

Ilmatorjuntakaluston viimeaikaiset teknilliset parannukset ja niiden vaikutus ilmatorjuntatykistön tehoon

Kirjoittanut yleisesikuntakapteeni **K H u u h k a**

I JOHDANTO

V 1945 päättynyt toinen maailmansota saattoi ilmapuolustuksen lähdössä pahasti myöhästyneet takaa-ajajan asemaan. Hyökkäyksellinen ilma-ase oli saanut käyttöönsä eräitä kaikki ennakkolaskeumat ylittäviä välineitä, joista ilmatorjuntatykistö ja hävittäjävoimat selvisivät vain joko valtavien keskityksin tai suurin tapioin. Nopeat, hyvin aseistetut, korkealla lentävät ja yllättävän hyvin torjuntatululta kestävät pommituskoneet ja kaukoraketit aloittivat ilmapuolustuksen kehityshistoriassa uuden luvun, jota voidaan nimittää "ajattelevan ammuksen aikakaudeksi". Suunnattomia summia on jo uhrattu raketti-ilmatorjunnan kehittämiseen. Klassillisen aktiivisen tykistönkin parantamiseen on pantu suuri paino. Vain ani harvat toisen maailmansodan aikaisista ilmatorjuntavälineistä ovat läpäisseet sodan jälkeen suoritetun ankaran kelpoisuus-katsastuksen.

Edellä jo mainittiin ilmatorjuntatykistön vaikeuksista. Lähemmin määritettyinä nämä olivat toisen maailmansodan päättyessä seuraavat:

- tulen keskittämisen probleema
- kaartavan ja lentokorkeuttaan muuttavan maalin probleema
- liian pitkän lentoajan probleema
- liian suuren mittaus- ja laskinhajonnan probleema
- liian pienitehoisen ammuksen probleema
- liian suuren sytytinhajonnan probleema
- korkealla ja nopeasti lentävän maalin löytämisen vaikeus
- suurien suuntausnopeuksien ja -kiihtyvyyksien probleema.

Toista maailmansotaa edeltäneissä olosuhteissa jäi aikaa maalin etsintään ja ammuntaan puutteellisesti automatisoitujen mittaus- ja laskinlaitteiden avulla, sillä maalien nopeudet olivat pienet. Huomattavasti yksinkertaistetuilla laskinlaitteillakin oli vielä arvonsa, koska menestyksellinen pommitus edellytti ”vakio-arvoista” vaakalentoa pitkän aikaa ennen pommien pudottamista. Mutta kun lentoase kehittyikin yllättävän nopeasti, kasvoi entiselle tasolle jääneen ilmatorjuntatykistön ammustenkulutus alas ammuttua konetta kohti huolestuttavasti. Vain matalatorjunta automaattiasuin selviytyi tulikokeestaan tyydyttävästi. Tällöinkin katveet nopeasti lentäviä maaleja ammuttaessa pyrkivät tulemaan liian suuriksi. Lisäksi suuret kulmanopeudet heikensivät osumistarkkuutta lyhyillä ampumaetäisyyksillä.

Yli 6000 m:n korkeudesta pommittavia lentokoneita vastaan oli keskitettävä jopa 300—700 raskasta ilmatorjuntatykkiä riittävän suurten lentokonetappioiden aikaansaamiseksi. Vain matalalla esiintyvät V 1-kaukoraketit ja rynnäkkölennostot kärsivät pien-tenkin tykkimäärien tullessa suuria tai lamaannuttavia tappioita. Paljon puhuttu ilmatorjuntatykistön moraalinen vaikutus, vaikkakin se oli eräiden liittoutuneiden lentäjien kertoman mukaan suuri, ei kuitenkaan pystynyt saamaan aikaan pommituksista luopumista. Maali oli siis pyrittävä tuhoamaan. Ilmatorjuntatykistö laskettiin riittävän vahvaksi vain, jos se pystyi aiheuttamaan hyök-

käävälle viholliselle vähintään 10 %:n tappiot. Jo tämäkin edellytti sangen suuren ilmatorjuntatykkimäärän keskittämistä saman kohteen suojaksi, mikäli pommituskorkeus ylitti tietyn rajan — meikäläisellä raskaalla ilmatorjuntatykistöllä 3500—5000 m.

Seuraava katsaus keskittyy edellä lueteltujen probleemien ratkaisemiseen ulkomailla. Meillähän ei ymmärrettävistä syistä vielä ole ollut taloudellisia mahdollisuuksia varsinaiseen ilmatorjuntakaluston modernisointiin, vaan kehitys on rajoittunut melkein yksinomaan ampumamenetelmien parantamiseen.

II AKTIOILMATORJUNTATYKISTÖN KEHITYKSEN PÄÄPIIRTEET TOISESTA MAAILMANSODASTA LÄHTIEN

A. YLEISTA

Tarkastelun yleisen perustan luomiseksi lienee syytä mainita eräitä toisen maailmansodan päättymisen aikaisia ilmatorjuntatykistön kehitystasoa kuvaavia lukuja.

Raskaista ilmatorjuntatykeistä lienee korkeimmalle päässyt saksalaisten uusin RMB-tykki, sodan aikana kehitetty koekappale, jonka lähtönopeus lienee ollut 1100 m/sek. Tavallisesti olivat silloin yleisimpien järeä- ja raskaskaliiperisten tykkien (75, 85, 88, 90, 105) lähtönopeudet 750—850 m/sek. Tykkien painot olivat 3000—12000 kg. Kyseisen ajan saavutusten huippua edustanee 105 ItK/42 B, jonka lähtönopeus oli 840 m/sek. Tyypillisin raskas ilmatorjuntatykki oli 88 ItK/37 RMB, jonka paino oli n 8 tn, lähtönopeus 820 m/sek ja ammuksen lentoaika 10 km:n etäisyydelle n 26 sek. Kevyistä ilmatorjuntatykeistä saavuttivat suurimman maineen 40 ItK/B ja 20 ItK/BSW (Vierling), joiden ominaisuudet lienevät yleisesti tunnetut.

