

# ILMATORJUNTA 1980- JA 1990-LUVUILLA

**Yleisesikuntamajuri Seppo L e h t o ja  
yleisesikuntamajuri Raimo L a h t i p e r ä**

## JOHDANTO

Ilma-aseen kehittyminen ja sen käyttöperiaatteiden muutokset luovat tarpeen ilmatorjunnan kehittämiseksi. Toisaalta jatkuva kilpailuasetelma kahden vastakkaisen tekijän — hyökkäyksellisen ilma-aseen ja puolustuksellisen ilmatorjunnan — välillä sekä nopea teknillinen kehitys pakottavat alituisesti etsimään uusia ja parempia ratkaisuja tavoitteen — ilmanherruuden tai sen kiistämisen — saavuttamiseksi. Esimerkiksi toisen maailmansodan jälkeen, kun Liittoutuneiden strategiset pommitukset tai saksalaisten kostoaseiden käyttö olivat osoittaneet ilmatorjunnan ulottuvuuden riittämättömäksi, alkoi voimakas suuren ulottuvuuden omaavan ohjusilmatorjunnan kehitystyö. Sen tuloksena syntyi 1950-luvulla ensimmäinen alueilmatorjuntaohjuspolvi suurten ja tärkeiden strategisten kohteiden suojaksi.

Kun sitten 1960-luvulle siirryttäessä ilma-aseen kehittäminen painottui taktillisen ilma-aseen — rynnäkkökoneiden ja helikoptereiden sekä niiden asearsenaalin — alueelle, ilmatorjunta ei enää jäänyt keskinäisessä kilpailussa jälkeen. Samanaikaisesti alettiin kehittää uusien jo palveluskäyttöön tulleiden ammusasejärjestelmien rinnalle lähi- ja kohdetorjuntaan soveltuvia ohjusjärjestelmiä. Ilmatorjunnan kehittämisen selvä painopiste onkin 1960-luvulta lähtien ollut lähi- ja kohdetorjunnan asejärjestelmien kehitystyössä. Nykyinen ja tuleva ilma-ase asettaa tälle kehitystyölle useita vaatimuksia, joihin eri asejärjestelmät pyrkivät parhaan kykynsä mukaan vastaamaan. Näitä ovat:

- erittäin suuri elektronisen häirinnän sietokyky
- heitteiden — ohjusten ja ohjautuvien pommien — torjuntakyky
- pimeätoimintakyky
- kyky toimia useita samanaikaisesti esiintyviä ja erilaisia maaleja vastaan eli järjestelmän on omattava suuri reaktiokyky
- asejärjestelmien itsenäisyys
- hyvä liikkuvuus ja taistelunkestävyys.

Kirjoituksessa tarkastellaan katsauksenomaisesti nykyistä ilmatorjuntaa ja sen kehitysnäkymiä tavanomaisesta torjunta-aluejaottelusta poiketen eri käyttöalueiden pohjalta. Pyrkimyksenä on tämänhetkiseen asetekniseen tasoon ja ilma-aseen luomaan uhkakuvaan pohjautuvien kehitysnäkymien lisäksi antaa lukijalle kuva myös ilmatorjunnan käyttöperiaatteista. Resurssien erilaisuudesta johtuen tarkasteluun on sisällytetty suurvaltojen ja toisaalta pienten, meihin verrattavissa olevien valtioiden ilmatorjuntajärjestelyt. Kirjoitus perustuu pääasiassa lehdistötutkimukseen ja kirjoittajien eri opintomatkoilla hankimaan aineistoon.

## ILMATORJUNTA KOTIALUEEN SUOJANA

Toisen maailmansodan kokemusten ja sotateknillisen kehityksen aikaansaama tarve ilmatorjuntaohjusjärjestelmien kehittämiseksi ei muuttanut ilmapuolustuksen rakennetta. Hävittäjätorjunta ja ilmatorjunta sekä näiden keskitettyyn johtamiseen kykenevä johtamis- ja valvontajärjestelmä muodostivat edelleen ilmapuolustuksen rungon. Ilmapuolustuksen osana kotialueen ilmatorjunta oli ryhmitetty pääasiallisesti valtakunnallisesti tärkeiden kohteiden ympärille kohteen suuruudesta tai tärkeydestä riippuen joko alue- tai kohdesuojausperiaatteella. Uusien aluetorjuntaohjusten myötä ilmatorjuntaa oli mahdollista käyttää valtion tai liittoutuman reuna-alueilla ainakin uhanalaisimmissa suunnissa laajoillakin alueilla ns. ilmatorjuntavyöhykkeinä. Näin hävittäjätorjunnan tukialue voitiin siirtää syvemmälle ja parantaa ilmapuolustuksen taistelunkestävyyttä.

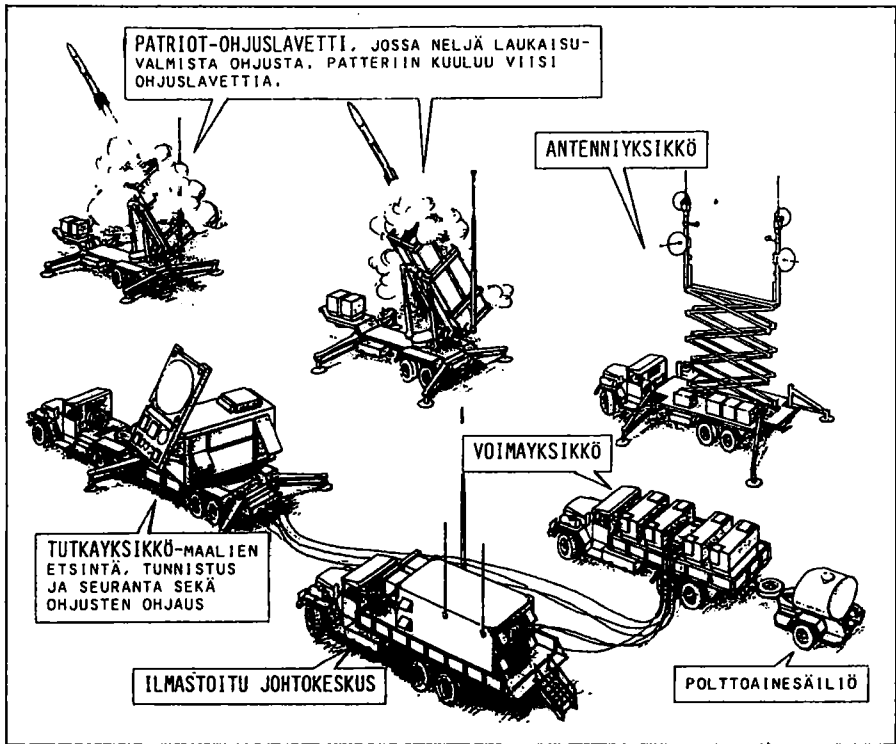
Esimerkkinä ilmatorjunnan käytöstä kotialueen ilmapuolustuksen osana voidaan tarkastella Neuvostoliiton kotialueen suojaamisjärjestelyjä. Neuvostoliitossa on sotakokemuksiin perustuen pantu erityinen paino vahvan ilmapuolustuksen kehittämislle. Neuvostoliiton kotialueen ilmapuolustusjoukot (PVO Strany) lienee strategisten ohjusjoukkojen ja maavoimien jälkeen kolmanneksi suurin puolustushaara jättäen miesvahvuudessa taakseen niin ilma- kuin merivoimatkin. Neuvostoliiton Euroopan puolisella alueella lienee kaksikin yhtäjaksoista ilmatorjuntavyöhykettä. Näistä toinen sijaitsee aivan valtakunan luoteis- ja länsirajan tuntumassa ulottuen yhtenäisenä vyöhykkeenä Kuolan niemimaalta aina Mustalle merelle asti. Tämän vyöhykkeen takana ovat vahvan hävittäjätorjunnan tukialueet. Etelämpänä ja hieman sisempänä sijainnee toinen vastaavanlainen vyöhyke Moskovan alueelta Kaukasusvuoristoon päin. Ilmatorjuntaohjusvyöhykkeiden ohjusyksiköiden pääkaluston muodostavat SA-3 ja SA-5 aluetorjuntaohjusjärjestelmät. Meilläkin palveluskäytössä oleva SA-3 ohjusjärjestelmä on kehitetty erityisesti matalalla lentävien maalien tuhoamiseen. Se on modernisoitu 1970-luvun alussa. Tuliyksikköön kuuluneet kaksi maalinosoitustutkaa, tulenjohtotutka ja 4—6 ohjuslavettia, joilla kullakin on neljä laukaisuvalmista ohjusta. Maalinosoitustutkien mittausetäisyys on yli 200 km ja tulenjohtotutkan vastaavasti noin 45—80 km. Maalin seuraamiseksi kuuluu tulenjohtoyksikköön myös televisio (TV)-järjestelmä, jolla tulta voidaan johtaa aina 30 km etäisyydeltä alkaen. Näin voidaan näkyvyysolosuhteissa väistää elektronista häirintää. Ohjus on yli 6 metriä pitkä ja halkaisijaltaan noin puoli metriä. Kaksivaiheinen ruutirakettimoottori antaa ohjukselle yli 2 Machin nopeuden. Ohjausmenetelmänä on komento-ohjaus. Ohjuksen ulottuvuus on etäisyydessä 20—30 km. Tulitettavan maalin lentokorkeus voi vaihdella muutaman kymmenen metrin korkeudesta aina yli 15 kilometriin.

SA-5 järjestelmä omaa yli 100 km ulottuvuuden ja soveltuu myös ohjustentorjuntaan. SA-5 ohjusjärjestelmä on ollut palveluskäytössä jo 1960-luvun puolivälistä, eikä sen modernisoinnista ole tietoa. Uudeksi kotialueen ilmapuolustusjoukkojen ohjusjärjestelmäksi tulee lähivuosina SA-10. Sen ulottuvuus on etäisyydessä noin 65 km ja korkeussuunnassa noin 30 km. Ohjuksilla, jotka torjuntatilanteessa laukaistaan pystysuoraan ylöspäin, uskotaan kuitenkin olevan mahdollista torjua myös pinnassa lentävät maalit, kuten risteilyohjukset. Syvemmälle Neuvostoliiton sisäosiin mentäessä on tärkeät valtakunnalliset kohteet, kuten suurimmat asutus- ja teollisuuskeskukset, suojattu vanhemmalla SA-2 tai SA-3 ohjuskalustolla. SA-3 ohjuksia on käytetty myös lentotukikohtien suojaamiseen. Ammusilmatorjunnan 23 mm kevyitä kaksoisil-

matorjuntakanuunoita ja 57 mm automaattiyksiköitä käytetään myös kotialueen kohteiden ja alueilmatorjuntaohjusyksiköiden suojana.

