

Ilmatorjuntaohjusjärjestelmien nykyisestä kehitysvaiheesta

Kenraalimajuri E P e u r a

I YLEISTÄ

Tavanomainen kamppailu hyökkäyksen ja toiselta puolen puolustuksen etevämyydestä on paitsi viime sodissa myös sotien jälkeisenä aikana ollut eri aloilla selvästi nähtävissä. Erityisen voimakkaasti tämä on tullut esille ilmasta käsin tapahtuvan hyökkäyksen ja sen torjunnan välillä. Kun lentokoneitten suoritusarvot ovat merkittävästi parantuneet ja tullevat edelleenkin parantumaan, ja kun lentokonein ja vastavälinein suoritettava ilmatoiminta on moninaistunut, on tämä vienyt myös eri ilmatorjuntavälineistöjen huomattavaan kehittymiseen ja monipuolistumiseen tasapainotilan saavuttamiseksi. Tämä kehitys on edelleenkin käynnissä. Se on kohdistunut sekä aktioilmatorjuntavälineistöjen että aivan erityisesti ilmatorjuntaohjusjärjestelmien erittäin voimakkaaseen kehittymiseen. Vaikeasti ratkaistavissa olevan lisän ilmatorjunnalle ovat antaneet hyökkäykselliset ohjukset, joitten torjuntakysymys on pakottanut luomaan kalliita torjuntajärjestelmiä. Myös satelliittien torjuntapyrkimys on antamassa omaa lisäväriään hyvin suuriin ulottuvuuksiin tähtäävässä ilmatorjuntajärjestelmien kehityksessä.

Yleisenä piirteenä ilmatorjuntaohjusjärjestelmien kehityksessä on ollut lähinnä kolme pääseikkaa.

1. On kehitetty ilmatorjuntaohjusjärjestelmiä ilmatorjuntatehtävien suorittamiseksi sillä ulottuvuusalueella, jolle aktioilmatorjuntavälineistö

ei enää ulotu, tai jolle maalin suuresta nopeudesta johtuen ei kannata aktioaseistuksella ampua riittämättömän tuhoamistodennäköisyyden vuoksi. Kun automaatti-ilmatorjunta-aktiojärjestelmien suurin kannattava ulottuvuus ilma-ammunnassa on nykyisin n 5—6 km, on oltu pakotettuja kehittämään ilmatorjuntaohjusjärjestelmiä tätä pitempiä ulottuvuuksia varten. Vaikkapa vakiintumista ilmatorjuntaohjusjärjestelmissä osalla tätä aluetta onkin selvästi nähtävissä, on kuitenkin myös teknillistä kehitystä edelleenkin olemassa.

2. Ilmatoiminnan moninaisuus on pakottanut harkitsemaan lukuisia eri taisteluvälinetyyppejä ilmatorjuntatehtävän aukottomaksi suorittamiseksi. Jotta välttyttäisiin liian monityyppisiltä ratkaisuilta, on ilmatorjuntaohjusvälineistöjen kehittämisessä pyritty siihen, että aktioilmatorjuntavälineistö voitaisiin poistaa tai että se voitaisiin ainakin mahdollisimman suuressa määrin korvata ohjusvälineistöllä. Tällöin on haluttu kehittää sellaisia järjestelmiä, joilla ohjustaminen myös pienissä korkeuksissa lentäviä maaleja vastaan on mahdollista. Edelleen on pyritty kehittämään järjestelmiä, joilla lyhin mahdollinen ulottuvuus, johon ilmatorjuntaohjusta vielä voidaan käyttää, olisi mahdollisimman pieni.

Pyrkimys korvata aktioaseistus ohjuksilla on tuonut esille myös joukkojen ilmatorjunnan mahdollisen suorittamisen ilmatorjuntaohjuksin jalkaväen etulinjasta lähtien. Paitsi ohjausmenetelmiin on tällöin luonnollisesti jouduttu kiinnittämään erityinen huomio liikkuvuuteen. Siksi onkin haluttu kehittää myös hyvin keveitä ilmatorjuntaohjusjärjestelmiä, joilla joukkojen ilmatorjunta myös jalkaväen etulinjassa voitaisiin ratkaista. Näitten järjestelmien jatkuva suunnittelu ja kehittäminen on edelleenkin käynnissä. Näin siis tämänhetkistä kehitysvaihetta luonnehtii rajankäynti ilmatorjunta-aktioaseistuksen ja ilmatorjuntaohjusvälineistöjen kesken.

3. On kehitetty ilmatorjuntaohjusjärjestelmiä, joilla voitaisiin suorittaa hyökkäyksellisten ohjusten erittäin vaikeasti ratkaistavissa oleva torjunta. Kun ns aerodynaamisten ohjusten nopeus ja lentokorkeus ovat suhteellisen pienet, on niitten torjunta rinnastettavissa lentokonein suoritettavien hyökkäysten torjuntaan. Myös erittäin melkoisen pienen kantaman omaavien ballististen tykistöllisten ohjusten torjuntakokeilut

nykyisin käytännössä olevilla tavanomaisilla ilmatorjuntaohjusjärjestelmillä ovat antaneet myönteisiä tuloksia. Kehitystä ohjustorjunnan ala-alueella on kuitenkin vielä nähtävissä. Vaikean kysymyksen on muodostanut ja edelleenkin muodostaa ohjustorjunnan yläalue. Pitkän toimintaetäisyyden, suuren nopeuden ja lentokorkeuden omaavien ballististen ohjusten torjunta onkin ollut ja on edelleen voimakkaan mielenkiinnon ja kehityksen kohteena. Täysin tyydyttävää ratkaisua tuskin on vielä löydetty. Toiselta puolen julkisuudessa on mainittu eräitten suurvaltojen ratkaiseen jo ballististen kauko-ohjusten torjunnan.

Yleisesti on ilmatorjuntaohjusjärjestelmien tämän hetkisestä kehitysvaiheesta mainittava, että teknillisesti pitkälle kehitettyjä, sangen kenttäkelpoisia järjestelmiä on olemassa. Vaikkapa näissä järjestelmissä onkin nähtävissä selvää vakiintumista, on kuitenkin jatkuva tutkimus ja edelleen kehittäminen nimenomaan tiettyjä tehtäviä varten voimakkaasti käynnissä. Kun ilmatorjuntatehtävän suorittamista ei ole ilmatorjuntaohjusalueellakaan kyetty ratkaisemaan vain yhdellä tyypillä, on kehitetty ja edelleen kehitellään eri alueiden järjestelmiä, jotta tehtävä kokonaisuudessaan voitaisiin mahdollisimman hyvin suorittaa. Vaikkapa selvän rajan vetäminen eri alueiden välille voikin tuottaa vaikeuksia, määrittävät kuitenkin ohjusten käyttötarkoitus ja toimintaetäisyydet ilmatorjuntaohjusjärjestelmät niille ominaisiin ryhmiin. Kun seuraavassa käsitellään ilmatorjuntaohjusjärjestelmien tämänhetkistä kehitysvaihetta, ajatellaan ohjusjärjestelmät jaetuksi seuraaviin ryhmiin

