniikkaa?

Tekninen kehitys ei toistaiseksi ole murtanut fysiikan lakeja. Sähkömagneettinen spektri tunnetaan melko perusteellisesti ja kineettisten aseiden mekaniikkaa niihin vaikuttavine muuttujineen on hyödynnetty tehokkaasti jo pitkän aikaa. Mikä sitten toisi muutosta, jotta vältettäisiin aiemmin esittämieni esimerkkien kaltaisia ongelmia? Miten kyetään tuhoamaan riittävän nopeasti halpoja mutta kiusallisia pieniä maaleja? Kuinka vältetään aiheuttamasta potentiaalisen iskun vaikutusta suurempia oheisvaikutuksia omalle toiminnalle? Miten vaikutetaan yli kymmenen kilometrin päässä lentävään 50 000 € "telamiinaan" muuten kuin 500 000 € maksavalla ilmatorjuntaohjuksella?

On olemassa muutamia teknologioita, joita ei ole ainakaan toistaiseksi näkynyt laajasti operatiivisessa käytössä. Tällaisia ovat esimerkiksi suunnatun energian aseet. Suunnatun energian aseista ehkä pisimmälle on kehittynyt laser, jota on jonkin verran esitelty haasteineen esimerkiksi C-RAM-järjestelmän osana. Elektromagneettista pulssia tai suuritehoista mikroaaltoa ei ole onnistuttu tois-

Miten kyetään tuhoamaan riittävän nopeasti halpoja mutta kiusallisia pieniä maaleja?

taiseksi kehittämään lennokintorjunnassa lisäarvoa tuottavaksi. Ongelmallista viimeisessä on ainakin kantama, joka on havaintojen perusteella ollut pari sataa metriä. Toinen haaste on oheisvahingot, koska lähetettävää säteilyä ei ole pystytty rajaamaan vain tähtäyspisteeseen.

Ilmatorjuntaohjuksissa tärkeänä on pidetty muun muassa lentonopeutta ja liikehtimiskykyä, joiden pitäisi olla torjuntaetäisyydellä ammuttavaa maalia paremmat. Lennokintorjunnasta puhuttaessa luokan yksi maalit ovat kuitenkin pääsääntöisesti esimerkiksi hävittäjäkalustoa hitaampia ja ennen kaikkea halvempia. Siten voidaan ainakin teoriassa ajatella, että lennokintorjuntaohjuksen nopeudesta voisi olla mahdollista säästää. Tarkemmin sanottuna, esimerkiksi 10–50 m/s lentävä pieni laite voitaisiin ampua yli kymmenen kilometrin etäisyydelle ohjattavalla projektiililla, jossa ei ole matkamoottorina ruutirakettimoottoria. Vaihtoehtoja voidaan helposti luetella tarkastellessa millä käyttövoimalla kehittyvä uhka toimii: sähköllä, polttokennolla tai melko perinteisellä polttomoottorilla. Sähkölläkin pääsee toki kovaa, mutta toistaiseksi kantaman kustannuksella. Hyötysuhde on kuitenkin niin hyvä, että hidasta vauhtia ja riittävää liikehtimiskykyä kyetään ylläpitämään melko rajallisella energiamäärällä.

Messuilla ja mediassa on esitelty erilaisia vaihtoehtoja esimerkiksi sähkökäyttöisistä torjuntavälineistä, mutta toistaiseksi ihan valmista laajasti käytössä olevaa operatiivista tuotetta ei ole markkinoilla. Halpaan tekniikkaan kannattaa, mikäli mahdollista, vastata samalla hinnalla. Vastatoimien näkökulmasta tällaisessa kehityksessä etuna on esimerkiksi teoreettinen kantama, kun torjuntaprojektiilia ei välttämättä kaivata takaisin, mutta taisteluteknisen tai taktisen tason lennokin menettäminen voi olla kyseisellä tasolla isokin menetys.

Ilmatorjunnan perusteisiin koulutusjärjestelmässä on tähän asti liittynyt elektronisen sodankäynnin toimialalta pääasiassa elektroninen suojaus. Toki siihen perehdyttäessä tulee sisäistää myös mahdollisia elektronisen vaikuttamisen tapoja sekä elektronisen tiedustelutavuden merkitys omaa ilmatorjuntajärjestelmää käytettäessä. Painopiste on ollut siinä, miten me ilmatorjuntajärjestelmänä näymme ja miten meihin vaikutetaan



Rafaelin Iron Beam -laser laivan kannella.

elektromagneettista spektriä hyödyntäen. Lennokintorjunnassa tullaan kuitenkin siinä mielessä uuden eteen, että elektronista tiedustelua ja vaikutamista voidaan hyödyntää myös toiseen suuntaan, sillä miehittämättömänä kulkeva ilma-alus on vahvasti riippuvainen yhteydestä paikannussatelliittiin, maa-asemaan tai vähintään toiseen ilma-alukseen. Toki autonomiaa ja GNSS-riippumattomuutta kohti pyritään etenkin sotilaskäyttöön tarkoitettuun miehittämättömässä ilmailussa, mutta tämänhetkinen ja todennäköisesti vielä lähivuosienkin laajamittainen lennokkiuhka on riippuvaista näistä ulkoisista yhteyksistä.

Laser – tulevaisuuden erittäin lyhyen kantaman ilmatorjuntajärjestelmä?

Laserista puhuttaessa puheeksi nousee usein energian tarve. On totta, että esimerkiksi 50 kW teholla virtaa tulisi olla tarjolla kuorma-autolla kuljetettava määrä. Lennokintorjuntaan kehitettävissä järjestelmissä on päädytty pienempiin, noin 5–15 kW tehoihin. Näin parin sadan kilon akustolla kyetään ylläpitämään valmius noin minuutin tulenkäyttöön. Tällöin latausajan pituus laturista riippuen on lyhyimmillään muutaman minuutin luokkaa. Ei siis voida puhua ihan miesvoimin kannettavasta järjestelmästä. Tuollaisen pienitehoisen laserin tehokas ampumaetäisyys voi kuitenkin olla jopa kahdesta kolmeen kilometriä, jolloin verrattaessa esimerkiksi 23ITK61/95-järjestelmiin saavutetaan merkittävää etua muun muassa ampumahuollon näkökulmasta.

Mitä haasteita laseraseen hankkimisessa tai käyttöönottamisessa voisi sitten olla? Suurteholaser on sotilaskäytössä vielä melko tuore ja soveltuvuudesta liikkuvaan taisteluun on melko vähän havaintoja. Suomalainen toimintaympäristö muuttuvine olosuhteineen on haaste kiinteästi asennettaville järjestelmille ja liikkuvuus asettaa hienon tekniikan melkoiseen rasitukseen. Tekninen kestävyys luultavasti tulee kuntoon ajan kanssa. Toinen huomioitava asia on käyttöturvallisuus. Maailmalla ei ole vielä olemassa yksiselitteisiä standardeja laserin sotilaskäytölle, eikä ymmärrettävästi Puolustusvoimissakaan ole varomääräystä suurteholaserilla ampumiseen.

Laseraseen teho perustuu yksinkertaistettuna koherentin valonsäteen tarkentamiseen haluttuun pisteeseen, kuten vaikka lennokin moottoriin tai akkuun. Tässä säteen polttopisteessä kohteen lämpötila nousee nopeasti ja voi tapahtua materiaalista riippuen joko sulaminen ja oikosulku, syttyminen tai jopa räjähtäminen. Lasersäde voi olla silmävaarallinen säästä riippuen jopa satoja kilometrejä, mutta tuhoavan polttava se ei ole kuin tuossa polttopisteessä. Ammuttaessa yläkorolla (esimerkiksi yli 30°) ilmaan, säde suoraan edetessään häviää korkealle ilmakehään laskennallisesti ”jo” 20 km vaakaetäisyyden päässä. Tällöin perinteisellä vaara-aluealaskennalla ilma-ammunta esimerkiksi Lohtajan dyneillä voisi olla mahdollinen.

Pintoihin ammuttaessa ampumapaikan taas tulisi olla sellainen, missä voidaan varmistua säteen pysähtyvän turvallisesti, mikäli se menee ohi maasta. Tällainen pysähtynyt voisi olla esimerkiksi vuoren



Israelilaisen IAI:n valmistama DroneGuard-lennokintorjuntajärjestelmä.

seinämä. Pienempikin kallioleikkaus, vaara tai rakennelma voi riittää, mutta rajoittaa maalitoimintaa melkoisesti. Ihan näin yksinkertainen asia ei todellisuudessa kuitenkaan ole, kun huomioon otetaan esimerkiksi vesi- saati lumisateen vaikutus tai itse maalilaitteesta johtuvat mahdolliset heijastukset. Toistaiseksi ymmärrystä vaikuttaa olevan asioiden ratkaisemiseen: kriittistä olisi tunnistaa ja käsitellä pienetkin epävarmuustekijät. Tässäkin kansainvälinen yhteisö ja keskeisiin toimijoihin kuten Natoon ja EU:hun kuulumisen auttaa.

Laseraseen polttopisteen oikea kohdistaminen on riippuvainen kohteen tarkasta etäisyystiedosta. Tarkan polttopisteen osoittamiseksi laseraseessa on yleensä pienitehoinen tähtäinlaser, jolla lukitaan polttopiste haluttuun kohtaan ja samalla mitataan etäisyys. Tällainen tarkkuus vaatii luonnollisesti riittävän vakaan alustan ja koneiston. Edelleen liikkeestä vaikuttaminen, kun metrin tarkkuuden sijaan haetaan millimetritarkkuutta jopa parin kilometrin päähän, tuntuu vielä hieman etäiseltä toiminnalta. Mielikuvat ruokkivat kuitenkin kehitystä ja toisinpäin, joten tässä vaiheessa tuudittautuminen kovin yksinkertaisiin ratkaisuihin ei vielä kannata.

Lennokintorjunnan koulutus

Maailmalla vastaaminen lennokkiteknikan kehityksen tuomiin uusiin uhkiihin on alkanut niin ilmasuojeluohjeiden päivittämisellä kuin tiedonkeruulla markkinoille tulleista ja tulevista torjuntajärjestelmistä. Ilmasuojelussa on pitkäaikaisten havaintojen perus-

Pitääpä lennokkien käyttöä sodankäynnissä uutena trendinä tai ei, niin saamme jatkuvasti uutta ja melko ajantasaista materiaalia siitä mitä seurauksia ilmasuojelutoimenpiteiden laiminlyöminen – laiskuus tai osaamattomuus – voi aiheuttaa.

teella opittavaa ihan jokaisella yksikkötyypillä aselajiin katsomatta. Samaan aikaan hieman lakoninen mietelause ”ikävässä asioissa on aina hyväkin puoli” käy toteen Ukrainan sodasta. Nimittäin pitääpä lennokkien käyttöä sodankäynnissä uutena trendinä tai ei, niin saamme jatkuvasti uutta ja melko ajantasaista materiaalia siitä mitä seurauksia ilmasuojelutoimenpiteiden laiminlyöminen – laiskuus tai osamattomuus – voi aiheuttaa.

Lennokintorjuntaan sopivan kaluston kehittäminen on oma lukunsa. Samaan aikaan kun katsotaan mitä maailmalla tuotetaan, pitää muistaa kiinnittää huomiota myös siihen mitä meillä jo on. Monet sensorit ja asejärjestelmät ovat jo nyt lennokintorjuntaan sopivia ja pienillä lisäosilla kuten älytähtäimillä hyvinkin käyttökelpoisia. Lennokintorjuntaa voidaan verrata vaikkapa panssarintorjuntaan. Jokaisella joukolla tulisi olla kyky itsepuolustukseen. Kun panssarintorjunnasta puhuttaessa vastauksina ovat kevyt kertasinko ja telamiina, voisi lennokintorjunnan vaihtoehtoina olla esimerkiksi käsiaseiden tai ryhmäkohtaisten aseiden älytähtäimet tai kannettavat häirintälaitteet yksinkertaisimpien lennokkien pudottamiseen.

Kun panssarintorjuntavoimaa keskitetään, käytetään esimerkiksi panssarintorjuntaohjusjoukkuetta, jolla on raskaampien panssarivaunujen tuhoamiseen tarvittavaa ohjuskalustoa. Lennokintorjuntaan voisi ajatella esimerkiksi yksiköitä tai jaoksia kalustolla, jolla torjuttaisiin kaupallista multikopteria hieman arvokkaampia maaleja, joihin olemassa olevilla ilmatorjunnan suorituskyvyillä ei ole tarkoituksenmukaista vaikuttaa. Maailmalla tällaisia suorituskykyjä on jo jonkin verran rakennettu.

Jos katsotaan nykyistä suomalaista ilmatorjunnan varusmieskoulutusjärjestelmää, meillä on pääsääntöisesti perusyksiköitä, joissa koulutetaan saapumiserässä yhtä tai kahta ilmatorjunnan yksikkötyyppejä. Olemme kuitenkin tottuneet siihen, että johtokeskusyksikön koulutuksessa tarvitaan osajat erikseen vaikkapa tutkille ja taistelunjohtojärjestelmille. Myös asejärjestelmäyksiköissä voi olla pääjärjestelmän lisäksi vaativiaakin tukevia järjestelmiä – myös tutkia. Teknisen ymmärryksen edellyttäminen ja monimutkaistenkaan ratkaisujen käytännöllistäminen ei siten aselajimme ammattilaisille ole mikään uusi juttu. On syytä kuitenkin miettiä, miten kannattaisi lähteä tuottamaan hypoteettista lennokintorjuntayksikköä, jossa osajärjestelminä olisi passiivitutkia, aktiivitutkia, ohjuksia, lasereita, ammusaseita, RF-sensoreita, häirintälaitteita ja ehkä vaikkapa kybersuorituskykyä?

Tykkiyksiköitä voidaan kouluttaa jaolla, jossa koulutusorganisaatio vastaa toimivaa organisaatiota: johtopaikkaa, 1.–3. jaosta ja huoltojaosta. Ohjusyksiköiden koulutuksessa operaattorien koulutus on jo enemmän ryhmäkohtaista, jolloin koulutusorganisaatio saattaa muodostua siten että ohjusampujilla on oma koulutusryhmä, tutkaoperaattoreilla omansa ja sitten vaikkapa suojaavista tykkiryhmistä kootaan oma koulutusjaos. Sotaharjoituk-

Tekniikan ymmärtäminen ja monimutkaisten ratkaisujen käytännöllistäminen ei ole mikään uusi juttu aselajimme ammattilaisille.

sisä näistä ryhmistä muodostetaan taistelujoukkojen mukaisia jaoksia ja yksiköitä. Kun katsoo aiemmin esiteltyä hypoteettista lennokintorjuntayksikön kalustokatalogia, tulee väistämättä mieleen, montako koulutusryhmää ja erikoiskouluttajaa mahdollisesti tarvittaisiin? Millaista palvelusaikaa kyseisen yksikön varusmiehiltä edellytettäisiin? Montako järjestelmäinsinööriä tarvitaan ylläpitoon?

Viimeisiin kysymyksiin vastaamaan meillä on onneksi osajia: ilmatorjunnan suorituskykyä rakentamassa olleita kokeneita mentoreita sekä innovatiivisia nuoria taktiikan ja tekniikan taitajia, joiden yhteistyöllä syntyy parasta mitä kulloinkin käytössä olevalla rahalla ja ajalla saa. Suomen ilmatorjunnalla on vuosikymmenten kokemus kalustohankinnoista, kaluston kehittämisestä omaan toimintaan sopivaksi, henkilöstön kouluttamisesta ja tavoitteellisesta harjoittelusta.

Jatkuvaa kehittymistä

Viimeisen kolmen vuoden aikana olen päässyt itse työtehtävissäni perehtymään muun muassa hyvin monenlaisiin lennokintorjuntajärjestelmiin. Osa on ollut ilmatorjuntajärjestelmiä, joista valmistaja on muokannut mielestään paremmin lennokintorjuntaan kuin vaikkapa hävittäjätorjuntaan sopivia. Toiset taas on kehitetty lisäämällä jalkaväen aseisiin älyä tai älykkäämpää ampumatarviketta. Näiden lisäksi on elektronisen sodankäynnin suorituskykyä. Muutamat valmistajat ovat myös kehittäneet alusta pitäen juuri lennokintorjuntaan tarkoitettuja järjestelmiä. Tehtävääni suorittaessa olen kehittänyt ymmärrystä ja tuottanut tietoa, jotta ilmatorjunnan hankkeilla tulevaisuudessa olisi mahdollisimman hyvä tilannekuva myös lennokkiuhkaan vastaamisessa. Onnekseni en ole ollut asialla yksin, vaan päinvastoin pienenä palasena pohtimassa asioita koulutuksen, käyttöönoton sekä taistelutekniikan ja taktiikan näkökulmasta. Yhdessä on voima tulevaisuuden ratkaisuja etsittäessäkin! ■



Ilmatorjuntapanssarivaunun tehtävänä on suojata kärjen tasalta hyökkäystä.

Everstiluutnantti Mika Mäenpää, @MMAenpaa1, Maavoimien esikunta
Kuva: Puolustusvoimat, Venäjän puolustusministeriö, Ukrainan puolustusministeriö

Lennokkien ja vaanivien ammusten muodostama uhka ja sen torjunta mekanisoitujen joukkojen näkökulmasta

Mekanisoidut joukot on tarkoitettu niin meillä kun muuallakin erityisesti hyökkäyssodankäyntiin. Se tarkoittaa kahta asiaa: ensiksi sitä, että ne ovat aina vastustajalle tärkeä maali ja toiseksi sitä, että mekanisoidut joukot ovat aina siellä missä on vihollisen tulenkäytön painopiste. Lennokeista on muodostunut viimeisten vuosien aikana merkittävä uusi uhka mekanisoitujen joukkojen toiminnalle. Miten niiden muodostamaan uhkaan voidaan vastata?

Ennen tehtävää

Mekanisoitujen joukkojen toimintaa leimaa usein kolmivaiheisuus. Yleensä ensivaiheessa ne ovat reservinä tai valmistautumassa hyökkäysoperaatioon: siis käytännössä varsin staattisina, tosin yleensä kaukana etulinjasta tai rajasta. Tämä altistaa ne kaukovaikuttamiselle, johon Ukrainan havaintojen perustella on enenevässä määrin käytetty vaanivia ammuksia ja lennokkeja. Mekanisoitujen joukkojen liikkeellelähtö on

myös selkeä indikaattori operaation alkamisesta ja niiden suuntautuminen kertoo hyökkäyksen painopisteestä. Tämä altistaa mekanisoidut joukot intensiiviselle tiedustelulle. Tästä syystä joukot pyrkivät usein pysymään piilossa hyödyntäen naamioitumista ja muita ilmasuojelun keinoja. Joukon suojaus aktiivisilla ilmapuolustustoimilla tapahtuu yleensä muiden kuin mekanisoitujen yhtymien omalla ilmatorjunnalla: alueellisella ilmatorjunnalla, pitkän kantaman ilmatorjunnalla tai ilmavoimien hävittäjien tuella.

Tyypillisesti mekanisoitujen joukkojen liikkeeseen pyritään vaikuttamaan myös kaukosirotemiinoittamalla sekä taisteluhelikopteri-iskuun.



Ukrainalainen AHS Krab -panssarihaupitsi suojattuna Lancet-lennokin muodostamaa uhkaa vastaan.

Tehtävässä

Kun mekanisoitu joukko lähtee tehtävään, voidaan tämä toinen vaihe jakaa karkeasti kahteen alavaiheeseen. Näistä ensimmäinen on siirtyminen keskittämälueelta tai reservialueelta rintamalle, jolloin liikkeelle lähtiessään joukko paljastuu varmasti. Tässä vaiheessa joudutaan ylittämään vihollisen taistelualueen kauko- ja lähieristämistasat ja saavutaan siis suoraan vihollisen joukkoja tukevan ilmasta-maahan-tulen ja vaanivien ammusten vaikutuskehän sisään. Tyypillisesti liikkeeseen pyritään vaikuttamaan myös kaukosirotemiinoittamalla sekä taisteluhelikopteri-iskuun syvyyteen. Vaiheen aikana mekanisoitu joukko suojaa toimintansa omalla ilmatorjunnallaan. Tämä käsittää lähinnä ilmatorjuntapanssarivaunujen ja -ajoneuvojen sekä ilma-ammuntakykyisten rynnäköpanssarivaunujen ja -ajoneuvojen tulenkäytön. Mekanisoidun joukon oma ohjusilmatorjunta ei yleensä kykene ampumaan liikkeestä, eikä sen ryhmittäminen marssireiteille suojaamaan jopa kymmenien kilometrien pituista marssirivistä ole mielekästä. Suojauksen kerroksellisuus toteutetaan usein ilmavoimien tuella sekä suuntaamalla marsireitit aluevastuussa olevan joukon ilmatorjunnan vaikutuskehien läpi.

Toinen alavaiheista on taisteluunveto. Mekanisoidun joukon aloittaessa hyökkäyksensä – joka pyritään toteuttamaan aina suoraan marssilta pysähtymättä etulinjaan – ovat sen suurimmat uhkat ilmasta taisteluhelikopterit ja panssaritorjunta-ohjuksin aseistettujen lennokkien (esimerkiksi *Bayraktar*). Mekanisoidun joukon oma ilmatorjunta koostuu tyypillisesti lyhyen kantaman ohjus- ja ammusilmatorjunnasta sekä sitä täydentävästä rynnäköpanssarivaunujen ja -ajoneuvojen ilma-ammuntakykyistä. Tärkeimpinä välineinä ovat ilmatorjuntapanssarivaunut ja -ajoneuvot sekä lähi-ilmatorjuntaohjukset joko ajoneuvoasenteisina tai maa-alustoilla ja olkapääohjusversioina. Kerroksellisen ilmapuolustuksen saavuttamiseksi joukon ilmatorjuntaa on myös tuettava aina alueelle ryhmitettävällä ylemmän johdon keskipitkän

kantaman ilmatorjunnalla ja hävittäjätorjunnalla.

Taistelussa kosketuksessa tiedustelulennokkien uhka mekanisoidulle joukolle on pääasiassa niiden tulenjohtokyvyssä. Viime vuosina on kaupallisten lennokkien esiinmarssin myötä mahdollistunut niiden määrän massamainen kasvu, joka erityisesti tulenkäyttäjärjestelmään liitettynä on parantanut vastatykistötulen tarkkuutta sekä monipuolistanut panssaritorjuntaohjusten tulenkäyttöä. Taisteluhelikoptereiden ja panssaritorjuntaohjuksilla varustettujen lennokkien lisäksi nämä molemmat muodostavat merkittävän uhkan mekanisoidun joukon tulenkäytölle ja hyökkäyskyvyille. Erityisen tehokkaiksi vastatykistötoiminnassa ovat osoittautuneet *Lancet*-tyyppiset vaaniviksi ammuksiksi luokiteltavat itsemurhalennokit. Niiden pienehkö taistelukärki ei saa merkittävää vaikutusta aikaan raskaammin panssaroidussa kalustossa, mutta esimerkiksi panssarihaupitsee, raskaita raketinheitimiä ja ilmatorjuntaohjuslavetteja vastaan ne ovat osoittautuneet harmaiden tehokkaiksi. Sen sijaan monissa ukrainalaisissa videoissa nähty käsi- ja kranaattikonekiväärin kranaattien tiputtelu kaupallisista lennokeista ei ole merkittävä uhka mekanisoidulle joukolle – varsinkaan koulutetuille ja länsimaisilla panssarivaunuilla varustetuille joukoille. Toki propaganda- ja viihdearvoa niillä nykyaikaisessa sodankäynnissä saattaa olla.

Irrottaminen taistelusta

Kolmas vaihe mekanisoitujen joukkojen toiminnassa on yleensä taistelusta irrottaminen joko huollettavaksi tai seuraavaan tehtävään. Tämä vaihe on aivan yhtä haastava samoine uhkineen kuin joukon taisteluunvetokin. Keskittämismarssivaiheen mukaiset uhkat vaanivat reservitehtävään siirtyvää joukkoa. Joukon tultua irrotetuksi taistelusta se yleensä keskitetään reserviksi taakmas, jolloin se kohtaa samat uhkat kuin ensimmäisessä vaiheessa.

Erityisesti vaateita ilmasuojalle aiheuttaa, jos kokonaan irrottamisen sijaan joukko huolletaan tavoitteessa sen valmistautuessa jatkamaan hyök-

Saksan Ukrainalle lahjoittamat Gepard 1A2 -ilmatorjuntapanssarivaunut ovat osoittautuneet erinomaisiksi aseiksi niin lennokkeja kuin erityisesti vaanivia ammuksia vastaan.



Ukrainalaiset sulutetta läpäisemässä olleet raivauspanssarivaunut joutuivat venäläisten KA-52:n panssarintorjuntaohjustuleen kesäkuussa 2023 ilmeisesti Zaporizzijan alueella.

käyksen seuraavaa vaihetta. Usein taistelukyvyyn palauttaminen joudutaan tekemään vihollisen lähieristämisen vaikutuksen alla joukon ollessa verrattain staattisessa tilassa. Tällöin joukko on myös paljastunut ja sen sijainti tunnetaan melko hyvin. Tämä helpottaa huomattavasti vihollisen maalittamista. Mekanisoidun joukon taistelukyvyyn palauttamiseen tarvitaan joukon oman huollon lisäksi ulkopuolista raskasta huoltoa, jonka suoja ei vastaa mekanisoidun joukon orgaanisen huollon suojaa. Tässä vaiheessa myös joukon oma ilmatorjunta on saattanut kärsiä merkittäviä tappiota, joten joukon taistelukyvyyn palauttamista on tuettava aluevastuullisen joukon tai naapurijoukon ilmatorjunnalla erityisesti huoltojoukkojen suojaamiseksi.

Mekanisoitujen joukkojen ilmatorjunnan vaatimukset lennokkiuhkaa vastaan

Saksan Ukrainalle lahjoittamat Gepard 1A2 -ilmatorjuntapanssarivaunut ovat osoittautuneet erinomaisiksi aseiksi niin lennokkeja kuin erityisesti vaanivia ammuksia vastaan. Tämä ei toki ole ollut yllätys, sillä vaunut on suunniteltu nimenomaan matalalla lentäviä hitaita maaleja, kuten taisteluhelikoptereita, vastaan. Ukraina tosin on ilmeisesti keskittänyt ne pitkälti kaupunkien suojaksi kerroksellisen ilmatorjunnan luomiseksi ja mm. pitkän kantaman ilmatorjuntaohjustajärjestelmien suojaamiseksi vaanivilta ammuksilta.

Ryhmittymisen seuraukset nähtiin kesäkuun alussa Ukrainan läpimurtohyökkäyksen käynnistytessä. Kun ilmatorjuntapanssarivaunut puuttuivat tai niitä oli vähän etulinjassa, avointen lähteiden tietojen mukaan venäläiset KA-52-taisteluhelikopterit iskivät juuri ukrainalaisen mekanisoidun joukon ollessa haavoittuvimmillaan eli läpäistessään sulutetta. Tämä johti suuriin tappioihin ja mm. Leopard 2A6 -taistelupanssarivaunuja, Bradley-rynnäköpanssarivaunuja sekä Leopard 2R -raivauspanssarivaunuja vaurioitui sekä todennäköisesti myös tuhoutui ilmaiskussa. Ilmatorjuntapanssarivaunu on juuri siksi taistelu- tai rynnäköpanssarivaunun

alustalla, että sen tulee kyetä taistelemaan kärjen tasalla ja omata taistelu- ja rynnäköpanssarivaunun liikkuvuus.

Käytännössä länsimaat ovat viimeisten parinkymmenen vuoden ”ikuisen rauhan” aikana luopuneet ilmatorjuntapanssarivaunuista. Vanhoja järjestelmiä ei enää ole varastoissa ja nekin, jotka ovat olemassa, ovat 1990-luvun elektroniikalla varustettuja. Näiden kunnossapito vaikeutuu ja kallistuu koko ajan. Tällä hetkellä mm. Yhdysvallat yrittää varustaa Stryker-panssari-ajoneuvoperheen ajoneuvoja Stryker SHORAD -ilmatorjuntapanssariajoneuvoiksi. Saksalainen Rheinmetall tarjoaa Skyshield-järjestelmää Boxer-panssariajoneuvon ja MAN-kuorma-auton alustalla. Ikävä kyllä nämä ilmatorjuntapanssariajoneuvot eivät täytä kaikkia mekanisoidun yhtymän tarpeita esimerkiksi suojan ja liikkuvuuden suhteen. Länsimaissa on siis selkeä tarve mekanisoitujen joukkojen tukemiseen suunnitellulle uuden sukupolven ilmatorjuntapanssarivaunulle. On todennäköistä, että tulevaisuuden ilmatorjuntapanssarivaunu yhdistää tykki- ja ohjausaseistuksen ja näin ollen muistuttaa enemmän Pantsir-S1- tai 2K22 Tunguska- kalustoa kuin Gepardia tai meille tuttua Marksmania. On kuitenkin huomattava, että ilmatorjuntapanssarivaunut eivät poista mekanisoidun joukon tarvetta lyhyen ja keskipitkän kantaman ilmatorjuntaohjuksille. Niitä tarvitaan muille alustoille rakennettuna esimerkiksi suojaamaan huoltoa ja komentopaikkoja erityisesti taisteluhelikoptereita ja rynnäkkökoneita vastaan. Järjestelmiä on toki olemassa, mutta monet niistäkään eivät nykyisellään sovellu mekanisoidun joukon liikkuvuusvaatimuksiin.