Myös Yhdysvalloissa kiinnitettiin maailmansodan jälkeen huomio ilmapuolustuksen kehittämiseen. Se johti 1950-luvulla koko Pohjois-Amerikan mantereeseen käsittävän strategisen NORAD (North American Air Defence) — ilmapuolustusjärjestelmän rakentamiseen yhteistoiminnassa Kanadan kanssa. Pohjois-Amerikan ilmapuolustus käsitti 1960-luvulla johtamis- ja valvontajärjestelmän sekä torjuntahävittäjälaivueiden lisäksi 280 Nike-alueilmatorjuntaohjuspatteria, joiden ohjuslaveteilla oli yhteensä yli 10 000 toimintavalmista ohjusta. Näillä suojattiin kaupungit ja sotilaallisesti tärkeät kohteet. Sittenmin 1970-luvulla järjestelmää kehitettäessä painopiste on siirretty kaukovalvonta- ja ohjustentorjuntaohjusjärjestelmiin sekä hävittäjätorjuntaan. Ilmatorjunnan osuus on laskenut lähes olemattomiin. Vuonna 1981 kuului NORAD-järjestelmään enää seitsemän Nike Hercules- ja kahdeksan Hawk-yksikköä, jotka organisatorisesti kuuluvat USA:n maavoimiin. Kehityssuunta selittyy USA:n merellisellä ympäristöllä. Mahdollisella hyökkääjällä ei ole tukialueita rajojen välittömässä läheisyydessä ja näin hävittäjätorjunnan hälyttämiseen jää aikaa.

Sen sijaan Keski-Euroopassa, missä varoitusaika läntisen ja itäisen sotilasliittoutuman raja-alueella jää lyhyeksi, ilmapuolustus Saksan Liittotasavallassa edelleen rakentuu ensisijaisesti NATO:n johdossa olevaan Hawk-ohjusvyöhykkeeseen ja sitä taa-



Kuva 1: PATRIOT — alueilmatorjuntaohjusjärjestelmä.

empnana seuraavaan Nike Hercules-vyöhykkeeseen. Nämä noin 900 km pitkät vyöhykkeet ulottuvat Itämereltä Itävallan rajalle ja käsittävät yhteensä 84 Hawk- ja 52 Nike Hercules-ohjuspatteria. Ilmatorjuntavyöhykkeet sitovat eri tehtäviin noin 30 000 miestä. Yksi lavettikerta käsittää yhteensä 1980 ohjusta. Hawk-pattereiden kalusto on modernisoitu 1970-luvulla. Improved Hawk -ohjusjärjestelmän reaktioaikaa on voitu uuden digitaalitekniikan avulla merkittävästi lyhentää. Samalla on parannettu elektronisen häirinnän sietokykyä ja yksinkertaistettu huoltoa. Nike Hercules -ohjusyksiköt tullaan tällä ja ensi vuosikymmenellä korvaamaan uudella Patriot-ohjusjärjestelmällä. Patriot-alueilmatorjuntaohjusjärjestelmä (kuva 1) on pitkän, yli 30 vuotta kestäneen kehitystyön tulos. Tuliyksikkö eli ohjuspatteri käsittää tutkayksikön, johtokeskuksen, voimayksikön, antenniyksikön ja viisi ohjuslavettia, joissa kussakin on neljä hermeettisissä säiliöissä olevaa ohjusta. Tutkayksikkö on miehittämätön. Tutka on monitoiminen ja sikäli erikoinen, ettei siinä ole pyörivää antennia. Mittaus tapahtuu siirtämällä keiloja sähköisten linssien avulla noin 130° sektorissa. Yhtäaikaan voidaan seurata noin sataa maalia ja ohjata kahdeksaa ohjusta kutakin eri maaleihin. Toimintaa ohjataan sähköisesti johtokeskuksesta. Johtokeskuksen tietokoneille on ohjelmoitu uhkakuva, ratkaisumallit, järjestelmän ohjaamiseen tarvittavat tiedot sekä koko ohjusjärjestelmän sisäinen vianetsintä. Tämä mahdollistaa täysin automaattisen toiminnan maalin havaitsemisesta ohjuksen laukaisuun ja tuloksen toteamiseen. Ohjus on yksivaiheinen ja käyttää kiinteää polttoainetta. Maksiminopeus on 5 Machia ja ulottuvuus noin 160 kilometriä. Ohjausmenetelmänä on TVM-ohjaus (Track-via-Missile). Taistelukarki painaa 75 kg. Myös ydinlatauksen käyttö on mahdollista. Ohjuslavettien ohjaus tapahtuu radioilla ja ainoastaan johtokeskus, tutka ja näiden yhteinen voimakone on yhdistetty toisiinsa kaapeleilla. Mikäli yksiköt toimivat ilmatorjuntapatteristona, saavat patterit ohjeita ja tietoja patteriston johtokeskuksesta. Tämä on rakenteeltaan identtinen patterin johtokeskuksen kanssa, mutta tietokoneiden ohjelmisto on muutettu patteriston toimintoja vastaavaksi.

## KOTIALUEEN ILMATORJUNNAN KEHITYSNÄKYMÄT

Alueilmatorjuntavyöhykkeet tulevat 1990-luvulla säilymään Euroopassa kotialueen suojaamistehtävissä. Patriot-projekti on kuitenkin tullut erittäin kalliiksi. Tuliyksikön hinnaksi arvioitiin vuoden 1983 lopussa, jolloin tehtiin hankintapäätökset Keski-Eurooppaan sijoitettavista 24 Patriot-patterista, 500—550 miljoonaa markkaa. Pelkän ohjuksen hinta lienee noin 10 miljoonaa markkaa. Niinpä alkuperäinen suunnitelma koko NATOn ilmatorjuntavyöhykkeen korvaamisesta 103 Patriot-patterilla on täysin romuttunut. Patriot-ohjusjärjestelmän kehittämisessä tavoitteena olleet käyttöhenkilöstön minimoiminen ja toimintavarmuuden säilyttäminen elektronisen häirinnän alaisena eivät ole toistaiseksi täysin vastanneet odotuksia. Patriot-patteriston henkilöstömäärä on tosin selvästi edeltäjänsä pienempi (765 miestä), mutta sen sijaan järjestelmän toiminnassa ei ole päästy riittävään varmuuteen automaattisessa tietojenkäsittelyssä esiintyneiden lukuisten virheiden vuoksi. Ohjelmointia kehittämällä osa virheistä voitaneen poistaa. Riittävän toimintavarmuuden saavuttamiseen suhtaudutaan kuitenkin kriittisesti.

Edellämainitut tekijät saattavat pakottaa suurvallatkin arvioimaan kotialueen suojaamiseen käytettävien asejärjestelmien kustannustehokkuutta uudelleen. Joka ta-

pauksessa on selvää, että vain suurvallan tai sen tukeman liittoutuman on mahdollista varustaa ilmapuolustusjärjestelmänsä monipuolisesti. Keskisuurten ja pienten valtioiden resurssit eivät tällaiseen riitä. Ilmapuolustusjärjestelmä on kuitenkin jokaiselle valtiolle sen suvereniteetin ensimmäinen mittapuu ja edellyttää jo rauhan aikana täysin toimintavalmiin, koko valtakunnan kattavan järjestelmän ylläpitoa. Suuremman ulottuvuuden omaavana hävittäjätorjunta asetetaan tällöin etusijalle. Esimerkiksi Ruotsi on jatkuvasti pitänyt ajan tasalla torjuntahävittäjäkalustonsa, mutta luopunut vuonna 1978 Robot 68 (Bloodhound) -ohjusyksiköiden toimintavalmiuden ylläpidosta. Sveitsillä on samoin moderni torjuntahävittäjäkalusto (Mirage III- ja F-5 hävittäjät), mutta vanhentunut, 1960-luvun puolivälissä hankittu Bloodhound-ilmatorjuntaohjusrykmentin kalusto, jota ei ole modernisoitu. Englanti poistaa parhaillaan käytöstä Bloodhound-yksiköitään. Hävittäjätorjunnan asema tulee siis edelleen korostumaan aluetorjuntaohjusten jäädessä vanhenemisen myötä pois palveluskäytöstä.

Tämä kuvattu kehityssuunta asettaa erityiset vaatimukset lentotukikohtien suojaamiselle paitsi ilmasuojelun keinoin myös tehokkaalla ilmatorjunnalla. Etäisaseiden käyttö ja matalahyökkäykset asettavat omat vaatimuksensa ilmatorjunnan laadulle, 360° hyökkäyssektori taas sen määrälle. Ilmatorjunnan tulen tulee ulottua ympyränmuotoisesti yli 8 000 metrin etäisyydelle tukikohdasta ja sillä on kyettävä estämään matalahyökkäykset 10—30 metrin korkeudestakin. Ilmavoimien tukikohtien ilmatorjuntaa ollaan tehostamassa. Tällä ja ensi vuosikymmenellä tukikohdat tullaan yleisesti suojaamaan 20—40 mm ammusilmatorjunta-aseiden lisäksi kohdetorjuntaan soveltuvalle ohjuskalustolla.

Englannissa RAF:n tukikohdat on jo nyt suojattu Rapier-kohdetorjuntaohjuksilla. Myös Yhdysvallat on vastikään suojannut Englannissa olevat seitsemän tukikohtaansa 28 Rapier-yksiköllä. Hankintakustannukset olivat noin 865 miljoonaa markkaa. Hankintaerään ei sisällynyt Blindfire-tulenohtotutkia. Rapier-tuliyksikön, johon kuuluu maalinosoitustutka, ohjuslavetti, ohjukset ja optinen tähtäinyksikkö, hinnan voidaan tällä hetkellä arvioida olevan 35—40 miljoonaa markkaa. Rapier-ohjusjärjestelmä omaa hyvän matalatorjuntakyvyn. Ulottuvuus etäisyydessä on noin kuusi ja korkeussuunnassa noin kolme kilometriä.

Ranskassa ilmavoimien tukikohdat on aiemmin suojattu 20 mm kevyillä ilmatorjuntakanuunoilla. Tukikohtien ilmatorjuntaa ollaan parhaillaan tehostamassa ranskalaisella Grotale-kohdetorjuntaohjusjärjestelmällä. Järjestelmä koostuu ajoneuvoihin sijoitetuista maalinosoitusyksiköstä ja lavettiyksiköstä. Maalinosoitustutkana on Thomsonin Mirador-pulssidopplertutka. Mittausetäisyys 1 m<sup>2</sup>:n maaliin on noin 18,5 km. Maalinosoitus suoritetaan digitaalisena datasiirtona joko kaapeliyhteydellä tai 50—5 000 metrin etäisyyksillä radioyhteydellä. Maalinosoitusyksikkö voi ohjata kahda tai kolmea lavettiyksikköä. Ohjuksen kantama on yli kahdeksan kilometriä. Ohjus on varustettu herätesytyttimellä. Taistelukärjessä on räjähdysainetta 15 kg ja sen vaikutusalueen säde on kahdeksan metriä. Ohjausmenetelmänä on automaattinen komento-ohjaus suuntalinjalle. Tulenohtotutkan ( $E_{\text{mitt}}$  16 km) lisäksi voidaan käyttää TV-seurantajärjestelmää. Järjestelmällä on hyvä häirinnänsietokyky.

Saksan Liittotasavallassa ilmavoimien tukikohdat on suojattu 1970-luvun alussa palveluskäyttöön tulleilla Rheinmetallin 20 mm kevyillä ja jo 1960-luvulla hankituilla Boforsin 40 mm automaatti-ilmatorjuntakanuunoilla. Vuodesta 1979 lähtien ilmavoimat ovat yrittäneet saada hyväksytyksi varat Roland-kohdetorjuntaohjusyksiköiden hankinnalle. Päätös ilmavoimien tukikohtien suojaksi hankittavista 60 Roland-tuliyksiköstä tehtiin viime vuonna. Samassa yhteydessä myös Yhdysvallat hankkii kolmen

Liittotasavallan alueella olevan lentotukikohtansa suojaksi yhteensä 27 Roland-yksikköä. Roland on samalle alustalle integroitu tuliyksikkö. Se käsittää maalinosoitustutkan, tulenjohtotutkan, IFF-laitteen, digitaalilaskimen ja 2—4 laukaisuvalmista ohjusta. Ohjausmenetelmä on sama kuin Crotalella. Järjestelmän reaktioaika on lyhyt. Järjestelmä kykenee aloittamaan tulen vaarallisimpaan maaliin 5 sekunnissa maalin havaitsemisesta. Roland on jo palveluskäytössä Ranskan ja Saksan maavoimissa armeijakuntien ilmatorjuntarykmentin kalustona.