1. Lähitorjuntaohjusjärjestelmät
2. Keskitorjuntaohjusjärjestelmät
3. Kaukotorjuntaohjusjärjestelmät
4. Vastaohjusjärjestelmät

II LÄHITORJUNTAJÄRJESTELMÄT

Lähi-ilmatorjuntaohjusjärjestelmillä pyritään ratkaisemaan joukkojen ilmatorjunta jalkaväen etulinjasta lähtien. Näin on siis pyritty tekemään ilmatorjunta-aktiivälineistö tarpeettomaksi tai ainakin haluttu voimistaa sen tulta. Lähitorjunta-alueen, jonka ulottuvuus on muuta-

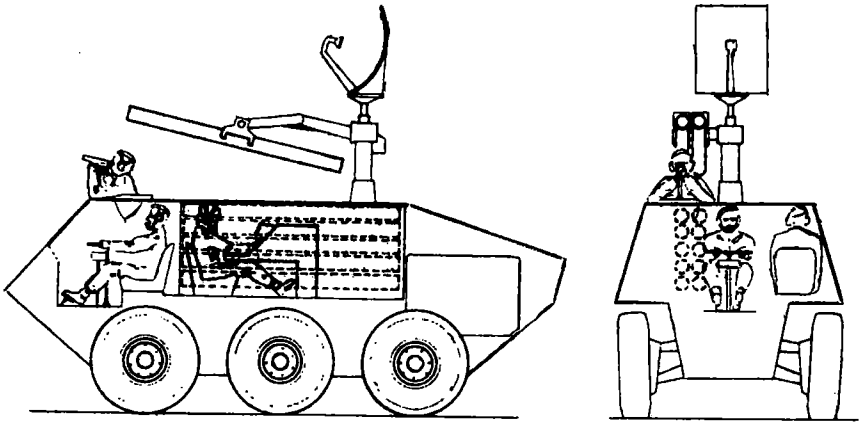
mia kilometrejä, järjestelmien kehittämisessä, joka edelleenkin on voimakkaasti käynnissä, näyttää olevan kolme suuntausta.

1. Suuria vaikeuksia tuottava jalkaväen etulinjan ilmatorjunta on ajateltu ratkaistavan keveillä yhden miehen kannettavilla sinkotyypisillä rakenteilla, ns ilmatorjuntasingoilla. Näitten kantamaksi on suunniteltu n 5 km, nopeudeksi n 2 M ja painoksi n 10 kg. Suurena vaikeutena näissä on ollut mm kentäkelpoisen ohjausmenetelmän kehittäminen. Kun maastoliikkuvuudelle on tämän alueen ratkaisuihin asetettava sangen suuret vaatimukset, ei ole ollut mahdollista suunnitella vaikeasti maastossa liikuteltavia ja painavia ohjuksista erillään olevia ohjusjärjestelmiä. Monien vaiheiden jälkeen on yleensä päädytty infrapuna-ohjaukseen. Tällöin on kuitenkin tullut esille tämän menetelmän ohjustamista rajoittavat tekijät. Infrapunaohjuksella käytettäessä ns koirakäyrää näet vain loittonevien ja ehkä suoraan lähenevien maalien ammunta on mahdollista. Tätä onkin pidettävä erittäin suurena haittana, kun ei voi pitää täysin perusteltuna suorittaa joittenkin taustakohteiden ilmatorjuntaa jalkaväen etulinjasta käsin. Lisäksi tulevat haittatekijöinä mukaan sää ja häiriömaalien, esim auringon vaikutus. Kun ohjus tässä menetelmässä liikkuu jatkuvasti herätettä kohti, kulkien ns koirakäyrää, tulee esille vielä muita menetelmän käyttökelpoisuutta häiritseviä tekijöitä. Teoria osoittaa näet, että jos ohjuksen nopeuden ja maalin nopeuden suhde 2, niin ohjuksen poikittaiskiihtyvyyden saa niin suuren arvon läheten äärettömyyttä, että ohjus väistämättömästi menettää maalin. Toiselta puolen tämän suhteen tulee olla 1.25. Näin siis tämän menetelmän käyttöalue on huomattavan suppea. Vain siinä tapauksessa, että maali sattuu lentämään täsmälleen loittonevaa reittiä, ei tätä rajoitusta ole. Hankaluutena ilmatorjuntasinkojen käytössä on myöskin mainittu omien koneiden ampumismahdollisuus. Tämän epäkohdan poistamiseksi on kehitetty omakonetunnuslaite, jota itsinkoampuja kulettaa mukanaan. Kun itsinkojen käytössä merkittävänä tekijänä on aika, on oikea-aikaisen toiminnan helpottamiseksi kehitetty ilmainen, joka antaa äänimerkin maalin lähestyessä. Valo-merkki taas ilmaisee sen, milloin ohjus on lukittunut maaliin ja siis sen hetken, jolloin aikaisintaan ohjus voidaan laukaista.

Ilmatorjuntasinkotyypeistä on mainittava erityisesti amerikkalais-

ten **Redeye**-niminen itohjus, joka julkisuudessa on tullut hyvinkin tunnetuksi. Tämän ohjuksen, jonka kehittäminen aloitettiin jo v 1959, paino lähettimiseen on n 13 kg, nopeus on 1—2 M ja toimintaetäisyys n 3 km. Erityisesti huomiota herättää lyhin etäisyys, joksi on mainittu n 150 m. Redeye'stä on ollut erittäin myönteisiäkin mainintoja. Kuitenkaan tämäkään tyyppi ei ole vielä yleisesti joukkojen käytössä kokeilusarjaa lukuunottamatta. Melkoisen suurien kokeilusarjojen valmistus näyttää edelleen jatkuvan. Tämä viittaa siihen, että aikaisemmin havaittuja haittoja on kyetty vähentämään. Toisaalta merkkejä siitä, että tällä itsinkojärjestelmällä voitaisiin korvata itaktioaseistus, ei ole ollut nähtävissä.

2. On pyritty suunnittelemaan edellistä raskaampia, maasta telineeltään ammuttavia ilmatorjuntaohjuksia, joilla ei olisi edellisiin liittyviä heikkouksia. Kantamaksi näillä järjestelmillä on ajateltu n 5—7 km, eräillä tyypeillä enemmänkin. Kehitteillä olevista tyypeistä on mainittava mm englantilaisten Tigercat ja Sightline (ET 316). Edellinen on laivaston Seacat-nimisen lähi-ilmatorjuntaohjuksen muunnos maavoimia varten. Tigercat oli syksyllä 1964 näytteillä, mutta ei liene kuitenkaan vielä joukkojen käytössä. Kehitteillä olevasta Sightline-järjestelmästä on julkisuudessa ollut sängen niukalti tietoja. Ohjausjärjestelmänä, joka on suunniteltu mahdollisimman liikkuvaksi ja keveäksi, käytetään siinä komento-ohjausta. Ruotsissa Bofors'illa on myös ollut kehitteillä oma Lille Bill-niminen lähi-itohjuksensa, jonka kantamaksi oli suunniteltu n 7 km. Uutuutena lähialueen ilmatorjuntaohjusjärjestelmissä on tullut esille ranskalais-saksalaisena yhteistyönä kehitteillä oleva Roland-niminen itohjusjärjestelmä (kuva 1). Järjestelmä on liikkuva. Max kantamaksi on mainittu n 6 km ja min kantamaksi pieneltä tuntuva 500 m. Ohjuksen painoksi on ilmoitettu 60 kg ja pituudeksi 2.5 m ja nopeudeksi 2 M. Ohjausmenetelmänä käytetään komento-ohjausta. Kuten useissa itohjuksissa niin tälläkin on lähisytytin. Ohjuksen paikantamista varten liikkeensä aikana järjestelmään kuuluu infrapuna-laite. Erityistä huomiota järjestelmässä kiinnittää se, että siinä käytetään sekä tutkaa että optiikkaa. Tutkalla etsitään maali sivusuunnassa. Senjälkeen seurataan maalia optisesti. Infrapunalaitteisto määrittää nyt jatkuvasti poikkeamat tähtäsviivalta. Radioitse annetaan sitten