CUAS-yksiköt (Counter Unmanned Aerial System) ovat jo tätä päivää, mutta niiden kyky tukea liikkuvaa hyökkäystaistelua on rajallinen. Tämän kyvyn täydentämiseksi tulevaisuudessa jokaisen panssariajoneuvon omaa ilmatorjuntakykyä erityisesti vaanivia lennokkeja vastaan on parannettava. Rynnäköpanssarivaunujen ja -ajoneuvojen suoja on helpoin lisätä. Niissä on jo erinomainen asejärjestelmä torjuntaan, mutta tähtäin- ja tähystyslaitteita on päivitettävä ilma-

Käytännössä länsimaat ovat viimeisten parinkymmenen vuoden ”ikuisen rauhan” aikana luopuneet ilmatorjuntapanssarivaunuista.

torjuntapanssarivaunujen suuntaan (esim. tutka), jotta osumatodennäköisyys paranee. Taistelupanssarivaunujen ja mm. panssarihaupsien osalta tilanne on haasteellisempi niiden roolin ja taistelutavan takia, mutta ELSO-omasuojahäirintälähettimien lisääminen vakiovarusteeksi vaunuihin tapahtunee tulevaisuudessa. CUAS-yksiköt soveltuvat erinomaisesti komentoajavälineiden ja huollon ryhmitysten suojaamiseen. Panssariyhtymissä CUAS-yksiköt tullaan varmasti varustamaan myös panssariajoneuvoin.

Lopuksi: ilmasuojelua kaikille!

Vaikka aktiiviset torjuntamenetelmät tulevat varmasti nopealla aikataululla meidänkin mekanisoidun yksiköidemme käyttöön viimeistään pääkaluston modernisointien käynnistyessä 2030-luvulla, ei pidä unohtaa vanhoja hyviä ilmasuojelun, maaston, liikkeen ja valelätteiden tuomia mahdollisuuksia suojata joukkoja entistä paremmin jo nyt! Ilmasuojelu on jokaisen asia – ei vain ilmatorjunnan! ■

Ilmatorjunta-lehti kotiin kannettuna?

Ilmatorjunta on Ilmatorjuntayhdistyksen neljästi vuodessa ilmestyvä jäsenlehti. Kun haluat seistä ilmapuolustuksen etulinjassa ja tietää, mitä tapahtuu, liity Ilmatorjuntayhdistyksen jäseneksi! Yhdistyksen jäsenet saavat tuoreimmat uutiset ja artikkelit omaan postilaatikkoon säännöllisesti toimitettuna.

Liity osoitteessa ilmatorjunta.fi!



Ilmatorjuntayhdistys ry
www.ilmatorjunta.fi

Ilmatorjuntayhdistys
 Ilmatorjuntayhdistys
 Ilmatorjunta





DE M-SHORAD -järjestelmä on Raytheonin valmistama laserasejärjestelmä.

Kapteeni Aaro Liakka, aaro.liakka@gmail.com, Maasotakoulu
Kuvat: Taskandpurpose.com, X

Suurteholaserin käyttö miehittämättömien ilma-alusten torjuntaan

Tieteiskirjallisuus ja avaruuden valloitus olivat valtavan suosittu aihe kylmän sodan aikana. Tämä johti myös laseraseiden kehittymiseen, mutta silloin aika ei ollut vielä kypsä niille sopivan uhan puuttuessa. Toisin on nyt, kun miehittämättömät ilma-alukset ovat arkipäivää niin sodan kuin rauhankin aikana. Laseraseiden kehittäminen on saanut uutta virtaa muun muassa turkkilaisen Bayraktar-lennokin onnistumisten siivittämänä.

Miehittämättömät ilma-alukset ovat kehittyneet suurin harppauksin viime vuosikymmeninä ja niiden torjunta on ajankohtainen ja keskustelua herättävä aihe joka puolella maailmaa. Ongelmaksi torjunnassa muodostuu muun muassa miehittämättömien ilma-alusten suuri kirjo hinnan, ominaisuuksien ja havaittavuuden osalta. Erityisesti kaupalliset, lähes mistä tahansa suuremmasta kaupasta saatavat miehittämättömät lentolaitteet ovat haastava kohde meille ilmapuolustuksen ammattilaisillekin. Torjunnassa on aina pohjimmiltaan kyse hinta-laatu-suhteesta ja joissakin tilanteissa torjunnan jälkeen putoavat kappaleet muodostavat niin suuren riskin sivullisten vahingoittumiselle, että torjuntaa ei edes kannata toteuttaa. Lisäksi nykyaikaisella taistelukentällä olevien erilaisten lennokkien määrä on niin suuri, että ilmatorjuntaohjusten käyttäminen niitä vastaan on todella kallista ja saavutettu hyöty ohjusta kohden jää pieneksi. Toisaalta kuitenkin pieni ja edullinenkin

miehittämätön ilma-alus voi aiheuttaa suurta tuhoa, mikäli siihen asennetaan pienikin räjähdyspanos ja se ohjataan riittävän haavoittuaiseen kohteeseen.

Ammus- ja ohjusilmatorjunnan rinnalle on kehitetty erilaisia vaihtoehtoisia asejärjestelmiä, jotka perustuvat esimerkiksi ääni-, radio- tai mikroaaltoihin sekä suurteholaseriin. Edellä mainituista tekniikoista mikroaaltoihin ja laseriin perustuvat ilmatorjuntajärjestelmät ovat kaikkein potentiaalisimpia ja myös pisimmälle kehittyneitä. Laserin kiinnostavuus perustuu ennen kaikkea yksittäisen laukaisun edulliseen hintaan verrattuna ohjus- tai ammusilmatorjuntaan. Laserase kun ei vaadi muuta kuin sähköä toimittaakseen polttovaikutuksen kohteeseen.

Laseraseiden alkuvuodet

Laseraseiden kehittäminen alkoi Yhdysvalloissa jo 1960-luvulla, mutta kehitys otti harppauksia eteen-

Laserin kiinnostavuus perustuu ennen kaikkea yksittäisen laukaisun edulliseen hintaan verrattuna ohjus- tai ammusilmatorjuntaan.

päin vasta 2010-luvulta alkaen, oletettavasti juuri miehittämättömien ilma-alusten yleistymisen ja kehittymisen vuoksi. Aluksi laseraseiden kehittäminen oli hyvin pienimuotoista ja ideat vaikuttivat olevan lähinnä tieteiskirjallisuuden innoittamia puolihuolimattomia heittoja, kunnes 1980-luvulla Yhdysvalloissa asennettiin lasertykki *Boeing KC-135 Stratotanker* -lentokoneeseen. Ongelmaksi muodostui laserin suuri energiantarve, eikä tykillä voitu ampua kuin yksittäisiä laukauksia, ennen kuin polttoaine oli jo lopussa. 2000-luvun alussa idea nostettiin uudestaan päivänvaloon ja *Boeing 747* -lentokoneeseen asennettiin uusi ja aiempaa modernimpi laserase. Järjestelmä tunnetaan nimellä YAL-1 ja sillä tehtiin onnistuneita testiammuntoja, kunnes kehitystyö lopetettiin ja järjestelmä hylättiin kokonaan vuonna 2011.

Laseraseiden nykyhetki

Laseraseita on käytössä vain muutamilla suurimmilla valtioilla, koska järjestelmien kehittäminen on kallista ja laserin osalta riittää haasteita ratkaistavaksi: suuri energiantarve edellyttää joko kiinteää sähköverkkoa tai järjestelmän asentamista alukselle, jonka polttoaine riittää myös laserin tarvitseman energian tuottamiseen. Lisäksi sääolosuhteet vaikuttavat laserin käyttöön merkittävästi sen vaatiessa suoran näköyhteyden kohteeseen. Viimeisenä haasteena on todettava, että laserjärjestelmien kantama on vielä parhaimmillaankin vain joitakin kilometrejä ja kantaman kasvattaminen vaatii järjestelmän tehon valtavaa nostoa, joka taas lisää aiemminkin mainittua energiantarvetta.

Erilaisia järjestelmiä on käytössä muun muassa Yhdysvalloissa, Israelissa ja Venäjällä. Näistä todellista taistelukokemusta on todistettavasti vain israelilaisella *Drone Dome* -järjestelmällä, joka on käytössä suuremman *Iron Dome* -torjuntajärjestelmän alimmaisena kerroksena ja perustuu laser- ja mikroaaltoseisiin. *Drone Dome* on käytössä jo useissa valtioissa ja esimerkiksi vuoden 2021 G7-huippukokousta Britanniaassa suojattiin kyseisellä järjestelmällä.

Yhdysvalloissa on ollut jo pitkään kehitteillä ja käytössä on ainakin kaksi järjestelmää, vaikka mistään laajamittaisesta operatiivisesta käytöstä ei voi-

dakaan vielä puhua. Vuonna 2021 asennettiin noin 60–100 kilowatin HELIOS-laserase (*High Energy Laser With Integrated Optical-dazzler and Surveillance*) *Arleigh Burke* -luokan hävittäjään ja sillä on suoritettu onnistuneita testiammuntoja sekä maalla että merellä. Järjestelmä on tarkoitettu lähinnä aluksen omasuojailmatorjuntaan ohjuksia tai lähelle pyrkiviä miehittämättömiä lentolaitteita vastaan. Toinen kiinnostava järjestelmä samassa maassa on *Stryker*-panssariajoneuvon päälle asennettu Raytheonin valmistama DE M-SHORAD (*Directed Energy-Maneuver Short-Range Air Defense*), jossa on 50 kilowatin tehoinen laser. Yhdysvaltain armeija on vastaanottanut ensimmäiset prototyyppivaunut vuoden 2022 lopulla ja ensimmäinen joukkue pitäisi saada varustettua kyseisellä kalustolla vuoden 2023 loppuun mennessä. Pienemmällä, viiden kilowatin tehoisella, laser-Strykerilla varustettu joukko on ollut jo aiemmin sijoitettuna Eurooppaan ja testiammuntoja on suoritettu muun muassa Saksassa.

Länsimaiden lisäksi myös Venäjällä on omia laseriin perustuvia projektejaan, merkittävimpiä niistä lienevät *Peresvet* (Пересвет), *Zadira* (Задир), *Sokol-Eshelon* (Сokol-Эшелон) ja *Kalina* (Калина). Venäjän mukaan *Peresvet*, *Zadira* ja *Kalina* ovat jo operatiivisessa käytössä. *Sokol-Eshelon* on lentokoneen runkoon asennettava projekti, joka on vasta varhaisessa prototyyppivaiheessa. *Kalina* puolestaan on kiinteästi asennettava satelliittien sokaisuuksiin tarkoitettu järjestelmä, jonka tehtävänä on estää muiden maiden satelliiteilla toteutettava Venäjää vastaan kohdistuva vakoilu tai kuvaaminen. Järjestelmiä on joidenkin lähteiden mukaan asennettu eri tukikohtien tai muiden merkittävien kohteiden lähelle, mutta toiset lähteet kiistävät järjestelmän olevan vielä toimintakykyinen. Venäjän presidentti **Vladimir Putin** ja Pääesikunnan päällikkö **Valeri Gerasimov** ovat ilmoittaneet, että *Peresvet* on otettu operatiiviseen käyttöön jo vuonna 2019 ja venäläisten tietolähteiden mukaan sillä olisi ammuttu alas israelilainen miehittämätön ilma-alus Syyrian alueella keväällä 2020, mutta *Jerusalem Post* -lehti ja Israelin Puolustusvoimat ovat kiistäneet väitteen. Viimeisimmän tiedon mukaan *Peresvet* ja sen uudempi ja tehokkaampi isovelki, *Zadira*, olisivat käytössä Ukrainan sodassa. Järjestelmien on kerrottu tuhonneen miehittämättömiä ilma-aluksia yli viiden kilometrin päähän. Tämä on täysin mahdollista ottaen huomioon, että järjestelmät on sijoitettu suureen konttiin, jota voidaan kuljettaa 8x8-vetoisella kuorma-autolla. Kuitenkaan sinnikkäästä etsinnästä huolimatta ei laseraseiden käytöstä ole julkisuuteen voutanut juuri mitään kuvia, videoita tai muuta todistusaineistoa kuin venäläisten tiedotusvälineiden julkaisut. Tämä herättää epäilyksiä aseiden todellisesta käyttöasteesta taistelukentällä niin Syyriassa kuin Ukrainasakin. Venäjän varapääministeri **Juri Borisov** ilmoitti vuonna 2022 *Peresvetin* kykenevän sokaisemaan satelliittien sensoreita jopa 1 500 kilometrin päästä, mutta tämä väite ei tunnu erityisen uskottavalta. Esitetty etäisyys vaatisi ainakin äärimmäisen hyvät olosuhteet, koska pitkällä matkalla lasersäteily hei-



Venäläisen Zadira-järjestelmän kerrotaan olevan käytössä Ukrainan sodassa.

jastuu, siroaa ja hajoaa niin valtavasti, että kohteeseen osuvan säteen voimakkuus on melko pieni ja se leviää suurelle alueelle.

Laseraseiden tulevaisuus

Suurteholaseriin perustuvien asejärjestelmien kehitykseen on käytetty paljon aikaa ja rahaa. Useissa valtioissa on laskettu niiden varaan erityisesti miehittämättömien ilma-alusten ja kauaskantoisten aseiden torjunnassa. Erilaiset suunnatun energian aseet ovat tällä hetkellä potentiaalisin vaihtoehto taistelukentällä jatkuvasti yleistyvien pienten ilma-alusten torjuntaan. Erityisesti rauhan aikana tapahtuvaa tiedustelua pienillä kaupallisilla aluksilla on vaikeaa estää, vaikka Puolustusvoimillekin siihen toimivaltaa on lisätty. Ohjus- tai ammusilmatorjunnan ongelmana laukaisun hinnan lisäksi on niiden taipumus aiheuttaa vahinkoa myös sivullisille ammuksen tai ohjuksen tullessa aikanaan alas taivaalta. Mikäli siis torjumme tiedustelemaan tai muuten uhkaavan ilma-aluksen sokaisemalla sen sensorit, katkaisemalla ohjaussignaalin tai tuhoamalla sen laserin polttovaikutuksella, pienennämme sillä merkittävästi henkilöstölle tai kalustolle aiheutuvan vahingon vaikutusta. Toki taivaalle ammuttu suuritehoinen laser aiheuttaa riskin samalla hetkellä yli lentävälle lentokoneelle tai jopa satelliitille, mikäli olosuhteet ovat säteen kannalta suotuisat.

Koska Ukrainan sota on osoittanut lennokkien ja muiden miehittämättömien ilma-alusten olevan vahvasti läsnä nykyaikaisella taistelukentällä, on niiden torjuntaan kiinnitettävä erityistä huomiota. Torjunta pitää sisällään luonnollisesti myös maalin havaitsemisen ajoissa ja sekään ei ole itsestään selvää pienimpien lennokkien ollessa kyseessä. Jos maali on niin pieni, että se on vaikea havaita tutkalla, se ei tuota lämpösäteilyä sähkömoottorin takia ja se lentää ennakolta asetettua reittiä pitkin, eikä siis säteile edes ohjaussignaalia, kuinka se havaitaan ja ennen

kaikkea millä siihen vaikutetaan? Laser ei auta kohteen havaitsemiseen, mutta aseiden rinnalle on kehitetty erilaisia järjestelmiä torjunnan onnistumiseksi. Lennokkien torjuntaan on käytetty hyvin mielikuvituksellisia keinoja, kuten haukkoja, itsemurhalennokkeja, vesitykkeitä, haulikoita ja verkkoja, mutta ne kaikki ovat epävarmoja ja kantama on lyhyehkö, kun taas laseraseet voidaan kantamansa puolesta rinnastaa suureen osaan ammusilmatorjunta-aseita. Israelilainen Drone Dome lienee järjestelmistä kehittynein ja se vastaa hyvin myös kohteen havaitsemisen vaikeuteen, mutta lennokkien edelleen kehityksessä on myös vastajärjestelmiä ja uusia keinoja torjuntaan kehitettävä. Laseraseet ovat tulleet jäädäkseen ja tulevaisuudessa niillä mahdollisesti korvataan ammusilmatorjunta-aseita etenkin kiinteiden kohteiden, kuten lentokenttien suojaamisessa. ■

Koska Ukrainan sota on osoittanut lennokkien ja muiden miehittämättömien ilma-alusten olevan vahvasti läsnä nykyaikaisella taistelukentällä, on niiden torjuntaan kiinnitettävä erityistä huomiota.



Ukrainassa toimivan Patriot-ohjusjärjestelmän pudotukset ovat olleet pääosin miehittämättömiä ilma-aluksia.

Kapteeni Peter Porkka, @peterporkka, Panssariprikaati
Kuvat: X, Ukraine Ministry of Defence, Serhiy Prytula

Näkökulmia lennokintorjuntaan

Miksi ilma-alusten ja niiden torjuntaan käytettyjen ampumatarvikkeiden hankintahintojen vertailu ei ole mielekäs tapa arvioida torjuntajärjestelmän tarkoituksenmukaisuutta? Entä tulisiko lennokit asettaa ilmatorjunnan pääasialliseksi maalityypiksi?

Kaikkien lennokkeja käsittelevien kirjoitusten olisi hyvä alkaa aiheen rajauksella ja keskeisten termien määrittelyllä. Erilaisten lennokkien niputtaminen yhteen on omiaan sekoittamaan jo muutoinkin aiheesta käytävää kirjavaa keskustelua. Tässä artikkelissa lennokeilla tarkoitetaan ennen muuta niitä sellaisia Ukrainan taistelulentokentillä nähtyjä yksinkertaisia räjähdelennokkeja, joita eritoten venäläiset ovat käyttäneet massoitain ikään kuin risteilyohjusten korvikkeena. Pääosa käytetystä kalustosta koostuu iranilaisten alun perin suunnittelema *Shahed-136*-lennokista, mutta muitakin vastaavia toki on.

Näiden tarkastelu on ilmatorjunnan näkökulmasta ensiarvoisen tärkeää, sillä vaikka erilaisia miehittämättömiä ilma-aluksia on ollutkin olemassa jo pitkään, on nyt nähty lennokkien käytön volyymi aivan uutta. Isot lukumäärät aiheuttavat ilmatorjunnalle monenlaisia murheita. Osaltaan ne vesittävät suurten kumulatiivisten tappioiden tuottamiseen tähtäävää taisteluaajatusta.

Vaikka tässä kirjoituksessa keskitytäänkin kauas kantaviin räjähdelennokkeihin, monet torjuntajärjestelmien yleisiin luonnehdintoihin koskevista havainnoista pätevät muihinkin lennokkityyppeihin.

Dilemma

Lennokkien erilaisia kategorisointeja on useita. Joskus lennokkeja luokitellaan painon, toisinaan lentomatkan sekä korkeuden ja joskus käyttötarkoituksen perusteella. Tässä kirjoituksessa ne kategorisoidaan niiden torjuttavuuden mukaan.

Ensimmäinen kategoria käsittää isot, kalliit, joustavasti erilaisiin tehtävätyyppeihin soveltuvat monitoimilennokit. Länsimaaisesta kalustosta voit ajatella *Predator*- ja *Reaper*-tyyppisiä aluksia. Niiden torjunta ilmatorjunnan näkökulmasta on yksinkertaista. Alukset ovat käyttäjälleen erittäin arvokkaita, ne ovat harvallisia ja toisaalta torjuttajallekin äärimmäisen vaarallisia. Yhtäältä ne ovat myös usein niin kookkaita, ettei niiden havaitseminen ole ongelmallista. Torjuntadynamiikan näkökulmasta tällaisia korkean teknologia-asteen tuotteita voi tarkastella kuin mitä tahansa lentokonetta, eikä torjuntapäätöksen tekeminen ole alkuunkaan hankalaa. Pudotetaan aina, kun tilanne tarjoutuu.

Toisessa laidassa ovat sosiaalisessa mediassa paljon näkyvyyttä saaneet kaupalliset pikkulennokit, joilla joko johdetaan tulta, tuotetaan ryhmäjoukkueen tilannetietoa tai pudotetaan pieniä räjähteitä juoksuhautoihin. Ne ovat usein kooltaan niin pieniä, ettei niitä ainakaan ohjustulella ole useinkaan edes mahdollista torjua. Täysin neuvottomia ei näidenkään edessä olla, mutta tässä kirjoituksessa ei näitä sen enempää käsitellä.

Näiden ääripäiden väliin jää sitten laaja repertuaari erilaisia välimallin lennokkeja, jotka voivat kokonsa puolesta olla isojakin, mutta esimerkiksi valmistuskustannuksiltaan niin edullisia, että niitä voidaan käyttää massamaisesti. Yhtäältä nämä ovat teknisesti melko yksinkertaisia, eivätkä täten kykene

esimerkiksi kantamaan kuin verraten pienen taistelulatauksen. Ilmatorjunnan näkökulmasta ongelman ytimessä ovatkin nimenomaan esimerkiksi risteilyohjuksiin nähden maltillisempi vaikutus kohteessa sekä toisaalta erittäin suuret käyttömäärät.

Tätä kirjoittaessa Ukraina on oman ilmoituksensa mukaan pudottanut yli 1 300 venäläistä risteilyohjusta ja reilut 4 000 operatiivis-taktisen-tasan lennokkia. Epäselväksi toki jää, lasketaanko esimerkiksi jo mainitut Shahedit kumpaan mainituista kategoriasta. Miehittettyjä ilma-aluksia on pudotettu samaisen ilmoituksen mukaan reilut 600 kappaletta.

Miehittettyjen ja miehittämättömien maalien pudotussuhde olisi täten noin 1:9. Risteilyohjusten ja räjähdelennokkien suhdetta emme tämän tilaston valossa tiedä, mutta suhdelukua tärkeämpää on tiedostaa lennokkeja käytettävän. Paljon.

Kiinnostavaa ei myöskään ole nyt esitettyjen lukujen täsmällisyys. Tärkeämpää on hahmottaa trendejä ja suuruusluokkia. Ja se minkä trendin nämä paljastavatkaan, on varsin kiinnostavaa. Lennokkien on näet pitkään ajateltu olevan jotain, mitä ohjusmies ampuu korkeintaan vain poikkeustapauksissa – voi kuinka väärässä olimmekaan.

Väärin torjuttu?

Lennokit ovat alttiita niin ammus- kuin ohjustulenkäytölle. Lisäksi ne ovat ampumateknisesti varsin helppoja maaleja, olettaen, että matalalla lentävät maalit kyetään ajoissa havaitsemaan. Osaan puree myös elektroninen häirintä, olkoonkin, että näiden nyt käsiteltävien osalta kenties vähän heikommin. Tietävästi Shadedin kaltaiset lennokit lentävät ennalta ohjelmoidun reittinsä autonomisesti. Yleisesti pienempien lennokkien torjunnassa käytetty ohjaussignaalin häirintä ei tule siis tässä tapauksessa kyseeseen. Paikannusjärjestelmien häirintä voisi toimia, mutta sekin on vaikeaa muun muassa lennokkien tuntemattoman määränpään takia. Lisäksi häirintä kohdistuisi myös omiin ja muihin yhteiskunnan järjestelmiin.

Teknisestä torjuttavuudesta huolimatta asetelma on vastatoimien osalta ongelmallinen. Ei tosiaan niinkään sen suhteen, että kyetäänkö maalit torjumaan. Enemmän sen suhteen, että tulisiko kaikki maalit ylipäänsä torjua. Monesti kerrottu argumentti kuuluu kuinka kenties joidenkin kymmenien tuhansien eurojen hinnoista lennokkia ei tulisi torjua satojen tuhansien tai miljoonien eurojen ohjuksella. Että kalliit ilmatorjuntaohjukset tulisi säästää arvokkaimpia maaleja varten. Varsinkin, kun nämä lennokit olisivat ainakin teoriassa torjuttavissa myös edullisemmilla keinoilla.

Vaikkei väite täysin perusteeton olekaan, harva tosielämän asetelma on näin yksioikoinen. Tuotantokustannuksia tärkeämpää on huomioida torjunnan tai torjumattomuuden vaihtoehtokustannukset.

Vaihtoehtokustannukset

Taloustieteessä vaihtoehtokustannuksiksi kutsutaan niitä kustannuksia, jotka syntyvät, kun valitaan



Perustietoja Shahed-136-räjähdelennokista.

yksi vaihtoehto toisen sijaan ja menetetään siten mahdollisuus hyödyntää hylättyä vaihtoehtoa. Lennokkikontekstiin tuotuna käytetyn ohjuksen vaihtoehtokustannus ei siis ole ohjuksen kauppahinta eikä edes lennokin tuotantokustannus, vaan sen tapahtumasarjan kustannukset mitä tapahtuu, mikäli maali pääseeekin kohteeseensa. Ilmatorjuntaohjuksen ja lennokin vaihtosuhteen arvioiminen sellaisenaan ei ole mielekästä, vaan huomio tulisi keskittää esimerkiksi räjähtäneen voimallaitoksen, ammusvaraston tai komentopaikan kustannuksiin. Siltä osin, kun niiden määrittäminen nyt ylipäänsä on mahdollista. Kaikkea kun ei ole aina mielekästä mitata rahassa.

Sanomattakin on selvää, ettei tällaista kustannus-hyöty-analyysia pysty kukaan taivaallinen ohi-ampuja siinä torjuntatilanteen tiimellyksessä tekemään. Eikä usein edes jälkikäteen. Etenkin kun torjunta voi tapahtua kaukanakin lennokin varsinaisesta määränpäästä.

Tuotantokustannuksia tärkeämpää on huomioida torjunnan tai torjumattomuuden vaihtoehtokustannukset.



Ukrainalainen Beaver-räjähdelennokki.

Tämä ongelma on kuitenkin lennokkien torjuntaa edeltävän päätöksenteon ytimessä. Käyttääkö vähäiset ohjusresurssit tähän maalitilanteeseen? Olisiko ohjuksista vielä enemmän hyötyä jossain toisessa tilanteessa? Kerran laukaistu kun tosiaan on lopullisesti kulutettu, eikä sitä samaista keihästä suunnata enää sen enempää lentokoneita kuin risteilyohjuksiakaan päin, ballistisista ohjuksista nyt puhumattaakaan. Huoli ohjusten harkitsemattomasta käytöstä on siis sekin tietysti erinomaisesti perusteltu. Sehän tässä juuri kiusallista onkin.

Ongelma on ilmatorjuntamiesten ja -naisten keskuudessa hyvin tunnettu. Laajempaan tietoisuuteen se on noussut nyt Ukrainan tapahtumien myötä. Viimeisimpänä se herätti keskustelua *The Times* -lehden julkaiseman ukrainalaisen ilmatorjuntaupseerin haastattelun myötä, jonka mukaan Ukrainaan sijoitettujen *Patriot*-järjestelmien ohjuskulutus oli kiivaimmillaan pitkälle toistasataa ohjusta kuukaudessa. Samassa haastattelussa mainitaan, kuinka menekki vastaisi kyseisten ohjusten vuotuista globaalia tuotantoa.

Ei yksin Ukrainan ongelma

Räjähdelennokkien viheliäisyyteen on herätty myös Venäjällä. Erilaisia lennokki-iskuja on toki tehty Venäjän alueelle aiemminkin, mutta eritoten nyt heinä-elokuun taitteessa Moskovan keskustaan suuntautuneet iskut ovat luonteeltaan aiempia aggressiivisempia. Ukraina ei ole suoraan myöntänyt olleensa iskujen takana, vaikka silminnäkijähavainnot käytetystä kalustosta toki Ukrainaan viittaavatkin. Paljoakaan iskuihin väitetysti käytetyistä, *Majavaksi* kutsutuista, lennokeista ei tiedetä. Ulkoisesti ja toiminnallisesti ne kuitenkin muistuttavat jo useasti mainittua Shahedia.

Räjähdelennokkien viheliäisyyteen on herätty myös Venäjällä.



Venäläisten kokemat tappiot Ukrainan ilmoittamana aikavälillä 24.2.2022–2.8.2023.

Venäjälle suuntautuneiden iskujen ollessa vielä lukumäärältään vähäisiä, niiden torjumattomuuden taustalla tuskin on hallittua ja tietoista riskinottoa. Arvatenkin lennokkien läpipääsy johtuu joukosta muita tekijöitä, kuten kenties epäonnistuneesta valmiuden säätelystä, iskujen yllätyksellisyydestä tai matalien lentokorkeuksien aiheuttamista tutkakatveista. Tämä on toki tietysti kaikki vain spekulointia.

Mielenkiintoista on joka tapauksessa havaita, kuinka ukrainalaisilta jo ilmeisen rutinoituneesti hoituva lennokintorjunta ei venäläisiltä vielä samalla tavalla onnistukaan. Venäläiset kyllä kertoivat pudotaneensakin osan Moskovaan suuntautuneista lennokeista, mutta tosiaan ainakin pariin otteeseen pääkaupungin ilmapuolustus kyettiin läpäisemään. Tapahtuu tätä toki myös Ukrainassa, mutta onpa lennokkiliikenne siihen suuntaan melko lailla vilkkaampakin.