Koko tämän ilmatorjuntatykistön haittana oli tykkien liian pieni tulinopeus, ammusten heikko teho ja suuri lentoaika sekä suuriin kulmanopeuksiin sopeutumaton laskin- ja suuntausjärjestelmä. Oli mahdotonta ajatella heikentyneen tehon korvaamista tuliyksi-

köitä edelleen suurentamalla ja kalustoa lisäämällä. Ainoa keino oli ilmatorjuntakaluston suorituskyvyn, tehon¹⁾, lisääminen.

Tähän pyrittiin mm

- tulinopeutta suurentamalla
- lähtönopeutta ja ammuksen ulkoballistisia ominaisuuksia parantamalla, jolloin lentoaika ja sitä tietä ennakkopistehajonta pienenevät
- mekaanisen aikasytyttimen hajonnan varjopuolien poistamisella siirtymällä isku- ja herätesytyttimiin
- ammuksen räjähdysvaikutusta lisäämällä, ts kaliiperia suurentamalla ja räjähdysainemäärää lisäämällä tai yhdistämällä sytytysvaikutus räjähdysvaikutukseen
- tutkan mittausetäisyyttä lisäämällä sekä sen tarkkuutta suurentamalla, mikä oli saatavissa aikaan mm lähetysteho suurentamalla, aallonpituutta muuttamalla ja tutkamittauksen täysautomaatioinnilla
- konstruoidulla keskuslaskimet sähköisellä periaatteella automaattisesta laskeviksi ja suuntautuviksi ennakkopistehajonnan pienentämiseksi ja liian suurten katveiden välttämiseksi

Missä määrin pyrkimykset ovat johtaneet tavoiteltuun päämäärään, on yleisiin julkaisuihin perustuvista arvioinneista vain sangen ylimalkaisesti nähtävissä. Seuraava tarkastelu perustuu siis etupäässä teoreettiseen päättelyyn, jonka tulokset olisi tarkistettava mm koekalustoja hankkimalla.

¹⁾ Teho-sanaa on tässä käytetty laajemmassa merkityksessä kuin sen teknillinen käsitteistö sallisi.

B. TYKKIKALUSTO

1. Järeät ja raskaat ilmatorjuntatykit

a. Kaluston pääominaisuuksia

Ilmatorjuntatykistön jouduttua selvästi avuttomaksi korkea-pommituksien torjunnassa oli ensimmäinen vastasiirto tykin kaliiperin suurentaminen ammuksen saamiseksi ballistisesti edulliseksi ja toisaalta vaikutussäteeltään entistä huomattavasti suuremmaksi. Harkinta on ollut ilmeisesti hyvin perusteellista. Sen lopputuloksena on päädytty mm USA:ssa ja Ruotsissa 120 mm:n kaliiperiin. Ettei tämän pitemmälle jo suoraan ole menty, johtuu ilmeisesti vain tykin painon liiallisesta lisääntymisestä. Amerikkalainen 120 mm:n ilmatorjuntatykki "Little Long Tom" painaa näet 30,5 tn ja ruotsalainen vastaavan kaliiperinen Boforsin tykki 22 tn. Meikäläisissä oloissa tällaisten jättiläisten taktillinen liikkuvuus on jo vähintään kyseenalainen. Yli 10 tonnin painava ilmatorjuntatykki lienee meillä jo sidottava paikallisiin torjuntatehtäviin raskaan ja järeän rannikkotykistön tavoin, minkä johdosta tykin käyttöarvo nopeasti muuttuvissa olosuhteissa on melko vähäinen.

Edellä mainittujen järeiden ilmatorjuntatykkien ominaisuudet ovat seuraavat.

	120 ItK/B	120 ItK (USA)
Paino	22 tn	30,5 tn
Tulinopeus	60—70 ls/min	70 ls/min
Ammuksen paino	21,0 kg	22,7 kg
Sytytin	heräte	heräte
Ampumaetäisyys pintamaaliin	16000 m	24000 m
15 sek:n lentoaikaa vastaava amp-et	n 8000 (?)	10000 m (?)
Lähtönopeus	840 m/sek	950 m/sek
Suuntaus	moottoroitu	moottoroitu
Lataaminen	automaattinen	automaattinen

Molempiin pattereihin kuuluu automaattisesti maalin etsivä ja mittaava tutka sekä automaattisesti ampuma-arvot laskeva keskuslaskin.

105, 90 ja 88 mm:n kalustot on ilmeisesti katsottu jo vanhentuneiksi. Raskaan kaliiperin modernein edustaja on amerikkalainen 75 mm:n Skysweeper-automaattitykki ja raskaan kaliiperin korvaaja ruotsalainen 57 ItK/51 B (Bofors). Näihin tykkeihin on sähköisesti kytketty tutkalla varustettu keskuslaskin, joka hakee maalin, seuraa sitä, laskee ampuma-arvot sekä suuntaa tykit. Sanottavia katveja ei synny myöskään matala- ja lähitorjunnassa, sillä esim 57 ItK on huomattavasti ketterämpi kuin 40 ItK/39 B. Muut ominaisuudet ilmenevät seuraavasta.

	75 ItK-Skysweeper	57 ItK/51 B
Paino	10 tn	7,8 tn
Tulinopeus	45 ls/min	120 ls/min
Ammuksen paino	4,8 kg	2,5 kg
Sytytin	herätesytytin	iskusytytin
Ampumaetäisyys pintamaaliin	} Tehokkaana pidettävä ampumaetäisyys on 6400 m	14500 m
Lentoaika 3 km:n etäisyydelle		4,2 sek
Lentoaika 5 km:n etäisyydelle		8,5 sek
Lähtönopeus	?	920 m/sek
Suuntaus	moottoroitu	moottoroitu

b. Ammukset ja sytyttimet

Ammusten ballistiikasta on saatu valitettavasti kovin niukasti tietoja. Ilmeistä kuitenkin on, että pientä kehitystä on tapahtunut, koska eritoten pitkiä etäisyyksiä vastaavat lentoajat näyttävät pienentyneen.

Sytyttimiä tarkasteltaessa kiintyy huomio mekaanisen aikasytyttimen epäsuosiioon joutumiseen. Raskaan kaliiperin alarajalla siltä voittaa alaa iskusytytin, ylärajalla tai koko kaliiperialueella herätesytytin. Tämä johtuu toisaalta mekaanisen aikasytyttimen pituushajonnan osumatodennäköisyyttä pienentävästä vaikutuksesta ja toisaalta räjähdysvaikutussäteen jatkuvasta pienenemisestä, jonka on saanut aikaan lentokoneiden paineen- ja sirpaleenkestokyvyn lisääntyminen.