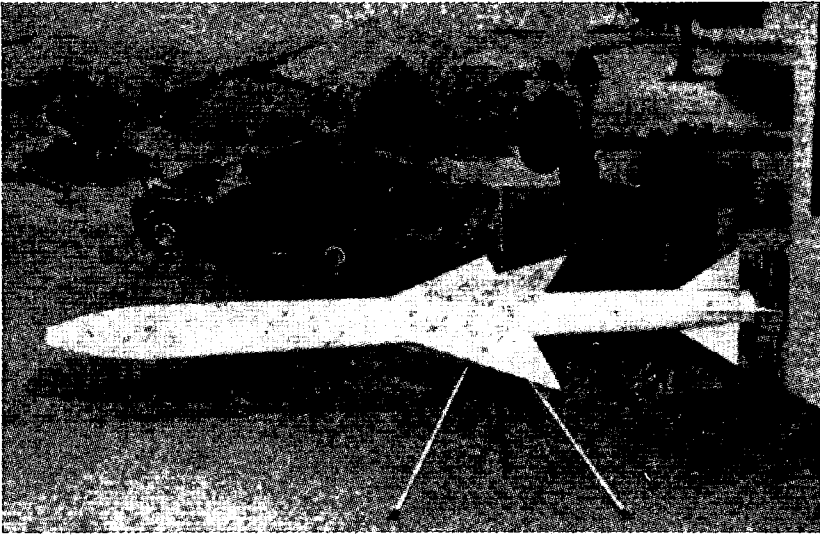
Kuva 1 Roland

jatkovana poikkeamien edellyttämät korjauskomennot. Roland'in kehitysvaiheesta on ilmoitettu, että se mahdollisesti on valmis n 2—4 vuoden kuluttua (v 1967—1969). Rolandia vastaavasta ranskalaisesta Saba nimisestä itohjusjärjestelmästä, joka on kehitteillä Nord Aviation'illa, on annettu vastaavan suuruisia suoritusarvoja kuin Rolandistakin.

Tämän alueen suunnitteilla olevista tyypeistä on edelleen mainittava englantilais-ranskalainen Aramis- itjärjestelmä (kuva 2). Ohjuksen kantamaksi on mainittu 5—7 km. Suunnitelman mukaan järjestelmä käsittäisi kolmen ohjuksen liikkuvan lavetin, tulenjohtotutkan ja laskimen.

Muista kehitteillä olevista järjestelmistä on vielä ollut mainintoja mm englantilaisesta Sea Dart-järjestelmästä, joka on ajateltu laivaston Seaslug'in muunnoksena ja tulevan suoritusarvoiltaan tämän ja Sea-cat'in väliin.

Amerikkalaisten uusissa kehittelyissä herättää huomiota Sidewinder-torjuntahävittäjäohjuksen ajoneuvoille asennettu maavoimamuunnos. Tämän on sanottu tulevan käyttöön siirtymävaiheen aikana odoteltaessa Redeye'n tai vastaavan kenttäkelpoiseksi saattamista.



Kuva 2 Aramis

3. Lähialueen ilmatorjuntatehtävän ratkaisemiseksi ohjuksin on alettu kehittää edellistä täydellisimpiä ja raskaampia, mutta kuitenkin hyvin liikkuvia järjestelmiä, joiden suurimmaksi kantamaksi on suunniteltu 10—20 km. Suuria toiveita on herättänyt erityisesti USA:ssa kehitteillä ollut Mauler-niminen ilmatorjuntaohjusjärjestelmä.

Mauler'issa on järjestelmä kokonaisuudessaan sijoitettu yhteen telajoneuvon, ja näin siis tulipatteri on yhdessä ainoassa ajoneuvossa. Järjestelmän tulisi kyetä toimimaan myös taktillisia ohjuksia ja yliäänilentokoneita vastaan. Se on ilmakuljetuskelpoinen ja laskuvarjopudotuksiin sopiva. Ohjuksen kantamaksi on ilmoitettu n 10 km, nopeudeksi yli 2 M ja painoksi 50 kg. Ohjausmenetelmänä käytetään komento-ohjausta ja tähän yhdistettynä lennon loppuvaiheessa infrapuna-ohjausta. Maulerin erittäin kalliiksi tullut kehittäminen ei ole saavuttanut vielä päätettään. Voikin olla mahdollista, että järjestelmälle asetettuja korkeita vaatimuksia on jouduttu lieventämään. Mauler'in kehittämisen uudelleen arviointi onkin käynnissä.

Lähi-ilmatorjuntaohjusjärjestelmistä kokonaisuudessaan on todettava, että näillä ei vielä ole kyetty ratkaisemaan lähialueen ilmatorjuntakysymystä. Toistaiseksi ei ole onnistuttu löytämään riittävän kenttäkelpoista ratkaisua maavoimia varten. Toiselta puolen erittäin voimakas kehitystyö tällä alueella on käynnissä. Tämänhetkinen kehitystilanne onkin aikaan saanut aktioaseistuksen merkityksen selvää korostumista, kun toistaiseksi ei edes teoreettisesti ole löydetty sellaista ratkaisua, jolla lähialue kokonaisuudessaan voitaisiin hallita. Mielenkiintoista tulee olemaan, milloin ilmatorjunnan alimpaa aluetta varten saadaan kehitettyä kyllin kenttäkelpoinen lähi-ilmatorjuntaohjusjärjestelmä, joka olisi sovelias myös maavoimille, ja jolla voitaisiin aktioaseistuksen tulta merkittävästi voimistaa.

Laivastoissa lähi-itohjuskehittely on pitemmällä merellisistä olosuhteista johtuen. Niinpä aikaisemmin mainittu, n 4.5 km:iin ulottuva Seacat-järjestelmä on ollut jo useita vuosia käytössä. Laivastoissakaan ei kuitenkaan ohjus ole kyennyt korvaamaan aktioilmatorjuntajärjestelmiä.

