

# Katsaus raketti- ja ohjusalan viime- aikaiseen kehitykseen

Kirjoittanut yleisesikuntaeversti E Peura

## I YLEISTÄ

Rakettiperiaatteen käyttö taisteluvälineissä on jo sängen vanha kiinalainen keksintö. Eri aikoina on tämä väline silloin tällöin tullut esille. Niinpä tiedetään rakettia käytetyn esim 1200-luvulla asuttujen paikkakuntien piirityksissä. Samoin mainitaan englantilaisten käyttäneen rakettiasetta 1800-luvun alussa sotatoimissa Kööpenhaminaa vastaan sekä itävaltalaiden 1848—49 sodassa. Kehitys rakettiaseissa on ollut siihen asti hidas, ja voitaneen todeta, että 1870-luvulla on raketti taisteluvälineenä menettänyt merkityksensä ja aktioaseistus tullut hallitsevaksi. Tämän jälkeen on mainintoja rakettiaseistuksesta esiintynyt runsaammin joitakin vuosia ennen viime maailmansotaa. Viime maailmansodassa oli rakettiaseistusta kuten tunnettua jälleen käytössä ja olivat tällöin saavutukset merkittäviä erityisesti panssaritorjunnan ja V-aseiden alalla. Varsinaisesti on kehitys raketti- ja ohjusalalla kuitenkin tapahtunut vasta viime maailmansodan jälkeisenä aikana, jopa aivan viime vuosina ja on se kohdistunut lähinnä ohjuksiin.

Kuten tiettyä kuljettaa raketti ja ohjus liikettään varten tarvitsemansa ajoaineen mukanaan. Liike perustuu palamisen aiheuttamiin reaktiivoimiin, tunnettuun Newtonin lakiin painopisteen säilymisestä tietyssä suljetussa systeemissä. Tästä syystä on myös reaktioperiaatella toimivan kappaleen liike mm tyhjiössä mahdollinen. Kun seuraavassa käsitellään raketti- ja ohjusalan viimeaikaista kehitystä, niin

rajoitutaan vain yleiselostuksen luomiseen. Selostuksessa käytetään nimityksiä **raketti** ja **rakettiammus** tarkoittamaan sellaista reaktioammusta, joka liikkeensä aikana ei ole ohjattavissa. Vastaavasti käytetään **ohjus**-sanaa tarkoittamaan rakettia vastaavaa välinettä, jota voidaan liikkeensä aikana tavalla tai toisella ohjata ainakin osan aikaa.

Kun raketti- ja ohjusalalla kehitys on voimakkaimmin kohdistunut eräisiin osayhdistelmiin, jotka merkittävimmin vaikuttavat raketien ja ohjusten suoritusarvoihin, nim toimintaetäisyyteen, lentokorkeuteen, nopeuteen ja tarkkuuteen, niin otetaan aluksi käsittelyn alaiseksi nämä osayhdistelmät. Nämä ovat voimalaitteet ja ohjausjärjestelmät.

## II VOIMALAITTEET

Raketeissa ja ohjuksissa käytetään liikkeen aiheuttavana työntövoimana liikevoimakoneita, reaktiomootoreita. Näiden kehitystä ilmentää tietystä mielessä niiden rakenteellinen ryhmittyminen toisistaan poikkeaviin ryhmiin. Käytössä olevissa reaktiomootoreissa voidaan erottaa kaksi pääryhmää,

- rakettimootorit ja
- aerobimootorit.

Näiden periaatteellinen ero on siinä, että rakettimootori kuljettaa mukanaan kaikki palamiseen tarvittavat aineet, kun taas aerobimootori saa palamiseen tarvittavan hapen ilmakehästä.

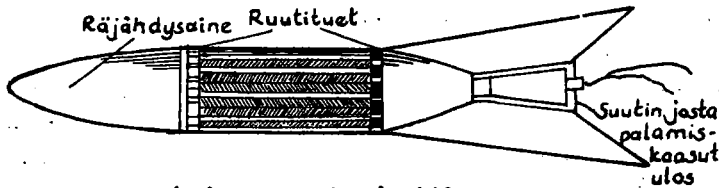
Rakettimootorien rakenteessa, käyttöarvossa ja kehityksessä on oleellisena tekijänä moottorin käyttämä ajoaine. Lähinnä tämän perusteella erotetaan rakettimootoreissa puolestaan kaksi pääryhmää, nim

- ruutirakettimootorit ja
- nesterakettimootorit.

**Ruutirakettimootorin** käyttö tulee kysymykseen tehtävissä, joissa tarvitaan suurta työntövoimaa suhteellisen lyhyen aikaa. Tämä palamis aika näyttää olevan 0,5—3 sek. Ajoaineena tässä moottorityypissä käytetään jähmeää ainetta tai ainesesta. Usein on tällaisena aineena jokin ruutiseos, esim mustaruuti tai nitroglyseriiniruuti, mutta muutakin ainetta voidaan käyttää. Kun ruudin palaminen ja siis työntövoima ovat riippuvia mm ruudin lämpötilasta, on pyritty kehittämään ainesekoiksi, joissa tämä epäkohta olisi mahdollisimman vähäinen.