Ruotsissa lasketaan, että 4-moottorisen koneen pudottamiseen tarvitaan 300 g:n räjähdysainemäärä ja 2-moottorisen koneen pudottamiseen 100 g:n räjähdysainemäärä tapauksessa, jolloin kranaatti iskee koneeseen. Edellinen mahtuu 57 mm:n ammuksen, jälkimmäinen 40 mm:n ammuksen edellyttäen, että valojuovapanosta vähennetään huomattavasti.

Aikakranaatin vaikutuksesta antaa havainnollisen käsityksen seuraava taulukko.

Todennäköinen alasampumis- prosentti	Eri tykkien vaikutussäde (m)		
	75 mm	105 mm	120 mm
75	5	7	10
50	8	13	16
25	13	20	23
10	17	25	28

c. Kaluston arviointia

Ilmatorjuntatykkikaluston vaikutusta tarkasteltaessa käytetään perusteena

- lentoaikaa tai lähtönopeutta ja ballistista kerrointa
- ammuksen painoa ja sen räjähdysainemäärää
- tulinopeutta ja
- hajontaa

Katvekysymystäkään ei ole unohdettava, kuten ei myöskään liikkuvuuden ja ns tehollisen hinnan²⁾ tarkastelua.

Osumatodennäköisyys ilma-amunnassa muuttuu eräiden lähteiden mukaan kääntäen verrannollisessa suhteessa lentoajan neliöön. Jos osumatodennäköisyys on esim 1 sek:n lentoajalla 1, se on 10 sek:n lentoajalla 0,01 (1 % edellisestä). Täten on ymmärrettävissä lähtönopeuden lisäämistendenssi sekä pyrkimys ballistiikan parantamiseen.

²⁾ Suhteellinen vertailumitta siitä, mitä lentokoneen alas ampuminen tulee maksamaan eri kalustoja käytettäessä

Aikakranaatin ja herätesyntyisen kranaatin räjähdysaineen lisääntyessä niiden vaikutus kasvaa. Alasampumistodennäköisyys suurenee kutakuinkin suoraan verrannollisesti kaliiperin kuutioon tai ammuksen painoon.

Tulinopeus ja teho ovat suoraan verrannolliset. Sytyttimen hajonnan pienikin kasvu vähentää osumaprosenttia sängen paljon. Yleensä pidetään herätesytytintä monta kertaa mekaanista aika-sytytintä parempana, koska sen pituushajonta on 0. Aktioilma-atorjuntatykin sivu- ja korkeushajonta ovat käytännöllisillä ampu-maetäisyyksillä verrattain pieniä³⁾ ja useimmiten merkityksettö-miä suuren, keskuslaskimesta johtuvan ennakkopistehajonnan rin-nalla. Niillä on merkitystä vain kiintomaaliin ammuttaessa.

Edellisten kriteerien havainnollistamiseksi lasketaan 120 ItK/B:n ja 88 ItK/37 RMB:n välinen tehonsuhde, missä otetaan huomioon myös sytytin. Tällöin saadaan kaava

$$(1) \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{s_1 n_1}{s_2 n_2} \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^3 \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^2$$

missä

- P = suhteellinen teho
- s = sytytinkerroin
- n = tulinopeuskerroin
- D³ = kaliiperikerroin
- T² = lentoaikakerroin

Olkoon 88 mm:n tykin ja ammuksen yhteinen teho P₂ ja 120 mm:n vastaava teho P₁. Tällöin saadaan lähietäisyyttä vastaavaksi teho-suhteeksi n 55. Keskietäisyyksillä ja pitkillä etäisyyksillä suhde-luku on 120 mm:n tykille vielä paljon edullisempi. Ruotsalainen tykki voi näin ollen olla lähes sata kertaa meikäläistä 88 mm:n tykkiä tehokkaampi. Suurin ansio tästä lankeaa sytyttimen osalle (käytetty suhdetta 5: 1), toiseksi suurin tulinopeuden osalle (käy-tetty suhdetta 60: 15) ja loppu lentoajan pienentymisen ja am-muksen räjähdysvaikutuksen osalle. Edelleen voidaan myös las-kea, että niin 76 mm:n Skysweeper kuin 57 ItK/51 B:kin ovat meikäläistä 88 ItK/37 RMB:tä huomattavasti tehokkaammat huo-

³⁾ 0,5—1,5 piirua

limatta näiden jossain määrin lyhyemmistä ampumaetäisyyksistä. Skysweeper lienee keskimäärin 10—20 kertaa, 57 ItK/51 B ehkä n 5 kertaa niin tehokas. Edellistä täsmällisempää tehontutkimusta ei kannattane tässä suorittaa, koska uusien tykkien ballistisia ominaisuuksia ei meillä tarkoin tunneta. Lisäksi sytyttimen vaikutussuhteet riippuvat suuresti maalien koosta sekä lukumäärästä. Kyseisiä numeroesimerkkejä ei siis saa käsittää yleispäteviksi vertailuluvuiksi. Niillä on pyritty ennen kaikkea vain havainnollistamaan kalustonarvioinnin suorittamista.

2. Kevyet ilmatorjuntatykit

a. Tykkikaluston pääominaisuuksia

Parhaimpina kehitystuloksina voidaan ehkä pitää ruotsalaista 40 ItK/48 B:tä ja sveitsiläistä 20 ItK/51 Oerlikonia. Näiden tyyppiominaisuudet ovat seuraavat:

	40 ItK/48 B	20 ItK/51 Oe
Paino	4200 kg	300 kg
Tulinopeus	240 ls/min	1000 ls/min
Lähtönopeus	920—1000 m/sek	1130 m/sek
Lentoaika	3000 m:n etäisyydelle 4,0 sek	1000 m:n etäisyydelle 1,09 sek, 2000 m:n etäisyydelle 2,83 sek
Ammustäytteen paino	106 g	10—12 g
Tehokas ampumaetäisyys ilma-ammunnassa	4500 m	2000 m
Suuntaus	moottoroitu	käsi
Suurin sivukulmanopeus	90°/sek	90°/sek (?)
Suurin korkeuskulmanopeus	45°/sek	35°/sek (?)
	Tykkiä suuntaa autom tutka-etmittari-keskuslaskinsysteemi	

40 ItK/48 B tulee sisältymään myös Englannin ilmatorjuntatykistöön.

b. Ammukset ja sytyttimet

Kevyiden tykkien ammusten räjähdysvaikutuksen parantamiseksi on kaikkialla pyritty suurentamaan räjähdyspanosta ilmeisesti valojuovapanoksen kustannuksella. Lisäys on ollut eräissä tapauksissa yli 100 %. Ammuksen tehon voidaan katsoa tällä tavalla kaksinkertaistuneen. Lisäksi on tuloksellisesti kokeiltu sytytys-ammuksia.