III KESKITORJUNTAOHJUSJÄRJESTELMÄT

Päinvastoin kuin lähitorjuntaohjusjärjestelmien alueella, jossa valitsevana on rauhattomuus, on keskitorjuntajärjestelmissä saavutettu tietty tasaantuminen. Lukuisia, sangen pitkälle teknillisesti kehitettyjä, kenttäkelpoisia järjestelmiä on eri maissa kenttäkäytössä. Näitten järjestelmien toimintaetäisyys vaihtelee eri tyypeillä muutamasta kymmenestä kilometristä aina n 150 km:iin saakka. Vaikkapa selvä vakiintuminen tämän alueen ilmatorjuntajärjestelmissä onkin ollut ilmeinen, on kuitenkin myös jatkuvaa menetelmien kehittämistä ollut todettavissa. Eräitä melkoisen kauan käytössä olleita järjestelmiä on alettu jo vanhentuneina poistaa, ja uusia entistä pitemmälle kehitettyjä on tullut tilalle. Vielä nytkin on alan ammattijulkaisuissa viitattu suunnitteilla oleviin, joskin harvoin uusiin järjestelmiin.

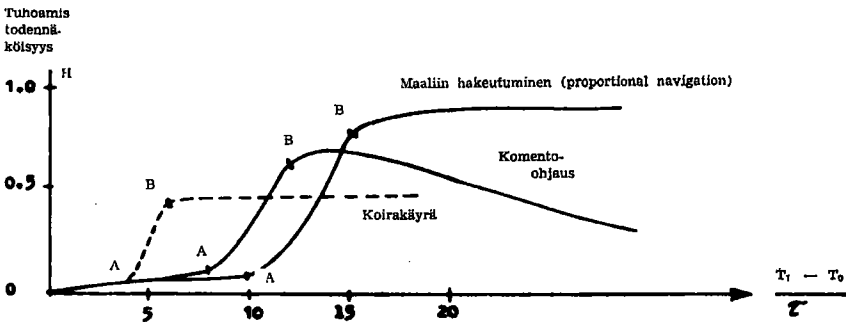
Nykyisin käytössä olevissa keskitorjuntaohjusjärjestelmissä on tämänhetkisessä kehitysvaiheessa ollut erityisesti nähtävissä

- häirinnän estämismenetelmien kehittäminen ja
- ohjausjärjestelmien kehittyminen.

Lisäksi on erityisen merkittävänä seikkana tämänhetkisessä kehitysvaiheessa pidettävä sitä, että myös matalalla lentävien maalien ammunta erijärjestelmillä on yleistynyt. Tämän on mahdollistanut jatkuva-aaltotutkien ns CW-tutkien käyttöönotto. Myös järjestelmien liikuteltavuuteen, liikkuvuuteen ja mahdollisuuteen toimia täysin itsenäisesti ilma- ja valvontaverkosta riippumattakin on kiinnitetty suurta huomiota.

Luonnollista on, että häirinnän estämismenetelmät pidetään aina salassa eikä niistä senvuoksi olekaan ollut nähtävissä tarkkoja mainintoja. Varmaa kuitenkin on, että tämä ala on ilmatorjuntaohjusjärjestelmissä huomattavasti kehittynyt.

Ohjausmenetelmistä on yleisesti mainittava, että vaikka komento-ohjaus on vielä eräissä järjestelmissä käytössä, niin puoliaktiivinen maaliinhakeutuminen on yleistymässä. Teknillinen ratkaisu tässä menetelmässä on kyetty toteuttamaan niin, että ohjausmenetelmästä riippuva maalin tuhoamistodennäköisyys on huomattavan suuri. Seuraava piirros (piirros 1) esittää esimerkkinä tuhoamistodennäköisyyttä riippuvana ohjausmenetelmille ominaisista ajoista:



Piirros 1

Piirroksessa on pystyakselina tuhoamistodennäköisyys ja vaakakselina kullekin menetelmälle ominainen aikasuhte

$$T_1 - T_0$$

Tämä suhde on pääpiirtein muodostunut seuraavista tekijöistä. Ennenkuin ohjus on saavuttanut sellaisen nopeuden, että se on ohjatta-

vissa, ja häiriötekijät, etenkin säästä johtuvat, on poistettu, kuluu siihen eräs aika T_0 . Siihen asti on ohjausmenetelmästä riippuva tuhoamistodennäköisyys olemattoman pieni nousten aluksi vain vähitellen, kunnes eräässä kohtaa pisteessä A tapahtuu jyrkkä nousu. Tarkasteltavana hetkenä olevaa juoksevaa aikaa on merkitty T_1 :llä. Mittausarvojen tasoittamiseen kuluu aikaa, ohjaimet eivät heti asetu oikeaan asentoonsa eikä ohjus heti saavuta käskettyä poikittaiskiihtyvyyttä. Näihin kuluu aikaa on merkitty T :llä. Nykyisin erittäin pitkälle kehitetyssä puoliaktiivisessa maaliinhakeutumismenetelmässä (proportional navigation) on tuhoamistodennäköisyys eräästä pisteestä lähtien hyvin suuri säilyen sellaisena lähes ohjuksen äärikantamalle saakka. T -arvo voi tässä menetelmässä olla teoreettisesti jopa 0.25 s. Tällöin on $(T_1 - T_0)$:n oltava vähintään 2.5 s, ehkä 3.75 s. Näihin arvoihin liittyy myös se lyhin mahdollinen etäisyys, jolloin aikaisintaan ohjus on hallittavissa. Tämä voi olla ehkä 5—6 km, Koirakäyrää käytettäessä kuitenkin huomattavasti pienempi. Ilmeistä on, että puoliaktiivista ohjausmenetelmää käyttävissä ohjusjärjestelmissä on toistaiseksi käytännössä päästy vasta n 9—10 km:n lyhimpään mahdolliseen ulottuvuuteen. Tästä etäisyydestä lähtien siis kannattava ohjustaminen on mahdollista sillä korkeusvyöhykkeellä, jonka alaraja nykyisin voi olla jopa muutamia kymmeniä metrejä ja yläraja n 25 km:iin asti. Luonnollista on, että jos ohjausmenetelmästä riippuvaa tuhoamistodennäköisyyttä alennetaan, on myös mahdollista saada lyhin ulottuvuus pieneneään.

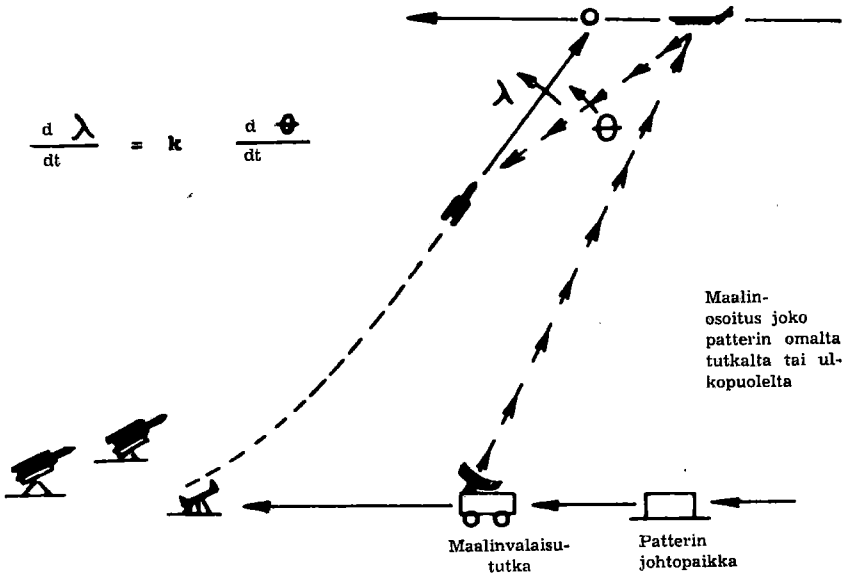
Tuhoamistodennäköisyysluvat vaihtelevat alan ammattitilastoissa 60—85 %. Samankin järjestelmän yhteydessä ilmoitetut luvut voivat olla toisistaan poikkeavia. Tämä on ymmärrettävissä erilaisiin maali-tilanteisiin liittyvinä arvoina. Myöskin koeammunnoissa saatuihin tuloksiin on voitu ottaa mukaan vain toimineet ohjukset jättämällä pois teknilliset häiriöt. Näin on voitu ilmoittaa epätavanomaisen korkeitakin osuaprosentteja. Kun aktioasejärjestelmissäkin, vaikka ovatkin tavattoman pitkäaikaisesti koeteltuja rakenteita, voi sattua häiriöitä, on luonnollista, että sängen nuorissa ohjusjärjestelmissä on olemassa tietty häiriömahdollisuus, joka on alentamassa tuhoamistodennäköisyyttä. Mutta tällaisenaankin luvut ovat nykyisin huomattavan korkeat.