Kehitys näyttääkin kohdistuvan sopivan ajoineen löytämiseen. Yleensä asetetaan ajoineelle etenkin suurempiin tarkkuuksiin pyrittäessä sangan tiukat vaatimukset. Toinen seikka, jolla lienee ollut merkitystä ruutirakettimoottorin kehittämisessä, on ollut sopivan lämpöeristeen keksiminen, etenkin pienissä suurtehoraketeissa.

Oheinen piirros 1 esittää kaaviona ruutirakettimoottorin rakenteen.



### Ngl - ruutiraketti

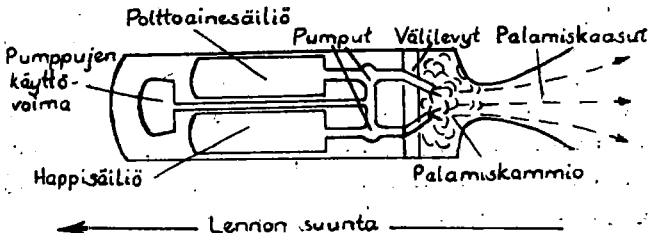
Piirros 1

Tämäntapaisen voimakoneen käyttö tulee kysymykseen lyhytaikaisissa moottoreissa ja lähtö-apuraketeissa.

Ruutirakettimoottoreiden etuna on mm niiden helppo käsittely. Haittoja taas ovat ajoineelle asetettavat suuret vaatimukset sekä polttoaineen vaatima suuri tila ja kulutus.

Nesterakettimoottoreissa käytetään, kuten nimi osoittaa, ajoineena joitakin sopivia nesteitä. Nämä voivat olla joko yksikantaisia tai ajoineyhdistelmiä. Yleisimmät ajoaineet ovat vetysuperoksidi sekä bensiini, aniliini, bentsoli, hydratsiinihydraatti ja metyylialkoholi. Lisäksi saattaa polttoaineissa olla jotakin hyvin hienoksi jauhettua metallia, esim aluminiumia (jopa 60 %). Hapettimena käytetään yleisesti typpi-happoa ja nestemäistä happea.

Oheinen piirros 2 esittää nesterakettimoottorin periaaterakenteen.



### Nesterakettimoottori

Piirros 2

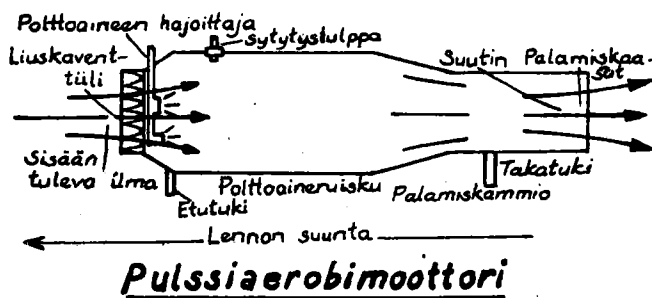
Työntövoimaa voidaan nesterakettimoottorissa säännöstellä ja ylläpitää pitemmän ajan. Tästä syystä on mainitun moottorityypin käyttö ohjuksissa melko yleistä, sitä käytetään mm it-ohjuksissa sekä useissa tykistö- ja kauko-ohjuksissa. Käytettävät ajoaineet ovat halpoja, kun sen sijaan konstruktio on suhteellisen kallis. Polttoaine ja hapettimet ovat melkoisen hankalia käsitellä, koska ne usein ovat haihtuvia ja voivat olla myös myrkyllisiä. Lisäksi erityisesti hapetin on kemiallisesti hyvin aktiivinen aine.

Mainittakoon tässä, että nesterakettimoottori oli käytössä V-2:ssa.

Toisessa pääryhmässä, **aerobimoottoreissa**, voidaan myös todeta rakenteellisesti toisistaan poikkeavia tyyppejä. Tämän mukaisesti erotetaan **aerobimoottoreissa**

- pulssiaerobimoottorit,
- turboaerobimoottorit ja
- patoaerobimoottorit.