Kauan palavilla valojuovilla ei nykyisin ole enää samaa arvoa kuin ennen toista maailmansotaa, koska valojuovatahysteisen ammunnan merkitys maalien nopeuden lisääntymisen vuoksi on jatkuvasti pienentynyt. Edellä selostettua toimenpidettä ei voida siis pitää taantumisenä.

Sytyttimiin tehdyistä muutoksista mainittakoon mekaaninen itse-tuhosytytin, joka on saatu halvaksi ja yksinkertaiseksi.

Herätesytytinten käyttö ei ilmeisesti kannata, kun ammuksen kaliiperi on alle 75 mm:n.

c. Kaluston arviointia

Tarkasteluun soveltuvat pääasiassa samat lait kuin raskaiden tykkienkin arviointiin. Ammuksen kaliiperilla ei ole kuitenkaan niin ratkaisevaa merkitystä, kunhan räjähdysainetta vain on tietty määrä ja vertailtavat tykit ovat lähes samaa kaliiperiluokkaa. Suhteellisen tehon arviointiin voidaan siis käyttää yksinkertaistettua kaavaa

$$(2) \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1 k_1}{n_2 k_2} \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^2$$

missä

- P = suhteellinen teho
- n = tulinopeuserroin
- k = kaliiperista ja ammuksista riippuva kerroin
- T² = lentoaikakerroin

Esimerkkinä vertaillaan aluksi tyyppejä 40 ItK/39 B ja 40 ItK/48 B. Tällöin saadaan 3000 m:n etäisyyttä vastaavaksi tehonsuhteeksi 7. Etäisyyden lyhentyessä ero pienenee ja on 2000 m:n etäisyydellä n 5. Ammus m/48 on laskettu 1,5 kertaa tehokkaammaksi, mikä on varovainen arvio. Kun otetaan vielä huomioon tutkakuslaskinjärjestelmän ja moottoroidun suuntauksen edut, ero näiden kahden tykkimallin välillä muodostuu edellä laskettua vielä huomattavasti suuremmaksi.

Toiseksi esimerkiksi otetaan 20 mm:n Oerlikon-tykin ja 20 mm:n kaksoisputkisen VKT-tykin vertailu. 1000 m:n ampumaetäisyyttä vastaavaksi tehonsuhteeksi saadaan kaavaa (2) käyttäen n 10. Oerlikonia on tämän perusteella siis pidettävä selvästi ylivoimaisena. Sveitsiläisten teorioiden mukaan ero on yllä esitettyyn verrattuna vieläkin suurempi nimenomaan tuliesteitä ammuttaessa. Viimeksi mainittua ampumamenetelmää käytettäessä on tulinopeuden oltava 1000—1200 ls/min. Muuallakin pidetään 20 mm:n ilmatorjuntatykkiä epätydyttävänä, ellei se täytä tätä ehtoa. Moniputkiaset katsotaan epäedullisiksi ratkaisuuksi.

Edellä olevan esityksen perusteella voidaan todeta 40 mm:n tykin painon suurentuneen 2000 kg:lla, mikä tietenkin liikkuvuuden kannalta on haitaksi. Uusi Oerlikon-tykki on yhtä kevyt kuin vanhanaikaiset yksiputkiset 20 mm:n asetkin.

Erityisen huomattavaa edistystä tietää 40 mm:n tykin suuri suuntausnopeus. Katveja sitä käytettäessä tuskin syntyy lainkaan, joten se erittäin nopeasti maalia vaihtavana ja joustavasti liikuteltavana on erinomainen matalatorjunta-ase.

4. Ilmatorjuntakonekiväärit

Ilmatorjuntakonekiväärien (12,7 mm, 7,62 mm) tehoa pidetään kaikkialla erittäin pienenä. Siitä huolimatta ne ovat säilyttäneet asemansa uudenaikaisten armeijain organisaatiossakin. Varisnaisiksi ilmatorjunta-aseiksi niitä ei kuitenkaan enää laskettane.

5. Tykkikaluston kehityksen kokonaisarviointia

Edellä esitetty panee aavistamaan, kuinka kehitys muissa maissa on kulkenut pitkin harppauksin eteenpäin. Vaikkakaan esitetyt numeroarviot eivät kelpaa ehdottomiksi mittapuiksi, ne kuitenkin osoittavat meille, mitä suuruusluokkaa tehdyt parannukset ovat.

Eräässä suhteessa tykkikaluston kehityksen hitaus kuitenkin herättää huomiota. Tämä on epäonnistuminen lentoajan lyhentämiseen tähtäävissä toimenpiteissä. Saatetaan ihmetellä, miksei lähtönopeuksia ole radikaalisemmin lisätty. Ilmeisesti rihlaputkien johtorengasaineen kestävyys on asettanut esteen. Ehkeivät nykyiset putkiaineetkaan kestä suurtehopanosten kuumuutta ja paineen aiheuttamaa kulutusta riittävän hyvin, koska nykyaikaisimmissakin suurikaliiperisissa ilmatorjuntatykeissä näyttää olevan 2800 kg/cm²:n maksimipaine. On myös mahdollista, että kestävätkä putkiaineet tekisivät tykit liian kalliiksi. Herää myös kysymys, miksei pitkä alikaliiperinuoliammus ole voittanut alaa, vaikka sen lentoaika on "klassillisen" tykistöammuksen lentoaikaan verrattuna huomattavasti pienempi. Näin olisi näet mahdollista saavuttaa suhteellisen kevyellä tykillä suuri lähtönopeus ja ammuk-selle hyvä ballistiikka. Onko todella katsottu aktioilmatorjuntatykkien mahdollisuuksien nyt saavuttaneen huippunsa, ts onko luovuttu yrittämästä niillä korkeatorjuntaa ja jätetty tämä niitä vaikutukseensa nähden halvempien ohjattavien ilmatorjuntarakettien varaan? Julkisuuteen annetut tiedot ovat omiaan houkuttelemaan tällaiseen johtopäätökseen.