Mitä sitten ohjusjärjestelmien suurimpaan mahdolliseen ulottuvuuteen tulee, ovat tästä ilmoitetut luvut vain keskimääräisiä. Erityisesti ulottuvuuteen on näet ratkaisevasti vaikuttamassa maalitylänne, kuten maalin nopeus, lentokorkeus ja suuruus. Tämänhetkistä kehitysvaihetta osoittavana on ulottuvuuksista mainittava, että kun ulottuvuusarvot lasketaan samoihin olosuhteisiin, niin merkittävää kehitystä eräissä puoliaktiivista ohjausmenetelmää käyttävissä ohjusjärjestelmissä on ollut aivan viime vuosina nähtävissä. Tähän vaikuttavana tekijänä on mainittava mm se, että ohjuksen lukitusetäisyyttä on kyetty entisestään suurentamaan.

Kun kentällä suoritettava ohjusten testaus, joka aina on välttämättömtä ennen ohjuksen laukaisemista, on pystytty yksinkertaistamaan, on tämä ollut lisäämässä keskitorjuntaohjusjärjestelmien toimintavalmiutta kentällä.

Kuten edellä on mainittu, on tämän alueen järjestelmissä puoliaktiivinen maaliinhakeutuminen yleistymässä. Ilmatorjuntaohjusjärjestelmien nykyistä kehitysvaihetta kuvaavana esitetään senvuoksi seuraavassa kaaviopiirros (piirros 2) tästä menetelmästä.

Keskeisenä yksikön välineistössä ovat maalin valaisututka ja patterin johtopaikka. Valaisututkan saadessa maalin heijastuu, kuten tunnettua, osa lähetetystä energiasta takaisin. Ohjuksessa itsessään on laskin ja tutkavastaanotin. Kun tämä näin saa maalin, kulkee ohjus haluttua pistettä kohti. Laukaisu tapahtuu johtopaikasta. Ohjus ohjautuu sitten jatkuvasti ennakkopistettä kohti siten, että ohjuksen suunnan muuttumisnopeus pidetään suoraan verrannollisena ohjus—maali suunnan muuttumisnopeuteen. Valaisututkatyypillä on suuri merkityksensä, paitsi toimintaetäisyyteen, eritoten järjestelmän liikkuvuuteen. Nykyisin on käytössä järjestelmiä, joissa on sangen tehollinen, mutta raskas, yleensä betoni- tai vastaavalla alustalla toimiva valaisututkansa. Tällaiset järjestelmät eivät ole liikkuvia, vaan korkeintaan liikuteltavia. Mutta on olemassa myös sellaisia järjestelmiä, joissa valaisututkat ovat suhteellisen keveitä ja tästä johtuen järjestelmät kokonaisuudessaan ovat liikkuvia. Riippuu luonnollisesti useista tekijöistä, mm taloudellisista mahdollisuuksista, maan sotilasmaantieteellisestä asemasta ja muodosta, ilmavalvontatutkaverkon tehokkuudesta jne, kuinka suuri merki-



Piirros 2

tys ilmatorjuntaohjusjärjestelmien liikkuvuudelle on asetettava. Näin on asianlaita myöskin ja aivan erityisesti siinä tapauksessa, että yksiköt pystyisivät täysin itsenäiseen toimintaan.

Tähän, ohjusyksikön itsenäiseen toimintakykyyn vaikuttaa ratkaisevasti puolestaan patteriston maalinosoitustutka ja patteriston johtokeskus. Kenttäkäytössä on nykyisin liikkuvia järjestelmiä, joissa on oma maalinosoitustutkansa ja johtokeskuksensa. Tällöin valaisututkat saavat maalinosoituksen patteriston johtokeskuksesta ja patteristo voi toimia täysin itsenäisesti. Tarvittaessa voidaan tällainen järjestelmä kytkeä kiinteään ilmavalvontaverkkoon joko patteriston johtokeskuksen kautta tai siten, että yksiköt saavat iv:n maalinosoitustiedot suoraan, ilman patteriston johtokeskuksen välitystä. Nykyistä kehitysvaihetta osoittavana mainittakoon edelleen, että ainakin eräessä varsin pitkälle kehitetyssä itsenäiseen toimintaan kykenevässä järjestelmässä on olemassa myös mahdollisuus johtaa tarvittaessa rajoitetusti myös torjuntahävittäjien toimintaa. Käytännön kannalta voi olla mainitsemisen arvoista lisäksi, että nykyisten liikkuvien keskitorjuntaohjusjärjestelmien

tulivalmiuteen asettaminen marssilta vie aikaa n 2—3 t ja että näissäkin erityisesti hyvin suoritettu tutkatiedustelu voi merkittävästi nopeuttaa tulivalmiutta.

Ohjusyksikön lavettiluku, jossa on tapahtunut muutoksia aivan viime aikoina, vaihtelee eri tyypeillä 3—8.

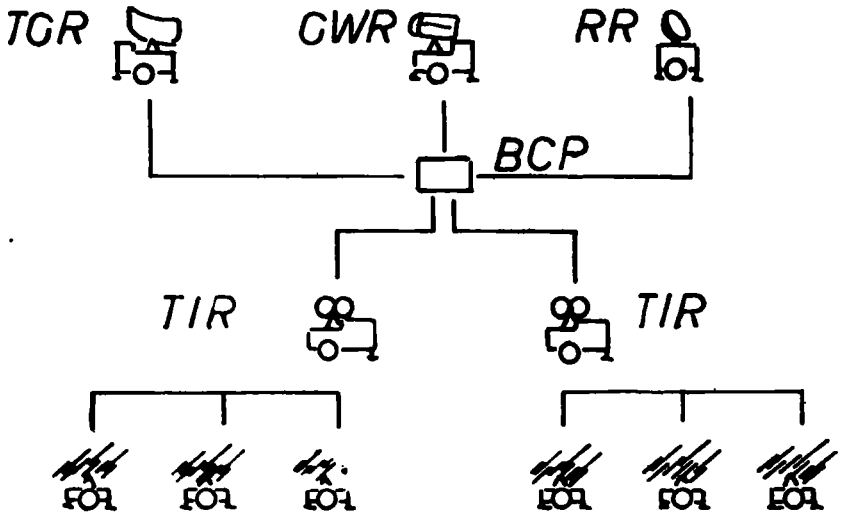
Seuraavassa taulukossa esitetään eräitä tietoja nykyisin käytössä olevista keskitorjuntaohjusjärjestelmistä.