Tähän loppuun mainittakoon vielä kiinnostavana kurioositeettina lennokkien jokseenkin epäselvä asemoituminen voimankäytön mitta-asteikolla. Iskut Moskovaan ovat toki kaikki huomioitu kansainvälisissä tiedotusvälineissä, mutta arvatenkin iskujen saama julkisuus olisi ollut kertaluokkaa isompi, mikäli Venäjän poliittiseen ja taloudelliseen hermokeskukseen olisi isketty tavanomaisin risteilyohjuksin. Toki tuhotkin olisivat olleet laajempia, mutta harvoinpa räjähdyksen koko näissä se merkittävin tekijä on. Onko lennokkien käyttö siis muita aseita sallitumpaa? Johtuuko pidättyväisyys iskujen alkuperän vahvistamiseen liittyvistä vaikeuksista? Samoin myös lennokkien vahingoittaminen tunnutaan katsottavan tuomittavuuden osalta varsin vähäpätöiseksi teoksi, ainakin mikäli venäläisten vaurioittamia yhdysvaltalaisia Reaper-lennokeita Syrialla on pitäminen jonkinlaisena kiintopisteenä. ■



Reservin kapteeni Jussi Saarinen, jussi.saarinen@saimaandronepalvelu.fi, Suur-Savon Reserviupseeri ry
Kuvat: Nordic Drones Oy, Jussi Saarinen, Crosshill Oy

Reserviläiset toteuttavat drone-hankkeen kokonaisturvallisuuden hyväksi

Maanpuolustusjärjestöt tekevät yhteistyötä KX-hankkeessa, jossa kehitetään dronejen hyöty- ja koulutuskäyttöä.

Varautumistoiminnan kehittämisen tarve muodosti ajatuksen KX-hankkeesta

Idea dronen hyödyntämisestä syntyi Reserviupseeriliiton (RUL) varautumiskokouksen jälkeen huhtikuussa 2021. Kokouksessa keskusteltiin siitä, miten varautumista ja vapaaehtoista pelastustoimintaa toteutetaan piireissä. Kokouksen jälkeen Suur-Savon Reserviupseeri ry:n omilla keskusteluilla todettiin, ettei piirillä juurikaan ole omaa varautumistoimintaa ja alueella toimintaa toteuttivat lähinnä jäsenyhdistykset itsenäisesti. Tavoitteeksi asetettiin miettiä toimintamuoto, jolla osallistua varautumistoimintaan ja samalla houkutella sekä innostaa uusia

nuoria mukaan Vapaaehtoiseen pelastuspalveluun (Vapepa) ja reserviläistoimintaan. Esille nousi ajatus siitä, että erityisesti nuoret voisivat kokea teknologian avulla suoritettua etsintä- ja kiinnostavana verrattuna jalan tehtäviin etsintöihin, toki tietenkin konkreettisia maastoetsintöjä ja niiden tärkeyttä unohtamatta.

Ideasta toteutukseen: hanke polkaistiin käyntiin

Pian ideaa lähdettiin jatkajalostamaan ja varsinaisesti KX-hanke käynnistettiin Suur-Savon Reserviupseeri ry:n ja Mikkelin Jukurien RUK100-hyväntekeväi-

Tavoitteeksi asetettiin miettiä toimintamuoto, jolla osallistua varautumistoimintaan ja samalla houkutella sekä innostaa uusia nuoria mukaan Vapaaehtoiseen pelastuspalveluun ja reserviläistoimintaan.



Liikkuvan komentopaikan työpisteet.

syysottelun pelipaitahuutokaupan tuotoilla. Mukaan kutsuttiin yhteistyöhön viranomaisten lisäksi monipuolisesti eri toimijoita sekä yrityksiä: aihe, dronen lukuisat käyttömahdollisuudet sekä hyödyt vetivät yhteistyökumppaneita mukaan. Pian hankkeen aloitukselle oli saatu hyvä tuki ja lähtökohdat koko projektin eteenpäin kehittämiseksi olivat syntyneet.

Yhteistyöhön ja varainhankintaan projektia varten mukaan liittyivät Suur-Savon Reserviläispiiri ja Kaakkois-Suomen Viestikilta. Reserviläispiiriin 1 400 jäsentä ja Viestikillan 200 jäsentä toivat hankkeeseen merkittävän lisävoiman 700 reserviupseerin lisäksi.

Edellä mainittujen tukena yhteistyössä ovat mukana Maanpuolustuskoulutus MPK, Karjalan prikaatin Etelä-Savon aluetoimisto, Poliisi, Pelastuslaitos, ProAgria Etelä-Savo, Suur-Savon Sähkö Oy (Evision Oy), MTK Etelä-Savo, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu XAMK sekä Etelä-Savon Maa-kuntakompania.

Dronen käyttömahdollisuudet kadonneiden etsinnässä

Kadonneiden etsinnöissä dronella voidaan tutkia vaarallisia tai vaikeasti saavutettavia alueita, kuten kallioisia maastoja tai vesistöjä, joissa ihmisten etsiminen voisi olla vaikeaa tai riskialtista. Drone-etsinnöillä katetaan myös suuria alueita suhteellisen lyhyessä ajassa verrattuna muihin etsintämenetelmiin. Dronessa voidaan käyttää korkealaatuisia kamera-sensoreita, jotka pystyvät ottamaan laajoja ilmakuvia etsittävästä alueesta. Näitä kuvia voidaan tarkas-

tella ja analysoida etsittävien kohteiden havaitsemiseksi. Lämpökamerat auttavat havaitsemaan ihmisiä erityisesti pimeällä ja viileämmillä keleillä.

Poliisilla on hyvä kyky etsiä kadonneita droneilla, tehtävää kadonneiden etsintää, mutta laajojen vastuualueiden tai muiden kiireellisimpien tehtävien vuoksi poliisin dronea ei välttämättä aina ole saatavissa etsintätehtäviin. Poliisia voidaan tukea myös tilanteissa, joissa riistanhoitoyhdistysten ylläpitämän suurriistavirka-avun koiria ei ole mahdollista tai turvallista käyttää esimerkiksi susien tai vilkkaan liikenteen vuoksi.

Vapaaehtoisen pelastuspalvelun toiminnassa ilmasta tapahtuvaa etsintää koordinoi Suomessa Lentopelastusseura. Maanpuolustuskoulutus MPK on liittynyt Lentopelastusseuran jäseneksi vuoden 2023 alussa. MPK ja Lentopelastusseura ovat sopineet, että reserviläiset osallistuvat Vapepan toimintaan MPK:n kautta. Tällä hetkellä selvitämme koulutuksen järjestämistä ja hälytysryhmän perustamista MPK:n Mikkelin koulutuspaikalle. Tavoitteena on perustaa hälytysryhmä vuoden 2023 aikana tai viimeistään keväällä 2024.

Tuki Pelastuslaitokselle

KX-hanke tukee pelastuslaitosta tarjoamalla tilannekuvia tulipaloista, metsäpaloista ja suurista öljyvahingoista vesistöissä. Dronella kuvatun tilannekuvan avulla pystytään kartoittamaan onnettomuuksien laajuus sekä mahdollinen leviäminen. Dronen tuottama tarkempi tilannekuva auttaa suunnitte-



Vapaaehtoisen maanpuolustuksen koulutuksissa dronella voidaan suorittaa aluevalvontaa ja tiedustelutehtäviä, kuten maaston seuranta, vihollisen liikkeiden tarkkailua ja viestintälinjojen valvontaa.

lussa ja tehtävän koordinoinnissa. Pelastuslaitosta voidaan tukea myös eläinten etsinnässä: esimerkiksi navettapaloissa eläimet ajetaan ulos ja etsitään myöhemmin. Nykyään suuremmissa navetoissa voi olla jopa satoja eläimiä, joten etsintätehtävät palon jälkeen voivat olla mittavia ja aikaa vieviä.

Etelä-Savon pelastuslaitoksella on droneryhmät kolmella VPK:lla ja yhdellä vakinaisella palolaitoksella. Etelä-Savon pelastuslaitoksen tukeminen maanpuolustusjärjestöjen dronekalustolla vaatii vielä lisää suunnittelua. Pelastuslaitos on ollut erityisen kiinnostunut KX-hankkeen kaapeliasemasta, jolla pystytään syöttämään droneen virtaa noin 70 metrin korkeuteen. Asema mahdollistaa tilannekuvan tuottamisen keskeytyksettä ja parantaa näin ollen pelastustoimien sujuvuutta huomattavasti.

Hyöty sähköyhtiöille

Sähköyhtiöt voivat hyödyntää droneja monin eri tavoin parantaakseen sähköverkon ylläpitoa, vianetsintää, kunnossapitoa ja tehokkuutta. Dronet tarjoavat nopean ja kustannustehokkaan tavan tarkastaa ja valvoa sähköinfrastruktuuria. Sähköyhtiöille dronet tarjoavat myös hyvää tilannekuvaa sekä lisäresursseja laajoissa sähkönjakeluhäiriöissä, kuten myrskytuhojen jälkeen tai talvisin tykkylumiolosuhteissa.

Hanke on tehnyt alusta saakka tiivistä yhteistyötä paikallisen sähköyhtiön Suur-Savon Sähkö Oy:n ja erityisesti sen omistaman drone- ja tekoälyteknologioihin erikoistuneen tytäryhtiön Evision

Oy:n kanssa. Yhteistyö on pitänyt sisällä tietojenvaihtoa ja testilennätystä.

KX-hanke liittyy sähköyhtiön palvelukumppaneiden lentolaivastoon ja tulevaisuudessa osallistuu toimintaan laajoissa häiriötilanteissa. Ennen operatiivisen toiminnan aloittamista yhteistoiminta harjoitellaan kahden välisissä harjoituksissa ja MPK:n kotiseutuharjoituksissa.

Käyttömahdollisuuksia myös maa- ja metsätaloudessa

Maa- ja metsätalouspuolella pelloilta voidaan etsiä multispektrisensorin avulla hukkakauraa ja rikkakasveja sekä tarkastella metsien ja puuston hyönteistuhojia saaden tärkeää informaatiota sekä kattavaa tilannekuvaa alueista. Samaa dronen multispektrisensoria voidaan hyödyntää myös muiden mielenkiintoisten kohteiden paikantamiseen maastosta, mikäli etsitty värispektri on tiedossa.

KX-hanke osana vapaaehtoisen maanpuolustuksen koulutusta

Vapaaehtoisen maanpuolustuksen koulutuksissa dronella voidaan suorittaa aluevalvontaa ja tiedustelutehtäviä, kuten maaston seuranta, vihollisen liikkeiden tarkkailua ja viestintälinjojen valvontaa. Tämä auttaa havaitsemaan epätavallisia toimintoja tai uhkia jo varhaisessa vaiheessa. Dronea voidaan myös käyttää epäsuoran tulen tai jalkaväen johtamiseen. Oman drone-toiminnan koulutuksen lisäksi



Tiedonsiirtojärjestelmä odottamassa toimitusta.

voidaan kouluttaa myös suojautuminen vihollisen vastaavalta toiminnalta. Lisäksi dronea voidaan hyödyntää muussa koulutustoiminnassa, jolloin koulutajien parempi tilannekuva tehostaa harjoitusta ja parantaa harjoitusturvallisuutta huomattavasti.

Hankkeessa tehdään läheistä yhteistyötä MPK:n lisäksi Maavoimien ja Ilmavoimien esikuntien kanssa. Dronen lennättäminen sotilaallisessa tarkoituksessa on aina sotilasilmailua, vaikka lennätys tehtäisiin siviilikalustolla. Suomessa sotilasilmailusta vastaa viime kädessä Ilmavoimien komentaja. Siksi on tärkeää, että hanketta on tehty hyvässä ja rakentavassa yhteistyössä Maavoimien ja Ilmavoimien esikuntien kanssa. Maavoimien tuki hankkeelle on ollut merkittävä.

Kaluston valinta vaati selvittelyä

Kaluston kartoituksessa lähdettiin liikkeelle Aasian suunnasta edullisemman hintatason vuoksi. Tavoitteena oli hankkia kiinteäsiipinen VTOL-drone (*vertical take-off and landing*), joka tarjoaa perinteiseen droneen verrattuna pidemmän lentoajan. Ajatuksesta kuitenkin luovuttiin nopeasti tietoturva- ja haasteiden vuoksi. Seuraavaksi siirryttiin tarkastelemaan hollantilaista kiinteäsiipistä VTOL-dronea. Hollantilainen toimittaja osoittautui pieneksi yritykseksi, joten siitä luovuttiin taloudellisten riskien pienentämiseksi.

Syksyllä 2021 saimme mahdollisuuden tutustua varusmiesten lennokokikoulutukseen Niinisalossa. Vierailun aikana saimme isänniltä vinkin kotimaisesta *Nordic Drones Oy*:stä ja virolaisesta *Threod Systems*:stä. Vierailun jälkeen lähetimme tarjouspyynnöt molemmille yrityksille. Virolaisten Ukrainassakin tositoimissa käytetty EOS C VTOL -drone osoittautui hankkeelle liian kalliiksi vaihtoehdoksi, joten tässä vaiheessa pää-

dyttiin kotimaiseen *Nordic Drones Oy*:n viranomaiskäyttöön suunniteltuun *SkyDrone7*-malliin.

KX-hankkeen droneksi valikoitui kotimainen SkyDrone7

SkyDrone7 on erittäin suorituskykyinen nelikopteri valmistajan ilmoittamalla jopa 64 minuutin lentoajalla ilman hyötykuormaa. Lämpökameraksi valittiin *Nextvisionin* kevyt ja hyvän suorituskyvyn omaava *DragonEye2*.

SkyDrone7 tilattiin vuoden 2022 lopussa ja se luovutettiin hankkeelle maaliskuussa 2023. Luovutuksen yhteydessä valmistajan koulutukseen osallistui viisi tulevaa pääkouluttajaa. Kevään ja kesän aikana pääkouluttajat ovat syventäneet omaa osaamistaan ja suunnitelleet muiden lennättäjien koulutusta järjestelmällisesti. Dronen lisäksi *Nordic Drones*ilta hankittiin ranskalaisen *Elistairin* valmistama kaapeliasema. Kaapeli asemalla pystytään syöttämään virtaa ja hoitamaan tiedonsiirto 70 metrin korkeuteen.

Taktinen komentopaikka rakennettiin pakettiautosta

Kesällä 2022 ajoneuvoksi ja liikkuvaksi komentopaikaksi hankittiin paikallisesta autoliikkeestä esittelyautona ollut pakettiauto. Syksyn aikana auton keski-osaan rakennettiin neljä työpistettä lisänäyttöineen. Auton takaosaan tehtiin tilat viesti- ja johtamisjärjestelmien palvelimia varten. Taakse tuli myös erillinen akusto, jota voidaan ladata maasähköllä. Autoon rakennettiin lähiverkko, läpiviennit kattoon antenneille ja lattiaan tilapäisille kytkennöille. Ajoneuvo on rekisteröity 1+6 retkeilyautoksi, joka mahdollis-



Suomalainen SkyDrone7 valikoitui KX-hankkeen droneksi.

taa työskentelyn ajan aikana.

Crosshill Oy toimittaa hankkeelle viestijärjestelmän syksyllä 2023. Liikkuvan komentopaikan tiedonsiirrossa tukeudutaan ensisijaisesti GSM (3G/4G) -verkkoon ja toissijaisesti HF-radioiden välityksellä tapahtuvaan tiedonsiirtoon. Tietokoneelle asennettava HF-radiosovellus tukee tietoturvallista puhe- ja tiedonsiirtoratkaisua, mahdollistaen tilannekuvan välittämisen myös digitaalisessa muodossa. HF-radiosovellus tukee automaattista linkin muodostamista komentopaikkojen välillä, mahdollistaen optimaalisen kommunikaatiotaajuuden valinnan. HF-radiosovelluksesta löytyy helppokäyttöinen käyttöliittymä, jolla hallinnoidaan puheluita ja viestien lähettämistä. Kiinteä komentopaikka perustetaan MPK:n tiloihin Mikkelin Karkialammelle ja se miehitetään tarvittaessa. Esimerkkinä kiinteän komentopaikan käytöstä on laajat sähkönjakeluhäiriöt, jolloin GSM-verkko ei ole käytettävissä.

Mittava ja poikkeuksellinen hanke reserviläisille

Kokonaiskustannusarvio hankkeelle on yli 200 000 euroa ilman arvonlisäveroa, joka tekee siitä poikkeuksellisen suuren reserviläisten toteuttamaksi. Perinteisesti maanpuolustusjärjestöjen tulot ovat jäsenmaksutuloja ja mahdollisesti liittojen avustuksia, joten on selvää, että näin iso hanke tarvitsee ulkopuolista rahoitusta. Koska projekti on mittava, halusimme eriyttää dronetoiminnan muusta maanpuolustustyöstä ja perustimme maanpuolustusjärjestöjen droneoperaattoriksi yleishyödyllisen osakeyhtiön *Saimaan Dronepalvelu Oy:n*. Osakeyhtiön omistaa Suur-Savon Reserviupseeriipiiri ja sen hallitukseen kuuluu edustajia muista maanpuolustusjärjestöistä ja MPK:sta.

Ulkopuolista rahoitusta lähdimme rakentamaan maaseuturahoituksen avulla. Maaseuturahoituksen tarkoituksena on edistää maaseudun elinvoimaisuutta, yhteisöllisyyttä, asumista ja ympäristöä. Kun maakunnan kolmelta leader-yhdistykseltä haettu 57 000 euroa alkoi näyttää varmalta, aloimme kartoittaa muita rahoituslähteitä. MPK:n keskustuomiston avulla hankkeelle saatiin Maanpuolustuksen kannatussäätiön 50 000 euron tuki ja Urlus-säätiön 30 000 euron avustus. Suur-Savon Sähkö Oy tukee hanketta 10 000 eurolla ja avusti samalla 40 000 euron tuen saamisessa Suur-Savon Energiasäätiöltä. Maanpuo-

Hankkeeseen on liittynyt muutaman vuoden aikana tohtoreita, diplomi-insinöörejä, lentokapteeni, lentosäämeteorologi, liikennelentäjäopiskelija, satelliittiasiantuntijoita, yrittäjiä ja muiden alojen ammattilaisia sekä osaajia.

lustusjärjestöistä Suomen Reserviupseeriliitto on tukenut hanketta 10 000 eurolla. Turvallisuuden tukisäätiö on tukenut hanketta 5 000 eurolla. *Ajanvaunu Oy* on tukenut hanketta 5000 euron alennuksella pakettiautosta ja *MPY Telecom Oyj* tarjoaa hankkeelle nopean valokuituyhteyden.

Hanke hyödyntää reservin osaamista

Reservin vahvuutena on laaja ammattiosaaminen eri aloilta ja niin on ennen kaikkea tässäkin hankkeessa. Hanke on käynnistetty ja sitä tehdään Etelä-Savossa, mutta sen osaajat tulevat koko Suomen alueelta. Aktiiviset reserviläiset toimijat verkostoituvat valtakunnallisesti MPK:n koulutuksissa ja kertausharjoituksissa. Hankkeeseen on liittynyt muutaman vuoden aikana tohtoreita, diplomi-insinöörejä, lentokapteeni, lentosäämeteorologi, liikennelentäjäopiskelija, satelliittiasiantuntijoita, yrittäjiä ja muiden alojen ammattilaisia sekä osaajia.

Näiden osaajien ja yhteistyökumppaneiden myötä KX-hanke on edennyt suunnitellusti. Seuraavana tavoitteena on aloittaa lennättäjien koulutus MPK:n varautumis- ja turvallisuuskoulutuksena ja lisätä painopistettä etenkin nuorten koulutukseen. Keskustelemme parhaillaan myös Mikkelin kehitysyhtiö Miksei Oy:n kanssa jatkohankkeesta ja mietimme vaihtoehtoja laajentamisesta kaupalliseen toimintaan.

KX-hanke edistää kokonaisturvallisuutta ja on mielekästä tekijöille, koska sotilaskäytön lisäksi se toimii myös siviilikäytössä kehittäen yhteiskuntaa ja elinkeinoelämää. Koko projektiryhmä ja KX-hankkeen yhteistyökumppanit odottavat mielenkiinnolla ja innolla jatkoa hankkeen parissa, yhteisen turvallisuuden puolesta. ■

Lennokit sotilaskäytössä

Sotilaalliseen tarkoitukseen kehitetyt lennokit ovat viime vuosina ilmestyneet yhä useammin lehdistön otsikkoihin. Tunnetuin esimerkki lienee israelilaisen tiedustelulennokin jopa ratkaisevan tärkeäksi kohonnut asema Bekaan laakson taistelutapahtumissa Libanonissa pari vuotta sitten.

Lehtien palstoilta on myös luettavissa, että suurvallat uhraavat todella huomattavia summia yhä monipuolisempaan käyttöön sopivien lennokkien kehittämistyöhön.

Olemmeko me ilmatorjuntamieht riittävän selvillä kehityssuunnasta ja onko kehitys otettu huomioon koulutuksessa ja suunnittelussa?

Käsitteistä

Ulkomainen lehdistö jakaa lennokit kahteen pääryhmään:

- » "(mini) RPV" (remotely piloted vehicle) on kauko-ohjattava pienoislentokone, lennokki
- » "Dronet" puolestaan voidaan ohjelmoida ennakolta suorittamaan suunniteltu tehtävä, joskin uusissa versioissa voidaan ohjelma ohittaa ja aloittaa reaaliaikainen kauko-ohjaus lennon aikanakin.

Koska kumpikin tyyppi muistuttaa riittävästi toisiaan, ei niitä jatkossa erotella, vaan kummastakin käytetään yleisnimitystä lennokki.

Kuvan 1 harjoitusmaali on kehitetty neuvostoliittolaisesta, vanhentuneesta *Shaddock*-merimaali-ohjuksesta. Myös vanhentuneita lentokoneita muutetaan radio-ohjattaviksi, mutta kumpaakaan tämänkaltaista kehityslinjaa ei jatkossa tarkastella.

Kokemuksia menneisyydestä

Lennokkia on menestyksellisesti käytetty kolmeen pää tarkoitukseen:

- » Ilma-ammuntojen maalina tai maalin hinaajana,
- » Harhautusmaalina ja
- » Tiedustelijana.

Käyttö ilmamaalina on tuttu Suomessakin jo 1960-luvulta, jolloin silloisessa Tampereen ilmatorjuntapatteristossa käytettiin pienikokoista radio-ohjattavaa lennokkia suuntausharjoitteluun. Siitä lennokin käyttö laajeni kaikkiin ilmatorjunta- ja eräisiin muihinkin joukkoihin.

MALE-82:n nimellä tunnettu *Northrop KD2R5* on mahdollistanut vaativammankin maalitoiminnan, onhan sitä käytetty myös jopa aluetorjuntaohjusten maalina. Käyttökelpoisuus lisääntyy yhä, kun kehitteillä oleva osumanilmaisjärjestelmä tulee käyttöön.

Potkurikäyttöistä KD2R5:ä on erilaisina muunnoksina valmistettuna 1940-luvun loppupuolelta yhteensä 65 000 kpl. Sen valmistajan tuotevalikoimasta löytyy myös suihkumootorilla varustettuja nopeita malleja, mm. *Zukar II* ja *III*. Hintaesimerkkinä todettakoon, että *Zukar II*:a tilattiin parina vuonna USA:n laivastolle yhteensä 502 kappaletta 49,2 milj. dollarilla. Kaupassa liikutellaan siis suuria summia.

Käyttöarvoa lisännee se, että uudet *Zukar*-versiot voidaan maalilaitteiden sijasta varustaa tiedusteluvälineillä tai harhautusmaaleiksi.

Esimerkkejä muista, alun alkaen maaliksi kehitetyistä lennokeista ovat seuraavat:

- » *Teledyne Ryan Firebee* (valmistettu 1 600 kpl), USA,
- » *Jindivik* (550 kpl), Australia,
- » *Aeropatie CT.20* (1 500 kpl), Ranska.

Amerikkalaiset käyttivät Vietnamissa harhautusmaaleja kyllästämään vastustajansa ilmapuolustusjärjestelmää ja erityisesti suojaamaan kömpelöitä B-52-pommituskoneita. USA:n Ilmavoimien *Boeing AGM-86* -risteilyohjus on kehitetty *Scad*-häirintämaalin pohjalta.

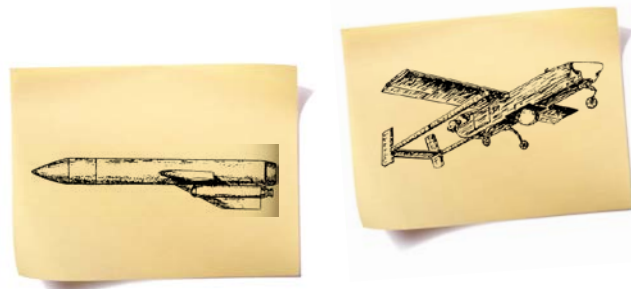
Israelilaisten karvaat kokemukset vuoden 1973 yllättävistä tappioista korostivat tiedustelutietojen saannin merkitystä. Tarvittiin lentotiedustelujärjestelmä, jossa lentäjä ei joutunut vaaraan vastustajan ilmaherruudenkaan vallitessa. Ilmavoimat kehitti tehokkaan, yksinkertaisen ja halvan *Scout*-lennokin, kuva 2. *Tadiran*-yhtiö puolestaan kehitti edellistä muistuttavan *Mastiff*-lennokin maavoimien toimeksiannosta. Molempien kehittäminen ja markkinointi on keskitetty uudelle *Maziat*-yhtiölle.

Erityisesti *Scout* tuli tunnetuksi Bekaan taistelujen yhteydessä välittäessään reaaliaikaista tietoa televisi-okuvana taistelunjohtajien käyttöön, toimiessaan taistelunjohtoverkon linkkiasemana ja harhauttaessaan vastustajan valvonta- ja ohjustorjuntajärjestelmän.

Kehittämistavoitteista

Maali- ja valemalitoiminta

Meille tutun maalitoiminnan lisäksi pyritään uusilla lennokkimalleilla myös simuloimaan risteilyohjuksia. Eräät lennokit voivat kuljettaa ja levittää soihtuja tai



silppua simuloiden ilmatorjunnan tai hävittäjätorjunnan kannalta vaikeita maaleja. Yliäänilennokit mahdollistavat erityisesti korkealla tapahtuvien lentojen torjunnan harjoittelun. Tuollaista lennokkia voidaan luonnollisesti helposti käyttää myös todellisen vastustajan harhauttamiseen. Lennokkien rakenne mahdollistaa erilaisten hyötykuormien käytön, jolloin sama peruslennokki kelpaa moniin tarkoituksiin.

Tiedustelu ja valvonta

Nykykaikaisen tiedustelulennokin hyötykuorma on noin 30–60 kg. Potkurilennokkien lentoaika voi olla jopa 8–10 tuntia. Suihkumoottorilennokin lentoaika on yleensä alle tunnin. Kehitteillä on pienoishelikoptereita (RPO), joista eräissä on sähkömoottori. Se saa voimansa maassa olevalta voimanlähteeltä samaa kaapelia myöten, jota käytetään helikopterin ohjaamiseen, kuva 3. Lennokin lentoaika voi olla vuorokausia, mutta kaapeli rajoittaa toimintakorkeuden ja -etäisyyden noin 300 m:ksi. RPO voi olla myös vapaasti lentävä, jolloin toimintasäde on noin 50 km ja aika 2–3 tuntia.

Lennokkien tiedusteluvälineistöön voi kuulua mm.

- » Säädettävä objektiivinen, reaaliaikaista tietoa lähettävä televisiokamera,
- » Erityyppisiä valokuvauskoneita,
- » Infrapuna-eilain tai -ilmaisimia,
- » Laser-etäisyysmittari ja/tai maalinvalaisin,
- » Elektronisia maalinilmais- ja paikannuslaitteita sekä
- » ABC-sodankäyntiin liittyviä ilmaisimia.

Tiedustelulennokki voidaan ohjelmoida lentämään haluttuja reittejä piste- tai aluetiedustelun suorittamiseksi, kuva 4. Sitä voidaan myös ohjata reaaliaikaisen tiedustelukuvan avulla, jolloin tilanteen muutokset, satunnaisesti löydetty maalit jne. ovat helpompi ja nopeampi käsitellä.



Kuvat vasemmalta oikealle:

Kuva 1. Neuvostoliittolainen Shaddock-ohjuksesta muunnettu ohjelmoitava tiedustelulennokki.

Kuva 2. Israel Aircraft Industries Scout-tiedustelulennokki.

Kuva 3. Kanadalainen CL-227-tiedustelupienois-helikopteri, televisio- ja laservälineistö.

Kuva 4. Ohjelmoidun tiedustelulennokin toimintavaihtoehto.

Kuva 5. Amerikkalainen SKY EYE R-4D varustettu neljällä rakettien laukaisuputkella.

Kuva 6. Tucan-taistelulennokki.

Hyökkäykseellinen käyttö

Lennokki voi toimia aselavettina, kuva 5. Se suunnataan maaliin TV-kuvan avulla tai se etsii itse maalinsa lämpö, radio tai tutkasäteilyn avulla. Tällaista halpaa, massakäyttöön soveltuvaa "kamikaze"-lennokkia kehitetään ainakin Saksassa, Englannissa ja USA:ssa. Eräs saksalainen "ehdokas" on esitetty kuvassa 6.

Lennokin pitkä toiminta-aika, 4–6 tuntia, mahdollistaa tehokkaan päivystysluonteisen valvonnan halutulla toimitusalueella. Näin voidaan huonossakin säässä tai pimeällä vaikeuttaa etenkin moottoroitujen joukkojen liikkeitä tai tutkia ja radioitten käyttöä.