Myös Italia tehostaa ilmavoimiensa tukikohtien ilmatorjuntaa. Tukikohdat on nykyisin suojattu Boforsin 40 mm automaattitykeillä samoin kuin Ruotsissa. Vuodesta 1984 alkaen tärkeimmät lentotukikohdat saavat suojakseen italialaisen Selenian Spada-kohdetorjuntaohjuspatterit. Ensimmäiset neljä yksikköä ja 220 Aspide-ohjusta on tilattu vuonna 1982 noin 350 miljoonan markan kauppahintaan. Kaikkiaan suunnitellaan hankittavaksi 20 patteria ja 1 100 ohjusta. Patteriin kuulu normaalisti johtokeskus maalinosoitustukineen ja kaksi tulijaosta, joissa kummassakin on tulenjohtokeskus ja kaksi ohjuslavettia à kuusi ohjusta. Ohjuksen ulottuvuus on noin 10 kilometriä ja se hakeutuu maaliin puoliaktiivisesti. Ohjusjärjestelmän erityispiirteenä on hyvä matalatorjuntakyky ja häirinnäsietokyky.

Ruotsissa lentotukikohdan suojana on yleensä automaatti-ilmatorjuntapatteristo, johon kuuluu kolme patteria. Kussakin patterissa on maalinosoitustutka (PS 04) tulenjohtotutka (CIG 760) ja kuusi 40 mm automaatti-ilmatorjuntakanuunaa. Ruotsissa on 1980-luvun alussa useaan otteeseen tuotu esille tarve suojata tärkeimmät tukikohdat vähintään 12 km ulottuvuuden omaavalla joksään ohjusjärjestelmällä. Uuden ohjusjärjestelmän suunnittelutyö lienee jo käynnistetty ja tarkoituksena on vuoteen 1992 mennessä varustaa 5—10 patteristoa tällaisella noin 10—15 km ulottuvuuden omaavalla ohjusjärjestelmällä.

## KENTTÄARMEIJAN SUOJAAMINEN

### 1980-luvun tilanne eräissä valtioissa

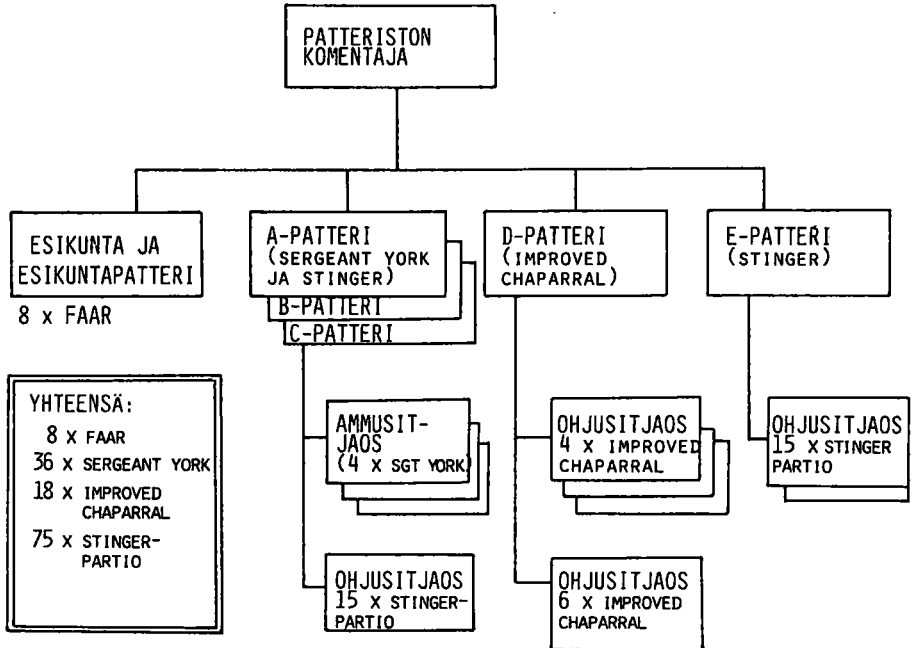
#### Yhdysvallat

Yhdysvalloissa sotatoimialueen yhtymät suojataan lähi-, kohde- ja aluetorjuntaluokan ilmatorjunta-asejärjestelmillä. Armeija- ja armeijakuntatasoisilla yhtymillä on käytössään ilmatorjuntaprikaateja tai ilmatorjuntatykistöryhmiä, joihin kuuluu liukuva määrä Nike Hercules-, Hawk- tai Chaparral/Vulcan-asejärjestelmillä varustettuja 4-patterisia ilmatorjuntapatteristoja. Divisioonilla on lisäksi orgaaninen Chaparral/Vulcan-patteristo ja sille alistetaan 68—73 Redeye-lähitorjuntaohjuspartiota. Improved Hawk -patteristoja käytetään pääasiassa divisioonien taistelun tukemiseen. Ne ryhmitetään 25—50 km:n päähän etulinjasta aluesuojausperiaatteella, jolloin patterit pyritään ryhmittämään alle 20 km etäisyyksille toisistaan. Divisioonan orgaaniseen ilmatorjuntapatteristoon kuuluu kaksi Chaparral-kohdetorjuntaohjuksilla ja kaksi 20 mm Vulcan-tykeillä varustettua patteria. Patteristo pidetään yleensä divisioonan johdossa, mutta tykkyyksiköt, joilla suojataan prikaatien taisteluosat, voidaan alistaa prikaateille. Tykkyyksiköitä voidaan käyttää jaoksittain. Chaparral-ohjuspattereilla suojataan divisioonan tykistöä, operaatiokeskusta ja huoltolaitoksia. Ohjusvaunut ryh-

mitetään aluesuojausperiaatteella korkeintaan kahden kilometrin päähän toisistaan. Redeye-lähitorjuntaohjuspartiot hajautetaan suojaamaan jalkaväkeä ja tykistöä periaatteella partio/komppania ja patteri. Redeye-ohjusjärjestelmää ollaan parhaillaan korvaamassa kehittyneemmällä Stinger-ohjuksella. Uusi ohjusjärjestelmä on edelleen infrapunaohjuksellinen, mutta sillä voidaan tulittaa myös lähestyviä suihkukoneita. Stingerin ulottuvuus on edeltäjänsä verrattuna lähes kaksinkertainen ( $E > 6$  km).

Sotatoimialueen ilmapuolustusta johtaa tavallisesti ilmavoimiin kuuluva ilmapuolustuskomentaja. Hänen tehtäviinsä kuuluu ilmatorjunnan ja ilmavoimien tehtävien koordinointi. Alueilmatorjuntaohjuspatteristojen tulenkäyttöä johtaa armeijakunnan vastuualueella alueellinen ilmapuolustuksen johtokeskus. Divisioonan ilmapuolustusupseerina toimii orgaanisen ilmatorjuntapatteriston komentaja. Ilmatorjunnan tulenkäytön johtaminen on hyvin keskitettyä. Divisioonan alueelle ryhmitetään kahdeksan maalinsoitustutkaa ( $E_{\text{mitt}} 20$  km) joko pareittain (tutkavuorottelu) tai yksitellen hajaryhmitukseen. Mittausaseman on oltava vähintään 2 km etulinjasta eikä tutkien keskinäinen etäisyys saa olla 9 km suurempi. Ilmatilannekuva muodostetaan ilmatorjuntapatteriston johtokeskuksessa. Maalinsoitus ja tulenkäyttöä koskevat määräykset otetaan vastaan ohjusvaunu-, tykkiryhmä- tai ohjuspartioohjaisella näyttölaitteella.

Kenttäarmeijan ilmatorjuntaa ollaan parhaillaan tehostamassa uudemmilla asejärjestelmillä. Nike-patteristot korvataan Patriot-patteristoilla. Uuden raskaan divisioonan (Divisioona 86) orgaaninen ilmatorjuntapatteristo on asejärjestelmien laadun ja määrän osalta tuntuvasti edeltäjänsä vahvempi. Uusi organisaatio on esitetty kuvassa 2. Erityisesti on parannettu etulinjan tuntumassa taistelevien joukkojen ilmatorjuntaa korvaamalla 20 mm Vulcan-tykit uudella 40 mm "Sergeant York" -ilmatorjuntapans-



Kuva 2: Amerikkalaisen divisioonan ilmatorjuntapatteriston kokoonpano.



Kuva 3: SERGEANT YORK-ilmatorjuntapanssarivaunu.

sarivaunulla (kuva 3). Uuden asejärjestelmän sarjatuotanto aloitettiin syyskuussa 1983. Kokonaistarve on noin 600 tulyksikköä. Ensimmäiset hankintaerät (1983—1985) käsittävät 276 Sergeant York -vaunua. Järjestelmä on erittäin pitkälle automatisoitu. Integroitu digitaali ohjattu tulenjohtojärjestelmä käsittää maalinsoitustutkan ( $E_{mitt}$  15 km), tulenjohtotutkan, stabiloidun optisen tähtäimen, laseretäisyysmittarin ja IFF-laitteet. Laskin valitsee vaarallisimman maalin ja kuka tahansa kolmihenkisestä miehistöstä voi aloittaa tulittamisen. Vaunu voi tulittaa myös liikkeessä. Varsinaisina aseina on kaksi Boforsin 40 mm ilmatorjuntakanuunaa, joiden tehokas ampumetäisyys ulottuu neljään kilometriin. Tulen tehoa on lisätty varustamalla kranaatit herätesytyttimin. Myös Chaparral-ohjusjärjestelmä on modernisoitu. Erityisesti sen pimeätoimintakykyä on parannettu asentamalla ohjusvaunuihin FLIR-laitteet. Lisäksi Stinger-lähi-ilmatorjuntaohjukset on liitetty ilmatorjuntapatteriston organisaatioon ja näin monipuolistettu niiden taktillisia käyttömahdollisuuksia. Erityinen huomio on pantu myös elektronisen häirinnän vaikutuksen pienentämiseen ottamalla käyttöön asekohtaiset passiivisesti toimivat ilmaisimet. Tällöin maalin havaitseminen perustuu siitä lähtevään tutka- tai infrapunasäteilyyn ja helikoptereiden osalta myös ääneen. Akustinen ilmaisin kykenee havaitsemaan pinnassa lentävän helikopterin jopa 10 km etäisyydellä. Näin maalinsoitustutkien käyttöaikoja voitaneen oleellisesti pienentää.