Tyyppi	Maa	Ohjuksen paino	Moottori	Ohjausmenetelmä	Keskimäärä kantama	Korkeus	Nopeus	Huom
Guidoline	NL	1.4 ton	—	—	35—40 km			Ps
	NL	n 3.0 „	—	—	40 „			
	NL	n 2.2 „	—	—	n 75 „			
	NL	n 0.7 „	—	—	n 30 „			
Nike Ajax	US	n 0.9 „	Neste + ruuti	Komento	n 40 „	20—23 km	2 M	
Nike Hercules	US	2.3+ „	Ruuti-rak	Komento	n 150 „	45 „	3/3 M	
Hawk	US	n 1.0 „	Ruutirak	Puoli-aktiivinen	33 „	18 „	2.5 M	
Bloodhound	Engl	0.9 „	Pato + ruutiapurak	Puoli-aktiivinen	80—100 „	23 „	2.5 M	
Thunderbird	Engl	0.9 „	Ruuti + ruutiapuraketti	Puoli-aktiivinen	n 75 „	20—23 „	2.5 M	

Lähtemättä suorittamaan vertailua eri tyyppien välillä, otettakoon taulukosta esille vain eräitä kohtia. Huomiota kiinnittää tällöin mm NL:n liikkuva, psvaunualustalta toimiva ohjusjärjestelmä, jonka kantama ulottuu n 75 km:iin. USA:n Nike Hercules on katsottava kiinteäksi järjestelmäksi. Useissa maissa onkin käytössä yhdessä Nike Hercules'in kanssa Hawk-järjestelmä. Tämä järjestelmä, jossa yksikköön kuuluu mm n 30 autoa, on itsenäiseen toimintaan kykenevä ja liikkuvuudeltaan verrattavissa raskaaseen itatteriin. Hawk'in valmistus myös Euroopassa useamman maan yhteistyönä on käynnissä. Englannin Bloodhound-järjestelmä, josta nykyisin on kaksikin muunnelmaa olemassa, on liikuteltava järjestelmä. Erikoistapauksia lukuunottamatta se ei ole itsenäiseen toimintaan pystyvä. Sensijaan Thunderbird-järjestelmä on liikkuva ja myös täysin itsenäiseen toimintaan kykenevä. Kun Blood-

hound'in ja Thunderbird'in suoritusarvot lähenevät toisiaan, jää tulevaa kehitystä ajatellen nähtäväksi, tulevatko ehken nämä tyypit joskus samaistumaan.

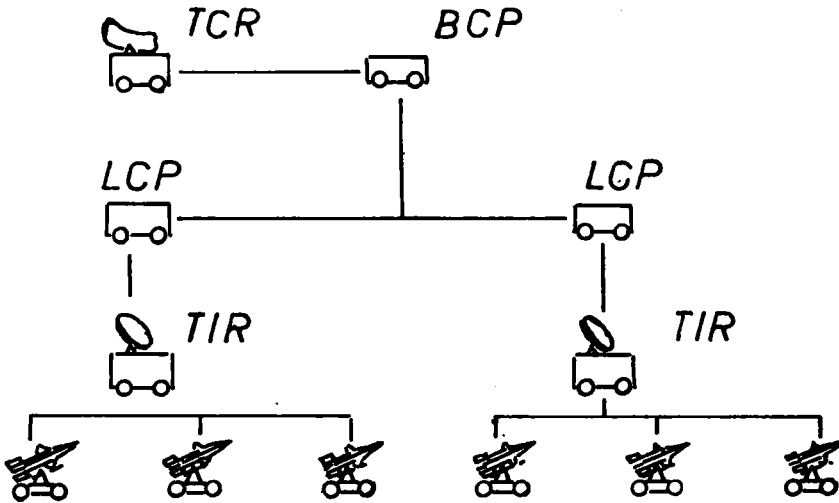
Seuraavat kuvat esittävät liikkuvia, puoliaktiivista maaliinhakeutumisista käytäviä järjestelmiä Hawk (kuva 3) ja Thunderbird (kuva 4).



Kuva 3

Kehitteillä olevista uusista järjestelmistä on mainittava mm amerikkalaisten AADS 70-järjestelmä. Sen kehittäminen on aloitettu v 1964 ja se on ajateltu armeijan ilmatorjuntaohjusjärjestelmäksi vuoden 1970 lentokoneita ja ohjuksia vastaan. Järjestelmästä on ollut kuitenkin vain vähän tietoja saatavissa. Erikoispiirteenä tästä kehitteillä olevasta järjestelmästä on maininta, että se mahdollisesti tulisi aikanaan korvamaan sekä Hawk- että Nike Hercules-järjestelmät.

Laivaston ilmatorjuntaohjukset muodostavat oman ryhmänsä ilmatorjuntaohjusjärjestelmien joukossa. Ne kuuluvat pääasiassa keskitorjuntaohjusjärjestelmiin. Niissä on lukuisasti kenttäkäytössä olevia tyyppjä. Erityisen ratkaisevaa kehitystä ei näytä tällä alueella viime aikoina tapahtuneen, vaan tilanne on ollut myös laivastoissa huomattavan tasaantunut. Kuitenkin eräitä uusia kehittäjiä on tullut julkisuuteen.



Kuva 4

Tällaisia ovat mm amerikkalaisten Sea-Sparrow-järjestelmä, jossa ilma-
taisteluohjus Sparrow 3 on suunnitteilla pienillä laivoilla käytettäväksi
ilmatorjuntaohjuksiksi. Myöskin on ollut tietoja amerikkalaisten Talos-,
Tartar- ja Terrier-ohjusten yhdenmukaistamiseksi siten, että kehitteillä
oleva uusi ASMS-järjestelmä korvaisi nämä kolme. Seuraavassa taulu-
kossa esitetään eräitä tietoja laivaston ilmatorjuntaohjusjärjestelmistä.