Eräs mielikuvituksellinen ratkaisu, atomikranaatti, on tietysti ajateltavissa. Tällä saavutettaisiin nykytasoisella ilmatorjuntatykilläkin 100 %:n tuhoamistodennäköisyys, sen sijaan että se nykyisillä sirpalekranaateilla on ehdottomasti liian pieni ennakkopistehajonnan huomioon ottaen. On otaksuttavaa, että järeä ilmatorjuntakalusto vanhenee hyvin nopeasti, ellei ammuskonstruktio luo jotain aivan uutta. Nykyiselle tasolle jääminen merkitsee siis, että liian pienitehoisen järeänkin ilmatorjuntakranaatin ongelma on yhä ratkaisematta.

C. MITTAUS- JA LASKINKALUSTO

1. Yleistä

Mittaus- ja laskinkaluston osuus on ilma-ammunnassa arvaamattoman suuri. Niiden laatu ratkaisee, saadaanko olennaisinta osaa näyttelevät tekijät, ennakkopistehajontä ja systemaattinen virhe, riittävän pieniksi.

Mittauskysymyksen suurin pulma oli toisen maailmansodan aikana yömittaus, koska sodan lopulla pääosa lentohyökkäyksistä suoritettiin yöllä, eritoten jos vastustajan hävittäjätorjunta päivällä oli voimakas. Toisen pulman muodosti riittävän pitkälle ulottuvan tähystyksen ja tarkan mittauksen mahdollisuuksien puuttuminen. Syvyyskuvamittarilla oli vaikea löytää maalia, ja sen saaminen riittävän tarkkaan mittaavaksi myös pitkällä etäisyyksillä olisi edellyttänyt mittarin suurennuksen ja kannan lisäämistä epäkäytännöllisen paljon. Sisäkantamittarien yleisenä varjopuolena on näet mittausvirheen suureneminen verrannollisena mittausetäisyyden neliöön. Tulenjohtotutkat olivat välttämättömiä. Niitä olikin mm kaikissa saksalaisissa raskaissa ilmatorjuntapattereissa sekä sodan lopulla myös liittoutuneiden pattereissa. Tulenjohtotutkien maalinetsintäkyky, käytännöllinen mittausetäisyys sekä kulmanmittaustarkkuus jättivät kuitenkin vielä toivomisen varaa.

Raskaiden patterien keskuslaskinkalusto oli eritoten eräissä liittoutuneissa maissa, samoin kuin Suomessakin, aivan liian vanhanaikaista. Paljon virheitä tekeviä miehiä, suuret katveet, pitkä "rauhottumisaika" sekä laskimien soveltumattomuus kaartavan ja lentokorkeuttaan muuttavan maalin ammuntaan aiheuttivat aivan liian suuren ennakkopistehajonnan. Saksalainen Kommandogerät 40 (Lambda) oli tosin aikanaan erinomainen, koska se oli pitkälle automatisoitu ja vähän miehiä vaativa. Se pystyi tyydyttävän tarkkaan ennakkopisteen määrittämiseen myös säännöllistä ruuviviivaa pitkin liikkuvaan lentokoneeseen. Laskin oli valitettavasti yliherkkä häiriöille ja vaati tärkeimmältä mieheltään, liikesuunnan mittaajalta, suurta taitoa.

Tykkilaskimet rajoittivat ammunnan erittäin lyhyille etäisyyksille, koska niiden approksimaatiot aiheuttivat suuria systemaattisia virheitä lentoaikojen ollessa suurempia kuin 2—3 sek. Silloiset kevyiden patterien keskuslaskimet olivat taas hitautensa vuoksi käyttäjien epäsuosiossa. Mm liittoutuneet jättivät ne mielellään taakse ja ampuivat soikiosuuntaimen tyyppisen Stiffkey Sight-laskimen avulla. Sodan jälkeen asiantuntijat olivat yksimielisiä siitä, että keskuslaskinkysymys oli ratkaistavissa vain täysautomaattisella tutkaan kytketyllä sähköisellä keskuslaskimella. Sellaisia onkin konstruoitu monissa maissa. Valitettavasti niistä on saatu tietoja niin vähän, ettei kyllin pätevää ja objektiivista arviointia voida suorittaa. Mittaus- ja keskuslaskinkaluston arvioinnissa ei näet riitä yksinomaan niiden matemaattisen suoritustarkkuuden tunteminen, vaan olennaista osaa näyttelee käytännöllinen mitaustarkkuus erityisesti tapauksessa, jolloin ihmisvoimin suoritetaan joku tärkeä osavaihe tässä monimutkaisessa prosessissa.

2. Etäisyydenmittarit ja tutkat

Uusimmat saavutukset voidaan ehkä parhaiten esittää vertailevan taulukon muodossa. Otetaan esimerkiksi 4 etmitt/Z sekä angloamerikkalainen Radar AA n:o 3 Mk 7.

	4 etmitt/Z	Radar AA n:o 3 Mk 7
Kulmanmittausvirhe		
— teoreettinen virhe	—	± 0,2 piirua
— käytännöllinen keskivirhe	± 2—3 piirua	± 1 piiru
Etäisyydenmittauksen keskivirhe käytännössä		
— etäisyys 5000 m	± 28 m	± 10—20 m
— —, — 10000 m	± 125 m	± 10—20 m
— —, — 15000 m	± 260 m	± 10—20 m
Soveltuminen automaattiseen seurantaan	välttävä	erinomainen
Systemaattisen virheen vaara	suuri, johtuen sään ja valoisuuden vaihteluista	tarkistettuna olematon
Suurin käytännöllinen mittausetäisyys	20—10 km	60 km

4 etmitt/Z:n tarkkuusarvot perustuvat tosiasiaan, että valiomittajan keskivirhe on suuruusluokkaa ± 30 kulmasekuntia.