## Neuvostoliitto

Maavoimien ilmatorjunnan voimakas kehittäminen alkoi Neuvostoliitossa heti toisen maailmansodan jälkeen. Vasta tällöin ilmatorjunnasta tuli maavoimissa itsenäinen aselaji. Kehittämisessä on ollut asejärjestelmän ampumateknillisten ominaisuuksien rinnalla merkitseväenä vaatimus määrällisestä riittävydestä ja suuresta operatiivisesta liikkuvuudesta, jolla taataan, että taistelujoukot voidaan suojata jatkuvasti liikkuvassakin sodankäynnissä. Vaatimukset on toteutettu. Kaikki maavoimien ilmatorjuntajoukkojen nyt palveluskäytössä olevat asejärjestelmät on asennettu pyörä- tai telalavetille ja ilmatorjuntajoukot on liitetty orgaanisesti rintaman eriasteisille yhtymille. Tämä osoittaa lähtökohtana olevan määrällisen riittävyyden. Kenttäarmeijan ilmatorjuntaa ei nähdä enää tarpeelliseksi pitää ylemmän johtoportaan johdossa kulloisenkin ilmatorjunnan painopisteen muodostamiseksi. Maavoimien ilmatorjunta on organisoitu eri tasoille siten, että

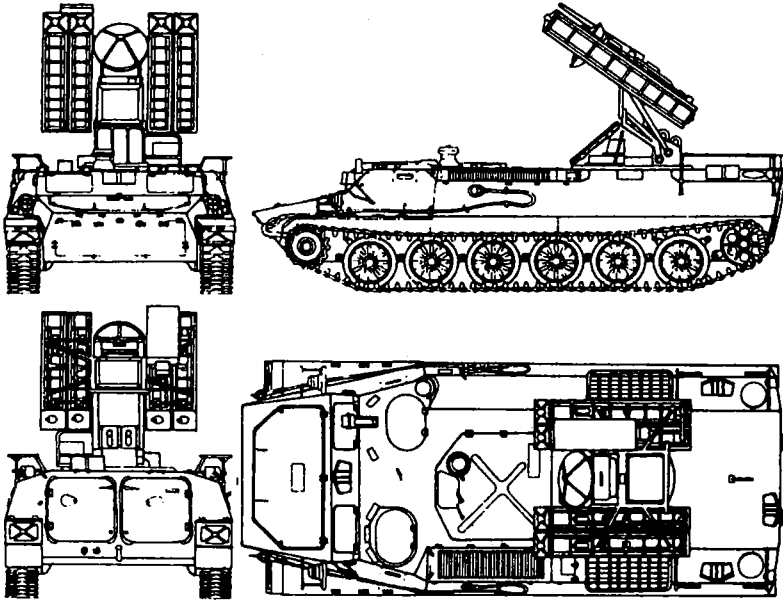
- moottoroituun jalkaväki- ja panssarirykmenttiin kuuluu ilmatorjuntapatteri,
- divisioonaan kuuluu ilmatorjuntarykmentti,
- armeijaan kuuluu ilmatorjuntaprikaati ja
- rintamaan 1—2 ilmatorjuntaprikaatia.

Rykmentin ilmatorjuntapatterissa on kaksi jaosta, joista toisen muodostaa PT-76 tela-alustalle asennettu 23 mm neliputkinen, tulenjohtotutkalla varustettu ammusasejärjestelmä ZSU-23-4 "Shilka" ja toisen BRDM 2-pyöräalustalle asennettu passiivisesti maaliinhakeutuva SA-9 ohjusjärjestelmä. Kumpaankin jaokseen kuuluu neljä vaunua. Shilka-vaunuja käytetään suojaamaan edessä taistelevia pataljoonia ryhmitettynä pareittain 300—400 m etummaisten panssari- tai rynnäkköpanssarivaunujen taakse. Sivusuunnassa parien välinen etäisyys voi olla 150—200 metriä. ZSU-23-4 järjestelmän tehokas ampumaetäisyys on noin 2 500 metriä. SA-9 ohjusvaunuja käytetään taaempina olevien kohteiden suojaamiseen. Ohjus on passiivisesti maaliinhakeutuva ja sen ulottuvuus on noin 5—6 kilometriä. Yhdellä pyöräajoneuvoalustalla on neljä laukaisuvalmistaa ohjusta. Molemmat asejärjestelmät ovat olleet palveluskäytössä jo pitkään ja ne tultaneen aivan lähivuosina korvaamaan uusilla asejärjestelmillä. Shilka-vaunu korvattaneen 6-putkisella 30 mm ammusasejärjestelmällä. Sen arvioidaan käsittävän modernin tulenjohtojärjestelmän, johon kuuluu tulenjohtotutkan lisäksi optinen pimeänäkötöiminnänkin mahdollistava tähtäin, laseretäisyysmittari ja erilaisia passiivisia maalinilmaisimia. SA-9 korvattaneen uudella telalavettisella SA-13 kohdetorjuntaohjusjärjestelmällä (kuva 4). SA-13 on passiivisesti maaliinhakeutuva. Kuljetusalustalla on edelleen neljä ampumavalmista ohjusta, mutta järjestelmään on lisätty etäisyydenmittaustutka. Myös ohjusten infrapunahakupäiden erottelukykyyä uskotaan parannetun. Ohjusten ulottuvuus lienee kymmenkunta kilometriä.

Moottoroiduille jalkaväkirykmenteille alistetaan lisäksi yhdeksän SA-7 lähitorjuntaohjuspartiota. Partiot alistetaan edelleen periaatteella partio/moottoroitu jalkaväkikomppania. Partioon kuuluu kolme ohjusampujaa. Siirron aikana ja hyökättäessä partio liikkuu marssiryhmityksessä ohjusampujittain porrastettuna rynnäkköpanssarivaunujen mukana. Ryhmitysalueilla tai puolustuksessa ne yleensä ryhmitetään kolmioon komppanian painopistealueelle, mutta voidaan ryhmittää myös linjaan uhanalaisimpaan suuntaan. Lähes kaikissa panssari- ja rynnäkköpanssarivaunuissa on myös 12,7 mm tai 14,5 mm ilmatorjuntakonekivääri.

Divisioonan ilmatorjuntarykmenttiin kuuluu viisi ilmatorjuntapatteria, joissa kussakin on neljä SA-6 ohjuslavettia ja tutkavaunu tai neljä SA-8 ohjusjärjestelmää. SA-

## SA-13 OHJUSJÄRJESTELMÄ

OHJUSVAUNU

PITUUS 6,6 M  
 LEVEYS 2,9 M  
 KORKEUS 2,3/3,8 M  
 PAINO 12,5 T  
 NOPEUS 55 KM/H  
 PANSsarointi 14 MM  
 OHJUksIA 12-16 KPL  
 ETÄISYDEN  
 MITTAUSTUTKA  
 AMFIBIOKYKY

OHJUS

PITUUS 2,2 M  
 LÄPIMITTA 0,12 M  
 JÄNNEVÄLI 0,4 M  
 LAUKAISUPAINO 55 KG  
 NOPEUS > 1,5 M  
 ULOTTUVUUS (MAX) 10 KM  
 TAISTELUKÄRJEN  
 PAINO 6 KG  
 OHJAUS PASSIIVINEN  
 HERÄTEOHJAUS

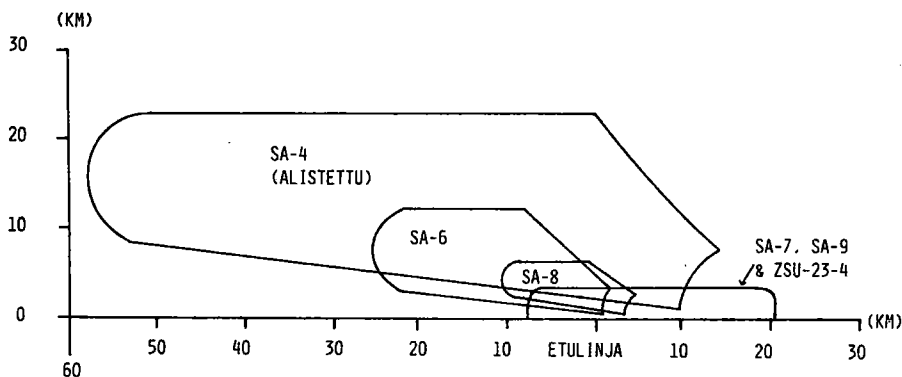
Kuva 4: SA-13 kohdeilmatorjuntaohjusjärjestelmä.

8 "Gecko" tuli palveluskäyttöön 1970-luvun puolivälissä. Asejärjestelmä on integroitu samalle pyöräajoneuvoalustalle. Järjestelmään kuuluu maalinosoitustutka, joka toimii 4—8 GHz:n alueella ( $E_{\text{mitt}}$  30 km) ja tornin edessä oleva 13—15 GHz:n alueella toimiva tulenjohtotutka ( $E_{\text{mitt}}$  20—25 km). Järjestelmä sisältää myös TV-seurannan. Ohjuksia lavetilla on neljä kappaletta, joilla voidaan tulittaa samanaikaisesti kahta eri maalia. Kumpaankin maaliin voidaan siis laukaista kaksi ohjusta. Järjestelmän kantama on noin 15 km ja korkeusalue 45 m — 12 km. Ohjuksen nopeus on 2 Machia. Ase-lavetti on uiva. Sen nopeus on tiellä noin 80 km ja vedessä 10—12 km. Toimintamatka ilman välitankkausta on 650 km. Syyskuussa 1980 tuli julkisuuteen uusi SA-8 ohjusvaunutyyppe, joka on varustettu kuudella kohdetorjuntaohjuksella. Asejärjestelmää lienee muutenkin modernisoitu.

Iltorjuntarykmentillä suojataan divisioonan tykistöä, huoltokuljetuksia ja muita selusta-alueen tärkeitä kohteita. Myös divisioonatasolla on odotettavissa uusi alutorjuntaohjusjärjestelmä SA-11, jota on jo testattu kenttäpalveluksessa. Sen ulottuvuus on suurempi kuin SA-6 järjestelmällä. Ohjusjärjestelmän arvioidaan kattavan korkeusalueen 30 metristä aina 15 kilometriin maalin etäisyydestä riippuen. Suurin ulottuvuus lienee 20—25 km.

Divisioonan vastuualueella käytettävien iltorjunta-asejärjestelmien ulottuvuudet on esitetty kuvassa 5.

Armeijan ja rintaman johtoesikunnilla käytössään olevat iltorjuntaohjusrikaatit on varustettu SA-4 (Ganef) -alueiltorjuntaohjuksilla. Telalavettinen ohjusjärjestelmä tuli palveluskäyttöön jo 1960-luvun puolivälissä. Sen ulottuvuusalue on etäisyydessä noin 80 km ja korkeussuunnassa yli 20 km. Iltorjuntaohjusrikaati lienee organisoitu kolmijakoisesti. Siten ohjusrikaatissa on 3 patteristoa ja niissä kussakin edelleen 3 patteria. Ohjusrikaati voidaan alistaa divisioonalle. Sotatoimialueella voi selustassa olla myös vanhaa SA-2 alueiltorjuntaohjuskalustoa, mutta se on poistumassa. Myös SA-4 kaluston korvaaminen uudella SA-12 alueiltorjuntaohjusjärjestelmällä alkanee lähivuosina. Sen ulottuvuus lienee samaa luokkaa SA-4:n kanssa.



Kuva 5: Neuvostoliiton moottoroidun jalkaväkidivisioonan iltorjunnan ulottuvuus.

## Ruotsi

Ruotsin kenttäarmeijan ilmatorjunnan rungon muodostavat 1976 palveluskäyttöön tullut lasersädeohjattu lähitorjuntaohjusjärjestelmä 70 (Robotsystem 70), viime vuosikymmenellä modernisoitu Boforsin 40 mm automaatti-ilmatorjuntakanuuna ja vuosina 1982—1984 modernisoitu Hawk (Robot 77) -alueilmatorjuntaohjuspatteristo. Ilmatorjunta on organisoitu patteristoiksi ja pattereiksi. Kokoonpanot ovat kiinteitä ja asetyypeittäin samankaltaisia, jotta niiden taktillinen käyttö olisi helposti omaksuttavissa ja rauhan ajan koulutus yksinkertaista järjestää.