Tyyppi	Maa	Ohjuksen paino	Moottori	Ohjaus- menetelmä	Toiminta- etäisyys	Korkeus	Nopeus
Golem 3	NL	2200	Ruuti- rak	Infrapuna	16?	—	2.5
Golem 4	NL	—	Ruuti- rak	—	70	—	—
Tartar	USA	900	Ruuti- rak	Puoli- aktiivinen	20—30	0.3—12	2.5
Terrier	USA	450+ 250	Ruuti- rak	Puoli- aktiivinen	32	18	2.5
Sparrow 3	USA	160	Ruuti- rak	Puoli- aktiivinen	n 12?	—	2.6
Sea-Slug	Engl	1800	Ruuti- rak	Puoli- aktiivinen	30—40	23	2.0
Seacat	Engl	—	Ruuti- rak	Radio + näkö	4.5	3	0.8

IV KAUKOTORJUNTAOHJUSJÄRJESTELMÄT

Kaukotorjuntaohjusten alueella, joitten toimintaetäisyys on useita satoja kilometrejä, ei ole ollut viimeaikoina nähtävissä ratkaisevasti uutta. Ilmeiseltä näyttää, että amerikkalainen Bomarc A, jonka toimintaetäisyys on n 400 km, lentokorkeus n 20 km ja nopeus 2.7 M, täydennetään kehittyneemmällä Bomarc B-tyypillä. Bomarc B:n kantaman on sanottu olevan 670 km, ohjuksen painon 7200 kg ja nopeuden 2.8 M. Taistelukärkenä voi olla ydinräjähdekärki. Ohjausmenetelmänä on yhdistetty komento- ja aktiivinen maaliinhakeutumismenetelmä. Lennon alkuosassa johtamisjärjestelmä SAGE ohjailee ohjusta maaliaan kohti, kunnes ohjuksessa oleva maaliinhakeutumismenetelmä kiinnittyy maaliin ja alkaa toimia.

Myös NL:ssa lienee käytössä Bomarc'ia vastaava kaukotorjuntaohjusjärjestelmä. Järjestelmässä on kaksiportaisen ohjuksen pituudeksi mainittu 14.8 m, lähtöpainoksi n 10 ton sekä toimintaetäisyydeksi useita satoja kilometrejä.

V VASTAOHJUSJÄRJESTELMÄT

Ohjusten vaikealla torjunta-alueella on tämänhetkisestä ilmatorjuntaohjusjärjestelmien kehitysvaiheesta yleisesti todettavissa, että aerodynaamisten kauko-ohjusten torjunta on mahdollista suorittaa nykyisin käytännössä olevilla tavanomaisilla keskitorjuntaohjusjärjestelmillä, kuten on jo mainittu. Kun aerodynaamisten ohjusten suoritusarvot ovat rinnastettavissa eräitten lentokoneitten suoritusarvoihin, on myös torjunta vastaavasti järjestettävissä. Myös lyhyiden toimintaetäisyyksien ballististen ohjusten sekä ohjaamattomien rakettien torjunta eräillä keskitorjuntaohjusjärjestelmillä voi olla mahdollista. Tätä koskevien julkisuuteen saatettujen kokeilutulosten perusteella on näet tällainen johtopäätös ehkä tehtävissä.

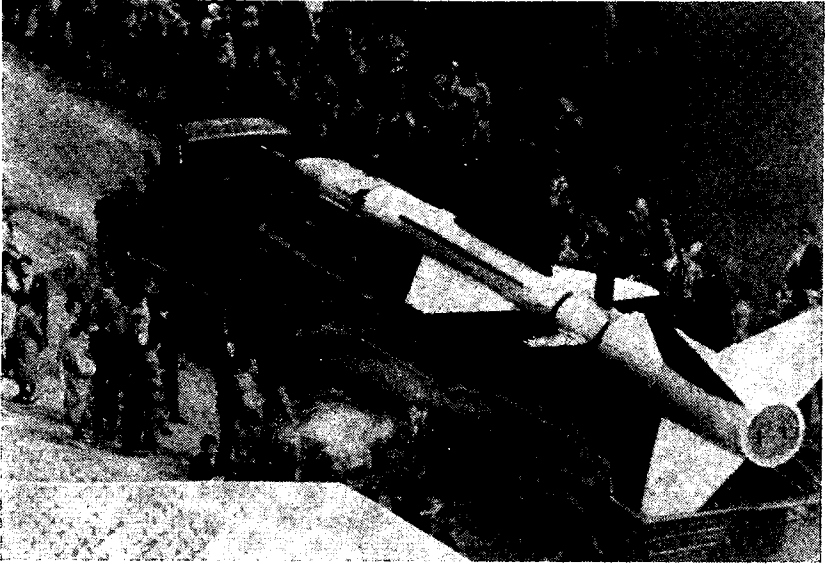
Varsinainen vaikeus on mannerten välisten ballististen kauko-ohjusten torjunnassa. Kun hyökkäävä kauko-ohjus liikkuu elliptistä rataansa, on tämän radan määrittäminen mahdollista, mikäli lähtöpaikka tunne-

taan. Eräs laskelma osoittaa, että vastaohjusjärjestelmän pitäisi tällöin saada maalinosoitus n 1100—1600 km:n päästä riippuen ohjustyyppistä, jotta se ehtisi toimia. Tätä ennen on hyökkäävä ohjus saatava tutka-valvontaverkkoon. Jos ohjuksen kantama on n 8000 km, on tämän tapahduttava n 3000 km:n etäisyydeltä. Vastaohjusjärjestelmiin kuuluvat valvontatutkajärjestelmät mahdollistavat nykyisin useampien tuhansien kilometrien, ehkä n 4000 km kantaman. Kun tutkatekniikka on vienyt tutkahorisontin pienentämismahdollisuuteen, on tämä ollut tehostamassa ohjusvalvonnan tehoa. Kuitenkin varsinaisen ohjustorjunnan kehittäminen on tuottanut erittäin suuria vaikeuksia. Kun hyökkäävä ohjus voi kiertää maapalloa ennen kohdettaan, on ohjusten hyökkäyssuunnan määrittäminen vaikeutunut. Erittäin hankalaa voi myöskin olla vedenalaisista lähetettävien, kuten esim Polaris-tyyppisten, ohjusten torjunta, koska lähetyspaikka on yllätyksellinen. On myöskin väitetty, että korkealla suoritettulla ydinräjähdyksellä voitaisiin ehkä sokaista valvontaverkko ja näin saada ohjushyökkäys suoritettua huolimatta vastaohjusjärjestelmästä. Senvuoksi on esitetty epäilyjä vastaohjusjärjestelmien tehosta. Joka tapauksessa tämän alueen kehitys ja tutkimus on edelleen voimakkaasti käynnissä. USA:ssa näyttää tämä tutkimus kohdistuvan lähinnä kolmeen seikkaan, nimittäin

- vastaohjustorjuntaan,
- elektronisiin vastatoimenpiteisiin sekä
- suuritehoisen Laser'in hyväksikäyttöön.

Kuten tunnettua, ovat sekä NL että USA ilmoittaneet ratkaisseensa ohjusten torjuntakysymyksen. NL:n kehittämästä Griffon-nimisestä järjestelmästä on ollut saatavissa vain niukasti tietoja. Järjestelmän, jossa ohjus laukaistaan hyökkäävän ohjuksen ollessa n 1000 km:n päässä, toimintaetäisyyden on sanottu olevan 300—400 km, erään tiedon mukaan jopa 600 km. Muodoltansa Griffon-järjestelmän ohjus (kuva 5) muistuttaa vastaavaa amerikkalaista ohjusta. Mahdollista voi olla, että samaa ohjusjärjestelmää käytetään sekä kaukotorjunta- että vastaohjusjärjestelmänä.