Huomataan, että suuri optinen mittari on tutkan tarkkuusluokkaa alle 5 km:n mittausetäisyyksillä. Nopean maalin seuraaminen sillä on kuitenkin kokemuksen mukaan erittäin hankalaa. Yli 6000 m:n korkeudessa lentävän maalin löytäminen on sattuman varassa, paljon epävarmempaa kuin esim. vanhanaikaisella saksalaisella tulenjohtotutkalla (tutka m/39). Järeän ja raskaan ilmatorjuntapatterin nykyaikainen vaatimus on, että mittaus on aloitettava yli 20 km:n etäisyydeltä. Täten käy ymmärrettäväksi, että etäisyysmittarin aika on ohi. Sillä on mahdollisuutensa vain kevyen ilmatorjuntatykistön tulenjohdossa.

3. Keskuslaskimet

Raskaan ilmatorjuntatykistön keskuslaskimista ei ole saatu riittävästi tietoja. Ne lienevät kuitenkin vähintään meillä tunnetun Lambda-keskuslaskimen tarkkuusluokkaa olevia, sähköisiä, täysautomaattisia laskimia.

Ruotsalaista keskuslaskinta m/45 asianomaiset pitänevät toistakymmentä kertaa heidän entistä keskuslaskintaan Gammaa parempana. Keskuslaskin Gamma on meilläkin käytössä oleva malli, keskinkertaista tarkkatoimisempi toisen maailmansodan aikaisista keskuslaskimista, teoriassa melkein Lambda-keskuslaskimen luokkaa⁴⁾. Ruotsalaiset ovat konstruineet myös Arenco m/53 keskuslaskimen, joka on ilmeisesti edeltäjäänsä parempi ja soveltunee uusimman 120 mm:n tykin yhteyteen.

Keskuslaskinten tarkkuuden huomattava suureneminen on ymmärrettävissä niin, että tutkamittaus ja automaattinen mittausarvojen ja ampuma-arvojen laskenta ja tasoituslaitteet poistavat tunnetusti suuret inhimilliset virheet sekä satunnaiset poikkeamat.

Sveitsiläisten uusi sähköinen, kaikille asekalipereille sopiva Contraves-keskuslaskin on erittäin nopea ja tarkka. Sitä paitsi

4) Käytännössä Gammaa on pidettävä aikansa eläneenä, mikä johtuu ennakoiden riittämättömyydestä sekä koneen vähäisestä kenttäkelpoisuudesta

siihen on järjestetty mahdollisuus tykkikohtaiseenkin kantakorjaukseen, millä saadaan vapaus ryhmittää patterin tykit 100 m:n päähän toisistaan. Viimeksi mainitulla on näin napalmpommien aikakautena huomattava taktillinen arvo.

Nykyaikaisten keskuslaskinten suurimpia etuja on myös kyky vaihtaa maalia muutamassa sekunnissa, mikä meikäläisille vanhimille keskuslaskimille olisi tutkankin käyttöön ottamisen jälkeen mahdottomuus.

4. Tykkilaskimet

Tykkilaskimien kehittämisessä ei ilmeisesti ole päästy pitkälle, koska todella hyvän sekä samalla halvan ja kevyen tykkilaskimen tekeminen on vaikeaa. Parhaimpia lienee edelleen saksalainen Uhrvisier.

Yleisenä tendenssinä näyttää olevan kevyen automaattitykkipatterin varustaminen tutka-etäisyysmittari-keskuslaskin-yhdistelmällä. Varamenetelmäksi lienee jätetty jonkinlaiset suuntaimet. Viimeksi mainittuja voidaan menestyksellisesti käyttää vain matalatorjunnassa suoraan läheneviä maaleja ammuttaessa. Ruotsalaiset määrittävät suurimman vaihtopiste-etäisyyden tällöin 400 m:ksi 40 ItK:lle ja 100 m:ksi 20 ItK:lle. Suurin tehokas ampumaetäisyys 40 ItK:lla on tällöin amerikkalaisten, sveitsiläisten ja ruotsalaisten lähteiden mukaan 1500 m tai alle sen. Suomessa suoritettut tutkimukset vievät samoihin johtopäätöksiin.

Kun 40 ItK:n ballistisesti tehokas ampumaetäisyys muuten on huomattavasti yli 1500 m:n, on pyrkimys keskuslaskimiin ymmärrettävissä.

5. Kalustonarviointia

Mittaus- ja laskinkaluston arvioinnissa näyttelee suurta osaa ennakkopistehajonta.

Ennakkopistehajonnan keskeisimmät syyt ovat

- levottomasti hyppellevät mittausarvot, jotka esiintyvät automatisoimattomassa ja tasoittamattomassa mittauksessa ja

— liikevektorin eli nopeuden ja liikesuunnan määrittämisessä syntyvät virheet.

Hajonnan suuruus riippuu aina myös lentoajasta.

Ampuma-arvojen laskemista edeltää maalin koordinaattien, siis sivukulman, korkeuskulman ja etäisyyden mittaaminen, liikevektorin eli nopeuden ja liikesuunnan määrittäminen sekä ennakkopisteen määrittäminen edellisten perusteella noudattamalla takaisinkytkentäperiaatetta. Laskutehtäviä on jopa useita kymmeniä. Yhdenkin virheellinen suorittaminen siirtää ennakkopisteen väärään paikkaan, ja sen perusteella laskettavat ampuma-arvot, siis sivusuunta, korotus ja aikautus, tulevat virheellisiksi. Mitä useampi vaihe joutuu ihmisen suoritettavaksi, sitä suurempi on virheen mahdollisuus.

Ns maalilentotaulukoita sekä ammunnan tarkkailua käyttämällä on määritetty hajonnan suuruus vanhanmallisilla keskuslaskimillamme. Tutkimukset osoittavat ennakkopisteen ns 50 %:n hajonnan olevan 150 m/sek nopeudella lentävään maaliin 120—200 m. Se merkitsee, että 1/8 laukauksista osuu kuutioon, jonka särmä on 120 m (200 m). Kun nopeus on ollut n 50 m/sek, on päästy 50 %:n hajontaan 50 m, tällöinkin huolellisen koulutuksen jälkeen. Voidaan siis tehdä johtopäätös, että ennakkopistehajonta nopeudella 300 m/sek lentävään maaliin ammuttaessa on mahdollisesti jo 250—400 m, mikä on ilman muuta liian suuri. Yksinäisen lentokoneen alas ampumiseen tarvittava laukausluku nousee näet tällöin aikakranaateilla huomattavasti yli 10000:n. Muodostelmaakin ammuttaessa tarvitaan tällöin hyvin suuri laukausmäärä, ennen kuin pystytään tuhoamaan joku siihen kuuluvista lentokoneista.