Tuoreena esimerkkinä kehittämissuunnitelmista voidaan mainita amerikkalainen *Aquila*-monikäyttöjärjestelmä, jonka kehitystyöhön oli v. 1982 loppuun mennessä käytetty 377,8 milj. dollaria, ja sen lopullinen kustannusarvio sen taisteluvalmiiksi saattamiseksi on 474,5 milj. dollaria.

Yhdistelmä

Lennokki on kehittymässä varteenotettavaksi ilma-maaliksi. Sen edullisia piirteitä ovat

- » Huokea hinta, myös käyttökustannusten osalta,
- » Pieni koko vaikeuttaa torjuntaa,
- » Lentäjä ei joudu vaaraan, vaikka toimitaan aivan vihollisen alueen tärkeimmissä osissa,
- » Tiedonkulun reaaliaikaisuus ja tarkkuus,
- » Joka sään toimintakyky ja
- » Monipuolisuus.

Olemmeko me ilmatorjuntamiehet valmiit kohtaamaan tämän taistelukentälle ilmestyneen uuden haasteen?

Eversti evp. Pentti Toivosen artikkeli on julkaistu Ilmatorjuntaupseeri-lehdessä 4-1985.



ILMATORJUNNAN VUOSIPÄIVÄN VASTAANOTTO 2023

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

Ilmatorjuntamuseolle
perjantaina 24.11.2023 klo 18:00-21:00.

Vieraiden vastaanotto 17:30 alkaen

Tervetuloa 18:00

Kaartin soittokunnan konsertti
Cocktailbuffet

Mukaan pääset ilmoittautumalla sähköpostitse
Ilmatorjuntasäätiön asiamiehelle Jussi Ylimartimolle,
jussi.ylimartimo@mil.fi viimeistään 14.11.2023.
Tarjoilun mitoittamiseksi ilmoittautumiset ovat sitovia.

Lämpimästi tervetuloa!

Paraatipuku / tumma puku ja kunniamerkit

Uusia peruslukemia lehdessä!

Ilmatorjunta-lehden Peruslukemia-osuudessa käsitellään strategian, historian, taktiikan, tekniikan ja Venäjän ajankohtaisia kuulumisia ja mielenkiintoisia ilmiöitä. Peruslukemien historia lehdessä taipuu pitkälle vuosikymmenten taakse. Aikojen saatossa Peruslukemia lehden lukijoille ovat tarjonneet kymmenet kolumnistit.

Kapteeni **Vilho Rantanen** on luovuttanut taktiikan palstan kirjoitusvastuun kapteeni **Tuomas Rauanheimolle**, joka aloittaa palstan päällikkönä tässä numerossa. Ilmatorjunta-lehti ampuu verbaaliset kunnialauka-

ukset Vilholle paitsi artikkeleista, myös aktiivisesta osallistumisesta sosiaalisen median keskusteluihin ja Ilmatorjuntayhdistyksen verkkoalustuksiin. Samalla toivotamme Tuomaksen tervetulleeksi ampumaan harjittuja yksittäislaukauksia tai sulkutulta Peruslukemiin!

Uutena kirjoittajana edellisessä lehden numerossa aloitti kapteeniluutnantti **Juuso Liekilä**, joka kirjoittaa Peruslukemia avaruudesta. Juuso on perehtynyt avaruuteen sodankäynnin toimintaympäristönä ja sen vuoksi uudet ajatukset tyypillistä ilmatorjuntaistelijan torjunta-

korkeutta korkeammalta sopivat erinomaisesti lehteemme. Artikkeleissaan Juuso käsittelee avaruuden ilmiöitä erityisesti ilmapuolustuksen näkökulmasta.

Ilmatorjunta-lehti syntyy kirjoittajien ja lukijoiden yhteistyössä. Ole siis rohkeasti yhteydessä toimitukseen, mikäli sinulla on juttuideoita tai -pyyntö. Myös toiveita lehden teemoista kuunnellaan tarkalla korvalla. Lehdessä julkaistaan artikkeleita kaikilta ilmapuolustuksen ystäviltä – älä siis jätä kirjoitustasi pölyttymään pöytälaatikkoon.

Ilmatorjuntayhdistyksen kokelasilta 13.6.2023

Ilmatorjuntamuseon parkkipaikalle kurvasi kesäkuun 13. päivänä iso onnikka, neljä SA:n pikkubussia sekä kaksi henkilöautoa. Oli alkamassa Kokelasilta Tuusulassa. Kulkuneuvoista nousi ulos yhteensä 43 armeijan asuihin sonnustautunutta naista ja miestä - osa kouluttajia, pääosa kokelaita eri puolilta Suomea.

Museojohtaja **Esa Kelloniemen** tervetulosanojen jälkeen avauspuheen piti Ilmatorjuntayhdistyksen hallituksen jäsen **Lauri Niemelä**, joka esitteli yhdistyksen toimintaa sekä historiaa tiiviissä tietoisuudessa. Samalla tuli mainostettua paikallisosastoa, Pirkanmaan Ilmatorjuntakiltaa. Killan tavaramerkki, ilmatorjuntalippikset, myytiin loppuun noin 2,5 minuutissa! Museokierrokseen kuului luonnollisesti munkkikahvit. Sää suosi ja niin ulkona olevat museoesineet kierrettiin - eniten mielenkiintoa herätti

Mecteca 82 -katapultti!

Seuraavassa vaiheessa joukko siirtyi Taistelukoululle, jossa kuultiin ja nähtiin yhdistyksen puheenjohtaja everstiluutnantti **Sami Nenosen** video-tervehdys. Paikallisosastot saivat vielä lisää mainosaikaa, kun **Tomi Lavonen** ja **Jorma Lahtinen** Helsingistä pääsivät vauhtiin. Siitä kehkeytyikin hyvä keskustelu - kysymyksiä tuli katsomon puolelta ja vastauksia kateederin takaa. Mukaan oli liittynyt myös Helsingin ilmatorjuntarykmentin komentaja everstiluutnantti **Henri Ruotsalainen**. Mukavan illan täydensi päivällinen ja niin alkoi kaikkien osallistujien kotimatka täysin vatsoin.

Lauri Niemelä

Ilmatorjuntayhdistyksen hallituksen jäsen
Pirkanmaan Ilmatorjuntakilan vs. Puheenjohtaja



Kokelaat tutustuivat Ilmatorjuntamuseoon tapahtuman aluksi.



Kesäkuun tilaisuudessa tapasivat niin kokelaat kuin kouluttajat ja yhdistyksen aktiivit.



Pirkanmaan Ilmatorjuntakilta järjesti perinteikkään kesätapahtumansa kesäkuussa Vatialassa.

Pirkanmaalla tapahtuu

Pirkanmaan Ilmatorjuntakilta vietti 12.6.2023 perinteisiä kevätkauden päättäjäisiä Kangasalan Vatialassa vanhalla Tampereen ilmatorjuntapatteriston varuskunta-alueella. Tilaisuuden aluksi huollettiin killan 40 mm:n Bofors-perinnetykki, joka sijaitsee alueella nykyisin sijaitsevan Jotel Oy:n rakennuksen pihalla.

Tykin huollon jälkeen oli vuorossa illanvietto Pitkäjärven rannalla vanhalla varuskunnan ranta-saunalla. Grillauksen ja saunomisen lisäksi muisteltiin menneitä ilmatorjunta-aikoja Vatialassa, mutta myös tämän päivän ajankohtaiset asiat saivat keskusteluissa osansa. Ukrainan sota oli tietenkin esillä keskusteluissa. Killan ajankohtaiset asiat tuli käytyä läpi puheenjohtajan toimesta.

Voimme olla tyytyväisiä alkuvuoden toimintaan. Osallistuminen eri tilaisuuksiin on ollut hyvää. Ilmatorjuntayhdistyksenkin järjestämiin tilaisuuksiin (ITY:n vuosikokous, ADEX-harjoitus) kil-

tamme osallistui runsaalla joukolla.

24.10.2023 klo 17.30 kiltä järjestää perinteisen syyskauden esitelmätilaisuuden. Tällä kertaa aiheena on Ukrainan sota. Esitelmän pitää eversti evp. **Janne Pauni**. Tilaisuus pidetään Dekati Oy:n tiloissa Vatialan vanhalla kasarmirakennuksella. Ilmoittautuminen tilaisuuteen on tehtävä killan sihteerille (**Juhani Vesalainen** juhves61@gmail.com) viimeistään 19.10.2023 mennessä. Ilmoittautumisen yhteydessä pyydetään ilmoittamaan myös mahdolliset ruoka-aineallergiat.

Jotta saamme myös jatkossa kaikki jäsenemme tavoitettua, pyydämme välittämään sähköpostiositteet tai niiden muutokset sihteerillemme. Killan toimintaa voit seurata jatkossa myös Instagramissa: @pirkanmaan_ilmatorjuntakilta.

Reijo Alanne
Pirkanmaan Ilmatorjuntakilta

Vatialan vanaatikot kokoontuvat lounaalle

Tampereen Ilmatorjuntapatteristossa palvelleita upseereita ja aliupseereita puolisoineen kutsutaan yhteiseen lounastapaamiseen perjantaina 22.9.2023 klo 12 Tampereelle ravintola Tampellaan osoitteeseen Kello-

portinkatu 1.

Tarkoituksena on nauttia hyvästä ruoasta ja juomasta sekä toistemme seurasta sekä muistella menneitä ja kertoilla nykykuulumisia. Ilmoittautumiset pyydetään 15.9.2023 mennessä sähköpostitse osoitteeseen

raimo.nuutinen@pp.inet.fi tai nikkanen24@gmail.com.

Lämpimästi tervetuloa Tammerkosken partaalle!

Ilmatorjuntakerho jatkoi Helsingissä perinnetykkien kunnostustyötä

Helsingin reserviupseerien Ilmatorjuntakerho jatkoi kesän aikana Ilmatorjunnan perinnetykkien kunnostustyötä Helsingin Taivaskalliolla. Aiempien vuosien työkohteina ovat olleet Lauttasaaren kaksi tykkiä ja tykki Tapiolassa.

Kerhon taistelupartiot vierailivat kesäkuussa Taivaskalliolla kolmeen otteeseen asian tiimoilta. Keväällä suoritettun ilmatorjunnan taistelupaikkoihin tutustumiskiertoajelun ansiosta mukaan oli saatu myös uusia innokkaita tekijöitä. Työnjako noudatti perinteistä kaavaa, jossa kerhon partiot huolehtivat irtomaalin ja pintaruosteen poistamisesta sekä pohjamaalaamisesta varsinaisen loppusilauksen jäädessä pintamaalaamisen osalta Ilmatorjuntamuseon ammattilaisille.

Kunnostustyön alussa tehtiin mielenkiintoinen havainto: Bofors-tykin putken yläpinnassa on vielä jäljellä ilmeisesti alkuperäinen Suomi-vaakuna. Jää jatkotutkimuksen selvittäväksi, oliko putkien varustaminen kyseisillä leimoilla kuinka yleinen tapa vai onko kyseessä ollut vain tähän malliin liittynyt toimenpide.

Valmistautuminen Helsingin ilmapuolustuksen 80-vuotisjuhliin v.2024 ja aselajin syntymisen 100-vuotisjuhliin v.2025 etenee suotuisasti.

Tomi Lavonen

Helsingin reserviupseerien ilmatorjuntakerhon puheenjohtaja

Kuva: Jorma Lahtinen



Taivaskallion tykki Helsingissä kunnostettiin kesän aikana.

Kuulumisia Reserviupseerikurssin rintamalta

Etäinen robottimainen ääni hälyttää: "epäsuoraa tulta, 300 m". Taistelijan levätessä tulevan yön koitosta varten, edeltävänä päivänä kuitatut kasilivit ovat asetettuna sammaleelle taistelijan vie-reen ilmasuojattuna. Harjoitusta on takana seitsemän päivää ja joukko on valmistautunut torjumaan maahanlaskujoukkoja. Edeltävänä iltana kaikki tarvittava on tehty ja valmisteltu mm. tiedustelun, täydennysten, huollon, naamiointin ja asemien osalta. Unta tuskin on saatu muutamaa tuntia enempää, mutta taistelutahto joukolla on kova!

Makuupussissa nihkeät jalat liimautuvat yhteen ja havunneulasia täynnä olevat kosteat hiukset ovat kietoutuneet solmulle niskaan. Taistelijat kömpivät ulos makuupusseistaan ja majoituksistaan, majoitusteltasta, ilmasuojasta puun juurelta ja peräkärryn alta. Joukko kokoontuu ennalta määrättyä tehtävää varten ja odottavat katseet kohtaavat kysyvästi tulevaa toimintaa odottaen. Osa kuuntelee kaukaa kantautuvien ilma-aluksien ääniä tulkiten kuitenkin koneen mahdolliseksi matkustajakoneeksi. Odotammehan kuitenkin maahanlaskujoukkoja. Valpas ilmapiiri luo terävyyttä toimintaan. Jokainen on valmiina ja suorittaa aistitähystystä.

Puolustusasemissa korkealle nouseva aurinko lämmittää kuivassa maassa makaavan taistelijan kehoa. Odottava ilmapiiri on käsin kosketeltavaa, kun johtamis- ja asejärjestelmäjookset yhteen lyöttyneenä joukkona on valmiina antamaan kaikkensa. Kaukainen, suurien lapojen pyörimistä muis-

tuttava ääni lähestyy takaa. Pian käynnistyy tehtävän toteutus. Helikopterin lapojen pyörimisnopeus tuottaa kovaa humautelua, kun kaksi suurta kuljetuskopteria laskeutuvat taaksemme ja toteuttavat maahanlaskun. Kaartin jääkäriyrymentin taistelijat jalkautuvat NH90-kuljetushelikoptereista puolustusalueellemme. Kiivaat taistelut käynnistyvät: kovaa pauketta, käskyjä, ohjeita, suuntia. "IRTII!" - kuuluu käsky ja joukko toimii vaistonvaraisesti opetetulla tavalla. Vastustaja ei helpolla hellitä ja laukauksia vaihdetaan. Yhteistyö on saumatonta. Ilmatorjunta puolustaa ryhmitystään henkeen ja vereen ja lopulta torjuu vihollisen. Hengästyneet hengitykset hohkavat lämmintä ilmaa. Rintakehät nousevat ripeään tahtiin ja loiva voiton hymy sämähtelee suupielien kulmissa taistelutoverin katseen kohdatessa.

Ilmatorjunnan osalta saavutukset reserviupseerikurssilla ovat mainitsemisen arvoisia. Mainio joukkuehenki molempien linjojen yhteistyön osalta on vienyt aselajin voittoon useissa kilpailuissa niin joukkue-, kuin yksilösuoritustenkin osalta. Linjan priimus upseerioppilas **Ylivero** Jääkäriprikaatista toimi kiitettävästi puolustusammunnoissa jaosjohtajana. Johtamisharjoituksen yksilösuorituksen voiton Tulipatterin osalta vei ansiokkaasti upseerioppilas **Helenius** Karjalan Prikaatista, joka toimi myös erinomaisen kuntonsa puolesta puolustusammunnoissa lähettinä.

Upseerikokelas Daniela Likassa
Maasotakoulu



Harjoituksen päätyttyä otettiin Jääkäriprikaatin ja Kainuun prikaatin valmiusyksiköistä yhteiskuva.

Perusvalmiuden ilmatorjuntajoukko RYSKE 2/23 -harjoituksessa - pohjoisessa rytisee!

RYSKE on Jääkäriprikaatin valmiusyksikön taisteluharjoitus, joka järjestetään kahdesti vuodessa, viimeksi 24.–28.7. Rovajärven ampuma- ja harjoitusalueella. Tällä kertaa harjoitukseen osallistui joukkoja Jääkäriprikaatista ja Kainuun prikaatista. Harjoituksessa mitattiin valmiusvuoroon astuneiden varusmiesten ja henkilökunnan valmiutta ja osaamisen tasoa. Harjoituksen päämääränä oli harjoituttaa pohjoisen alueen perusvalmiuden joukkoja ja harjaannuttaa valmiusyksiköitä puolustus-, viivytys- ja hyökkäystaistelussa.

Jääkäriprikaatin valmiusyksikön ilmatorjuntajoukot tuote-

taan Rovaniemen ilmatorjuntapatteristossa. Jääkäriprikaatin valmiusyksikön joukot pääsevät perinteisesti harjoittelemaan ensimmäistä kertaa yhdessä RYSKE-taisteluharjoituksessa, sillä valmiusyksikön muut joukot tulevat Sodankylästä Lapin jääkäripataljoonasta. Yksikköön valikoituvat motivoituneimmat ja soveltuvimmat taistelijat. Valmiusyksikön ilmatorjunta koostuu kahdesta elementistä: johto-osasta ja ohjusjaoksesta. Ilmatorjuntaosan rooli valmiusyksikössä on tuottaa tappioita vihollisen ilma-aseelle ja mahdollistaa yksikön muiden joukkojen taistelu.

Ilmatila ei harjoituksessa ollut hiljainen. Viikon aikana suo-

ritettiin useita maalilentoja *Learjet-*, *Hornet*- ja lennokkikalustolla. Ilmavihollinen koki merkittäviä tappioita ja joukon osaaminen oli hyvällä tasolla.

Harjoitus oli onnistunut ja se tarjosi erinomaisen mahdollisuuden varusmiehille ja henkilökunnalle kehittää osaamista. Arvokkaita oppeja saatiin myös yhteistoiminnasta muiden joukkojen kanssa samalla omia toimintatapoja kehittäen. Tästä on hyvä jatkaa syksyn tuleviin koitoksiin ja harjoituksiin. POHJOINEN PITÄÄ!

Luutnantti Jere Palomäki
Jääkäriprikaati
Kuva: Multimediavarusmies Elja Hautala / Puolustusvoimat

Vielä ehtii: Ilmatorjunnan ansioristit 2023

Vuosittain myönnettävien Ilmatorjunnan ansioristien (ITAR) saajiksi esitykset on tehtävä 22.9. mennessä. Ansioristi on tarkoitettu Suomen ilmatorjunnan piirissä tai muuten sen hyväksi tehdystä ansiokkaasta työstä myönnettäväksi ansioristiksi.

Puolustusvoimien hallinto-yksiköt tai ilmatorjunnan parissa toimivat maanpuolustusjärjestöt voivat tehdä esityksiä ilmatorjun-

nan ansioristitoimikunnalle ristin myöntämisestä. Ansioristin esittäjiä pyydetään kiinnittämään esityksissään huomiota perusteluihin sekä laittamaan esityksensä puoltojärjestykseen.

Ilmatorjunnan ansioristin myöntää ilmatorjunnan tarkastaja ilmatorjunnan ansioristitoimikunnan esityksestä tai oman harkintansa mukaan. Ansioristiesitys tehdään lomakepohjal-

le, jonka saa sähköpostilla kapteeni **Rikupekka Lembergiltä**: rikupekka.lemberg@mil.fi.

Ilmatorjunnan ansioristitoimikunta pyytää ansioristiesitykset 22.9. mennessä skannattuna sähköpostiin rikupekka.lemberg@mil.fi tai postitettuna osoitteeseen: Maavoimien esikunta, Koulutusosasto, Kapteeni Rikupekka Lemberg, PL 145, 50101 Mikkeli.

Etelä-Suomen Ilmapuolustusseminaari lähestyy!

Tänä vuonna Ilmapuolustusseminaari järjestetään lauantaina 23.9.2023 Lahdessa osana Päijät-Hämeen maanpuolustuspäivää 2023. Seminaari järjestetään LAB-ammattikorkeakoulun Lahden kampuksen tiloissa (Mukkulan Isku Center). Tapahtumapaikan osoite on Mukkulankatu 19, Lahti.

Seminaarin teemana on tällä kertaa *Lennokien ja ohjusten muodostama uhka, niiden havaitseminen ja torjunta; kokemuksia Ukrainasta*. Seminaarin ohjelmaan on osallistumassa Puolustusvoimien edustus sekä kattava määrä seminaariin teeman kytkeytyviä kumppaniyrityksiä.

Seminaarin sekä maanpuolustuspäivän tarkemmasta ohjelmasta ja toteutuksesta tiedotetaan jäseniämme yhdistyksen sekä Päijät-Hämeen maanpuolustuspäivän eri kanavilla seminaarin lähestyessä.

Päijät-Hämeen maanpuolustuspäivän kokonaisuuteen liittyy myös Päijät-Hämeen alueen kokonaisturvallisuuteen keskittyvä seminaari. Molemmat seminaarit järjestetään samanaikaisesti LAB-ammattikorkeakoulun Lahden kampuksen tiloissa ja samalla lipulla voit osallistua kumpaankin seminaariin. Maanpuolustuspäivä huipentuu maanpuolustusgalaan, joka järjestetään myös LAB Lahden kampuksella.

Seminaarin sekä maanpuolustusgalan pääsylippuja on mahdollista hankkia Varmistin ry:n verkkokaupan kautta osoitteesta <https://holvi.com/shop/varmistin/section/maanpuolustuspaiva/> ja Ilmapuolustusseminaariin on mahdollista ilmoittautua myös sähköpostilla 8.9.2023 mennessä osoitteeseen ilmatorjuntayhdistys@gmail.com.

Seminaarin hinta on 25 €, mikä sisältää lounaan sekä mahdollisuuden osallistua kumpaankin tahansa seminaariin. Seminaarin toteutuspää varaudutaan muuttamaan tarpeen mukaan. Seminaari tullaan mahdollisuuksien mukaan striimaamaan verkkoon aiempien käytäntöjen mukaisesti. Verkosta katsottuna seminaari on ilmainen.

Tervetuloa mukaan erittäin ajankohtaiseen Ilmapuolustusseminaariin sekä viettämään Päijät-Hämeen maanpuolustuspäivää Lahteen!



Ohjelma:

- | | |
|-------------|---|
| 09.00–10.00 | Saapuminen paikalle, yritysten esittelypisteet avautuvat |
| 10.00–11.00 | Päijät-Hämeen maanpuolustuspäivän avaus ja yhteinen seminaariluento: Turvallisuusympäristön muutokset – Maanpuolustuskorkeakoulun vararehtori, TT, eversti Rainer Peltoniemi |
| 11.00–11.30 | Ilmapuolustusseminaarin avauspuheenvuorot – Ilmatorjuntayhdistyksen puheenjohtaja, everstiluutnantti Sami Nenonen sekä everstiluutnantti Kari Kokkomäki (Ilmatorjunnan tarkastajan sijainen, Maavoimien esikunta) |
| 11.30–12.00 | Kongsberg Defence – Protection of an army brigade in a war-fighting scenario against the UAS threat – as a part of the overall air threat |
| 12.00–12.45 | Lounas
Yritysten esittelypisteet auki |
| 12.45–13.15 | Rafael |
| 13.15–13.45 | SAAB Finland – SAAB´ s radar portfolio – suorituskykyä maalle, merelle ja ilmaan |
| 13.45–14.15 | Rheinmetall – Relevant findings for Short Range Air Defence out of the war in Ukraine |
| 14.15–14.45 | Kahvitauko
Yritysten esittelypisteet auki |
| 14.45–15.15 | Lockheed Martin |
| 15.15–15.45 | IAI ELTA |
| 15.45–16.00 | Seminaarin päätössanat, everstiluutnantti Sami Nenonen |



Etelä-Suomen Ilmapuolustusseminaariin voit ilmoittautua myös oheisen QR-koodin avulla!



Päijät-Hämeen
MAANPUOLUSTUSPÄIVÄ 2023



Konsta Hietanen

**Maanpuolustusgaalassa LAB Lahden kampuksella
lauantaina 23.9.2023 klo 18.00**

Tule nauttimaan hyvästä konsertista, hienosta illallisesta ja ohjelmasta.

Lopuksi tanssitaan Kimmo Kopran ja Varusmiesorkesterin tahdissa.

Illalliskortin hinta 75 euroa sisältää tervetuliaismaljan, illallisen ja ohjelman.

Ilmoittaudu www.varmistin.fi



Hämeen Ratsurykmentin Säätiö sr

Dr. Moritz Vischer, Rheinmetall Air Defence AG.
Kuva: Rheinmetall Air Defence AG

Skyranger 30 - An advanced hybrid very short-range mobile air defence system

The not unexpected but clearly underestimated use of battlefield reconnaissance drones and "loitering munitions" in the Nagorno-Karabakh conflict in 2020 was a dire warning of things to come. Mobile battlefield formations, static missile sites and critical infrastructure were targeted and attacked almost simultaneously by drones. Neither fighter aircraft nor complex command and control networks are economically capable of stopping this relatively low-cost threat.

A return to autonomous mobile air defence systems, combining all air defence capabilities and sensors on a single platform, has been called for. With the resurgence of peer-to-peer conflict in Europe, resulting in massive air strikes by drones and traditional air targets such as ground attack aircraft and helicopters, the new development of mobile air defence systems such as the *Skyranger* has been accelerated.

The *Skyranger* 30 combines sensors and effectors on a single turret. This allows for full autonomy and easy integration on a 6x6 or 8x8 vehicle of choice. In general, a mobile air defence system must be able to:

- » independently locate, classify, track and engage targets on the battlefield and in urban environments.
- » operate with active and passive sensors
- » all-weather mobility and the ability to keep pace with the units it is designed to protect.
- » survive close-in fire from enemy forces such as artillery or airborne ordnance.
- » follow combat forces on the front line, but also provide static protection for critical assets over extended periods of time.
- » withstand 24-hour deployment on the battlefield with minimal logistical support.

By integrating a 360-degree search capability into the *Skyranger* 30 using AESA radar panels and combining other sensor data into its *Skymaster* command and control system, the *Skyranger* is fully autonomous, but can also be linked to other *Skyranger* units or higher-level networks. A high degree of automation reduces the operator's workload and further improves response times. This means the *Skyranger* 30 can hold its own against the most persistent air threats and defend the units around it.

A fundamental question is the choice of effectors for such a system. Should a single effector be carried or should different types of effectors be selected to create a hybrid solution? Both options are possible and both have advantages and disadvantages. Hybrid solutions can be more expensive, but the inherent disadvantages of each effector can

be compensated. Today, even with the advent of high energy lasers, jammers and direct energy effectors, the most mature technology to choose from is the short range air defence missile and the cannon. Although cannons have a limited maximum range (3 000–4 500 m depending on the calibre), they have virtually no minimum range and, together with air burst ammunition, can effectively and economically engage very small targets. In addition, their immediate readiness and high reaction speed allow them to defeat massed attacks. These characteristics are an excellent complement to the guided missile, which can have a minimum engagement distance of 800–1 200 m, depending on the type.

Similar considerations led to the choice of the sensor suite for the *Skyranger*. The use of fully software-defined AESA radar panels enables track-while-scan functionality, allowing priority tracking of selected targets at a higher update rate. This allows an even faster and more accurate fire control calculation.

The *Skyranger* 30 with its 30mm x 173 KCE cannon and integrated sensor suite is the result of decades of experience and development at *Rheinmetall Air Defence AG* in Zurich. The powerful KCE cannon, which uses air burst ammunition, combined with a short-range air defence missile of your choice, creates a powerful hybrid solution. ■



Key characteristics Stryker 30:

- » Remote controlled gun / missile turret
- » 3 operators incl. driver
- » 30mm x 173 Oerlikon Revolver Cannon KCE
- » Effective gun range up to 3 000m
- » Rate of fire:
 - » Burst mode: 1 200 rds/min
 - » Rapid Single Shot: 200 rds/min
 - » Single shot mode
- » 2 – 4 integrated VSHORAD missiles (e.g. Stinger, Mistral, Chiron, etc.)
- » 360° AESA search radar
- » Optional 360° fast infrared scanner (FIRST) for passive target detection
- » Fully stabilized electro optical tracking unit
- » Optional Ku-band tracking radar
- » Rosy smoke grenade launchers
- » Ballistic protection up to Level 4
- » Ahead air burst ammunition



Army mobile warfighting operations – handling the UAS threat?

As the war between Russia and Ukraine goes on, it becomes more and more obvious for everyone that an army entity must have the ability to protect itself against the growing UAS threat during mobile warfighting operations. This short article presents some views on the topic; how an army mechanized brigade could protect against the UAS threat, primarily within the NATO UAS class I (<150 kg), in a mobile warfighting scenario.

Situation

A Russian led coalition of forces has conducted a major more or less surprise attack on Finland and the Baltic states – in essence attacking NATO and starting a World War III. NATO Article V (collective defense) is activated. Due to several war theaters' engagements in parallel, Finland is handling the situation with limited support, primarily from Nordic alliance partners. This has been a success, and NATO forces are now on the offensive. One of the Finnish mechanized army brigades (BDE) is spearheading the counteroffensive under a Finnish led NATO division framework.

The coordination with other Ground based Air Defense (GBAD) assets – CUAS is regarded a part of GBAD in this operation – in the same area (or directly under army division or brigade command & control) has been completed.

BDE counterattack

The BDE (DIV) counterattack is launched when own forces are ready, and the ENY is in favorable positions. Tempo is essential for achieving surprise and chock effects.

The ENY is not prepared for our attack (time, space or composition) – and has limited maneuver capacities to stop the attack. Some effectors are rapidly available. FIRES is considered the most likely, and to provide some level of accuracy – the support of UAS resources for intel/surveillance and reconnaissance (ISR), target acquisition (TA) and battle damage assessment (BDA) are vital. Timely combined with this, the ENY utilizes EW from ground and air platforms against comms and C2. All ENY air assets available is considered committed (to include FW and RW (CAS)).