Hawk-kalustolla varustettu ilmatorjuntapatteristo 77 (luftvärnsbataljon rb 77) on organisoitu amerikkalaisen esikuvansa mukaisesti esikuntaan, esikuntapatteriin ja neljään ohjuspatteriin, mutta ohjuspattereissa on kuuden asemasta neljä ohjuslavettia. Modernisoinnin yhteydessä ohjuspatterin ilmatilanteen seuraamis- ja johtamisjärjestelmä ennakkoluulottomasti yksinkertaistettiin hylkäämällä vanha kalusto ja sijoittamalla tilalle ohjusjärjestelmä 70:n maalinosoitustutka- ja johtokeskusyhdistelmän sovellutus (Ps 707/R). Näin patteriston tarvitsemää henkilöstömäärää voitiin pienentää (vahvuus nyt 546) ja ennenkaikkea ohjuspattereiden liikkuvuus ja maastouttamismahdollisuudet paranivat. Patteristoa on tarkoitus käyttää strategisessa painopistesuunnassa (Skåne) sotilasläänin johdossa. Sen taktillisena tehtävänä tulee kysymykseen panssariprikaatin taistelun tukeminen sekä maahanlaskuntorjuntatehtävät operaatioalueen selustassa. Patteristo omaa etäisyydessä noin 40 km ja korkeussuunnassa noin 8 km ulottuvuuden ja soveltuu sekä korkealla että pinnassa lentävien maalien torjuntaan.

Armeijakunnilla on käytössään ilmatorjuntapatteristo (luftvärnsbataljon rb 70). Kokoonpano on kolmijakoinen. Kalustona on ohjusjärjestelmä 70. Patteristoon kuuluu yhteensä kuusi taistelunjohtoyksikköä (maalinosoitustutka ja taistelunjohtokeskus PS-70) ja 27 ohjusryhmää. Ohjusryhmällä on Ohjus 70:n lisäksi vanha 20 mm ilmatorjuntakanuuna. Ohjusryhmä on tuliyksikkö. Patteristoa käytetään yleensä yhtymän johdossa aluesuojausperiaatteella, jolloin patteriston tulen vaikutusalue on maalityypistä riippuen 250—450 km<sup>2</sup> ja patterin vastaavasti 80—150 km<sup>2</sup>. Ohjusjärjestelmä 70 on suunniteltu 1980- ja 1990-luvun kenttäarmeijan ilmatorjunnan pääasejärjestelmäksi. Asejärjestelmän kehittämisessä ja sen taisteluteknillisessä käytössä on otettu huomioon lisääntyvä helikopteritoiminta ja elektroninen häirintä. Lasersädeohjattua ohjusta ei voida toistaiseksi häiritä elektronisesti. Ohjusjärjestelmällä on myös heikkouksia. Esimerkiksi ohjuspattereilla ei ole mahdollisuuksia keskitettyyn tulenkäyttöön ja tuliyksiköt voidaan helposti kyllästä. Jokasään toiminta ei myöskään ole mahdollista. Ohjusjärjestelmän liikkuvuutta samoin kuin sen pimeätoimintakykyä ollaan jo kehittämässä.

Osalla yhtymiä on käytössään samanlainen 40 mm automaatti-ilmatorjuntapatteristo (luftvärnsbataljon 48) kuin lentotukikohtien suojaamiseen liittyen jo on tullut esille tai ilmatorjuntapatteri (luftvärnsautomatkanonkompani). Patterissa on kolme tulijaosta, jossa kussakin on kolme optisin tähtäimin varustettua 40 mm tykkiä. Automaattitykkikalustolla varustettu ilmatorjuntapatteristo soveltuu huonosti liikkuvaan sodankäyntiin. Patteristoa tai sen pattereita käytetään etupäässä selustan kiinteiden kohteiden, kuten siltojen tai huoltolaitosten suojaamiseen. Joukkojen tukemiseksi sille annettavia taktillisia tehtäviä ovat taistelu ilmapihollista vastaan määräalueella, jolloin patteriston vaikutusalue on 100—200 km<sup>2</sup> tai tietyllä tasalla, jolloin tykkirintaman leveys voi olla 30 km. Itsenäistä ilmatorjuntapatteria käytetään selustassa päätteh-

tävänä maahanlaskuntorjunta. Patterin vaikutusalue on noin 20 km<sup>2</sup>. Ilmatorjuntapatterille voidaan antaa tehtäväksi myös pienen kohteen suojaaminen. Bofors on viime vuosikymmenellä modernisoinut 40 mm ilmatorjuntakanuunansa varustaen sen uudella suuntaus- ja digitaalilaskinjärjestelmällä, tulenjohtotutkalla, optisella pimeätoimintatähtämellä ja laseretäisyysmittarilla. Lisäksi patruunalaukauksen kranaatin teho on aiempaa suurempi ja se on varustettu heräteesytyttimellä. Tällä on pyritty nimenomaan parantamaan ohjustentorjuntakykyä. Uusia ilmatorjuntakanuunoita on toistaiseksi palveluskäytössä vain rannikkotykistöllä linnakkeiden ilmatorjuntasuojajana. Tätä 200 tykin hankintaerää ei ole varustettu tulenjohtotutkalla.

Prikaateilla on oma orgaaninen ilmatorjuntapatterinsa. Jalkaväkiprikaati 77:n, Norrlannin prikaatin ja panssariprikaatin ilmatorjuntapatterin kokoonpano ja kalusto on sama kuin ilmatorjuntapatteristo 70:n patterilla, mutta jalkaväkiprikaati 66:lla on vanhat Redeye (Robot 69) -ohjukset. Prikaatin ilmatorjunnan liikkuvuutta on pyritty viime vuosina parantamaan asentamalla Ohjus 70 Norrlannin prikaatissa Bandvagn-alustalle ja panssariprikaatissa tela-alustalle. Tämä antanee mahdollisuuden myös useamman ohjuksen asentamiseen samalle lavetille. Jalkaväkiprikaati 66:n ilmatorjuntapatterin kalustoksi tulee jäämään Ohjus 69 (Redeye), mutta sen käyttö pyritään mahdollistamaan myös pimeällä. Prikaateille voidaan alistaa ilmatorjuntapatteristo 70:n pattereita ja puolustusotatoimeen liittyen joskus myös 40 mm ilmatorjuntapatteri. Prikaatin ilmatorjuntaa käytetään saman pääperiaatteen mukaisesti kuin ilmatorjuntapatteristo 70:n yksiköitä. Hajautetulla käytöllä pyritään operaatioalueella vaikeuttamaan vihollisen pinnassa tapahtuvaa lentotoimintaa ja estämään helikoptereiden käyttö. Ilmatorjunta pidetään yleensä prikaatin johdossa. Ilmatorjuntapatterin päällikkö on samalla prikaatin ilmatorjuntapäällikkö. Ilmatorjuntaa käytetään joukkojen taistelun tukemiseen eri taistelulajeissa pääpiirtein samojen kohteiden suojana kuin meilläkin. Maahanlaskuntorjuntatehtävät tulevat korostetusti esille Ruotsissa. Yhtymien vastuualueilla voi olla myös vanhemmalla 40 ItK/36-kalustolla varustettuja paikallisjoukkoihin kuuluvia ilmatorjuntajaoksia (2 tykkiä), joita käytetään kiinteissä kohteissa, kuten siltojen suojana ja liikenteen solmukohdissa. Näiden tulenkäyttöä johtaa muu alueella oleva ilmatorjuntayksikkö.

## Sveitsi

Sveitsissä lento- ja ilmatorjuntajoukot kuuluvat samaan puolustushaaraan, joka vastaa sekä valtakunnallisesta ilmapuolustuksesta että kenttäarmeijan ilmatorjunnasta. Ilmatorjunta on organisoitu yhdeksi ilmatorjuntaprikaatiksi. Prikaatilla on alajohdotoportinaan aiemmin mainitun Bloodhound-ohjusrykmentin lisäksi kuusi ammusilmatorjuntarykmenttiä, ja yksi erillinen automaatti-ilmatorjuntapatteristo. Rykmenttiin kuuluu esikunnan ja esikuntapatterin lisäksi yksi 20 mm tykkikalustolla varustettu kevyt ilmatorjuntapatteristo ja kaksi tulenjohtolaitteilla ja 35 mm Oerlikonin kaksoisilmatorjuntakanuunoilla varustettua automaatti-ilmatorjuntapatteristoa. Ilmatorjuntapatteristot ovat kolmijakoisia. Kevyt ilmatorjuntapatteri käsittää kuusitoista Oerlikonin 20 ItK/54-tykkiä, jota meilläkin kokeiltiin jalkaväen ilmatorjunta-aseeksi 1960-luvulla. Tykki on käsin suunnattava ja varustettu optisella soikiorengastähtämellä. Tehokas ampumaetäisyys on 1 000—1 500 m. Osalla yksiköistä on kalustona vanhempi kolmiputkinen Oerlikonin 20 ItK/43—57. Automaattipattereissa on kaksi automaattijaosta, jotka on varustettu yhdellä Skyquard m 75-tulenjohtolaitteella ja kahdella 35 ItK/63-tykillä. Noin puolella pattereista on tulenjohtolaitteena vanhempi

Super-Fledermaus m 63-tulenjohtolaite eli sama kuin meidän automaattipattereillamme. Maavoimien divisioonilla sekä erillisillä linnoitusprikaateilla on lisäksi 20 mm tykkikalustolla varustettu orgaaninen ilmatorjuntapatteristo. Tämän joukkoyksikön viidessä ilmatorjuntapatterissa on yhteensä 80 Oerlikonin 20 ItK/54-tykkiä. Ammusilmatorjuntaa käytetään maavoimien taistelun sekä valtakunnallisesti tärkeiden alueiden ja laitosten suojaamiseen. Erityisesti suojattavia kohteita ovat

- yhtymien ryhmitys- ja taistelualueet
- materiaalin ja joukkojen kuorma-alueet
- maan- ja rautateiden solmukohdat
- sillat ja vuoristojen läpikulkupaikat
- tärkeät rakennukset ja muut taitolaitteet sekä
- ilmapuolustuksen johtamisjärjestelmän osat, lentokentät ja ilmatorjuntaohjusasemat.

Taktillisessa käytössä korostetaan painopisteen luomista. Tämä aikaansaadaan käyttämällä ilmatorjuntarykmenttejä yleensä kootusti aluesuojausperiaatteella. Kohde tai alue suojataan tällöin ryhmittämällä ilmatorjunta ”ympyrä”- tai ”shakkilauta”-periaatteella tai, jos hyökkäys voi tapahtua vain tietyistä suunnista keskittämällä ilmatorjunta sinne. Ammusilmatorjuntaa voidaan myös alistaa perusyhtymille tai määrätä yhteistoimintaan niiden kanssa.