Ulkomaisten lähteiden perusteella voidaan otaksua, että uuden aikaisen, tutkalla ohjatun sähköisen keskuslaskimen 50 %:n hajonta on keskimäärin alle 50 m:n, mitä voidaan pitää erittäin hyvänä saavutuksena. Alas ampumiseen tarvittava laukausluku on tällöin suuruusluokkaa 20—1000 maalin nopeudesta, ampumaetäisyydestä ja tykkikalustosta riippuvasti.

D. KOKONAISVAIKUTUKSEN MAARITTAMINEN

1. Tehoon vaikuttavat tekijät

Menemättä teoreettiseen syväluotaukseen voidaan esittää pääasiassa ruotsalaisiin lähteisiin perustuva, patterikokonaisuuksien tehon laskentaan sopiva yhtälö.

$$(3) \quad P = \frac{l \ m \ k \ s \ n \ D^3}{T^2 \ v^3}$$

Tässä on lisäksi otettu mukaan muutkin vaikutukset kuin nopeudesta ja lentoajasta johtuvat. Kaavassa

- l = putkien lukumäärä
- m = maalin koosta ja muodostelmassa olevien koneiden ominaisuuksista ja lukumäärästä riippuva kerroin
- k = kokeellisesti määritettävä, nimenomaan keskuslaskimesta riippuva kalustovakio
- s = sytytinkerroin
- n = tulinopeudesta riippuva kerroin
- D³ = tykin kaliiperin mukaan muuttuva kerroin
- T² = lentoaikakerroin
- v³ = maalin nopeudesta riippuva kerroin.

Tällaisena esitetyn kaavan käyttöarvo rajoittuu etupäässä eri kalustojen vertailuun⁵⁾. Jos halutaan esim verrata kahta patteria keskenään, muodostuu kaavasta (3) kaavan (1) tyyppinen osamäärälauseke.

⁵⁾ Eksaktit tehon yhtälöt voidaan tietysti johtaa, mutta se on tällaisessa yleistajuisessa esityksessä epätarkoituksenmukaista

On vielä huomattava, että suurien kaliiperien pitempi ampum aika pieniin verrattuna todellisuudessa suurentaa saatua suhdelukua verrattain paljon. Niin ikään lentoajan potenssi riippuu käytetystä sytytintyyppistä ollen aikasytyttimellä $n = 3$.

b. Esimerkki kaluston arvioinnista

Tarkastellaan nyt mikä olisi uudenaikaisen 4-tykkisen 120 mm:n ilmatorjuntapatterin vaikutus 250 m:n sekuntinopeudella lentävää maalia ammuttaessa verrattuna viime sodan aikaisen 88 mm:n ilmatorjuntapatterin vaikutukseen, josta sodassa on saatu konkreettisia kokemuksia. Laskelmat suoritetaan seuraavilla perusteilla:

- putkien lukumäärän suhde on 2:3
- maali kuvitellaan molemmissa tapauksissa samankokoiseksi
- uudenaikaisen keskuslaskimen 50 %:n hajontaa lienee pidettävä lähes kaksi kertaa 88 mm:n hajontaa pienempänä, joten voidaan käyttää suhdelukua 5:1
- tutkasytytin lasketaan tässä varovasti vain 5 kertaa aikasytytintä paremmaksi, jolloin suhdeluku on 5:1
- tulinopeuksien suhdelukuna käytetään 4:1
- ammusten tehojen suhde on likimäärin kaliiperin kuutioiden suhde, siis 120 mm:n ammuksen vaikutus on $n = 2,5$ -kertainen 88 mm:n vastaavaan verrattuna
- lentoajat ovat 120 mm:n ammuksella ainakin niin paljon pienemmät 88 mm:n vastaaviin verrattuina, että tehosuhteen 3:2 käyttö on paikallaan
- maalien nopeuksien kaksinkertaistumisen takia on ilmatorjuntatykistön teho toisen maailmansodan aikaiseen verrattuna kaavan (3) periaatteen mukaan 1:8

Näillä perusteilla on uudenaikaisella 120 mm:n patterilla n 31 kertaa paremmat edellytykset suoriutua tehtävästään kuin 88 mm:n patterilla toisen maailmansodan aikana. Kun hyvin suojattujen kohteiden tykkiluku tällöin oli 700, olisi 120 mm:n nykyaikaisia tykkejä tarvittu itse asiassa vain 15, ellei oteta huomioon taktillisia vaatimuksia, jotka suurentavat tätä lukumäärää.

Jottei edellä esitetty laskuesimerkki johtaisi virheellisiin yleistyksiin, on tuotava esille tosiasia, ettei siinä ole otettu huomioon suhdelukujen herkkyyttä eräiden olosuhteiden muutoksille eikä eri kerrointen keskinäistä riippuvuutta toisistaan, mikä jossain määrin myös vaikuttaa. Kun esimerkiksi maksimilentokorkeus kasvaa 30—40 %, mikä nykyaikaista ja toisen maailmansodan aikaista lennonsuorituskykyä toisiinsa verrattuna on tapahtunut tosiasia, suurenee ilmatorjuntatykin ammuksen keskimääräinen lentoaika T huomattavasti, jota paitsi tulittamisaikakin lyhenee saavuttaen tietyllä korkeudella raja-arvon 0. Sitä paitsi tehoon huomattavasti vaikuttava sytytinkerroinkaan ei ole vakiosuure.

Toiselta puolen on otettava huomioon, että nykyaikaisella aktioilmatorjuntatykistöllä voidaan onnistua saavuttamaan suhteellisesti parempiakin tuloksia kuin edelliset esimerkit osoittavat. Tällainen väite on perusteltavissa ja ilmeisesti kokemuksen tietä todettukin, koska kehitys ulkomailla on johtanut jopa yksitykkisiin tuliyksikköihin (Skysweeper).