The main attack follows as a natural and continuous prolonging of the advance. The ENY is gradually fixed by our maneuver units in positions with minimal ability to maneuver into more favorable positions. ENY minor scale attempts to counterattack are rejected with heavy losses on the ENY side. Own FIRES degrades ENY. Own maneuver units utilize opportunities and fulfil the destruction of the ENY coordinated with FIRES. Withdrawing ENY units or elements are pursued and engaged.



At this stage the ENY is assumed totally re-active, saturated with dilemmas and forced to “throw in what they got”.

Likely tasks for the CUAS of the BDE, as a part of the overall GBAD in this operation, are to protect critical assets with priority to maneuver units in advance and attacking, then forward deployed FIRES units and C2 elements. Secondary priorities are considered protection of BDE GBAD assets and engineering mobility resources. Augmentation of the BDE local & integrated air picture and provision of ENY FIRES point of origin (POO) and point of impact (POI) is mandatory.

Takeaways

Numbers, variety and emplacement of sensors- and effectors related to CUAS tasks are of essence. Preferably, several BDE platforms should have the capacity to perform CUAS tasks in addition to a dedicated CUAS unit.

Proximity of- and close cooperation with maneuver units, C2 and other high priority assets are vital for the BDE CUAS tactics. Mobility and protection levels have to be equal to the level chosen for BDE maneuver units – platforms.

Robust, shared and integrated C2 and networking capabilities is essential for the entire BDE GBAD force, to include CUAS. Distributed and networked CUAS assets makes a difference on the battlefield.

This article has highlighted some views of how to protect an army brigade in a mobile scenario against the UAS threat. Takeaways are deduced from a tactical contextualized understanding, not a technological aspect. Having said that, both are necessary for defining the requirements for CUAS. ■

3 Key Factors for Comprehensive Threat Detection 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.



How do you know you are getting the best threat detection? Let's take a look at some of the discerning features of the TPY-4.

» **Operating Band**

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, which brings us to the next discerning feature...

» **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. Sound familiar? This is just like the software upgrade you downloaded to your mobile phone.

Ready for the Future, Today

Staying *Ahead of Ready* is crucial as threats evolve at hypersonic speeds. The U.S. military and its allies need reliable, effective radar systems that can detect challenging targets and adapt to ever-changing landscapes. Lockheed Martin's Radar Center of Excellence makes our sensors the top choice for more than 40 nations on six continents and all branches of the US military. ■



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



Amerikkalainen "Kettering Bug" oli ensimmäinen sarjavalmistainen "itsemurhalennokki" (1918), mutta se ei ehtinyt sotaan.

Eversti evp. Ahti Lappi
Kuvat: Wikipedia

Yli sata vuotta sotalennokkien historiaa

Miehittämättömiä lentokoneita ja lennokkeja on ollut olemassa jo yli sata vuotta. Niiden päätarkoituksena on ollut välttää omia miehistötappioita. Lennokit ovat korvanneet miehitetyt koneet 3D-tehtävissä (*Dangerous, Dirty, Dull*) eli vaarallisissa, likaisissa ja tylsissä tehtävissä, kuten jenkit sanovat. Nyt niitä voidaan käyttää kaikkiin mahdollisiin tehtäviin ilmasodassa. Robotit ovat korvanneet pilotit.

Lennokkien esihistoriaa

Tohtori **Samuel Langley** rakensi USA:ssa höyrykäyttöisen miehittämättömän lentokoneen jo vuonna 1896. Se sai nimen *Aerodrome No. 1*. Koneella tehtiin yli minuutin kestänyt lento Potomac-joella. **Carl Jatho** rakensi Saksassa vuonna 1903 miehittämättömän lentokoneen, joka oli vajaa neljä metriä pitkä ja varustettu 9,5 hv:n petroolimoottorilla. Kone suoritti syyskuussa 63 metrin pituisen lennon 3,4 metrin korkeudella. Se ei kuitenkaan tullut käyttöön.

*Siemens-Schuckert*in tehtailla Saksassa suunniteltiin vuosina 1907–1911 ilmalaivasta laukaistavia miehittämättömiä lentolaitteita, eräänlaisia "ohjuksia". **Wilhelm von Siemens** ehdotti vuonna 1914 kauko-ohjattavien liitokoneiden varustamista räjähdysainelatauksella. Niitä ryhdyttiin rakentamaan ja

kokeilemaan. Radio- ja lankaohjattavia lennokkeja syntyi useita erilaisia ja niitä kokeiltiin vuosina 1915–17. Pienempien mallien (*Eindecker 1a* ja *1b*) ulottuvuus oli kolme kilometriä ja taistelulataus 14–28 kiloa. Suurempien liitokonemallien paino oli 500–1000 kiloa ja ulottuvuus 8 kilometriä. Niitä rakennettiin yli 100 kpl, mutta taistelukäytöstä ei ole tietoja.

Britanniassa professori **A.M. Low** ja **H.P. Foland** suunnittelivat vuonna 1916 pienen kauko-ohjattavan lentokoneen, joka sai peitenimen "*Aerial Target*" (ilmamaali). Koneen rakentamiseen osallistuivat *Royal Aircraft Establishment* (RAE, Farnborough) ja *de Havilland*. Ilmalaivojen torjuntaan suunniteltu kone oli varustettu taistelulatauksella. Periaatteessa se oli miehittämätön torjuntahävittäjä. Ensi lento tapahtui 21.3.1917. Koneetta ei tiettävästi ehditty käyttää tosi toimiin ennen sodan päättymistä.

Ratkaiseva teknillinen keksintö oli automaattinen gyroskooppi, jonka suunnittelivat amerikkalaiset tohtorit **Peter Cooper** ja **Elmer A. Sperry**. He suorittivat ensimmäiset käytännön lentokokeet radio-ohjattavilla "ilmatorpedoilla" Long Islandilla joulukuussa 1917. Koekoneina käytettiin US Navyn *Curtiss N-9* -koulukoneita, joilla voitiin suorittaa 80 kilometrin lento 135 kilon pommikuormalla.

Siemensin tehtailla rakennettiin vuonna 1918 kaksitasokoneista radio-ohjattavia ”*Fledermaus*”-lentolaitteita pommitus- ja ilmakuvaustehtäviin. Laskeutumista varten koneet oli varustettu laskuvarjoilla. Kysymyksessä oli selvästi nykyisten tiedustelulennokien esi-isä.

Tappajalennokkeja toisessa maailmansodassa

Vuonna 1939 USA:ssa perustettiin oma laivue (VJ-3) kokeilemaan ja käyttämään maali- ja rynnäkkölennokeja. Huhtikuussa 1941 saatiin torpedolla varustetulla TG-2 -lennokilla kokeiluissa täysosuma liikkuvaan laivaan. Ohjaaminen tapahtui 32 kilometrin päässä olleesta lentokoneesta. Vuonna 1942 amerikkalaiset tilasivat 500 rynnäkkölennokkia ja 170 emonetta (*Project Option*). Tätä varten suunniteltiin kaksimootorinen kone TND-1, joka kykeni kuljettamaan 900 kilon painoisen torpedon 280 kilometrin tuntinopeudella. Niitä valmistettiin 164 kpl.

Sen seuraajaa TDR-1:ä käytettiin ensimmäisen kerran tositoimiin heinäkuussa 1944 Salomonin saarten taisteluissa. Lennokkien käyttöä varten oli perustettu erikoisasto STAG-1 (*Special Task Air Group One*). Maalina oli japanilainen kauppalaiwa *Yamazuki Maru*, jota kohti laukaistiin neljä torpedo-

lennokkia – niistä kaksi osui. STAG-1 laukaisi Banikan saarelta syys-lokakuussa 1944 kaikkiaan 46 TDR-1 -lennokkia, joilla saavutettiin 50 % osumia.

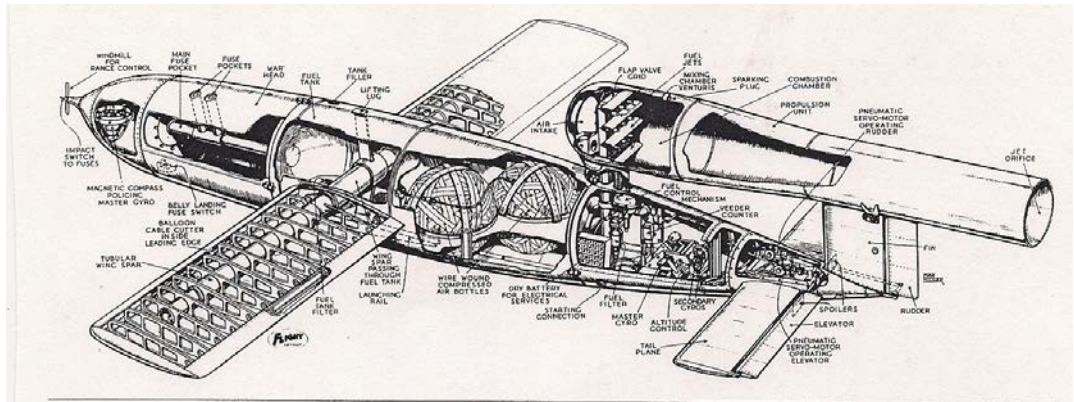
Toisen maailmansodan aikana suunniteltiin, valmistettiin ja käytettiin useita muitakin miehittämättömiä koneita hyökkäystehtäviin. Saksalaisilla oli vuodesta 1943 alkaen lentorykmentti KG 100:n käytössä *Mistel*, jossa hävittäjäkone kauko-ohjasi miehittämättömän pommikoneen (Ju-88A) räjähdysainelastissa (3 500 kg) maaliinsa. Amerikkalaisilla oli samantapainen järjestelmä ("*Project Aphrodite*"), jossa B-17 -pommikone lastattiin 9000 kilon kuormalla ja ohjattiin toisesta koneesta maaliin. Tätä käytettiin vuonna 1944 vahvasti ilmatorjuttuja saksalaisia kohteita vastaan, mutta tulokset olivat huonoja.

Edistyneen tekniikan puuttuessa japanilaiset korvasivat miehittämättömät rynnäkkökoneet itsemurhalentäjillä; rakettimoottorilla ja 1800 kilon taistelutalauksella varustettu itsemurhakone *Ohka* oli tästä ääriesimerkki.

Kostoase V1 on kuuluisin kamikazelennokki

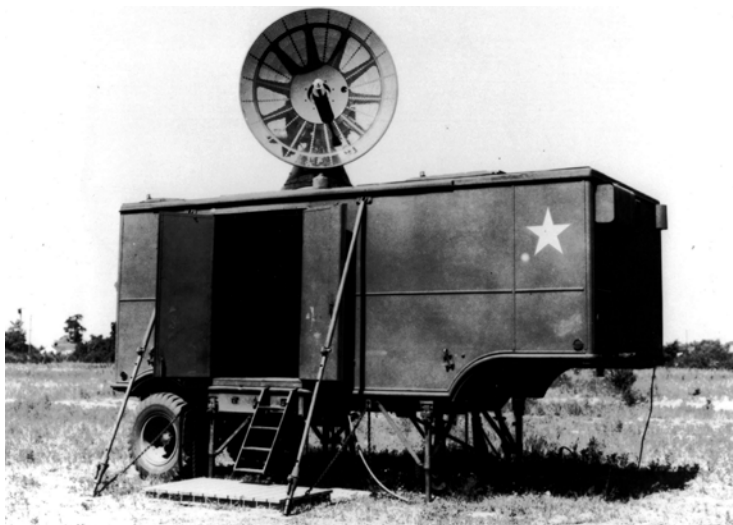
Saksalaisten kostoase *Fieseler Fi 103*, paremmin tunnettu nimellä V1, on kaikkien aikojen tunnetuin miehittämätön suihkukone – oikea kamikazelennokki. Sitä voidaan pitää myös risteilyohjusten esi-isänä. Saksalaiset suunnittelivat siitä myös miehittymien rynnäkkömallin (*Fi 103 Reichenberg*), joka oli todellinen itsemurhakone. Pilottejakin ehdittiin jo värvätä...

Saksassa oli jo marraskuussa 1939 käynnistetty projekti nimeltä *Fernfeuer* ("Kaukotuli") tarkoituksena suunnitella miehittämätön lentokone, joka kykenisi kuljettamaan 1 000 kilon räjähdysainekuorman 500 kilometrin etäisyydelle. Useat yritykset osallistuivat suunnittelukilpailuun, jonka Argus ja Fieseler voittivat. Lähtökohtana oli ilmatorjunnalle aiemmin suunniteltu maalilennokki *Argus As 292 eli Flakzielgerät 43 (FZG 43)*. Uusi malli sai nimeksi *Fieseler Fi 103* ja peitettiin nimeksi *Flakzielgerät 76 (FZG 76)*. Ilmailuministeriö (RLM) hyväksyi mallin 19.6.1942. Ensimmäiset koe-



Saksalaiset laukoivat vuosina 1944–1945 yli 20 000 suihkumoottorikäyttöistä miehittämätöntä Fieseler Fi 103 -lentokonetta (V1) Britanniaan, Belgiaan ja Hollantiin.

**Amerikkalainen
senttimetrialueen
tulenjohtotutka SCR-584
oli avainasemassa V1-
hyökkäysten torjunnassa.**



laukaisut suoritettiin joulukuussa 1942 Rheinmetallin suunnitteleman 80 metriä pitkän katapultin ja ruuti-rakettien avulla.

Argus-suihkumotorilla varustetusta koneesta suunniteltiin seitsemän eri mallia: A-1, B-1, B-2, C-1, D-1, E-1 ja F-1. Mallista riippuen mitat ja ominaisuudet vaihtelivat. Pituus oli 8,3 metriä, siipiväli 5,3 metriä, starttipaino 2 152–2 230 kiloa, hyötykuorma 830 kiloa ja lentomatka 238–370 kilometriä. Taistelulataus eri malleissa vaihteli 530–830 kilon välillä, mutta sen teho vastasi kuitenkin tavallista 2 000 kilon lentopommiä. Koneen nopeus oli aluksi vain 360 km/h, mutta kesällä 1944 jo 645 km/h (180 m/s), syksyllä 765 km/h ja erikoismallilla 830 km/h (230 m/s). Kone oli varustettu autopilotilla, jonka avulla voitiin määritellä lentoreitti ja lentokorkeus (300–2 500 m). Tarkkuusvaatimus oli 2 % etäisyydestä (=4,5 km/225 km), mutta siihen ei päästy. 10 % koneista oli varustettu radiolähettimillä (FuG 23) osumapaikan tarkistamiseksi.

V1:n valmistukseen osallistui yli 50 eri firmaa, joista suurin oli *Volkswagenwerke*. V2:een verrattuna V1 oli yksinkertainen ja halpa ase: sen valmistuksessa ei tarvittu arvokasta alumiinia, polttoaine oli halpaa, valmistukseen tarvittiin vain 280–300 työtuntia ja sen hinnaksi tuli 5 000 RM. V2 maksoi 30 kertaa enemmän. Suunnitelmissa oli valmistaa 60 000 kpl V1:ä, mutta niitä tehtiin "vain" noin 32 000 – tuhansia jäi käyttämättä.

Toukokuussa 1943 aloitti Peenemünden lähellä toimintansa V1-aseiden koulutus- ja kokeiluosasto johtajana everstiluutnantti **Max Wachtel**, joka sai peitenimen *Wolf*. Osastosta muodostettiin myöhemmin salaamissyistä *Ilmatorjuntarykmentti 155 (W)*, joka sai peitenimen *Flakgruppe Creil*. Sen kokoonpanoon kuului esikunta, esikuntakomppania ja neljä patteristoa, joissa kussakin oli neljä tulipatteria ja kaksi teknillistä patteria. Tulipatterissa oli neljä laukaisulavettia, koko rykmentissä 64. Hyvä miehistö saattoi laukaista 18 konetta kultakin lavetilta yön aikana, yhteensä siis 1152. Organisaatiota vahvistettiin 21.7.1944 perus-

tamalla toinen rykmentti, *Ilmatorjuntarykmentti 255 (W)*. Rykmentit yhdistettiin tammikuussa 1945 divisioonaksi, *5. Ilmatorjuntadivisioona (W)*, jonka komentajaksi nimitettiin eversti Wachtel.

Saksalaiset laukoivat Britanniaan kaikkiaan 10 492 V1-konetta, joista 9 264 havaittiin tutkilla, 7 488 tuli torjunnan piiriin, ja niistä ilmapuolustus tuhosi lähes 4 000. Vain 2 420 V1:ä saapui maalialueelle ja 1 111 sen ulkopuolelle. Ilmapuolustus torjui 52,8 % ulottuvilleen tulleista V1:stä. Avainasemassa olivat tulenjohtotutkilla ja heräteammuksilla varustetut 90 ja 94 mm:n ilmatorjuntapatterit sekä suihkuhävittäjät. Saksalaisten mukaan Belgian maalialueille laukaistiin 11 988 V1:ä, joista 1393 (11,6 %) syöksyi maahan lähdön jälkeen. Antwerpenin alueella ilmatorjunta onnistui 95,7-prosenttisesti, Brysselin alueella huonommin, kun heräteammuksia ei saanut käyttää.

V1 oli kustannustehokas asejärjestelmä. Jos vertaillaan V1:n valmistuskustannuksia liittoutuneiden V1-torjunnan kustannuksiin, liittoutuneiden kustannukset ja muutkin resurssitarpeet olivat moninkertaiset. Saksalaisten V1-organisaatioon kuului enimmäkseen noin 10 000 miestä, kun taas pelkästään Britanniassa niiden torjuntaan (ja väestönsuojeluun) sitoutui kymmeniä tuhansia miehiä ja naisia. Saksalaisten V1-rykmentti menetti ilmahyökkäyksissä vain 146 miestä kaatuneina, 39 kadonneina ja 246 haavoittuneina. V1-hyökkäykset aiheuttivat Britanniassa suuret vahingot: 23 000 rakennusta tuhoutui ja yli miljoona vaurioitui, 6 214 ihmistä sai surmansa ja 18 037 haavoittui. Belgiassa kuoli 3 736 siviiliä ja 947 sotilasta, ja 8 166 siviiliä ja 1 900 sotilasta haavoittui. Näitä lukuja voi nyt verrata Ukrainan sodan tappioihin...

Lennokeja on toisen maailmansodan jälkeen käytetty jossain muodossa melkein kaikissa sodissa, eniten Vietnamin sodassa, nyt Ukrainassa. Tappajalennokkien käyttö koki lokakuussa 2001 "uuden tulemisen" Afganistanin sodassa, kun amerikkalaisten MQ-1 Predator sai tulikasteen. ■

Lennokkityypit ja niiden kehittäminen Venäjällä

Venäjän puolustusteollisuus on kehittänyt viimeisen vuosikymmenen aikana useita erityyppisiä lennokkeja, lähialueen tiedusteluun ja valvontaan tarkoitettuja keveistä lennokeista asevaikutuksen toimittamiseen tarkoitettujen rynnäkölennokkien kautta pitkän kantaman hävittäjien tukena toimiviin tiedustelu- ja siipimieslennokkeihin. Artikkelisarjan viimeisessä osassa tutustutaan osaan kehitystyön tuloksista.

Iskatel T4

Omskin Radiotehtaan valmistamalla ultrakevyellä Iskatel T4 -järjestelmällä aloitettiin käyttökokeet vuonna 2012. Kokeet sisälsivät koelennot ja kuljetuskokeet. Tavoitteena oli testata, onko lennokkia paras kuljettaa yhdessä vai kahdessa repussa. Lisäksi toteutettiin varaosakontin laskuvarjopudotuskokeet.

Järjestelmä koostuu repussa kannettavasta käyttäjäasemasta, tablettitietokoneesta lennokin ohjaamista ja lennokin lähettämisen kuvan esittämistä varten sekä kahdesta 1,3 kg painoisesta lennokista. Lennokin karkiväli on 60 cm ja se on sähkökäyttöinen. Lennokki on tarkoitettu tiedustelu- ja valvontatehtäviin ja sen lentoaika on 40 min. Lennokin sensoreille optimaalinen lentokorkeus on 200 m, mutta se voi saavuttaa jopa kilometrien lentokorkeuden. Järjestelmän hinnaksi on arvioitu noin 97 000 \$.

DP-29

Monitoimilennokki DP-29 läpäisi käyttökokeensa syyskuussa 2014. Sitä voidaan käyttää lentävänä linkkiasemana ja muihin tehtäviin. DP-29 voi saavuttaa kilometrin lentokorkeuden ja kolmen tunnin lentoajan kuljettaen 10 kg kuormalla.

Chirok

Tiedustelu- ja taistelulennokki Chirokin prototyyppi valmistuivat vuonna 2015. Lennokilla voi olla hyötykuormaa enintään 300 kg ja sen maksimousupaino

on 700 kg, lentokorkeus enintään 6 000 m ja kantama 2 500 km. Chirok kuljettaa aseita rungon sisällä.

Volk-18

Venäjän tarve pienikokoisiin torjuntalennokkeihin tuli esille Syyriassa terrorismin vastaisissa operaatioissa, missä sotilaat joutuivat säännöllisesti torjumaan ja tuhoamaan terroristien käyttämiä pieniä rynnäkölennokkeja Hmeimin lentotukikohdan suojaamiseksi Latakian alueella. Volk-18 on ensimmäinen venäläinen lennokin torjuntalennokki. Se esiteltiin helmikuussa 2021. Lennokki on varsin pieni, kooltaan noin 60 x 60 cm, ja sen nousupaino on 6 kg ja lentoaika noin 30 minuuttia. Lennokki on aseistettu kolmella pienellä raketilla, jotka ampuvat verkon vastustajan lennokkiin sotkeakseen niiden potkurit ja pakottaen ne hallittuun tai hallitsemattomaan laskuun. Verkottamisen epäonnistuessa lennokki törmää vastustajaansa rikkoen sen ilmassa.

Lennokki on suunniteltu itsenäisesti löytämään ja tuhoamaan vastustajan lennokki. Käyttäjän tarvitsee ainoastaan käynnistää torjuntatoimenpiteet, jonka jälkeen etsintä, tunnistus, maalin valinta ja valitun kohteen tuhoaminen tapahtuvat itsenäisesti.

Korsair

Korsair-lennokki on suunniteltu valvontatehtäviin alle 50 km säteellä maa-asemasta tai lennättäjästä. Ainakin yksi Korsair-lennokki on ammuttu alas Ukrainassa.

Shmel

Shmel-lennokkia voidaan käyttää testilaitteena erilaisten miehittämättömien järjestelmien kokeiluissa ja operaattorien peruskoulutuksessa. Lennokki kykenee käyttämään päällekkäisiä taajuuksia, jotka mahdollistavat lennokin hallinnan, vaikka vihollinen aktiivisesti häiritsi sitä.

ZALA 421-16E5

Lennokin valmistaja ZALA Aero Group on Kalashnikov-yhtiön tytäryhtiö ja se on kehittänyt ZALA 421-16E5- operatiivisen ja taktisen tason tiedustelulen-



Chirok-lennokin prototyyppi.



Korsair-lennokki laskeutumassa tukikohtaansa.



ZALA 421-16E2 -lennokki laskeutumassa laskuvarjon varassa.

nokin vuonna 2015. Lennokki on hyvin itsenäinen ja liikkuva, sen lentoaika on 6–7 tuntia ja se voi saavuttaa 150 km etäisyyden laukaisupaikaltaan mahdollistaen yli 21 000 neliökilometrin tiedustelualueen.

Lennokissa on voimanolahde, jossa on sisäänrakennettu diagnostiikka ja moottorin ohjaimet, jotka ohjaavat lennokin kaikkia yksiköitä. Lennokki kykenee kantamaan enintään viiden kilon hyötykuorman. Lennokki laukaistaan ilmaan sähköisesti ohjatulla katapultilla, joka voi toimia valmistelemattomalta paikalta. Lennokin turvallisen laskeutumisen varmistamiseksi sekä kuorman suojaamiseksi lennokissa on laskuvarjon perustuva laskeutumisjärjestelmä.

ZALA 421-16EV

ZALA 421-16EV -lennokki on esitelty vuonna 2020. Rakenteeltaan kääntyväroottorinen lennokki pystyy nousemaan ja laskeutumaan pystysuoraan. Lennokin on kerrottu soveltuvan hyvin valvonta- ja ilmapäikäläisiin vaikeapääsyisillä alueilla. Lennokin nopeudeksi kerrotaan 110 km/h (30 m/s) ja lentoajaksi kaksi tuntia. Lennokin sensorijärjestelmien data on Full HD -tasoisista videokuvaa ja se voidaan välittää maahan useilla kanavilla. Järjestelmässä on automaattinen maalinseuranta.

Takhion

Kevyt valvontalennokki Takhion on otettu palveluskäyttöön Keskisen Sotilaspiirin tiedusteluyksikössä keuhällä 2015. Takhion on suunniteltu tiedustelutehtäviin kaikkina vuorokauden aikoina ja vaikeissa-kin sääolosuhteissa 40 km säteellä. Lennokkia voidaan käyttää myös radion releasemana ja se voi toimia aina 4 000 m korkeudessa merenpinnasta aina -30 - +40 celsiusasteen lämpötiloissa.

Kub

Kalashnikov-yhtiö esitteli vuonna 2019 miehittämättömän Kub-rynnäkölennokin. Sen laukaisulavetti voidaan sijoittaa kuorma-auton lavalle tai tasaiselle maakaistaleelle. Lennokki voidaan laukaista ilman paljastumista, sillä on suuri tarkkuus, hiljainen ääni ja se on rakenteeltaan yksinkertainen. Lentonopeutena on 80–130 km/h (22–36 m/s) ja lentoaikaa lennokilla on jopa 30 minuuttia. Se kykenee kuljettamaan 3 kg taistelulatauksen.

Zala Lancet

Lennokki on Zala-ilmailuyhtiön, joka on Kalashnikov-yhtymän tytäryhtiö, kehittämä odotteleva (loitering) rynnäkölennokki. Zala Lancet -lennokki esiteltiin ensikerran *Army 2019* -näyttelyssä ja on Kub-lennokin jatkokehitysversio. Lennokin kantama on noin 40 km ja nousupaino 12 kg, lentomoottorina on sähkömoottori. Lennokki voidaan varustaa tyypistä riippuen 1–3 kg taistelulatauksella, joka on joko suunnattuun räjähdysvaikutukseen tai sirpalevaikutukseen perustuva. Toisena vaihtoehtona on tiedusteluvarustus. Lennokissa on sekä optiselektroninen että TV-kuvaan perustuva ohjaus mikä mahdollistaa rynnäkölennokin ohjaamisen loppuhakeutumisvaiheessa. Lennokissa on edellisten osakokonaisuuksien lisäksi tiedustelu-, suunnistus- ja viestintämoduulit. Lennokin maksiminopeus on noin 300 km/h ja se on katapultilta laukaistava. Lennokkia on testattu 2020 alkaen Syyriassa ja Ukrainassa sitä on käytetty 2022 vuoden lopulta alkaen suhteellisen menestyksekkäästi Ukrainan sotilaskohteita vastaan rintaman läheisyydessä.

Orlan-10

Orlan-10-lennokin kantama on noin 120 km ja sen lentoaika on jopa 14 tuntia. Maksimilentokorkeus lennokilla on 5 000 m. Järjestelmän johtamislaitteella voidaan hallita neljää lennokkia samanaikaisesti. Lennokkeja voidaan käyttää tiedustelu-, maalinsoitus-, etsintä- ja valvontatehtäviin. Lennokkien tuottama tieto siirretään reaaliajassa maa-asemalle. Lennokki on ollut käytössä vuodesta 2014 alkaen.

TARR 7001

TARR 7001- taktiseen tiedustelulennokkijärjestelmään kuuluu yksiroottorinen kiinteäsiipinen K-0106-lennokki, jonka paino on 6,5 kg ja lentoaika on enintään 1,5 tuntia. Neliroottorisen K-0107-multikopterin paino on 5,1 kg ja lentoaika noin 1 tunti. Molemmat lennokit käyttävät tiedonsiirtojärjestelmää, mikä mahdollistaa maassa toimivalle operaattorille lennokin käyttämisen aina 15 km etäisyydelle. Lennokit on varustettu optisella tiedustelujärjestelmällä, mikä kykenee tunnistamaan ihmisen 1,5 km etäisyydeltä valoisana aikana ja 1 km etäisyydeltä pimeässä.



Tu-300-lennokki kolmansilla avaruus- ja ilmailumessuilla.



Lennokkeja ja lennättäjä tykistön taktisen tulenkäytön harjoituksessa.

Molnja

Molnja-lennokit on suunniteltu laukaistaviksi ilmasta ja palautuviksi ilma-alukseen. Lennokkeja on useita erityyppisiä, mukaan lukien tiedustelu-, rynnäkkö- ja elektronisen sodankäynnin lennokit. Kronstadt Yhtymä harkitsee Il-76-sotilaskuljetuskoneen käyttämistä mahdollisena emoaluksena lennokeille.

Avius-1

Raskasta Avius-1-tiedustelulennokkia voidaan käyttää sekä tiedusteluun että taistelutoimintaan. Lennokissa on tutka ja satelliittiviestintäjärjestelmä ja sen paino on noin 2 000 kg. Avius-1 kykenee toimintaan 35 tunnin ajan kaikissa sääoloissa ja sen prototyypin ensilento tapahtui vuonna 2017.