Joukkojen määrän ja organisaatioiden perusteella voidaan arvioida Sveitsin ammusilmatorjunnan käsittävän 80—100 tulenjohtolaitetta, 150—200 35 mm ja noin 1 600 20 mm ilmatorjuntakanuunaa. Kun Sveitsin pinta-ala on vain 41 288 km<sup>2</sup>, voidaan todeta ilmatorjunnan määrällisesti olevan erittäin vahvan. Kenttäarmeijan osalta on kuitenkin todettu mekanisoitujen yhtymien vastahyökkäysten suojaaminen nykyisellä ilmatorjuntakalustolla ongelmalliseksi. Ongelman ratkaisemiseksi sveitsiläiset olivat kiinteässä yhteistoiminnassa ruotsalaisen Ohjus 70-järjestelmän kehittämisessä ja he suorittivat ohjusjärjestelmällä koeammuntoja. Kokeilut eivät kuitenkaan johtaneet Ohjus 70:n hankintaan, vaan mekanisoidut divisioonat saavat suojakseen Rapier-patteristot. Sveitsi on tilannut 60 Rapier-tuliyksikköä. Niiden toimitus on juuri alkunut ja jatkuu vuoteen 1987. Samanaikaisesti on joukkojen ilmatorjuntaa tarkoitus tehostaa myös lähitorjuntaohjuksilla.

## KENTTÄARMEIJAN ILMATORJUNNAN KEHITYSNÄKYMÄT

Edellä kuvatun 1980-luvun tilanteen pohjalta voidaan todeta suurvaltojen kenttäarmeijan ilmatorjunnan olevan rakenteeltaan ja järjestelyiltään hyvin samankaltaista. Molempien ilmatorjunnan modernisointi saadaan 1990-luvulle siirryttäessä pääosin päätökseen. Kenttäarmeijan ilmatorjunnalle tunnusomaisia piirteitä tulevat 1990-luvulla olemaan suuri liikkuvuus, erittäin lyhyt reaktioaika, optoelektronikan ja passiivisten ilmaisimien hyväksikäyttö elektronisen häirinnän vaikutuksen pienentämiseksi, ammusilmatorjunnan kaliperin suureneminen sekä ammus- ja ohjusilmatorjunnan rinnakkaiskäyttö edessä taistelevien joukkojen suojaamiseksi. Taaempina olevien kohteiden suojaaminen jää lähinnä ohjustorjunnan tehtäväksi. Keskisuuret ja pienet valtiot pyrkivät seuraamaan suurvaltojen antamaa esimerkkiä, mutta niiden resurssit eivät riitä kovin monipuolisiin ja kalliisiin ratkaisuihin. Perusratkaisuna tulee kuitenkin olemaan lähitorjunta-alueen ammus- ja ohjusilmatorjunta etulinjan tuntumassa ja taaempina kohdetorjuntaan soveltuvat asejärjestelmät.

**Maanpuolustuskorkeakoulu  
Kurssikirjasto**

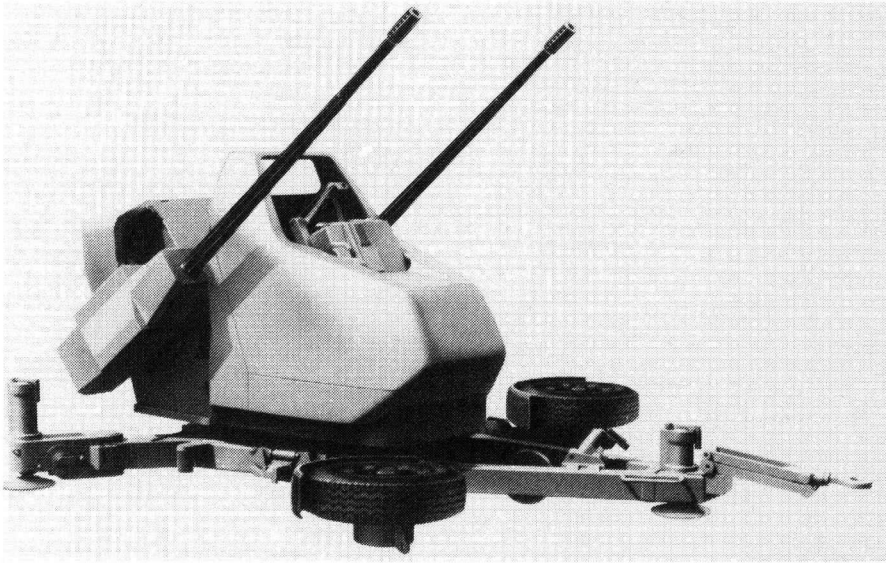
Keskisuurten ja pienten valtioiden tarpeisiin aseellisuus on tällä vuosikymmenellä kehittänyt prototyyppeasteelle useita uusia lähi- ja kohdetorjuntaan soveltuvia asejärjestelmiä, jotka tullevat 1990-luvulla laajemmalti palveluskäyttöön. Uutta lähitorjuntaohjusta edustaa esimerkiksi ranskalaisen Matra-tehtaan Mistral (kuva 6), jonka odotetaan olevan valmis sarjatuotantoon vuonna 1986. Ohjus on edelleen infrapuna-hakeutuva, mutta sillä voidaan ampua myös etusektoriin eli torjua läheneviä maaleja.



Kuva 6: MISTRAL — infrapunahakuinen lähitorjuntaohjus, jolla voidaan tulittaa myös läheneviä maaleja.

Torjuntaetäisyydeksi on ilmoitettu yli 5 km. Ohjuksen nopeus on noin 2,5 Machia. Taistelulatauksen massa on 3 kg ja se on varustettu 1—2 varsinaisella aseella tai useampiputkisella Gatling-aseella. Asejärjestelmä käsittää tykkikohtaisen optoelektronikalla ja mikroprosessoriteknikalla varustetun tähtäin-, laskin- ja suuntausjärjestelmän, johon lisäksi kuuluu laseretäisyysmittari. Järjestelmään voi kuulua myös tulenjohtoyksikkö, jossa maalin paikantaminen voi tapahtua tutkalla, optisesti tai passiivisin ilmaisimin. Kumpikin väline mahdollistaa vähintään ballististen tekijöiden huomioonottamisen ammunnan valmistelussa. Ampuma-arvojen määrittäminen tapahtuu nyt kokonaan mitattujen arvojen perusteella, mikä oleellisesti lisää ammusilmatorjunnan tarkkuutta. Tehoa on ammuksen kaliperin suurentamisen lisäksi parannettu nostamalla ammuksen lähtönopeutta jopa 1 470 metriin sekunnissa. Sen sijaan herätesytyttimen laajempaa käyttöönottoa myös 25—30 mm kaliperialueella ei toistaiseksi ole näkyvissä.

Tyypiesimerkkinä voidaan mainita Oerlikon-Bührle-ryhmän kehittämä 25 mm DIANA-tykki (kuva 7). Uutena ratkaisuna suuntaaja on sijoitettu aseeseen keskelle.

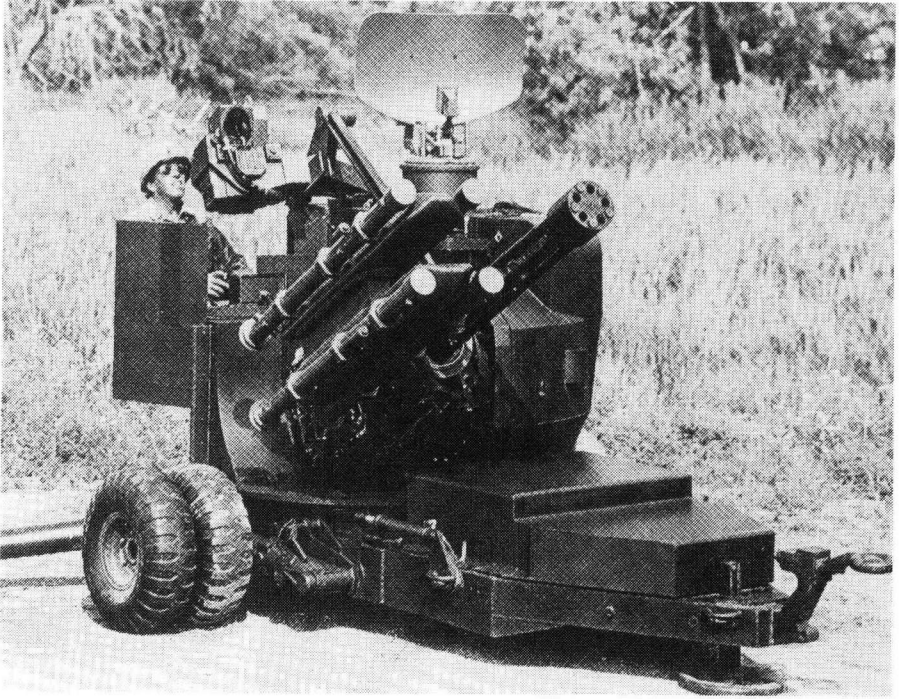


Kuva 7: DIANA — uusi 25 mm kevyt ilmatorjuntakanuuna.

Näin on voitu parantaa aseiden stabiliteettia. Dianassa on lisäksi täysin uuden tekniikan omaava tähtäin-, suuntaus- ja laskinjärjestelmä GUN KING, jossa suuntaaminen tapahtuu kaksin käsin ohjaukahvoilla eikä ohjauksella kuten tavallisesti. Uuden asejärjestelmän pieni kaliperi panee epäilemään, onko kranaatilla riittävää vaikutusta maalissa? Oerlikon-Bührlen mukaan ammuksen kineettinen energia riittää vielä tehokkaan kantaman ääriarajalla, noin 2 500 metrissä, läpäisemään nykyisten ilma-aseiden pintamateriaalin. Uusi keraamisiin aineisiin perustuva pintarakenne saattaa kuitenkin 1990-luvulla olla tosiasia, joka asettaa koko ammusilmatorjunnan tehon kyseenalaiseksi. Ohjustentorjunta-aseina ne kuitenkin tullevat säilymään.

Ilma-aseiden taistelunkestävyyden paraneminen ja toisaalta ohjusten torjuntakykyvaatimus lähietäisyyksillä saattavat olla tekijöitä, jotka aikaansaavat kokonaan uudentyyppisen, yhdistetyn ammus- ja ohjusasejärjestelmän yleistymisen. Esimerkkinä voitaneen mainita jo prototyyppiasteella oleva amerikkalainen General Electricin kehittämä GEMAG 25 + (kuva 8). Kenttälavetilla olevaan asejärjestelmään kuuluu maalinosoitustutka ( $E_{mitt}$  11 km), sähköinen suuntausjärjestelmä, optinen päivä- ja yötähtäin, laseretäisyysmittari, neljä-kuusi Stinger-lähtötorjuntaohjusta ja viisiputkinen 25 mm Gatling-ase. Ohjusten tehokas tulialue ulottuu 6 000 metriin ja Gatling-aseen 2 500 metriin. Myös Oerlikon-Bührle on kehittänyt prototyyppiasteelle järjestelmäkoneisuuden, joka käsittää jo palveluskäytössä olevien Skyquard-tulenohtolaitteen ja 35 mm ilmatorjuntakanuunan lisäksi ohjuslavettien liittämismahdollisuuden tulenohto-