III RAKETTIASE

Kaikki sotateknilliset uutuudet ja kehitystulokset kytkeytyvät määrätavalla taloudellisiin mahdollisuuksiin. Näin on ymmärrettävissä myös raketti-ilmatorjunnan syntyminen. On ilmeisesti pystytty jo toistakymmentä vuotta sitten laskemaan, kuinka epäkäytännöllisen kalliiksi korkeatorjunta (ainakin 10—20 km:n korkeudet) tulee aktioilmatorjuntatykistöllä, koska vaadittava tykkikalusto- ja ammusmäärä tällöin kohoaa huikeihin lukuihin. Kun toisaalta oli nähtävissä, että näiltäkin korkeuksilta on mahdol-

lista suorittaa lentohyökkäyksiä, ryhdyttiin määrätietoisesti kehittämään raketti-ilmatorjuntaa, mikä ei tule vanhanaikaistumaan niin kauan kuin sotatoimet pysyttelevät tällä taivaankappaleella. Ilmatorjuntaraketti on ilmatorjunnan runko vielä senkin jälkeen kun ihmisen ohjaaman torjuntahävittäjän mahdollisuudet loppuvat⁶⁾).

Rakettiaseen kehityksen esittely on suoritettu Tiede ja Ase n:o 11:ssä, joten tässä tyydytään vain toteamaan sen ilmatorjunnallinen käyttöarvo.

IV ILMATORJUNTAALUSTON TEKNILLISEN KEHITYKSEN VAIKUTUKSET

Jokaisen uuden taisteluvälineen ilmestyminen julkisuuteen herättää helposti enemmän toiveita kuin se pystyy täyttämään. Mitä pintapuolisemmin väline tunnetaan, sitä suurempi mahdollisuus on eksyä sen vaikutuksen yliarviointiin. Vastatoimenpiteetkin sitä paitsi tehostuvat jatkuvasti. Lentoaseen yhä vain kasvavat nopeudet ja lentokorkeudet sekä paraneva pommitustekniikka ovat juuri sellaisia vastatoimenpiteitä, jotka ilmatorjuntatykistön teknillisten uutuuksien vaikutusta arvioitaessa on syytä ottaa huomioon.

Tällä hetkellä näyttää kuitenkin siltä, että tekniikka on pystynyt luomaan ilmatorjuntatykistölle paljon paremmat edellytykset kuin sillä oli toisessa maailmansodassa. Korkealta pommittavat lentokoneet voidaan tehokkaasti torjua ilmatorjuntaraketeilla, joiden osumatodennäköisyys ja vaikutus on erittäin suuri ja kehitysmahdollisuudet paremmat kuin lentokoneiden. Kaukorakettienkin torjunta näillä on mahdollisuuksien rajoissa. Matala- ja syöksytorjunta pystytään edelleen hoitamaan aktioilmatorjuntatykistöllä, vaikkakin sen ammusten pieni teho ja suhteellisen suuret lentoajat rajoittavat tehokkaan ammunnan varsin lyhyille etäisyyksille.

⁶⁾ Mielipide on maailmankuulun rakettispesialistin, tohtori-insinööri Eugen Sängerin

Ajateltaessa ilmatorjuntatykistömme tulevaa kehitystä pienen budjetin puitteissa voidaan todeta, että vain murto-osa välttämättömimmästä tarpeesta voidaan tyydyttää. Tämä pakottaa erityisen huolellisesti harkitsemaan, millaisia tehtäviä meidän rauhansopimuksen mukaan sallitulle aktioilmatorjuntatykistöllemme voidaan antaa. Sikäli kuin jo välttämättömiksi käyneitä hankintoja suoritetaan, niiden on tapahduttava harkitun tehtävän parasta mahdollista suoritusta silmällä pitäen. Tämä ehto edellyttää, että kaikki detaljikysymykset tutkitaan erittäin perusteellisesti, joka tapauksessa paljon laajemmin kuin tällaisessa yleistajuisessa katsauksessa on mahdollista tehdä.

Käytetyt lähteet:

- Hans Brändli: Theorie des Mehrfach-Schusses; Basel 1950
Das Sperreschiessen der kleinkalibrigen Fliegerabwehr; Frauenfeld 1951
- Camille Rougeron: Les enseignements de la guerre de Corée; Editions Berges-Lavrault 1952
- H Baasch: Entwicklungstendenzen der schweren Flieger-Abwehr-Geschütze; Flugwehr und Technik 5/47
- E Hellström: Om beräkning av luftvärnskanoneldens verkan; Artilleri-Tidskrift 5/48
- J H Wiggs, C M Cershon: A new tactical doctrine AAA gun employment on a quantitative basis; Antiaircraft Journal 1/50
- Virgil M Kimm: Development of AW Fire Control; Antiaircraft Journal 6/50
- Elmo E Cunningham: The One-Twenty Millimeter Gun; Antiaircraft Journal 5/50
- Harald Jenzén: Utvecklingen av armens vapen och ammunition under de sista två decennium; Kungliga Krigsvetenskapsakademiens Handlingar och Tidskrift 6/51
- S O Z Hädell: Luftvärnet och dess möjligheter; Kungliga Krigsvetenskapsakademiens Handlingar och Tidskrift 3/52
- Fr Pile: The Antiaircraft Defence of Great Britain; The Fighting Forces 4/48
- N Simojoki: Nykytyyppisen ilmatorjuntatykistön ajankohtaista arviointia; Tiede ja Ase N:o 8
- E Hirva: Katsaus ohjattavien rakettien ominaisuuksiin, käyttömahdollisuuksiin ja käyttötapoihin; Tiede ja Ase n:o 11
- Eugen Sängner: Entwicklungstendenzen der Luftwaffe; Interavia 3/52
- K Kankaanpää: Aika-ammunnan tehon määrittämiseksi käytettyjä järjestelmiä ja niiden arviointia; Sotakorkeakoulun diplomityö v 1952
- K Huuhka: Ilma-ammunnassa kevyillä ilmatorjunta-aseilla mahdollisista approksimaatioista; Sotakorkeakoulun diplomityö v 1952