Altair

Altair-tiedustelulennokin lentoonlätönpaino on noin 5 000 kg ja maksimilentonopeus jopa 950 km/h (264 m/s). Tavoitteena on tuottaa keskikorkeudella 48 tuntia lentävä suihkuturbiinimoottorilla varustettu lennokka.

Orion

Orion rynnäkkö- ja tiedustelulennokin koelennot aloitettiin Gromovin koelentokeskuksessa Moskovin lähellä toukokuussa 2016. Se otettiin palveluskäyttöön vuonna 2020. Se voidaan varustella elektronisen sodankäynnin varustuksella, mikä mahdollistaa sille omasuojan ohjuksia vastaan sekä kyvyn vastustajan järjestelmien lamauttamiseen. Lennokin lentoonlätönpaino on 1 150 kg ja se kykenee kuljettamaan 200 kg hyötykuorman. Sen lentonopeus 200 km/h (55 m/s), maksimilentokorkeus 7 000 m ja lentoaika 24 tuntia.

Lennokkia voidaan käyttää pienten rynnäkköohjusten laukaisulavettina. Vientiversio Orion-E on ensimmäinen venäläisvalmistainen keskipitkän kantaman lennökkijärjestelmä. Sen ominaisuudet ovat hyvin samankaltaiset perusversioon verrattuna: siipien kärkiväli on 16 m, lentoaika 24 tuntia, kantama 250 km ja maksimilentokorkeus 7 500 m. Hyötykuormaa se voi kantaa 200 kg.

Sirius

Sirius on Orionin raskas versio. Se on kaksimoottorinen keskikorkeudessa toimiva tiedustelu- ja rynnäkölennokka, jonka nousupaino on noin 2 000 kg ja lentoaika noin 20 tuntia. Sen lentonopeus 180 km/h (50 m/s). Lennokissa odotetaan olevan satelliittiviestijärjestelmä, mikä mahdollistaa toiminnan lähes rajoittamattomalla kantamalla. Lennokilla tullee olemaan kyky toimia yhdessä miehitettyjen lentokoneiden kanssa viestintä-, tiedonvaihto- ja tunnistusjärjestelmän avulla.

Helios

Helios on tutkavalvontaan ja paikantamisen tukemiseen tarkoitettu raskas, 5 000 kg painoinen lennokka. Sitä tullaan mitä todennäköisimmin käyttämään osana A-100 Premier- valvonta- ja johtokoneen tutka-asemaa.

Altius-U

Elokuussa 2019 ensilentoonsa lentänyt 7 000 kg painoinen Altius-U-lennokka on varustettu satelliittiviestijärjestelmällä ja se kykenee kuljettamaan 2 000 kg hyötykuormaa. Lennokin nousu ja laskeutuminen tapahtuvat kolmepyöräisellä sisään vedettävällä laskeutelineellä. Erittäin pitkiin lentoihin kykenevän Altius lennokin kehitys aloitettiin vuonna 2011 ja se esiteltiin ensi kerran vuonna 2015. Lennökkijärjestelmä kykenee suorittamaan tiedustelua koko spektriavaruudessa käyttäen tehtävissään optista ja radiotekniikkaa sekä tutkaa. Järjestelmä kykenee suorittamaan tehtävää kerrallaan yli vuorokauden ajan.

Grom

Su-35- ja Su-57-monitoimihävittäjiä tukemaan suunniteltu Grom painaa noin 7 000 kg ja sen hyötykuorma on noin 500 kg. Toisen tiedon mukaan lennokka voi kuljettaa hyötykuormaa 2 000 kg, jolloin se pystyisi kuljettamaan ja laukaamaan miehitettyjä ilma-aluksia varten suunniteltuja rynnäkköohjuksia ja pommeja. Lennokin päätehtävänä on suojata monitoimihävittäjiä ja osallistua vastustajan ilmapuolustusjärjestelmien tuhoamiseen sekä muihin taistelutehtäviin. Grom-lennokin lentonopeus on 100 km/h (27,5 m/s).



Grom-lennokki aseistusvaihtoehtoineen etuvasemmalta kuvattuna.



Kevyen tiedustelulennokin lähetys harjoituksessa.

Skat

Skat-lennokin prototyyppi esiteltiin MAKS-ilmailunäyttelyssä jo vuonna 2007. Skat on suunniteltu rynnäkkötehtävien toteuttamiseen kiinteitä kohteita vastaan, erityisesti ilmapuolustusjärjestelmien tuhoamiseen sekä liikkuvien maa- ja merimaalien tuhoamiseen. Skat voi toimia itsenäisesti tai verkotuneena miehitettyihin järjestelmiin. Sen paino on 10 000 kg, hyötykuorma 2 000 kg, kantama 4 000 km, lentonopeus 800 km/h ja maksimilentokorkeus 12 000 m.

Okhotnik

Venäjän ensimmäisen raskaan Okhotnik-lennokin kehitystyö alkoi vuonna 2012 ja sen testaaminen vuonna 2019. Sen uskotaan kykenevän kuljet-

tamaan 2 800 kg asekuorman. Koelennoista on julkaistu videoita. Okhotnik-lennokki on rakennettu nykyaikaisista komposiittimateriaaleista ja sen päällyste tekee lennokista käytännössä havaitsemattoman tutkalle. Lennokki on varustettu optronisilla sekä radiotaajuisilla ja muilla tiedusteluvälineillä. Lennokki voidaan varustaa myös rynnäkkötehtäviin ja se on suunniteltu toimimaan Su-57 monitoimihävittäjän parina yhteistehtävissä.

Okhotnikin kärkiväli on 19 m, mikä tekee siitä jopa hävittäjiä kookkaamman. Lentomoottorina arvioidaan käytettävän Su-27-hävittäjän AL-31-sarjan suihkumoottoria. Lennokin kantamaksi on arvioitu 3 500 km, nopeudeksi 920 km/h (255 m/s) ja maksimilentokorkeudeksi 10 500 m. ■

Venäläisiä lennokkeja

Nimi	Tyyppi (käyttötarkoitus)	Paino	Lentonopeus	Maksimilentokorkeus	Toiminta-aika	Kantama
Altair	Tiedustelu		950 km/h		48 h	
Altius-U	Tiedustelu				yli 24 h	
Avius-1	Tiedustelu ja rynnäköinti				35 h	
Chirok	Tiedustelu ja rynnäköinti	700 kg		6 km		2 500 km
DP-29	Monitoimi			1 km	3 h	
Grom	Rynnäköinti ja suojaus	7 000 kg	100 km/h			
Heliuss	Tutkavalvonta ja paikantaminen	5 000 kg				
Iskatel T4	Tiedustelu ja valvonta	1,3 kg		1 km	40 min	
Korsair	Valvonta					50 km
Kub	Rynnäköinti		80–130 km/h		30 min	
Lancet	Rynnäköinti ja tiedustelu	12 kg	300 km/h		30–40 min	40 km
Molnia	Tiedustelu, rynnäköinti ja elektroninen sodankäynti					
Okhotnik	Taistelijapari, rynnäköiläveti		920 km/h	10,5 km		3 500 km
Orion	Tiedustelu ja rynnäköinti		200 km/h	7 km	24 h	
Orlan-10	Tiedustelu, maalinsoitus, etsintä ja valvonta			5 km	14 h	120 km
Shmel	Testaustoiminta					
Sirius	Tiedustelu ja rynnäköinti		180 km/h		yli 20 h	
Skat	Tiedustelu		800 km/h	12 km		4 000 km
Takhion	Tiedustelu ja releointi			4 km		40 km
TARR 7001	Tiedustelu	6,5 kg			1,5 h	15 km
Volk-18	Lennokintorjunta	6 kg			30 min	
ZALA 421-16E5	Tiedustelu				6–7 h	150 km
ZALA 421-16EV	Valvonta ja ilmakuvauus		110 km/h		2 h	



Lancet on Kalašnikov-konsernin ZALA Aero -yhtiön valmistama lennokka.

Kapteeni Tuomas Rauanheimo, Maanpuolustuskorkeakoulu
Kuvat: Kalashnikov-konserni, Giorgi Revishvili

Mitkä ovat ZALA Lancetin todelliset kasvot?

Sosiaalisen median videoista voidaan poimia yksityiskohtia ZALA Lancetin käytöstä.

Ukrainan odotettu vastahyökkäys alkoi kesäkuussa näyttävällä länsimaisen kaluston käytöllä. Valitettavasti sodan todellisuudet kuitenkin tuottivat videokuvia paikallaan nököttävistä ja tummentuneista *Bradley*- ja *Leopard*-vaunuista. Tosin samaa videokuvaa kierrätettiin moneen kertaan kuvaamaan laajempaa länsimaisen kaluston tuhoutumista. Sosiaalisen median videoilla on suuri vaikutus mielipiteiden suuntaamisessa. Vaikka sodankäynnin ensimmäisiin kuolonuhreihin kuuluukin totuus, niin näistä videoista voi silti tehdä jonkinlaisia johtopäätöksiä. Esimerkiksi aikaisemmin mainituista mustuneista vaunuista on nähtävissä se, että niiden tarjoama suoja on itämaista kalustoa verrattain parempi, sillä täydellistä detonointia ei ole havaittavissa jokaisen kohdalla. Kuva saadaan leikkauksilla ja muokkauksilla muutettua omaa asiaa ajamaan, mutta yksityiskohtia voi olla vaikeata häivyttää. Monessa lennokka-iskua kuvaavassa videossa on osumahetki korostettu erityisen draamaattiseksi, jonka jälkeen videossa tapahtuu aikahyppy hetkeen, jossa kohde savuaa tai jopa palaa. Todellinen vaikutus osumasta lopputulokseen jätetään näyttämättä. Todisteita ei näytetä käytetyn järjestelmän vaikutuksesta. Etenkin tilanteissa, joissa lopputulostakaan ei kuvata, on hyvinkin todennäköistä, ettei vaikutukseen ole päästy.

Lennokkivideoita Ukrainasta

Venäjän aloittaman hyökkäyssodan aikana on sosiaaliseen mediaan levinnyt erilaisia videoita taistelutilanteista kuin pienpanimoita olutfestareille. Huomattava osa videoista on lennokkien kuvaa, joissa näytetään erilaisten kranaattien tiputtamista sotilaiden sekä kaluston niskaan. Kranaattien tiputukset lennokeista tapahtuvat videoiden perusteella yksittäisiin taistelijoihin tuliasemissa tai esimerkiksi toimintakyvyttömiin ajoneuvoihin. Tarkoituksena on viimeistellä tällaiset liikuntakyvyttömäksi saatetut kohteet, jottei niitä voida hinata korjaukseen. Toisenlaisen lähestymisen myös kuvakulmassa tuovat videoyhteydellä ohjattavat lennokit sekä partioivat räjähdelennot. Tällöin on mahdollista havainnoida, miten maalia lähestytään ennen osumahetkeä. Jopa osumakohta maalissa on nähtävissä, ellei radiohorisontti estä videokuvan päättymistä tallentimelle asti lennokin ollessa lähellä maanpintaa.

Ukrainalaisten lennokkivideoiden painoutuessa kaupallisilla malleilla tehtiin voimannäyttöihin, on venäläinen videomateriaali painottunut enemmän *ZALA Lancet* -järjestelmän käyttöön erilaisia malleja vastaan. Vuonna 2019 julkistettu järjestelmä sai jotakuinkin tulikasteensa Syyriassa ajoneuvoja ja

pesäkkeitä vastaan toteutetuissa iskuissa. Venäjän hyökkäyssodassa sillä on esitetty tuhottavan ukrainalaisille tärkeää ja kallista kalustoa. Oryx-sivuston laskuria hyödyntämällä voikin havainnoida, että huomattava osa osumista on kohdistunut tykistöjärjestelmiä sekä tutkia kohtaan. Onkin todennäköistä, että Lancetilla kyetään tehostamaan ja paikkaamaan aukkoa, joka on aiheutunut venäläisten taisteluhelikoptereiden tappioiden takia. Lisäksi Ukrainan vastahyökkäyksen valmisteluvaiheessa aiheuttamien tykistötappioiden sijaistaminen lienee tullut Lancetin tehtäväksi vastatykistötoimintaa ajatellen.

Julkisten tietojen mukaan ZALA Lancet -järjestelmän raskaammalla versiolla voidaan kuljettaa noin viiden kilogramman painoista kuormaa siten, että lennokilla on mahdollista toimia 40 kilometrin toimintasäteellä. Lennokkia voidaan loppulähestymisvaiheessa ohjata tv-kuvan ja -signaalin välityksellä oikeaan kohteeseen. Nämä ominaisuudet mahdollistavat Lancetin käytön Ukrainan vastahyökkäystä tukevien ja suojaavien osien lamauttamiseen. Lancet on mahdollista varustaa erilaisin taistelulatauksin sirpalevaikutuksesta termobaarisen kautta ontelokranaatteihin. Ongelmana vaikutuksessa on kuitenkin ollut sen vähäisyys. Selkeästä osumasta huolimatta taistelulataus ei ole onnistunut tuhoamaan tai edes vaurioittamaan kohdetta. Tätä varten venäläiset ovatkin joutuneet lisäämään Lancetin hyötykuormaa. Uusilla raskaammilla latauksilla on videoiden ja kuvien perusteella tuhottu taistelupanssarivaunujakin. Tai ainakin näytetty dramaattisia osumia niihin.

Käyttöperiaatteen mukaisesti Lancet toimii partioivana räjähdelennokka, jolla voidaan vuonna 2023 tehtyjen päivitysten myötä partioida noin tunnin ajan. Julkisten tietojen mukaan Lancet lentää reittivaiheessa 110 km/h nopeudella. Syöksyessä se saavuttaa 300 km/h nopeuden. Tämä mahdollistaa siis toiminta-alueella etsi ja tuhoa -tyyppisen tehtävän täyttämisen. On siis mahdollista, että havaittuun kohteeseen voidaan iskeä nopeastikin. Kohteen

ei tarvitse olla pitkää aikaa ilmasuojan ulkopuolella, kun siihen todennäköisesti isketään. Usea kohteena oleva ajoneuvo näyttääkin olevan jonkinlaisessa tulitai mittausasemassa. Yksittäiseen ajoneuvoon näytetään myös erällä videolla iskettävän kahdesti. Aika paljastumisesta vaikutukseen sekä vaikutustiedustelun perusteella tehtävään uudelleen vaikuttamiseen näyttää olevan lyhyt. Nopealla lehtorin matematiikalla laskettuna lento laukaisupaikasta äärikantamalle tapahtuisi noin 20 minuutissa. Totisesti ensi isku kohteeseen on tehtävä alueella valmiiksi olevalla lennokilla, jottei tarvitse iskeä tyhjään metsän laitaan. Nopeaan uusintaSKUUN vaaditaan todennäköisesti alueella valmiiksi oleva lennokki. Etenkin, jos kohteena ollut maali kykenee vielä jatkamaan liikettä.

Ahkeralla tykkimiehellä on suuri verkko ja haulikko

Ukrainalaiset ovatkin videoiden ja kuvien perusteella alkaneet varustaa Lancetin oletetulla toiminta-alueella olevia epäsuorantulen yksiköitä sekä komentopaikka-ajoneuvoja metalliverkoin. Ilmeisemmin tämä suojautumisen keino on osittain auttanut yksittäisten kuvien perusteella, jossa Lancet on törmäyksen jälkeen jäänyt räjähtämättä. Lisäksi verkoilla saadaan todennäköisesti myös ontelovaikutusta vähennettyä. Valitettava totuus on se, että Lancetin käyttäjä voi ohjata lennokkia loppulähestymisessä. Puolalaisten lahjoittaman KRAB-telahuipitsin verkko tornin ympärillä väistetään erällä videolla. Osuma suunnataan "suojaamattomaan" etuosaan, jossa ei ole verkkoa. Yksittäisillä videoilla on nähtävissä kuitenkin, kuinka ukrainalaiset tuhoavat Lancetin ryhmän aseistuksella loppulähestymisvaiheessa. Nähtäneenkö Lohtajalla vielä jaoksen omasuojailma-ammuntoja tämän innoittamana. Voisiko olla myös tarpeellista alkaa selvittämään alokashaastatteluihin linnustustaustoja tulevilta ilmatorjuntasotureilta. Ukrainalaiset kun ovat onnistuneet hyödyntämään haulikoita yhdessä rynnäkökiväärien kanssa Lancetin torjunnassa. Sosiaalisessa mediassa isolla pensselillä maalattu kuva on todellisuudessa jotain muuta, mutta kuitenkin otettava vakavasti.

Oma maa mansikka, muu maa mustikka

Lancetilta suojautumisen kannalta ei Ukrainan maasto tarjoa juurikaan kättä pidempää. Ilmasuojelun toimenpiteet ovat mahdollittoman vaikeita vähäpuisilla maailman vilja-aitan mailla. Monesti videoilla kohteena oleva ajoneuvo pilkistääkin puiden tai kasvuston lomasta selkeästi tai nököttää keskellä kuumaisemoitua peltoa. Ajatus nouseekin ilmoille, että kuinka tehokkaasti Lancet-järjestelmää voisi käyttää tiuhasti puita täynnä olevassa kaakonkulman metsässä? Videoiden perusteella näyttää Lancet lähestyvän kohdetta viistosti 45 asteen molemmin puolin. Sitä ei ole selvillä, kykeneekö ohjaaja valitsemaan lähestymiskulman. Kuitenkin lopputulos on se, että lähestymisen aikana lennokki näyttää taittavan aina-

Käyttöperiaatteen mukaisesti Lancet toimii partioivana räjähdelennokka, jolla voidaan vuonna 2023 tehtyjen päivitysten myötä partioida noin tunnin ajan.

Ukrainalaiset ovatkin videoiden ja kuvien perusteella alkaneet varustaa Lancetin oletetulla toiminta-alueella olevia epäsuorantulen yksiköitä sekä komentopaikka-ajoneuvoja metalliverkoin.

kin sadan metrin matkan. Voiko siis järjestelmällä iskeä keskelle suomalaista korpimetsää? Yhden esi-merkin mukaisesti ukrainalainen kenttätykillä toimiva ryhmä onnistuukin selviytymään iskusta juurikin Lancetin osuessa puuhun liu'un aikana, räjähtäen ennenaikaisesti.

Meidän kannaltamme ZALA Lancet muodostaa haasteen edessä oleville ilmatorjuntajoukoille. Paljastumisen estämiseen on tehokasta hyödyntää ilmasuojelun keinoja. Tuliasematoiminnan on mahdollistettava tärkeimmän kaluston vieminen ilmasuojaan toiminnan jälkeen. Perinteiset keinot siis vain korostuvat entisestään nykyaikana. Kokemukseni mukaan harjoituksissa osataan ottaa tehokkaasti huomioon uhkan vaatimat toimenpiteet suojautumisessa. Oliko kuitenkin mielekästä ottaa joukoille ilmoitettaviin uhkatasoihin mukaan partioivien lennokkien käyttö alueittain? Uhkan arviointi vaatii kuitenkin jotain todistusaineistoa, josta tehdä päätelmiä. Onko mahdollista saada ennakkovaroitus järjestelmästä, joka on kevyt siirtää ja laukaista kohti maalia?

Nykyaikainen moniulotteinen taistelukenttä mahdollistaa ennakkovaroituksen Lancetin käytöstä. Ukrainalaiset ovat havainneet, että venäläiset kytkevät GPS-alueen häirinnän pois ennen iskua Lancetilla. Myös muun signaalin häiritseminen ilmeisesti vähenee. Uusimpien Lancet-mallien elektronisen vaikuttamisen suojat lienevät siis vajavaiset. Tällöin on mahdollista siis ennakkoon saada tieto, että nyt ollaan yrittämässä iskua laitteella, joka tarvitsee ulkoista paikkatietoa. Lisäksi Lancetin käyttämä kanava ohjauskomennolle ja videokuvalle on nähtävissä sähkömagneettisessa spektrissä. Tämän kanavan taajuuden häirintä voi vaikeuttaa maaliin manuaalista ohjausta, mutta automatiikkaa se ei estä. Lancet toimii loppuliu'ussa tarvittaessa offline-tilassa, jolloin se ei tarvitse mitään viestiä laukaisuasemalta. Usein iskun toteuttamiseen käytetään myös toista

Ilmasuojelun toimenpiteet ovat mahdollottoman vaikeita vähäpuisilla maailman viljaitailla mailla.

lennokkia, joka vahvistaa verkkoa laukaisuasemalta partioivalle Lancetille. Lisäksi monelle ilmatorjunnan soturille tutut häirintä- ja hyötysignaalin väliset tehojen erot toimivat tässäkin asiassa. Ukrainalaiset ovat huomanneet, että ohjaussignaalin häiritseminen on vaikeaa, sillä laukaisuapaikan lähettämän ohjaus- ja kuvasignaalin tehoa on vaikea ylittää. Navigointisignaalia on ilmeisesti helpompi häiritä. Lancet näyttää tarvitsevan GPS-signaalia suuntaamiseen kohteelle. Inertiaa kun lienee mahdollottoman epäedullista hyödyntää navigoinnin tukena hitaasti lentävässä ilmalauksessa. Inertiaan perustuvissa paikannusjärjestelmissä ilman ulkoista lähdettä paikannuksen epätarkkuus kasvaa, mitä kauemmin matka kestää.

Koska moni ilmatorjuntajärjestelmä ei kykene kurottamaan puiden yläpuolelle, vaan ankarasti pitää tassut maassa, niin tarve aseman katveetto- muudelle on valtaisa. Katveettomaan asemaan on kuitenkin myös hyvin helppo saapua riehumaan ilmasta käsin. Katvetta voidaan hyödyntää ukrainalaisen tykkiryhmän tavoin pienentämään todennäköisyyttä osumalle. Tällöin kuitenkin pienennetään myös omaa vaikutuskykyä, sillä isompi osa taivaasta on ikivihreän takana. Yksiköiden tuliasemat on suunniteltava entistä tarkemmin torjunnan mahdollistamiseksi, jos on aikomus pienentää omaa näkyvyyttä lennokeille. Toinen mahdollisuus on lisätä liikenopeatusta tuliasemien sisällä, jotta saa-

Kokemukseni mukaan harjoituksissa osataan ottaa tehokkaasti huomioon uhkan vaatimat toimenpiteet suojautumisessa.



Ukrainalainen taidonnäyte 2S1-valelaitteesta.

daan järjestettyä Lancetin ohjaajalle tai autopilotille *Speden Spelit* -tyyppinen reaktiohaaste.

Suureen arvoon ovat Lancetin käytön vahvistumisen alkuvaiheessa nousseet valelaitteet. Riittävän todennukaisella tavalla rakennetut valelaitteet ovat videoiden ja kuvien perusteella saaneet vedettyä puoleensa riittävän määrän lennokkeja. Eivätkä valelaitteet ole olleet valmistajan virallisia mattavihreitä MIL SPEC -lapulla nidottuja malleja. Tehtävän on täyttänyt levyseppähitsaajan taidonnäyte hylkymetallista ja vihreästä maalista. Taiwanissakin nähty ”piiloudu kaupunkiin” -harjoitus keltaisiksi roskalavoiksi maalatuin vaunuin herätti minut aikanaan ajattelemaan harhauttamista. Meilläkin olisi tarve harjoitella maastouttamista ja harhauttamista soveltavin keinoin. Valinta kahden erivärisen naamioverkon välillä tupaa menemään tylsäksi. Virallisia valelaitteita ei kuitenkaan ole syytä parjata tai vähätellä niiden merkitystä. On sitä erään keskipitkän kantaman ohjuslaitteen valelaite vetänyt puoleensa jopa komentajiakin.

Mikä ilmasuojelu?

Uudenlainen teknologia luo jälleen lisähaasteita etulinjan lähellä toimiville tukeville aselajeille. Ilmasta käsin tapahtuva vaikuttaminen lennokeilla laajenee sekä sen kustannustehokkuus nousee suotuisaksi. Lancet-lennokin kymmenien tuhansien hinnalla on

mahdollista saada moninkertainen potti aikaiseksi. Hyödyntämällä monenlaista aineistoa julkisista lähteistä on mahdollista saada aikaan johtopäätöksiä suojautumismahdollisuuksista. Löytämällä käytötapoja ja todennäköisiä kohteita on mahdollista ennakoita uhkan muodostumista meidän joukoille. Koska sosiaalisen median muokatut kuvat ja videot aiheuttavat ahdistusta ja riittämättömyyden tunnetta nuorille, on siksi myös muistettava, että sama pätee materiaaleihin taisteluista. Vaikka usealla videolla näytetään tuhottavan ukrainalaisten kollegojen kalustoa, on tunnistettava, mitä kaikkea ei näytetä videoilla. Todellisuus on muuta kuin se mitä näkyy puhelimen pieneltä näytöltä. Venäjän hyökkäyssota on muutenkin osoittanut, että meillä käytössä olleet perustaistelumenetelmät ja taistelutekniikka ovat vastanneet taistelukentän vaatimuksiin. Ilmasuojelun toimenpiteet ovat tehokkaita räjähdelennoikiuhkan torjunnassa. Tärkeintä on estää paljastumisen maastouttamalla, harhauttamalla ja salaamalla. Paljastumisen jälkeen on ilma-ammunnalla tai fyysisin estein ja suojan avulla pienennettävä vaikutusta. Ilmasuojelun tärkeys ei ole kadonnut mihinkään. Meidän on jaksettava muistuttaa muitakin aselajien edustajia sen tärkeydestä. Vaikka useinkin ilmapelin ei saa antaa pilata hyvää panssaritaistelua harjoituksissa, on ollut silti ilo huomata, että kiinnostus ilmauhkaa kohtaan nostaa päätään muuallakin. ■



Yli luutnantti Jesse Tyni, Panssariprikaati
Kuvat: www.thedefensepost.com, Jesse Tyni

Miehittämättömät maalla liikkuvat laitteet

Miehittämättömät ja autonomiset maalla liikkuvat laitteet muuttavat tulevaisuuden taistelukenttää.

Miehittämättömät laitteet, joista yleisesti käytetään termiä robotti, ovat kehittyneet ja yleistyneet valtavasti niin siviili- kuin sotilaskäytössä 2000-luvun aikana. Monet robotteihin liittyvät teknologiat kehittyvät tällä hetkellä nopeammin kuin koskaan aiemmin, mikä mahdollistaa entistä älykkäämpien ja monipuolisempien robottien tuomisen markkinoille. Tässä artikkelissa tarkastelemme, mikä on miehittämättömien maalla liikkuvien laitteiden (*Unmanned Ground Vehicle*, UGV) kehityksen tilanne nyt ja tulevaisuudessa.

Missä olemme nyt?

Miehittämättömät maalla liikkuvat laitteet eivät ole uusi tai hetkessä syntynyt sodankäyntiin vaikuttava teknologia, vaan niiden kehitystyö ulottuu pitkälle 1900-luvun puolelle asti. Afganistanin ja Irakin sotien kokemukset 2000-luvun alussa käynnistivät miehittämättömien maataistelurobottien kehitystyön toden teolla länsimaissa. Sotajoukkojen henkilötappiot olivat suuria ja ne kasvoivat nopeasti, minkä seurauksena syntyi tarve kehittää ja käyttää robotteja ihmisille vaarallisissa tehtävissä, kuten tienvar-

sipommien ja improvisoitujen räjähteiden raivaamisessa. Esimerkiksi Yhdysvallat tuotti joukkojensa käyttöön useita tuhansia raivausrobotteja, jotka osoittautuivat lopulta tehokkaiksi ja samalla vähennettiin sotilaisiin kohdistuvia riskejä.

Raivausrobottien yleistymisen jälkeen miehittämättömien maalla liikkuvien laitteiden kehitystyö on jatkunut ja laajentunut merkittävästi kahdessa vuosikymmenessä. Kasvatavat intressit julkisella sektorilla sekä kansainväliset panostukset mekaniikkaan ja erityisesti robotiikka- ja tekoälyohjelmistojen tutkimustoimintaan ovat edistäneet myös sotilaallista kehitystyötä. Maataistelurobottien kehitystä on ohjannut erityisesti tarve korvata ihminen työssä, likaisissa ja vaarallisissa eli D3-tehtävissä (*Dull, Dirty and Dangerous*) sekä fyysisesti raskaissa tehtävissä. Robotit ovatkin osoittautuneet kustannustehokkaiksi tällaisissa tehtävissä, parantaen joukon suorituskykyä ja vähentäen samalla ihmisiin kohdistuvaa kuormitusta ja riskitekijöitä. Lisäksi robottien käyttö mahdollistaa ihmisresurssien vapauttamisen päätöksentekokykyä vaativiin tehtäviin, joissa ihmisen kognitiokyvyt ovat edelleen koneita parempia.



Autonomisen toiminnan tasot. Järjestelmän toimintoketju on kuvattu sinisellä silmukalla (loop) ja ihmisen symboli kuvaa ihmisen asemaa tässä ketjussa.

Nykyään miehittämättömien maalla liikkuvien laitteiden suunniteltuja käyttötarkoituksia ovat muun muassa tiedustelu-, valvonta- ja maalittamistehtävät, erilaiset kuljetustehtävät sekä raivaus- ja suojelutehtävät. Suuremman kokoluokan robotit kytetään varustamaan monenlaisilla asejärjestelmillä, jolloin ne soveltuvat muun muassa tulitukitehtäviin. Yhä useammat miehittämättömät laitteet suunnitellaan modulaarisiksi, jolloin ne voidaan varustaa tarpeen ja tehtävän mukaan hyvinkin nopeasti.