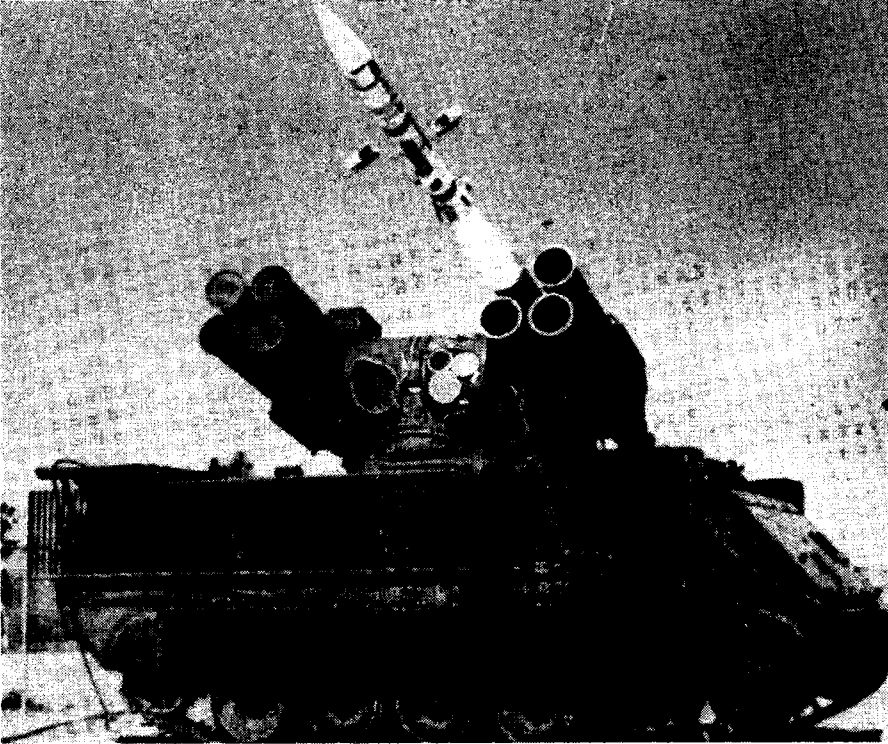




Kuva 8: GEMAG 25 + — lähitorjuntaohjukset ja ammusase samalla lavetilla.

tolaitteeseen. Yhdistetyllä asejärjestelmällä on suoritettu onnistuneet testiammunat Sparrow- ja Spada-kohdetorjuntaohjuksilla, joiden ulottuvuus on yli 10 km. Järjestelmä ei sovellu liikkuvaan sodankäyntiin, joten sen käyttöalue löytyy tulevaisuudessa lähinnä kiinteiden kohteiden suojaamistehtävistä. Yhdistelmäasejärjestelmien lisäksi saattavat myös monikäyttöiset sekä ilma- että panssarintorjuntaan soveltuvat asejärjestelmät yleistyä 1990-luvulla. Tällaista uutta kehityssuuntaa edustaa Oerlikon-Bührle-yhtymän ADATS (Air Defense Antitank System) -projekti (kuva 9), joka sekin on kehitetty prototyyppiasteelle ja ensimmäiset testiammunat on suoritettu. Järjestelmä on täysin integroitu, useille erilaisille ajoneuvoalustoille asennettavissa oleva kokonaisuus. Se käsittää maalinsoitustutkan, FLIR- ja TV-maalinseurantalaitteet, laseretäisyysmittarin, lasersädeohjaukseen perustuvan tulenjohtoyksikön ja kahdeksan ampumavalmista ohjusta. Koko järjestelmä on yhden miehen hallittavissa. Torjunta-alue ilmamaaleihin on yhdestä kahdeksaan kilometriin ja suurin torjuntakorkeus 5 km. Panssarintorjunta-alue alkaa 500 metristä ja ulottuu kuuteen kilometriin, ADATS on kehitetty yhdessä amerikkalaisen Martin Marietta-yhtiön kanssa USA:ssa. Sen arvioidaan olevan valmis sarjatuotantoon viimeistään vuonna 1986. Mikäli kehitystyössä onnistutaan, ADATS saattaa 1990-luvulla korvata USA:ssa divisioonan ilmatorjuntapatteriston Chaparral-ohjusvaunut.

Tulenkäytön keskitettyyn johtamiseen ja ilmatilannetietojen välittämiseen asejärjestelmille, joilla ei ole omaa maalinsoitustutkaa, tullaan myös 1990-luvulla tarvitsemaan liikkuvaan sodankäyntiin soveltuvia johtokeskuskalustoja. Näitä onkin jo 1970-



Kuva 9: ADATS — kohdeilmatorjuntaan ja panssaritorjuntaan soveltuva ohjusjärjestelmä.

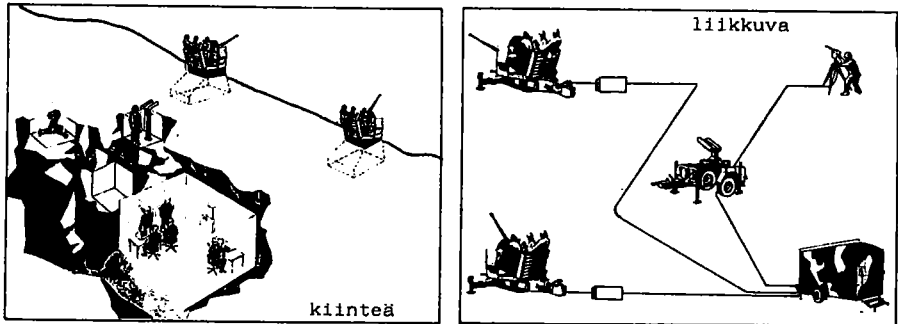
luvulla palveluskäyttöön tulleen ruotsalaisen GIRAFFE-johtokeskusvaunun lisäksi kehitetty useita eri tyyppisiä, kuten hollantilainen Signaal Apparatenin REPORTER, sveitsiläinen Contravesin ALERTER ja englantilainen Plessey'n GUARDSMAN. Nämä prototyyppiasteella olevat johtokeskusjärjestelmät kykenevät havaitsemaan matalalla lentävät maalit 20—50 km:n etäisyydeltä. Niillä pystytään seuraamaan useita samanaikaisesti esiintyviä maaleja ja niiden ohjelmoidut laskimet kykenevät määrittämään uhka-analyysiin perustuvan maalien tärkeysjärjestyksen. Maalinosoitusta tuliyksiköille tapahtuu radioilla datamuodossa. Maalinosoitusta ja tulitusmääräykset voidaan antaa samanaikaisesti 8—12 tuliyksikölle. Tiedot voidaan välittää tuliyksiköiden sijaintia tietämättä, kunhan ne vain ovat radion kantaman sisäpuolella. Järjestelmä on aseennettu 1—2 ajoneuvoon, joten asemien vaihto käy nopeasti. Elektronisen häirinnän sietoon on kiinnitetty erityistä huomiota. Esimerkiksi tutkakuvaa muodostetaan yleensä synteettisesti. British Aerospace on jopa kehittämässä tutkatonta, täysin passiiviseen ilmaisuun perustuvaa johtokeskuskäyttöä. Sillä ei vielä kuitenkaan päästäne riittävän pitkään havaintoetäisyyteen, siitäkään huolimatta, että uhka-analyysin suorittaminen ja tietojen välitys lähes reaaliajassa on tuntuvasti lyhentänyt prosessiin tarvittavaa aikaa ja näin myös etäisyyttä, millä maali on torjunnan onnistumiseksi viimeistään havaittava.

## RANNIKKOLINNAKKEIDEN JA MERIVOIMIEN SUOJAAMINEN

### Rannikon kohteet

Rannikkopuolustuksen ja merivoimien rannikolla olevat kohteet ovat rinnastettavissa lentotukikohtiin. Kiinteinä ja jo rauhan aikana toiminnassa olevina ne ovat etukäteen paikannettavissa. Kohteiden laatu painottaa ilma-aseen käytössä keskittymään täsmäaseisiin tai helikopterein suoritettaviin ohjusrynnäköihin ja kommandohyökkäyksiin. Näin kyseisten kohteiden suojaksi tarkoitettun ilmatorjunnan tulee kyetä torjumaan hyökkäykset täsmäaseiden laukaisuetäisyyden ulkopuolelta ja toisaalta pystyä tuhoamaan laukaistut ohjukset aivan lähietäisyyksiltä. Asetetut vaatimukset edellyttävät sekä kohdetorjuntaan soveltuvien ohjusten että ohjustentorjuntaan soveltuvien ammusilmatorjunta-asejärjestelmien käyttöä. Järjestelmät eivät siis ole vaihtoehtoisia, mutta käytettävissä olevat resurssit pakottavat usein jonkinasteiseen kompromissiratkaisuun. Tällöin painopiste on merivoimien tukikohtien suojaamisessa asetettava kohdetorjuntajärjestelmiin, kun taas linnakkeiden suojaamisessa etusijalle nousee suuren tarkkuuden ja tehon omaava ammusilmatorjuntajärjestelmä.

Hyvän esimerkin rannikkopuolustuksen 1990-luvun ilmatorjuntaratkaisusta tarjoaa Ruotsissa juuri toteuttamisvaiheessa oleva rannikkotykkistön ilmatorjuntajärjestelmä LVS 75 M (Luftvärnsystem 75 för marinen) (kuva 10). Ruotsalaiset lähtivät liik-



Kuva 10: LVS 75 M — Ruotsin rannikkopuolustuksen ilmatorjuntajärjestelmä.

keelle ajatuksesta käyttää pelkästään Ohjus 70-järjestelmää rannikkolinnakkeiden suojaamiseen, mutta tehdyt tutkimukset osoittivat ilmatorjuntakanuunoiden soveltuvan tehtävään huomattavasti paremmin. LVS 75-järjestelmän tykkinä on modernisoitu Boforsin 40 mm m/48, joita tulyksikössä on kaksi kappaletta. Modernisoinnin yhteydessä on vanhat kuluneet osat vaihdettu uusiin sekä vanhat putkivahvistimet korvattu puolihohteilla ja transistoreilla. Aikaisemmasta ajatuksesta tulinopeuden nostamiseksi 240 laukauksesta 300 laukaukseen minuutissa on modernisoinnin yhteydessä luovuttu taloudellisista ja käytännön syistä. Ampumatarvikkeista on osa varustettu herätesytyttimillä ja esisirpaloiduilla kranaateilla. Jokaiseen tulyksikköön kuuluu infrapunaetsin, joka toimii ilmatilan valvojana. Järjestelmään on mahdollista liittää myös oma maalinosoitustutka. Infrapunaetsimeen on päädytty, koska se on tutkaa halvempi ja vaikeammin häiritävissä. Infrapunaetsin on SAABin valmistama ja sen

tehtävänä on osoittaa tulenjohto-osalle maalit. Tulenjohto-osa muodostuu maalinseuraajasta sekä laskin- ja käyttöpaneelilyksiköstä. Maalinseuraaja vastaa tulenjohtotutkaa. Maalia seurataan TV-kameralla ja laseretäisyysmittarilla. Myöhemmin järjestelmää täydennetään infrapunakameralla, jotta saavutetaan myös pimeätoimintakyky. Kullekin tykille lasketaan omat ampuma-arvot.

Tärkeimmät syyt, jotka puolsivat LVS 75 M:n valintaa, olivat:

- järjestelmä oli 50 % halvempi kuin BOFI tai Ohjus 70 ja sillä voidaan suojata 40 % enemmän kohteita kuin Ohjus 70:llä
- se soveltuu hyvin kohdesuojaukseen, kun taas Ohjus 70 soveltuu paremmin aluesuojaukseen ja tuottamaan hyökkääjälle tappioita laajalla alueella
- soveltuvuus myös pinta- ja merimaaliammuntaan
- mahdollisuus lisätä myöhemmin pimeätoimintakyvyn mahdollistavat laitteet
- mahdollisuus käyttää jo olevia modernisoituja tykkeitä ja ampumatarvikkeita
- mahdollisuus käyttää samoja komponentteja laivaston kanssa.