USA:n kehittämä Nike-Zeus-järjestelmä käyttänee yhdistettyjä komento-ohjaus- ja maaliinhakeutumismenetelmiä. Ohjusta ohjattaneen aluksi komento-ohjauksella laskettua ennakkopistettä kohti, kunnes



Kuva 5

aktiivinen maaliinhakeutuminen alkaa toimimaan. Kaksivaiheisen, kiinteää ajoainetta käyttävän ohjuksen pituus on n 15 m. Kantamaksi on mainittu 300—500 km. Ohjuksen ensimmäinen onnistunut laukaisu on tapahtunut jo v 1959.

Uusista kehittelyistä on julkaistu eräitä tietoja Nike X-järjestelmästä. Tämä tulisi käsittämään sekä Nike Zeus-järjestelmän, että ala-alueita varten ajatellun uuden Sprint-järjestelmän. Sprint-järjestelmästä, jossa ohjus on huomattavasti Nike Zeuss'ia pienempi (kuva 6), on ollut yleisluontoinen maininta, että siinä ohjus ammutaan erittäin suurella kiihtyvyydellä tarkasti laskettuun ennakkopisteeseen aivan viime hetkellä. Eräässä ohjuskatsauksessa vuodelta 1964 todetaankin tämän menettelyn vaativan "rautaisia hermoja, kun kyseessä on kauko-ohjuksen ydinkärjen torjuminen".

Mitä satelliittien torjuntaan tulee, on tutkimus tämän kysymyksen ratkaisemiseksi voimakkaasti käynnissä. Kun satelliittien radat ovat



Kuva 6

helposti laskettavissa voinee arvailla, että satelliittien torjunta voi olla helpompikin kuin ohjusten torjunta niissä tapauksissa, missä torjuntajärjestelmä ulottuu tarvittaviin korkeuksiin.

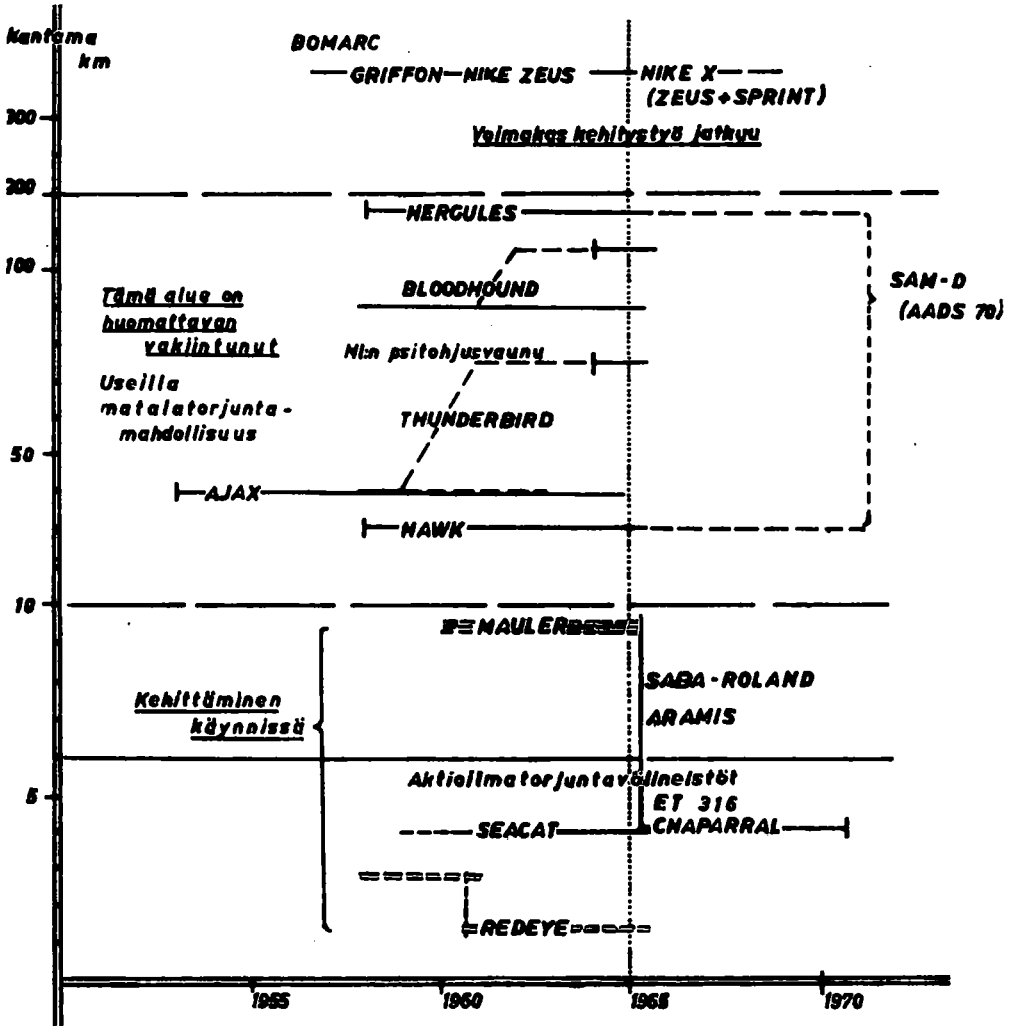
VI YHDISTELMÄ

Yhdistelmänä ilmatorjuntaohjusjärjestelmien nykyisestä kehitysvaiheesta esitettäköön seuraavaa:

1. Nykyinen kehitysvaihe ei ole mahdollistanut aktioilmotorjuntajärjestelmien korvaamista ilmatorjuntaohjusjärjestelmillä, vaan molemmat ovat edelleenkin välttämättömiä oman alueensa tehtävissä.

2. Lähitorjunta-alueella on voimakas ilmatorjuntaohjusjärjestelmien kehittäminen käynnissä. Kuitenkaan vielä ei ole käytössä riittä-

ERÄIDEN ILMATORJUNTAOHJUSTEN KEHITTYMINEN



Piirros 3

vän kenttäkelpoista ratkaisua. Kehitystä tällä alueella on omiaan voimistamaan eräitten maitten yhteistyö. Voi ehkä olla mahdollista, että aikanaan tullaan saamaan aikaan tyydyttävä ratkaisu. Ei ole kuitenkaan nähtävissä, että tämä kykenisi korvaamaan aktioilmatorjuntajärjestelmät.

3. Keskitorjuntaohjusjärjestelmissä on saavutettu jo myös kenttäkäytön kannalta erittäin merkittäviä tuloksia. Nämä järjestelmät ovat jo vakiintuneet. Kuitenkin kehitystä aivan viime aikoihin asti on myös tällä alueella tapahtunut. Tämä kehitys on parantanut keskitorjuntaohjusjärjestelmän käyttöalaa. Myöskin aivan uusia järjestelmiä on edelleen kehitteillä.

4. Vastaohjusjärjestelmissä tuskin on vielä päästy riittävän tyydyttävään ratkaisuun. Vastaohjusjärjestelmien voimakas kehittäminen nykyistä täydellisemmäksi jatkuu.

Piirros 3 pyrkii havainnollistamaan ilmatorjuntaohjusjärjestelmien nykyistä kehitysvaihetta.

LÄHTEET

- Luennot ja näytökset eräissä ohjuksia valmistavissa teollisuuslaitoksissa
- Alan ammattijulkaisut
- PE:n it-osastossa ja aseteknisessä osastossa suoritettu tutkimustyö