Miehittämättömät maataistelurobotit kiinnostavat monia asevoimia, koska niiden uskotaan tehostavan sotilaallista toimintaa ja vähentävän sotilashenkilöstöön kohdistuvia riskejä. Yhdysvallat on asettanut robotiikan ja autonomian kehittämisen yhdeksi strategiseksi tavoitteekseen, millä se pyrkii kasvattamaan teknologista ja taisteluteknistä ylivoimaisuutta vastustajiinsa nähden. Venäjä on seurannut tätä kehityskulkua ja pyrkinyt aktivoimaan omaa robottien kehitystyötä. Myös pienemmät valtiot ja asevoimat ovat kiinnostuneita maataistelurobottien kehittämisestä ja käyttömahdollisuuksista, koska niillä uskotaan voivan tasapainottaa asevoimien välisiä voimasuhteita tulevaisuudessa. Esimerkiksi virolainen *Milrem Robotics* on valmistanut modulaarisen miehittämättömän teloilla liikkuvan ajoneuvon nimeltä *TheMIS (Tracked Hybrid Modular Infantry System)*. Yhtiön mukaan laitetta voidaan käyttää esimerkiksi tiedustelutehtäviin, räjähteiden raivaamiseen, kuljetus- ja evakuoitintehäviin sekä aselavettina suora-ammunnan, epäsuoran tulen ja ilmatorjunnan järjestelmille.

Miehittämättömien järjestelmien autonomia

Teknologian kehittyminen automaattisista ja automatisoiduista järjestelmistä kohti autonomisia järjestelmiä on kiihtynyt 2000-luvulla tekoälykehityksen myötä. Autonomia voidaan yksinkertaistaen määrittää järjestelmän kyvyksi toimia ilman ulkopuolista ohjausta tai kontrollia. Autonomian taso miehittämättömissä järjestelmissä määrittää sen, millainen on ihmisen rooli ihminen-kone-välisessä vuorovaikutuksessa. Mitä vahvempaa autonomiaa miehittämättömissä järjestelmissä on, sitä itsenäisemmin ne kykenevät suoriutumaan vaikeissa ja vaihtelevissa olosuhteissa sekä monimutkaisissa tehtävissä.

Ihmisen ja autonomisen järjestelmän vuorovaikutusta voidaan tarkastella kolmen tason avulla. Autonomian tasot kuvaavat sitä, mikä on ihmisen ja järjestelmän välinen suhde sekä mikä on ihmisen vastuu

toiminnasta. Tasoista käytetään tyypillisesti seuraavia nimityksiä: 1) puoliautonominen toiminta (*semiautonomous operation*), 2) valvottu autonominen toiminta (*supervised autonomous operation*) ja 3) täysin autonominen toiminta (*fully autonomous operation*).

Puoliautonominen järjestelmä kykenee itsenäisesti havainnoimaan ja tulkitsemaan ympäristöönsä sekä suositteluun toimintatapaan ihmisoperaattorille. Järjestelmä ei kuitenkaan aloita toimintaa tai vaikuttamista ennen kuin ihminen on tehnyt päätöksen suoritettavista toimenpiteistä. Näin ollen ihmisellä on jatkuva kontrolli järjestelmän toiminnasta (*human in the loop*, HITL) ja lopullinen vastuu on ihmisellä.

Valvottu autonominen järjestelmä kykenee itsenäisesti havainnoimaan, tekemään päätöksen tilan- ja toimintamäärityksen perusteella sekä toimimaan ja vaikuttamaan tilanteen mukaisesti. Ihmisen rooli on valvoa ja tarkkailla järjestelmän toimintaa ja tarvittaessa se kykenee pysäyttämään toiminnan, mikäli järjestelmä kohtaa ongelmia tai toimii ei-halutulla tavalla. Eli ihminen on osallisena toimintaan, mutta ei aktiivisesti vaikuta siihen, ellei se ole välttämätöntä (*human on the loop*, HOTL). Vaikka järjestelmä kykenee toimimaan itsenäisesti, niin valvonnasta johtuen ihmisellä katsotaan olevan edelleen vastuu toiminnasta. Lähteiden perusteella Patriot-ohjusjärjestelmä voidaan käsittää valvotun autonomian järjestelmäksi, jolla on kyky toteuttaa kaikki tulenkäyttöön liittyvät toimenpiteet itsenäisesti. Toki toiminta voidaan toteuttaa myös puoliautonomisesti, jolloin ohjusten laukaisu tapahtuu operaattoreiden toimesta.

Täysin autonominen järjestelmä havainnoi, tekee päätöksen ja toimii täysin itsenäisesti ilman ihmisoperaattorin puuttamista toimintaan. Kun ihminen on aktivoinut järjestelmän, se suorittaa tehtävänsä ilman yhteydenottoa ihmisoperaattoriin. Ihminen on näin ollen järjestelmän toiminnan ulkopuolella (*human out of the loop*, HOUTL). Tällä tasolla vastuu toiminnasta on siirtynyt kokonaan ihmiseltä koneelle. Edistyneimmät vaativat ilma-aseet ovat esimerkiksi järjestelmästä, jolla on kyky toimia täysin autonomisesti. Ihmisoperaattorin tehtävänä on ainoastaan aktiivoida laite ja lähettää se halutulle alueelle. Tällaiset vaativat ilma-aseet kykenevät pitkäkestoiseen tiedusteluun, itsenäiseen aluevalvontaan ja kohteiden maallittamiseen sekä lopulta kineettiseen vaikuttamiseen.

Täysin autonomisesti toimivia maataistelurobotteja ei ole vielä käytössä. Tällä hetkellä käytössä olevat laitteet sisältävät rajallisesti autonomiaa piirteitä, joista tyypillisin on liikkumiseen liittyvä autonomi-

Mitä vahvempaa autonomiaa miehittämättömissä järjestelmissä on, sitä itsenäisemmin ne kykenevät suoriutumaan vaikeissa ja vaihtelevissa olosuhteissa sekä monimutkaisissa tehtävissä.

nen navigointi. Navigointiin hyödynnetään erilaisia menetelmiä, kuten digitaalisia karttapohjia, satelliittipaikannusta ja inertiaohjausta. Paikannusjärjestelmien avulla laitteet saavat tietoa omasta sijainnistaan ja karttojen avulla ne saavat tietoa ympäristön kohteista. Lisäksi laitteet hyödyntävät erilaisia sensoreita, kuten kameroita, tutkia, LIDAR:a (*Light Detection and Ranging*) ja infrapunasensoreita, kerätäkseen tietoa ympäristöstä ja havaitakseen esteitä. Näiden kaikkien menetelmien avulla ne kykenevät suunnittelemaan reittejä ja tekemään päätöksiä liikkumisestaan. Kuitenkin edelleen navigointi perustuu pääsääntöisesti ennalta määritettyihin ja ohjelmoituihin reittipisteisiin, joiden perusteella laite suunnistaa tavoitteeseen. Myös autonominen seuraaminen (*"follow me"*) on tyyppinen robottien liikkumisessa käytettävä menetelmä.

Toinen tyyppinen autonominen piirre on kohteen tunnistaminen, eli laite kykenee tunnistamaan itsenäisesti esimerkiksi ajoneuvon tyyppin. Tunnistaminen perustuu robotille ennalta syötettyyn ja opetettuun dataan. Vaikka kohteen tunnistusmenetelmät ovat kehittyneet paljon, on kohteen tunnistaminen ja luokittelu edelleen haaste autonomiselle robotille. Miten siviilit, omat joukot ja vastustajat voidaan tunnistaa varmasti toisistaan? Tätä haastetta vaikeuttaa vielä se, että sodankäyntiin voi liittyä harhauttamista ja toimijoiden naamioitumista joksikin toiseksi. Tunnistamisen haaste onkin yksi syy pitää ihminen kiinteästi mukana päätöksenteossa.

On arvioitavissa, että miehittämättömien maalla liikkuvien laitteiden rooli tulee jatkuvasti kasvamaan maasodankäynnissä, mikä väistämättä muuttaa taistelun kuvaa.

Tulevaisuuden näkymät

Lähitulevaisuuden miehittämätön maalla liikkuva laite on todennäköisesti teloilla tai pyörillä kulkeva ja rakenteeltaan modulaarinen, jotta sitä voidaan käyttää monenlaisten hyötykuormien ja järjestelmien lavetina. Toistaiseksi robottien kontrolli säilyy vahvasti ihmisellä eli robotit ovat kauko-ohjattavia. Teknologioiden kehittyessä ja erityisesti tekoälyn, koneoppimisen, algoritmien ja sensoriteknologioiden jatkuvan kehityksen ansiosta miehittämättömistä laitteista tulee yhä autonomisempia. Todennäköisessä kehityksessä laitteet kehittyvät vähitellen valvotun autonomian suuntaan, jolloin ne kykenevät itsenäiseen toimintaan ilman ihmisen jatkuvaa kontrollia tai ohjausta.

Miehittämättömien maalla liikkuvien laitteiden ei suunnitella korvaavan ihmisiä kokonaan, vaan niillä pyritään tukemaan ihmisten ja miehitettyjen järjestelmien suorituskykyä. Miehittämättömiä laitteita tullaan kehittämään osaksi ihmis-konejoukkoja tai toimimaan miehitettyjen laitteiden rinnalla (*Manned-Unmanned Teaming*, MUM-T). Tällaiset yhteistyömuodot vaativat edelleen tutkimusta siitä, miten yhteistyö olisi toteutettavissa ja mitä se vaatii niin ihmisoperaattoreilta kuin roboteilta. Hyvin toteutetut yhteistyömenetelmät ja toimintamallit mahdollistavat myös matalamman tason autonomisten laitteiden käyttöönoton ihmisten ohjauksessa ja valvonnassa.

Robottien parveiluun liittyvät teknologiat kehittyvät jatkuvasti, kuten olemme jo havainneet miehittämättömien ilma-alusten osalta. Robottiparvet ja parviäly ovat yleinen kiinnostuksen kohde robotiikan tutkimuksessa, mikä edesauttaa myös maataistelurobottien tutkimus- ja kehitystyötä. Parviälyssä ja parveilussa on kyse siitä, että miehittämättömät laitteet kykenevät itseorganisoitumaan ja toimimaan yhdessä sekä koordinoimaan tehtäviä keskenään tavoitteiden saavuttamiseksi. Parviällyn ansiosta koneet myös oppivat nopeasti toisiltaan.

Historiallisesti ihminen on ollut taipuvainen yliarvioimaan teknologian vaikutukset lyhyellä aikavälillä ja aliarvioimaan sen vaikutukset pitkällä aikavälillä. On arvioitavissa, että miehittämättömien maalla liikkuvien laitteiden rooli tulee jatkuvasti kasvamaan maasodankäynnissä, mikä väistämättä muuttaa taistelun kuvaa. Kehitys siihen pisteeseen, jossa maataistelurobotit toimisivat laajemmin itsenäisesti ilman ihmisen kontrollia, ei ole tekniikan puolesta mahdollista vielä pitkään aikaan. Juridisten ja eettisten syiden takia tällaiset robotit eivät ole mahdollisia kenties koskaan. ■



Myös sukellusveneet voivat toimia ballististen ohjusten laukaisualustoina.

Kapteeniluutnantti Juuso Liekilä, @JuusoLiekkila, Ilmavoimien esikunta
Kuvat: Juuso Liekilä, Yhdysvaltain puolustusministeriö, Minalex

Ballistiset ohjukset ja avaruustoiminta

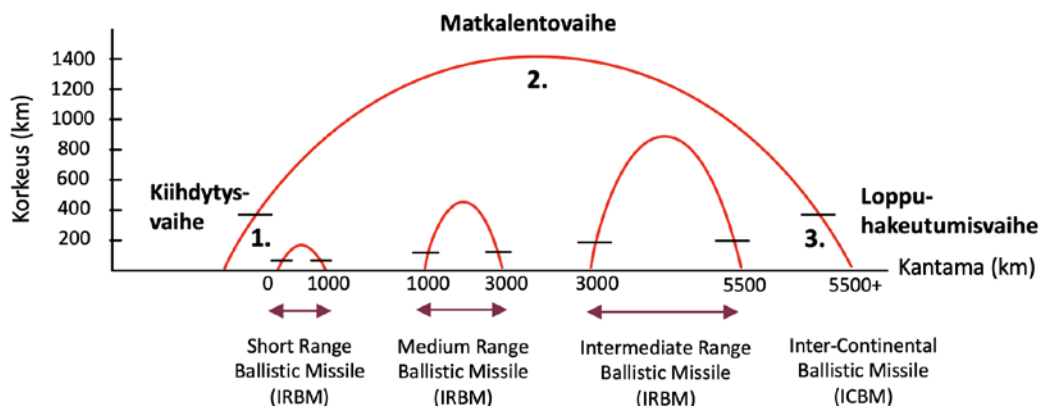
Ballistisilla ohjuksilla ja avaruustoiminnalla on paljon yhteistä. Avaruuteen päästiin pitkälti ohjusteknologioiden kehityksen ansiosta ja satelliittien käyttötarkoitukset etenkin kylmän sodan aikana liittyivät vahvasti ydinasepelotteeseen. Yhä edelleen ballististen ohjusten lentorata kulkee usein avaruuden kautta ja monia muitakin yhteyksiä avaruustoimintaan on. Vaikka ballistiset ohjukset eivät suoranaisesti ole osa avaruustoimintaa, nämä keskinäiset yhteydet on hyvä ymmärtää.

Monet ballistiset ohjukset käyvät lentoradallaan avaruudessa. Avaruuden raja ei tosin ole yksikäsitteinen eikä ilmakehä lopu mihinkään, vaan ohenee vähitellen aina tuhansiin kilometreihin asti. Yleensä avaruuden rajana pidetään kuitenkin ns. Kármánin rajaa, eli noin 100 kilometrin korkeutta. Kiertoradan saavuttaminen ja avaruudessa pysyminen edellyttävät kuitenkin huomattavasti suurempaa lähtönopeutta kuin ballistisen radan saavuttaminen, joten ballistisia ohjuksia ei tämän tähden katsota suoranaisesti osaksi avaruustoimintaa. Samalla tavoin harva myöskään katsoo tykistön toimintaa osaksi ilmailua, vaikka kranaatti kulkeekin ballistisella radalla ilman halki. Tästä huolimatta ballistisilla ohjuksilla ja ohjuspuolustuksella on useita yhteyksiä avaruustoimintaan.

Ennen kuin mennään pidemmälle avaruuteen, kerrataan hieman perusteita ballistisista ohjuksista. Ballistiset ohjukset luokitellaan yleisesti kantaman mukaan neljään eri kategoriaan:

1. Lyhyen kantaman ballistiset ohjukset (SRBM), < 1 000 km
2. Keskikantaman ballistiset ohjukset (MRBM), 1 000–3 000 km
3. Keskipitkän kantaman ballistiset ohjukset (IRBM), 3 000–5 500 km
4. Mannertenväliset ballistiset ohjukset (ICBM), kantama > 5 500 km

Ballististen ohjusten lento koostuu kolmesta vaiheesta. Ensimmäinen vaihe eli kiihdytysvaihe alkaa laukaisusta ja päättyy rakettimoottorin sammumiseen.



Ballististen ohjusten lentoradan vaiheet ja luokittelu kantaman mukaan.

Vaiheen aikana ohjus poistuu ilmakehästä ja suuntaa kohteeseen. Ohjuksen alunopeuden ja suunnan perusteella voidaan arvioida todennäköinen osuma-alue.

Toinen vaihe eli matkalentovaihe alkaa rakettimoottorin sammuttua ja ohjuksen asetettua ballistiselle radalleen. Matkalentovaihe on ajallisesti vaiheista pitkäkestoisin. Vaiheen aikana ohjus nousee kohti ratansa lakipistettä ja sen jälkeen aloittaa laskeutumisen kohti ilmakehää. Pidemmän kantaman ohjuksilla suurin osa lennosta tapahtuu ilmakehän ulkopuolella. Ohjuksen hyötykuorma irtoaa raketista vaiheen aikana. Usein pidemmän matkan ohjuksissa on lisäksi erilaisia harhamaaleja taistelukärjen torjunnan vaikeuttamiseksi, jotka myös irtoavat raketista tämän vaiheen aikana.

Kolmas vaihe eli loppuhakeutusvaihe alkaa ohjuksen taistelukärkien palattua takaisin ilmakehään, missä kasvava ilmanvastus alkaa vähitellen hieman hidastamaan niiden nopeutta. Vaihe kestää yleensä vain noin minuutin ja päättyy taistelukärkien osuessa kohteeseensa.

Seuraavat esimerkit eri kantamien ohjuksista helpottavat hieman hahmottamaan sitä kuinka korkealla ohjukset käyvät, kuinka kauan lento kokonaisuudessaan kestää ja minkälaisilla nopeuksilla ne liikkuvat loppuhakeutusvaiheessa;

- » SRBM käy 500 km etäisyydelle ammuttaessa korkeimmillaan noin 100 km korkeudessa, lento kestää noin kahdeksan minuuttia ja loppuhakeutusvaiheessa nopeus on noin 2 000 m/s.
- » MRBM käy 1 500 km etäisyydelle ammuttaessa korkeimmillaan noin 500 km korkeudessa, lento kestää noin 12 minuuttia ja loppuhakeutusvaiheessa nopeus on noin 3 000 m/s.
- » IRBM käy 4 000 km etäisyydelle ammuttaessa korkeimmillaan noin 1 000 km korkeudessa, lento kestää noin 20 min ja loppuhakeutusvaiheessa nopeus on noin 5 000 m/s.
- » ICBM käy 10 000 km etäisyydelle ammuttaessa noin 1 500 km korkeudessa, lento kestää noin 30 min ja loppuhakeutusvaiheessa nopeus on noin 7 000 m/s.

Luvut ovat suuntaa antavia, mutta ainakin niistä saa jonkinlaisen käsityksen. Esimerkit vastaavat polttoainetaloudellisinta lentorataa. Käytännössä osa ohjustyypeistä, kuten venäläinen *Iskander*, lentää usein tätä ideaalirataa matalammalla. Näin päästään nopeammin kohteeseen ja ohjus on hieman hankalammin havaittavissa tutkahorisontista johtuen. Samalla joudutaan kuitenkin hieman tinkimään hyötykuorman massasta tai maksimikantamasta.

Ballistiset ohjukset kulkevat aina ylitääninopeudella, tai ainakin jos määritelmänä pidetään äänen nopeutta ilmassa – mikä on noin 343 m/s. Avaruudessa äänellä ei ole nopeutta, koska ääni ei etene lainkaan tyhjiössä. Viime vuosina julkisuutta saaneilla hypersooneilla aseilla ei pääsääntöisesti tarkoiteta ballistisia ohjuksia, vaan ylitääninopeudella liikkuvia risteilyohjuksia, eli ohjuksia, joilla on huomattavasti parempi ohjailtavuus lentoratasuhteiden. Myös ballistisilla ohjuksilla on tosin rajoitettu ohjailukyky rakettimoottorin sammumisen jälkeen; matkalentovaiheessa tehtävien ohjausliikkeiden vaikutukset avaruudessa ovat varsin pieniä, mutta loppuhakeutusvaiheessa lentoradan korjauksia maalin suhteen kytetään vielä tekemään aerodynamiikan avulla.

Avaruusajan ja ohjuspuolustuksen historiaa lyhyesti

Mitkä ovat sitten ne ballististen ohjusten yhteydet avaruustoimintaan? Jos aloitetaan historiasta, niin osa mieltää avaruusajan alkaneen vuonna 1942, kun Saksan V2-ohjukset ensimmäistä kertaa ylittivät 100 km korkeuden. Vaikka saksalaisten ohjukset kävivät avaruudessa, ei niiden nopeus riittänyt kiertoradan saavuttamiseen. Tämän takia näenkin itse avaruusajan alkaneen ensimmäisestä kiertoradan saavuttamisesta satelliitista eli *Sputnikista* vuonna 1957.

Sotilastoiminta oli myös keskeisessä osassa ihmiskunnan siirtyessä 1940- ja 50-luvuilla kohti avaruusajaa. Ballististen ohjusten kehitys loi teknologisen pohjan ja tarpeen avaruustoiminnalle. Ohjusten laukaisuteknologia mahdollisti myös satelliittien laukaisun, koska ensimmäiset kantoraketit olivat lähinnä hieman eri versioita pitkän kantaman ohjuksista. Myös

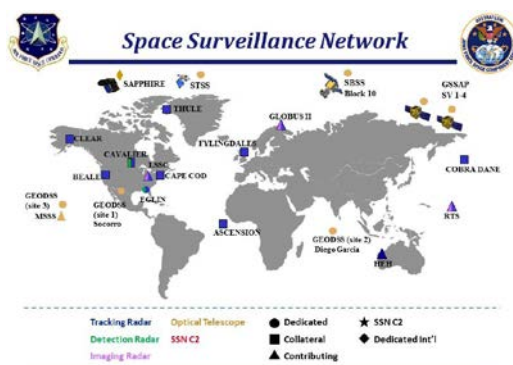


SBIRS-satelliittien käyttötarkoituksia, joista kaksi liittyy vahvasti ohjuspuolustukseen.

ensimmäiset satelliitit liittyivät ballistisiin ohjuksiin, tai ydinasepelotteeseen; kuvaussatelliitteja käytettiin ydinaseiden sijaintien ja määrän tiedusteluun. Sääsatelliiteilla selvitettiin sopivia kuvausajankohtia, koska kuvaussatelliitit käyttivät filmiä, joka erillisessä kapselissa pudotettiin takaisin Maahan ja tämän määrä oli rajallinen. Viestintäsatelliiteilla mahdollistettiin laukaisukäskyjen välttäminen ympäri maailman ja paikannussatelliiteilla saatiin sukellusveneille pintautumisen jälkeen tarkka tieto sijainnista, jota laukaisu edellytti. Ohjusvaroitussatelliitteja käytettiin vastustajan ohjuslaukaisujen havaitsemiseen.

Myös satelliittien ja ballististen ohjusten torjuntaan tarkoitettujen ohjusten kehitys alkoi heti 1960-luvun alkupuolella, vain muutaman vuoden ensimmäisten satelliittien laukaisun jälkeen. Kylmän sodan aikana Yhdysvalloilla ja Neuvostoliitolla oli jopa suunnitelmia ohjuspuolustusjärjestelmien sijoittamisesta avaruuteen. Yhdysvaltojen *Strategic Defense Initiative* (SDI) -ohjelma julkistettiin v. 1983 ja osana ohjelmaa olivat mm. lasereilla tai kineettisillä aseilla varustetut satelliitit, joita olisi voinut käyttää satelliittien tai ballististen ohjusten tuhoamiseen avaruudessa. Tämä kiihdytti kilpavarustelua Neuvostoliiton kanssa ja sitä on pidetty ainakin joissakin lähteissä jopa yhtenä osasyynä NL:n kansantalouden romahtamiseen. Neuvostoliitto yritti mm. laukaista v. 1987 laukaista yli megawatin tehoisen laseraseen avaruuteen, mutta tämän laukaisu epäonnistui. SDI-ohjelman avaruusosuudet eivät todellisuudessa olleet toteuttamiskelpoisia 1980-luvun teknologialla ja satelliittien osalta ohjelma keskeytettiin myöhemmin. Edes nykypäivän teknologia ei välttämättä mahdollistaisi suunniteltuja torjuntakykyjä avaruudessa, tai ainakin se olisi äärimmäisen kallista ja vaatisi satoja satelliitteja.

Satelliittien käyttötarkoitukset monimuotoisivat vuosikymmenien aikana. Nykyään siviilipuolen käyttötarkoitukset ovat menneet sotilaskäytön edelle. Samanaikaisesti kuitenkin satelliitit tukevat myös sodankäyntiä monella tavalla. Valtaosa moderneista taistelujärjestelmistä on tavalla tai toisella yhteydessä satelliitteihin. Satelliitit tehostavat merkittävästi suorituskykyä tai niiden käyttöä muissa



Yhdysvaltojen avaruusvalvontasensoriverkosto. Tässä ensisijaisesti ohjusten seurantaan liittyvät tutkat on merkitty nelion muotoisilla merkeillä.

toimintaympäristöissä, minkä takia avaruutta voikin pitää ensisijaisesti tukevana toimintaympäristönä.

Avaruuspuolustus käsitetään nykyään pääosin avaruusinfrastruktuurin eli satelliittien ja satelliittijärjestelmien maanpäällisten osien, kuten esimerkiksi maa-asemien, puolustuksena. Avaruussodankäynnin voi puolestaan nähdä tarkoittavan laajemman kamppailua satelliittien käytettävyydestä, eli siihen sisältyvät myös hyökkäykselliset toimet.

Ohjuspuolustus ilmassa ja avaruudessa

Vaikka avaruustoiminnan yhteys ballistisiin ohjuksiin ei ole enää yhtä kiinteä kuin avaruusajan alussa, monia liityntöjä on edelleen jäänyt näiden välille. Ohjuspuolustus voidaan karkeasti jakaa myös kolmeen vaiheeseen; laukaisun havaitsemiseen, ohjusten seurantaan ja ohjusten torjuntaan tai iskulta suojautumiseen - ja avaruus liittyy näistä kaikkiin.

Ensimmäinen havainto ballistisen ohjusten laukaisusta saadaan yleensä satelliiteilta. Esimerkiksi Yhdysvaltojen *Space-based Infrared System* (SBIRS) -satelliittikonstellatio kuvaa infrapuna-alueella noin 10 sekuntin välein koko Maapalloa ja kykenee havaitsemaan ohjusten laukaisun, tunnistamaan nii-

Ballistisilla ohjuksilla ja avaruustoiminnalla on paljon yhteistä. Avaruuteen päästiin pitkälti ohjusteknologioiden kehityksen ansioista ja satelliittien käyttötarkoitukset etenkin kylmän sodan aikana liittyivät vahvasti ydinasepelotteeseen.

den tyypin, nopeuden rakettimoottorin paloajan jälkeen, suuntautumisen ja todennäköisen osuma-alueen. Järjestelmä käsittää sekä lyhyt- että pitkäaaltoisen infrapuna-alueen sensoreita. Vaikka ensisijainen tarkoitus on ohjusten laukaisujen havaitseminen, sitä on käytetty paljon myös mm. räjähdysten, tulipalojen, lento-onnettomuuksien ja monien muiden vastaavien tapausten havaitsemiseen.

Ohjusten lentoradan seurantaan käytetään pääosin maanpäällisiä tutkajärjestelmiä. Moni näistä on kaksoiskäyttöinen, koska samoja tutkia käytetään myös satelliittien seurantaan ja niiden ratojen määrittämiseen. Esimerkiksi Yhdysvaltojen maailmanlaajuisessa avaruusvalvontaverkostossa sensorit on jaettu päätoimisiin, sivutoimisiin ja tukeviin järjestelmiin (*dedicated, colleteral, contributing*). Tutkista suurin osa kuuluu sivutoimisiin järjestelmiin ja niiden ensisijainen tehtävä on ballististen ohjusten valvonta ja seuranta. Mikäli ohjuksia on myös tarkoitus torjua, niin tarvitaan satelliiteilta saatua karkeaa arvioita tarkempaa maalitietoa.

Ballististen ohjusten torjunnan kannalta kiihdytysvaihe olisi helpoin, koska ohjuksen nopeus on silloin pienin. Käytännössä tämä on kuitenkin hyvin hankalaa, sillä torjuntajärjestelmän kantama tuskin riittää tähän. Matkalentovaiheessa torjunta on mahdollista, mutta vaatii aika korkealle ulottuvan järjestelmän, koska etäisyydet ovat helposti satoja kilometrejä. Loppuhakeutumisvaiheessa torjuntaetäisyys on lyhyin, mutta myös aikaikkuna torjuntaan on hyvin lyhyt. Etenkin ICBM:n suuri nopeus tekee torjunnasta hankalaa loppuhakeutumisvaiheessa ja ne pyritäänkin yleensä torjumaan jo matkalentovaiheessa avaruudessa. Myös lyhyemmän kantaman ohjuksista voidaan torjua avaruudessa, mutta se on yleisempää loppuhakeutumisvaiheessa.

Yhdysvalloilla avaruuteen asti nousevia ohjuksia ovat mm. GMD-järjestelmään (*Ground-Based Mid-course Defence*) kuuluvat GBI-ohjukset (*Ground-Based Interceptor*), joita on testattu yli 1 500 km korkeudessa, ja laivasijoitteiseen *Aegis*-järjestelmään kuuluvat SM3-ohjukset, joiden maksimikorkeudeksi on uusimmalle versiolle ilmoitettu myös noin 1 500 km. Vuonna 2007 Yhdysvallat suoritti lisäksi asejärjestelmätestin ja tuhosi SM3-ohjuksella oman Maahan putoamassa olevan satelliittinsa noin 250 km korkeudessa.