### A l u s t e n i l m a t o r j u n t a

Merivoimien kehittämisessä on yleensä keskitytty tulivoiman ja sukellusveneiden torjuntakyvyn kehittämiseen. Ilmatorjunta on jäänyt taka-alalle, vaikkakin jo toisessa maailmansodassa käytettiin pelkästään ilmatorjuntaan tarkoitettuja aluksia. Syynä on varmaankin ollut se, että USA:n laivasto-osastojen rungon muodostavat suuret lentotukialukset, joiden kauas ulottuva torjuntahävittäjäsuoja on katsottu riittäväksi. NL:n laivasto-osastoja lienee ollut tarkoitus käyttää alueilla, jonne pystyttiin ulottamaan maatumikohtiin tukeutuvien torjuntahävittäjien suoja. 1960-luvulla tapahtuneissa modernisoinneissa tai aluskannan uusimisessa on aluksia varustettu ilmatorjuntaohjusjärjestelmillä. Tämä kehitys on ollut nähtävissä varsinkin Neuvostoliiton ja osin myös Englannin laivastossa. Merkittävä käänne alusten ja yleensä merivoimien ilmatorjunnan kehitystyössä tapahtui 1960-luvun loppupuolella, kun saatiin näyttö uusien meritorjuntaohjusten tehosta ja käyttötavasta. Lähtölaukauksena konkreettisiin toimenpiteisiin voidaan pitää israelilaisen hävittäjä Eilatin upottamista neuvostoliittolaisella meritorjuntaohjuksella. Tällöin tuli ilmatorjunnalle ehdottomaksi vaatimuksiksi ohjusten tuhoaminen. Maalin lentoprofiilit eivät mahdollistaneet hävittäjin tai olemassa olevin ilmatorjuntaohjusjärjestelmin suoritettavaa torjuntaa. Lisäksi maalin pieni koko vaikeutti maalin havaitsemista.

Nykyisten alusten ilmatorjunnan rungon muodostavat alusten taistelunjohtoon liitetyt ns CIWS (Close in Weapon System) -asejärjestelmät. USA kehitti ensimmäisen tällaisen palveluskäyttöön 1970-luvun lopulla. Tällaisen Phalanx-asejärjestelmän on mm Englanti asennuttanut jo kahteen alukseensa Falklandin kokemuksien perusteella. Järjestelmän rungon muodostaa 20 mm moniputkinen Vulcan tykki, joka on liitetty aluksen valvonta- ja taistelunjohtolaitteisiin ja varustettu tulenjohtotutkalla. Vastaavia uusia asejärjestelmiä ovat hollantilainen GOALKEEPER, italialainen DARDO ja sveitsiläinen SEAGUARD. Yleisinä vaatimuksina edellä mainittujen asejärjestelmien kehittämisessä on ollut mm

- nopea maalin havaitseminen
- nopea ja automaattinen uhka-analyysi
- nopea ja varma maalinosoitus myös häiriityissä olosuhteissa
- maalin tarkka seuranta kaikissa sääolosuhteissa ja aivan pinnassa (h ~ 5 m)

- suuri osumatodennäköisyys ( $\sim 1.00$ ) ja
- erittäin nopea maalinvaihtokyky (asettaa vaatimuksia laskennalle, aseiden suuntausominaisuuksille ja reaktioajoille).

Esitetyt vaatimukset on kyetty varsin pitkälle toteuttamaan. Esimerkiksi SEAGUARD-järjestelmän maalinosoitustutka kykenee havaitsemaan  $0,1 \text{ m}^2$ :n maalin  $12 \text{ km}$ :n etäisyydeltä ja tieto välittyy laskinyksikön välityksellä heti maalinseurantayksikköön. Järjestelmä kykenee seuraamaan jopa  $750 \text{ m/s}$  nopeudella aivan meren pinnasakin lentäviä maaleja. Maalinseurantaan voidaan käyttää joko tulenjohtotutkaa tai infrapuna- tai laserseurainta. Tykkilavetissa on neljä  $25 \text{ mm}$  ilmatorjuntakanuunaa, joiden yhteinen tulinopeus on  $3\,400 \text{ ls/min}$ . Tehokas tulialue alkaa  $1\,200 \text{ metriä}$  ja päättyy noin  $200 \text{ metrin}$  etäisyydellä. Aseiden hajonta on pieni.

Rinnan edellä mainittujen CIWS-asejärjestelmien kanssa on luonnollisesti kehitetty myös alusten ilmatorjuntaohjuksia. Pyrkimyksenä on ollut ulottuvuuden ja matalatoimintakyvyn lisääminen sekä kyllästettävyyden vaikeuttaminen. Siirryttäessä 1990-luvulle ammusaseiden rinnalle saataneen uudet tehokkaat ilmatorjuntaohjusjärjestelmät. Ne perustunevat passiivisiin ohjausmenetelmiin, jolloin kyllästettävyysongelmat osin poistuvat. Ensimmäinen tällainen eli USAn RAM-projekti on juuri nyt kokeiluvaiheessa. Mikäli suurten laivasto-osastojen käyttö vielä ensi vuosikymmenellä on mahdollista, niiden suojaksi voidaan kehittää varsinaisia ilmatorjunta-alueita, jollaisesta esimerkiksi rakenteilla oleva ranskalainen ilmatorjuntafregatti C 70 AA antaa viitteitä. Painopiste tulee kuitenkin säilymään aluskohtaisissa lähi- ja kohdeilmatorjuntaohjusjärjestelmissä.

## PÄÄTÄNTÄ

Ilma-aseen kehittymisen myötä asetetaan tämän ja ensi vuosikymmenen ilmatorjunta-asejärjestelmille uusia suorituskykyvaatimuksia. Näistä keskeisimmät ovat suuri reaktiokyky, hyvä matala- ja jokasään torjuntakyky, toimintakyky elektronisen häirinnän alaisena, projektiilien teho vaikutuksen lisääminen sekä kohdetorjunta-alueella yli  $10 \text{ km}$  ulottuvuus ja lähitorjunta-alueella erittäin suuri tulen tiheys ja tarkkuus. Edelläesitetyt vaatimukset on merkittävän hyvin kyetty ottamaan huomioon ilmatorjunta-asejärjestelmiä kehitettäessä. Kun tähän vielä lisätään joukkojen suojaksi tarkoitettujen asejärjestelmien osalta selvä kehitystrendi liikkuvuuden ja taistelunkestävyyden parantamisessa, voidaan uskoa ilmatorjunnan 1980- ja 1990-luvuilla hyvin kykenevän vastaamaan sille asetettuihin haasteisiin kaikilla tarkastelun kohteena olleilla käyttöalueilla.

Suoritettu tarkastelu osoittaa ilmatorjunnan käytössä siirryttävän yhä yleisemmin kohde- ja lähitorjunta-asejärjestelmiin ja yhä selvempään jakoon kiinteiden kohteiden ja toisaalta hyvän liikkumiskyvyn omaavien joukkojen suojaksi tarkoitettujen asejärjestelmien välillä. Kiinteiden kohteiden suojaaminen rakentuu enenevässä määrin  $8\text{—}12 \text{ km}$  ulottuvuuden omaavien kohdetorjuntaohjusten ja lähitorjunta-alueella ohjustorjuntaan kykenevien ammusilmatorjunta-aseiden varaan. Alueilmatorjuntaohjusjärjestelmät tulevat kyllä säilymään kotialueen suojaamistehtävissä, mutta vain suurvallat omaavat riittävät resurssit uusien alueilmatorjuntaohjusjärjestelmien kehittämiseen ja ylläpitoon. Samansuuntainen kehitys on nähtävissä kenttäarmeijan suojaamisessa. Sotatoimialueen ilmatorjuntasuoja rakentuu etulinjan tuntumassa erityisesti helikoptereiden torjuntaan soveltuville lähitorjunnan ohjus- ja ammusasejärjes-

telmille, kun taas yhtymien selusta-alueilla olevat kohteet suojaataan kohdetorjuntaohjauksilla. Tämä kehitystrendi ja ulkomailla tehdyt ratkaisut antavat selkeitä viitteitä myös oman ilmatorjuntamme kehittämistarpeista.

## L Ä H T E E T

### Air Defence

US Army Field Artillery School  
Fort Sill, Oklahoma, Jan 1978

Arméregimente del 2, (AR 2)  
1982, Chefen for armén, Stockholm

### Case, Blair

Air Defense for AirLand Battle, Coming of Age in the "High-Tech" Force  
ARMY, November 1983

Die Sowjetische Heimatluftverteidigung  
ÖMZ n:o 2/1979, s 151—152

### Falsche Ziele

Das neue Luftverteidigungssystem der Nato — Projektname: "Patriot"  
Der Spiegel n:o 9/1984, s 36—45

### Field Manual 44—90

US ARMY Air Defence Artillery Employment Hawk  
Headquarters Department of the Army, Washington, DC, 30. 11. 1977

### Gunnerhäll, Leif

Svenskt territoriellt luftförsvar  
Vårt Försvar n:o 5/1980, s 19—20

### Kallin, Ove

Det territoriella luftförsvaret  
Vårt Försvar n:o 3/1980, s 20—21

### Korkisch, Friedrich

Die Luftverteidigungskräfte der USA  
ÖMZ n:o 2/1982, s 133—134

### Kreker, Hans-J

Luftverteidigungssystem für das kommende Jahrzehnt,  
Soldat und Technik n:o 11/1983, s 590—595

### Köpke, Jörg

Grundformen der Luftverteidigung: Raumschutz — Objektschutz  
Tuppenpraxis n:o 10/1981, s 804—807

### Lippert, Günther

Die Flugabwehr der Sowjetarmee  
Soldat und Technik 6/1979, s 308—309

### Luftverteidigung in der 80er und 90er Jahren

Schweizerische Kriegstechnische Gesellschaft 1981 (ASMZ)

### Mack, Joachim

Luftverteidigung — Vorneverteidigung  
Wehrausbildung in Wort und Bild n:o 7/1982, s 287—289

### Maxfield, Mike

Covert/Passive Airdefense Sensors  
Air Defense Magazine, April-June 1982

### Mullady, Brian

Soviet Air Defenses  
Part 2: Individual Weapons

U.S. Army Aviation Digest, June 1982, s 35—35

Part 3: ZSU-23-4 Shilka

U.S. Army Aviation Digest, August 1982, s 34—37

Nylen, K-E

Kustartilleriets moderna luftvärn

Tidskrift i Sjöväsendet n:o 4/1979

Po, E & Robins, Y

"The Crotale/SIGA Family"

Military Technology 3/1979, s 60—61

Schlieper, Seifart ja Schimmelpfennig

Objektschutz — Eine wichtige Aufgabe im Rahmen der Luftverteidigung

Europäische Wehrkunde n:o 10/1983, s 474—495

Surface-to-air Gunnery Symposium

Farnborough, September 7. 1978

Woxing, Ingvar

Varför kanonluftvärn och inte robot 70 till kustartilleriet

Tidskrift för kustartilleriet n:o 4/1979, s 315—319

Zaloga, Stewen

The SA-13 air defence missile system

Jane's Defence Weekly 21. 1. 1984, s 70—73

Lehdistöseuranta 1980—1984 käsittäen seuraavat ulkomaiset sotilasaikakauslehdet:

— Armada International

— Armé Nytt

— Aviation Week & Space Technology

— Flight International

— Interavia

— International Defense Review

— Military Technology

— Soldat und Technik

— Wehrtechnik

Opintomatkat:

— Farnboroughin ilmailunäyttelyyn 1980 ja 1982,

— Pariisin ilmailunäyttelyyn 1981 ja 1983 sekä

— Sveitsiin 1982.