Myös Venäjällä on useita ballististen ohjusten

torjuntaohjuksia, joista uusin on *A235 Nudol*. Se on tarkoitettu ballististen ohjusten ja satelliittien tuhoamiseen. Sitä myös käytettiin jälkimmäiseen tarkoitukseen, kun Venäjä tuhosi oman satelliittinsa asejärjestelmätestissä vuonna 2021 noin 500 km korkeudelle. Lisäksi mm. S-500-järjestelmän maksimikorkeuden sanotaan olevan noin 200 km, eli silloinkin ballististen ohjusten torjunta avaruuteen voisi onnistua. Käytännössä näin matalilla korkeuksilla ei ole satelliitteja eli niiden torjuntaan S-500:sta ei ole. Myös monilta muilta mailta löytyy ballististen ohjusten torjuntaan kykeneviä ohjuksia, joista osa tarvittaessa kulkee avaruuteen asti.

Edelliset esimerkit havainnollistavat hyvin sen, kuinka avaruus liittyy ohjuspuolustuksen kaikkiin vaiheisiin. Yhdysvalloissa esimerkiksi avaruusjohtoporras, USSPACECOM, koordinoi ohjusvaroitus-satelliittien ja -tutkien käyttöä, kun taas ns. maantieteelliset johtoportaat vastaavat mahdollisista torjuntatoimista omilla vastuualueillaan. Näitä maantieteellisiä johtoportaita ovat esimerkiksi Pohjois-Amerikassa USNORTHCOM ja Euroopassa USEUCOM. USSPACECOM on vuoden 2022 helmikuun jälkeen antanut yli 11 000 havaintoa ohjuslaukaisuista Nato-liittolaisille ja kumppaneille. Näistä tuskin kaikki ovat olleet ballistisia ohjuksia, vaan voidaan olettaa järjestelmien havainneen myös muita ohjuksia, kunhan niistä on syntynyt riittävän suuri lämpöjälki.

Lopuksi

Onko sitten ohjuspuolustus osa ilmapuolustusta, avaruuspuolustusta vai molempia? Itse näen sen lähinnä ilmapuolustukseksi, etenkin kuin suurin osa ballististen ohjusten torjuntaan kykenevistä järjestelmistä toimii selkeästi ilmakehän tiheimmissä kerroksissa. Vain muutamat pismpien kantamien ohjusten torjuntaan tarkoitetut järjestelmät on tarkoitettu käytettäväksi avaruudessa. Näiden käytön voisikin nähdä osaksi avaruuspuolustusta tai avaruussodankäyntiä, koska avaruudessa estetään avaruuden käyttö vastustajalta.

Vaikka ballististen ohjusten käyttö tai ohjuspuolustus eivät ole avaruustoimintaa, avaruus on toiminnassa vahvasti läsnä satelliittien ja avaruusvalvontatutkien käytön kautta. Laajemmin tarkasteltuna ohjuspuolustus osana ilmatorjuntaa koskettaa kaikkia toimintaympäristöjä - myös avaruutta. ■



Sotilastiedustelu ilmapuolustuksen tukena Suomen sodissa

**”Kannaksella ps.joukkojen ja ilmavoimien yhteisharjoituksia, jotka muistuttavat harjoituksia ennen Pietarin rintaman suurhyökkäystä.”
(Päämajan tiedusteluosasto 31.5.1944)**

Vuosina 1939–1944 Neuvostoliittoon suunnatusta tiedustelusta vastasi Päämajan tiedustelujaoston tiedusteluosasto ja etenkin sen tiedustelutoimisto. Päämajasta ohjattiin tiedustelun tiedonhankintaa, siellä vastaanotettiin hankitut tiedot sekä ”muokattiin”, eli analysoitiin, ne raportoitavissa oleviksi kokonaisuuksiksi.

Vaikka ilma-ase oli toiseen maailmansotaan tultessa kehittynyt esimerkiksi pommituskyvyn muodossa merkittäväksi toimijaksi taistelukentällä, voitaneen sanoa, että Suomen ja Neuvostoliiton välisellä rintamalla sodankäynti oli maavoimakaskeista, mitä tuettiin ilmavoimin.

Tämä asetelma näkyi myös sotilastiedustelussa esimerkiksi siten, että Päämajan tiedustelutoimiston maavoimajaoksessa tiedustelu-upseereita oli moninkertainen määrä verrattuna ilma- ja merivoimajoukoihin. Päämajan tiedustelulla ei myöskään ollut suoraan johdossaan lentotiedustelukykä, koska pääosan kaukotiedustelutehtävistä toteuttanut Lentorykmentti 4 oli Ilmavoimien johdossa ja muut tiedusteluun kykenevät lentoyksiköt pääosin sotatoimiyhtymien johdossa. Talvisota oli Päämajan tiedustelulle opettelen aikaa, joten ilmavihollisenkin tiedustelu pääsi kunnolla vauhtiin vasta jatkosodan lähestyessä.

Teknispainotteista tiedustelua

Ilmaviholliseen kohdistuneen tiedustelun pääasiallinen tarkoitus oli tukea ilmapuolustusta. Muilta osin mainittakoon, että vihollisen lentäjävangeilta saatiin toisinaan strategisenkin tason tietoja, kun he pystyivät kertomaan kaukaisistakin rintamien takaisista asioista, kuten Neuvostoliiton teollisuudesta. Samoin vihollisen ilmatoiminnan ja -puolustuksen tuntemus oli tärkeää, jotta kaukopartioita saatettiin jatkosodassa lentokuljettaa turvallisesti toiminta-alueilleen.

Kuva ilmavihollisesta rakentui useiden eri lähteiden, kuten sotavankikuulusteluiden, radio-, lento- ja asiamiestiedustelun, sotasalaisasiakirjojen sekä kaukopartio- ja saksalaisilta saatujen tietojen perusteella, joista tärkeimpiä olivat todennäköisesti kaksi ensin mainittua. Keskeisiä selvitettäviä asioita olivat lentojoukkojen ryhmitys, toiminta ja tappiot, Neuvostoliiton lentokaluston määrä ja laatu sekä luoteisen Neuvostoliiton lentokentät ja niiden varustelu.

Tiedot ilmavihollisen toiminnasta jaettiin – muiden tiedustelutietojen tapaan – monikerroksisen raportointikäytännön mukaisesti. Raportit olivat salaisia. Päiväson tiedot kirjattiin rintamasuunnittain Päämajan tiedustelutoimiston laatimaan päiväraporttiin. Ilmavoimia käsittelevä osuus oli laajempi esimerkiksi silloin, kun Helsinkiä oli pommitettu. Tällöin luotiin katsaus konemäärin ja -tyypeihin, käytettyihin lentomuodostelmiin, lentokorkeuksiin sekä ilmaoperaation kokonaisuutena. Lisäksi jatkosodan aikana laadittiin vihollisen ilmatoiminnasta oma erillinen päiväraporttinsa.

Jatkosodan asemasotavaiheessa laadittiin lisäksi kahden viikon välein pidempää aikaväliä tarkastellut ilmatilannekatsaus. Lisäksi päivitys koonnokseen kaikista Suomen suunnalla toimineista Neuvostoliiton ilmavoimien joukoista laadittiin kuukauden tai muutaman välein.

Vuonna 1942 tiedustelutoimiston ilmavoimajaoksessa laadittiin vihollisen lentokalustosta, aseistuksesta ja ampuatarvikkeista laaja raportti, jota päivitettiin sodan aikana. Mappimuotoon laadittu teos mahdollisti yksittäisten sivujen vaihtamisen, kun uudet tiedot aiheuttivat päivitystarpeita. Tietävästi viimeinen päivitys tehtiin elokuun 1944 lopulla. Samaa tapaansa kuin merivoimien aluksista Neuvostoliiton ilmavoimien kalustosta oli olemassa myös varjokuvasto, joka helpotti konetyyppien visuaalista tunnistamista.

Sotilastiedustelu pyrki katsomaan viholliskuvaa kokonaisuutena ja sodan loppua kohti enenevässä määrin arvioimaan tulevaa, mutta ilmavihollisen tiedustelussa oli myös pintatilanteeseen liittyneitä ilmavalvonnallisia piirteitä. Milloin mahdollista, radiotiedustelulla pyrittiin tuottamaan ennakkovaroitus vihollisen käynnistymässä olleesta ilmaoperaatiosta. Ilmavoimien oma radiotiedustelukyksikkö, Ilmavoimien radiopataljoona, aloitti operatiivisen toimintansa syksyllä 1943, mutta sitä ennen kesällä 1942 ennakkotieto Suomen suuntaan lähtevistä taistelulennosta pyrittiin tuottamaan vihollisen lentokenttien läheisyyteen sijoitetuilla kaukopartioilla. Kokeilu todettiin epäonnistuneeksi vihollisen tiiviin vartiointin sekä viestitoiminnan epävarmuuksien vuoksi.

Muutamien miesten suuri vastuu

Päämajan tiedustelutoimistossa ilmavihollisen seuraamisesta vastasi talvisodassa ja välirauhan aikana yksi henkilö. Jatkosodan hyökkäysvaiheessa vahvuus tuplaantui ja asemasotavaiheessa jaoksessa palveli enimmillään neljästä viiteen henkilöä. Heidän vastuullaan oli muodostaa ilmavihollisesta viholliskuva, jonka päämuuttujina luoteisen Neuvostoliiton alueella olivat yli 100 lentokenttää, satakunta konetyyppiä sekä rykmenteinä, prikaateina ja divisioonina laskettuna yli 120 lentoyksikköä.

Tämä muutamien tiedustelu-upseerien tekemä valtava työ palveli eri muodoissaan niin Päämajan ja sotatoimiyhtymien operatiivista johtoa kuin kotirintaman ilmapuolustustakin. ■

Mononen, Toni. Saadun Tiedon Muokkaajat: Päämajan Tiedustelutoimisto Viholliskuvan Muodostajana 1939–1944. Helsinki: Maanpuolustuskorkeakoulu, 2023. Ladattavissa osoitteesta mpkk.finna.fi.



Valmistuvien ilmatorjuntakadettien terveiset



Kadetit valmistautumassa ilma-ammuntoihin.

Uuden edessä

Vuosi on jälleen vierähtänyt ja pian on 107. kadettikurssin ilmatorjuntakadettien aika päättää oma jaksonsa Ilmasotakoululla. Aloitimme viimeisen vuoden aselajiopintomme täällä reilu vuosi sitten ja jälleen taaksepäin katsoessa huomaa, miten nopeasti aika kuluu. Viimeiseen vuoteen on mahtunut todella paljon uutta oppia ja kokemuksia. Siinä missä edeltävän kurssin opintoja leimasi vahvasti tuolloin vallinnut pandemia, on omaa viimeistä vuottamme ohjannut paljon Ukrainassa vallitseva sota ja Natoon liittyminen.

Viime vuoden kesäkuussa saavuimme ensimmäistä kertaa Ilmasotakoululle, jossa kadetin oppimiskykyä testattiin rankasti heti alussa. Juuri kenelläkään meistä ei ollut edeltävää aselajitaustaa ilmatorjunnasta, joten ensimmäisinä viikkoina niskaamme kaadettiin melkoinen annos uutta asiaa. Ensimmäiset viikot menivät hämmästellessä ”johtamisen putkia” ja valtavaa määrää ilmatorjunnan lyhenteitä. Koululla onneksi vallitsi oppimista tukeva avoin ilmapiiri ja pian asiat alkoivat käydä myös opiskelijoiden järkeen. Perusteiden opiskelun jälkeen olikin aika lähteä kesälomalle tuulettumaan, minkä jälkeen opinnot polkaistiin käyntiin toden teolla.

Muuttunut turvallisuuspoliittinen tilanne

Kuten edellä mainittiin, nousi opinnoissa erityiseen asemaan vallitseva maailmantilanne ja sen mukanaan tuomat muutokset. Vaikka kukaan ei varmasti toivoisi tilanteen olevan tämä, on se kuitenkin samalla tehnyt päätösvuodestamme erityisen. Ukrainassa käytävällä hyökkäyssodalla oli monia vaikutuksia opintoihimme, mutta ennen kaikkea se muistutti varmasti taas kaikkia meitä siitä, miksi tätä työtä tehdään. Koululla oltiin pystytty reagoimaan tilanteeseen nopeasti opintojen suunnittelun suhteen. Koulutukseen oli alusta alkaen sisällytetty havaintoja ja oppeja ilmatorjunnan ja ilma-aseen toiminnasta Ukrainassa. Omia toimintatapoja pyrittiin muokkaamaan havaintojen pohjalta ja monissa vaiheissa meitä kadetteja kannustettiin kokeilemaan aivan uudenlaisia asioita myös laatikon ulkopuolelta opettajien kannustuksella.

Toinen arjessamme näkynyt asia oli kansainvälistyminen ja sen mukanaan tuoma yhteistoiminta. Käynnissä olleen Nato-prosessin myötä opinnoissamme alettiin käyttää toisinaan apuna englannin kieltä. Jouduimme käyttämään kieltä erilaisissa tehtävissä ja osa käyttämästämme oppimateriaalista oli ulkomaalaisista lähteistä. Olimme ensimmä-

Pienessä porukassa on tärkeää ylläpitää hyvää ryhmähenkeä, eikä keskinäisiä ongelmia voi jättää selvittämättä.



Kadetit siirtymässä ryhmän aseisiin Lohtajalla.

mäinen kurssi, joka alkoi siirtyä selkeästi kaksikieliseen opetukseen, mutta tämä ei onneksi tuottanut meille internet-sukupolven kasvateille suuria haasteita. Olen itse tyytyväinen kaikkien heittäytymiseen ja ennakkoluulottomuuteen uuden kielen käyttämisessä eri tilanteissa. Saimme kuluneen vuoden aikana harjoittaa omaa kielitaitoamme toimimalla myös ulkomaalaisten kanssa eri harjoituksissa vuoden aikana. Syksyllä pääsimme harjoittelemaan ilmatorjunnan yhteensovittamista ruotsalaisten kanssa Maasotakoulun esikunta- ja johtamisharjoituksessa ja esittelemään toimintaamme heille marraskuussa Lohtajalla. On ollut todella mielenkiintoista päästä tapaamaan muiden maiden henkilökuntaa, joilta on saanut oppia heidän toimintatavoistaan. Toivottavasti myös tulevat tehtävät tarjoavat lisää vastaavia mahdollisuuksia ja myös seuraavat kadettikurssit pääsevät mukaan kansainvälisiin harjoituksiin vielä laajemmassa mittakaavassa kuin me.

Kansainvälisten muutosten lisäksi ilmatorjunnalla on monella tapaa mielenkiintoiset tulevaisuuden näkymät. Pitkään työn alla ollut integraatio maavoimien johtamisjärjestelmään on kehittynyt jatkuvasti. Olemmekin päässeet opinnoissamme myös testaamaan M18-verkon uusia toiminnallisuuksia ilmatorjunnan näkökulmasta. Uudet tekniset ratkaisut ovat laajentaneet ilmatorjunnan käyttö- ja yhteistoimintamahdollisuuksia monissa toimintaympäristöissä. Myös juuri hankittu uusi asejärjestelmä tarjoaa kauan kaivatun korkeatorjuntakyvyn lisäksi muitakin uusia suorituskykyjä, jotka tulevat varmasti muokkaamaan ilmatorjunnan toimintaympäristöä merkittävästi. Olenkin kuullut monissa puheissa mainittavan, että olemme etuoikeutettuja päästessämme olemaan uudistusten aallon harjalla valmistuessamme. Tämä tietysti luo myös tavallaan paineita tällaisen tavallisen kadetin harteille, kun meistä puhutaan tulevan valmistuessamme uusien järjestelmien karkiosaa- ja perusyksiköihin, vaikkei tämä varmasti koko totuus olekaan.

Ryhmäkiinteyden merkitys

Mitä muuta viimeinen vuosi on opettanut? Aselajikoululla opiskelu on eronnut monellakin tapaa aikaisemmista kouluvuosista. Etenkin kohtalai-

sen pienessä aselajissa viimeinen vuosi on osoittanut erityisesti yksilön vastuun ja tiimihengen tärkeyden. Pienessä porukassa on tärkeää ylläpitää hyvää ryhmähenkeä, eikä keskinäisiä ongelmia voi jättää selvittämättä. Jotta ketju toimisi tehokkaasti, on ryhmässä myös tunnistettava ja osattava käyttää hyödyksi kaikkien vahvuuksia. Peli ei kuitenkaan myöskään lopu oman tontin hoitamiseen, vaan omien resurssien puitteissa täytyy pystyä auttamaan myös kurssitovereita. Kulunut vuosi onkin kaikkien hienojen kokemusten ja myös muutamien kolhujen kautta hionut tästä kahdeksikosta tiiviin porukan, mikä tulee varmasti kantamaan myös valmistumisen jälkeen. Samat piirteet korostuvat viimeisen vuoden lisäksi myös aselajissa itsessään. Pienessä aselajissa oppii tuntemaan nopeasti henkilökuntaa myös muista joukko-osastoista, mikä mahdollistaa myös työyhteisössä vastaavanlaisen yhteistyön. Kun tuntee eri alojen osaajat aselajissa, pystyy myös työelämässä pyytämään apua tarvittaessa yli yksikörajojen. Tämän verkostoitumisen aloittamisen on mahdollistanut hyvin viimeisenä vuonna suoritettut työharjoittelut eri joukoissa.

Kohti uusia haasteita

Nyt kuitenkin aselajikoululla suoritettavat ammatilliset opinnot ovat tulleet päätökseen ja aiemmin niin kaukana siintänyt valmistumisen aika alkaa olla jo lähes käsen ulottuvilla. Vaikka kadettien keskuudessa laajalti toivotaankin koulun päättymistä ja töihin pääsyä, joutuu allekirjoittanut ainakin myöntämään, että edessä oleva uusi arki jännittää hieman. Uutta aselajia opiskellessa on usein lohdututtanut siihen, että epäselvät asiat varmasti selkenevät vielä jatkossa, mutta yhtäkkiä sitä onkin saapunut maali- viivalle, mutta kaikkiin kysymyksiin ei vielääkään ole vastausta. Itselleen on pitänyt muistutella, että ei kukaan meistä ole vielä valmistuessaan ollut valmis. Kouluttajat yhdessä ovat tarjonneet meille kattavan perusosaamisen, josta voimme olla nyt kiitollisia ja ylpeitä, mutta ei oppiminen tähän ole päättynyt, vaan se tulee olemaan jatkuvaa aina uran päättymiseen saakka. Monet ovat selvinneet tästä jo ennen meitä, joten mekin tulemme varmasti hoitamaan oman osamme kunnialla. ■



Valelaitteet osana ilmasuojelua

Ilmasuojelun osa-alueita käsittelevän artikkelisarjan viimeisessä osassa keskitytään valelaitteiden käyttöön. Valelaitteiden käyttämisellä voidaan suojella itseä ja samalla saada vihollinen tuhlaamaan omia resurssejaan.

Valelaitteiden käyttämisellä voidaan tehostaa oman toiminnan salaamista ja vihollisen harhauttamista. Valelaitteiden käytöllä pyritään luomaan viholliselle väärä käsitys esimerkiksi omien joukkojen toiminnasta, sijainnista ja ryhmytyksestä. Lisäksi valelaitteiden käyttö vaikeuttaa vihollisen iskun kohdistamista sekä kuluttaa vihollisen ampumatarvikkeita väärin kohteisiin.

Ilmatorjunnan näkökulmasta valelaitteet ovat erittäin hyödyllisiä, sillä ilmavihollinen liikkuu kovalla nopeudella ja joutuu tekemään sekunneissa ampuapäätöksen. Hyvin valmistettu valelaite ja sen ympärille rakennettu toiminta voivat tarjota ilmatorjujalle muutaman sekunnin aikavoiton ja mahdollistaa oman ilmatorjunta-aseen laukaisun samalla kun lentäjä on keskittynyt tuhoamaan valelaitetta.

Valelaitteiden käyttö liittyy osana salaamiseen ja harhauttamiseen, joita on sodankäynnissä käytetty aikojen alusta alkaen. Taistelukentän muuttuessa erilaisten koneiden temmellyskentäksi myös valelaitteiden käyttö lisääntyi. Tunnetuimmat historian esimerkit valelaitteiden käytöstä ovat liittoutuneiden toiminnasta toisesta maailmansodasta.

Toisessa maailmansodassa Iso-Britannia käytti esimerkiksi useita erilaisia valelaitteita yrittäessään suojautua Luftwaffen pommittajilta. Britit rakensivat muun muassa valelentokenttiä, jotka sisälsivät rakennuksia ja kiitoteitä. Erilaisesta valelaitteiden käytöstä vastasivat amerikkalaiset Normandian maihinnousun yhteydessä. Laajan harhautusoperaation yhtenä palasena oli 500 laskuvarjonuken pudottaminen lentokoneesta.

Yksinkertaisimmillaan valelaite voi olla nukke tai mikä tahansa kuvattavan kohteen kokoinen naamioitu asia. Ukrainan sodasta on levinnyt sosiaalisessa mediassa kuvia nukkesotilaista ja puhallettavista raketinheittimistä. Neuvoksi kaikille taistelukenttien harhauttajille: salaojaputkesta, ammuslaatikoista ja autonrenkaista saa nopeasti kyhättyä kenttätykkiä muistuttavan kapistuksen. Vain mielikuvitus on rajana yksinkertaisten valelaitteiden rakentamiseen.

Monimutkaisimmillaan yksittäinen valelaite sisältää samankaltaisia teknisiä osia kuin sen alkuperäinen mallikin. Esimerkiksi ilmatorjuntalavetin valelaite kehittyneimmillään liikkuu esikuvansa kaltaisesta tuliasemassa, tuottaa lämpöerätettä ja lähettää samanaista sähkömagneettista säteilyä kuin aito lavettikin. Tällä pyritään vaikeuttamaan valelaitteen erottamista oikeasta myös muilla sensoreilla kuin silmillä.

Harhautuksen onnistumiseksi myös valelaitteen ympärille on luotava elementit, jotka ovat oikeassa taisteluasemassa. Alueella olevat ajoneuvojen jäljet, teltat sekä muut vastaavat elementit lisäävät valelaitteen käytön onnistumisen todennäköisyyttä.

Valelaitteiden käyttö on eräänlaista vaihdantaa, kuten sodankäynti monesti on. Valelaitteilla pyritään säästämään omat arvokkaat resurssit samalla kun vihollinen tuhlaa omia resurssejaan. Valelaitteet ovat toimiva suojautumisvaihtoehto etenkin kohteille, jotka eivät toimintansa vuoksi pysy taistelukentällä piilossa. Tehokas valelaitteiden käyttö on oltava suunnitelmallista ja huolellisesti toteutettua. On kuitenkin syytä muistaa, että yksikertainenkin valelaite voi säästää ihmishenkiä taistelukentällä. ■



Venäläisten puhallettava panssarivaunu.

Tämän lehden kirjoittajat

- » Everstiluutnantti evp. **Antti Arpiainen**.
- » Kapteeni **Jukka Kaikkonen** palvelee koulutus- ja käyttöönottoprojektin päällikkönä Jääkäriprikaatissa.
- » Eversti evp. **Ahti Lappi**, sotahistorioitsija ja tietokirjailija, on toiminut ilmatorjunnan tarkastajana vuosina 1988–1996.
- » Kapteeni **Aaro Liakka** palvelee Maasotakoulun Reserviupseerikoulussa Tulipatterin varapäällikkönä.
- » Kapteeniluutnantti **Juuso Liekkilä** opiskelee yleisesikuntaupseerikurssilla Maanpuolustuskorkeakoulussa. Upseerikoulutuksen lisäksi hän on myös avaruustekniikan diplomi-insinööri.
- » NOR Army LtCol ret. **Ove Jørn Luktavasslimo** is Manager Business Development and Global CUAS Marketing responsible at Kongsberg Defence & Aerospace (KDA).
- » Kapteeni **Toni Mononen** on sotatieteiden tohtori, jonka väitöskirja *Saadun tiedon muokkaajat – Päämajan tiedustelutoimisto viholliskuvan muodostajana 1939–1944* tarkastettiin Maanpuolustuskorkeakoulussa helmikuussa 2023.
- » Everstiluutnantti **Mika Mäenpää** on panssari- ja mekanisoiduissa joukoissa palvellut yleisesikuntaupseeri. Hän palvelee tällä hetkellä Maavoimien esikunnan Operatiivisella osastolla.
- » Kapteeni **Peter Porkka** opiskelee yleisesikuntaupseerikurssilla Maanpuolustuskorkeakoulussa.
- » Kapteeni **Tuomas Rauanheimo** palvelee ilmatorjuntataktiikan opettajana Sotataidon laitoksella Maanpuolustuskorkeakoulussa.
- » Reservin kapteeni **Jussi Saarinen** toimii projektipäällikkönä Suur-Savon Reserviupseeripiirissä.
- » Luutnantti **Otto Saario** palvelee opetusupseerina Helsingin ilmatorjuntarykmentissä Panssariprikaatissa.
- » Luutnantti **Otto Salmi** palvelee opetusupseerina Salpausselän ilmatorjuntapatteristossa Karjalan prikaatissa.
- » Eversti evp. **Pentti Toivonen** toimi monipuolisen uransa aikana mm. Salpausselän ilmatorjuntapatteriston komentajana ja Ilmatorjuntakoulun johtajana.
- » Yliluutnantti **Jesse Tyni** palvelee Helsingin ilmatorjuntarykmentissä Panssariprikaatissa ja opiskelee tällä hetkellä sotatieteiden maisterikurssilla Maanpuolustuskorkeakoulussa.
- » Dr. **Moritz Vischer** is Product Manager Effectors at Rheinmetall Air Defence AG.

Kiitos kaikille tämän lehden toimittamiseen osallistuneille!

Seuraavassa numerossa

Ilmatorjunta-lehden vuoden 2023 viimeisen numeron teemana on Nato. Teema-artikkeleissa lukijoille tarjotaan monipuolinen kattaus liittouman ilmapuolustukseen ja erityisesti ilmatorjuntaan. Esittelyssä on sekä kansainvälisiä kumppaneita että suomalaisia Naton rakenteissa. Seuraavassa numerossa ilmestyy myös

uusi ilmatorjunnan toimintaympäristöjä käsittelevä artikkelisarja ja saamme luettavaksi kuulumiset Etelä-Suomen ilmapuolustusseminaarista ja ADEX2/23 -harjoituksesta Lohtajalta. Tuoretta ja mielenkiintoista luettavaa on tarjolla jälleen kuusenkoristelun aikoihin,

Ilmatorjunta 4–23 ilmestyy 22.12.



Kuva: Sisäministeriö

ILMATORJUNNAN VUOSIKIRJA 2022

n:o 23 on ilmestynyt

TEEMANA:

- ILMAPUOLUSTUKSEN
TULEVAISUUS
- SUOMEN
NATO-JASENYYS
- UKRAINAN SODAN OPIT



PÄÄTOIMITTAJALTA.....
Vesa Sundqvist

ILMATORJUNNAN TARKASTAJAN KATS.
Mikko Mäntynen

AJANKOHTAISTA PUOLUSTUSPOLITIikka
Antti Kaikkonen

ILMAPUOLUSTUS UUTEEN AIKAKAUTEEN
Juha-Pekka Keränen

F-35:N KÄYTTÖNOTTOON VALMISTA
Kari Renko, Ville Tuokko

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU UKR
SOTATAIDON KEHITTÄMISEN YTIMESSÄ
Mika Kalliomaa

UKRAINAN SODAN OPPEJA.....
Pekka Toveri

VENÄJÄN STRATEGINEN KULTTUURI.....
Matti J. Kari

POIMINTOJA SUOMALAISEN ILMATORJUNNAN
KEHITTÄMISEN POLULTA.....
Jussi Pajunen

KAMPPAILU AVARUUDEN HERRUUDESTA KYLMÄSSÄ
SODASSA.....
Ahti Lappi, Keijo Tossavainen

PUOLUSTUSVOIMIEN KOULUTUS MPK MYÖS
ASIAALLA.....
Vesa Sundqvist



ILMATORJUNNAN VUOSIKIRJA 2022



ILMAPUOLUSTUKSEN TULEVAISUUS | SUOMEN NATO-JASENYYS | UKRAINAN SODAN OPIT



PUOLUSTUSVOIMIEN TUTKIMUSLAITOS –
TIEDOLLIA TULEVAISUUTEEN.....
Mano-Mikael Nokelainen

ILMASOTAKOULU – ENEMMÄN KUIN PELKKÄ KOULU
Teemu Kilpeläinen

TUTTU JA TUNTEMATON MAASOTAKOULU.....
Sami-Antti Takamaa

HELSINGIN ILMATORJUNTARYKMENTTI –
PÄÄKAUPUNGIN PUOLUSTAJA 2020-LUVULLE
Pasi Seppälä

SALPAUSSELÄN ILMATORJUNTAPATTERISTO –
OSAAMISTA JA TAITOA KAAKONKULMALTA.....
Tommi Lappalainen

ROVANIEMEN ILMATORJUNTAPATTERISTO –
POHJOISEN PUOLUSTAJA.....
Rauno Leppivirta



ILMAPUOLUSTUS UUTEEN AIKAKAUTEEN –

Lockheed Martin F-35A Lightning II korvaa nykyisen Boeing F/A-18C/D -kaluston 2020-luvun loppuun mennessä. Kirjan kansikuvassa Britannian kuninkaallisten ilmavoimien F-35B ja Ilmavoimien F/A-18C. Kuva: Puolustusvoimat.

Julkaisija: Ilmatorjuntayhdistys. Kustantaja: Ilmatorjuntasäätiö.
Myynti: www.ilmatorjuntamuseo.fi