**Pulssiaerobimoottorin** rakennetta esittää oheinen piirros.

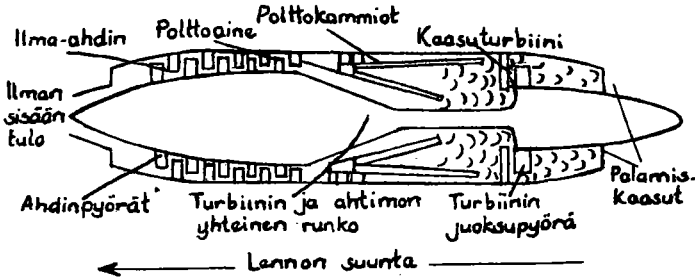


Piirros 3

Tämä moottorityyppi, joka on rakenteeltaan yksinkertainen, vaatii tietyn lähtönopeuden päästäkseen käyntiin. Moottori antaa melko heikon työnnön ja siis suhteellisen pienen nopeuden. Tästä syystä ollaan nykyisin luopumassa sen käytöstä taisteluohjuksissa. Sen käyttö tulee kuitenkin jatkuvasti kysymykseen harjoitus- ja maaliohjuksissa. Lisäksi se on vielä käytössä mm eräissä rynnäkköleko-ohjuksissa. Tämän tyyppin moottoria käytettiin mm V-1:ssä.

**Turboaerobimoottori**, jonka periaaterakenteen esittää oheinen piirros 4, on kompressorilla eli ahtimella varustettu reaktiomoottori, jota

nykyään mm suihkulentokoneet käyttävät. Se on käytössä myös eräiden taisteluohjusten moottorina, erityisesti kantosiivellisissä tykistö- ja kauko-ohjuksissa. Tämän tyyppin liikkeellelähtö tapahtuu o-nopeudesta eikä se siis tarvitse lähtöapurakettia. Moottori antaa suhteellisen suuren työnnön ja siis myös melkoisen nopeuden polttoaineen kulutukseen nähden.

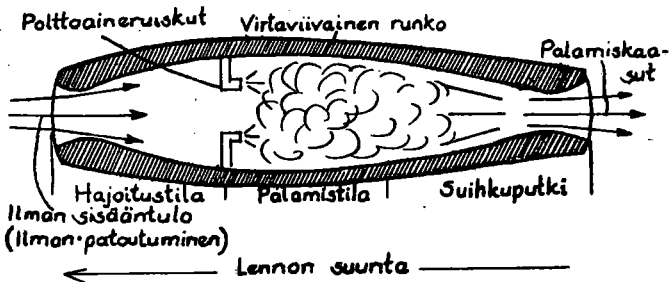


### Turboaerobimoottori

Piirros 4

Rakenteensa vuoksi on tämän tyyppin moottori kallis. Kuitenkin se on lentokonemoottoreita huokeampi, sillä se on yksinkertaisempi ja valmistettu halvemmista metalleista ja sen varmuusvaatimukset mm kuumenemiseen nähden ovat pienemmät.

Patoaerobimoottorin periaaterakennetta esittää piirros 5.



### Patoaerobimoottori

Piirros 5

Tämä moottorityyppi vaatii toimiakseen suuren lähtönopeuden (n 500 km/t) ja tarvitsee siis lähtöraketit. Se saavuttaa moninkertaisen äänennopeuden, ja tämän tyyppin moottori on tulossa käyttöön pitemmän toimintaetäisyyden vaatimissa taisteluohjuksissa. Näyttääkin ilmeiseltä, että pataerobimoottorin käyttö ohjuksissa tulee yleistyään.

**Kehityksen suuntauksessa** kokonaisuudessaan tuntuu oleelliselta, että ruutirakettimoottoreissa pyritään ajoaineisiin, jotka saavat aikaan mahdollisimman suuren lyhytaikaisen työnnön, sekä ajoaineisiin, jotka omaavat entistä pitemmän palamisajan. Näin pyritään parantamaan ohjusten kenttäkelpoisuutta nesterakettimoottoreihin verraten. Kuitenkin on todettava, että myös nesterakettimoottori on vielä yleisesti käytössä ja tulee säilymään pitkän toimintaetäisyyden ohjuksissa.

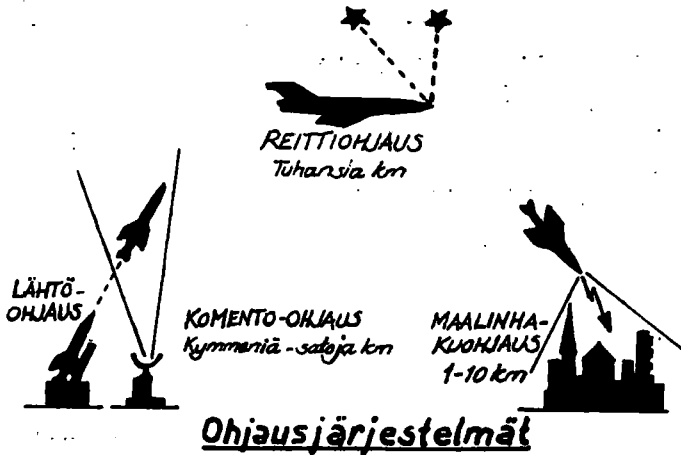
Aerobimoottoreissa ollaan kuten mainittu enenevässä määrin siirtymässä pataerobimoottorin käyttöön. Paitsi pitkän toimintaetäisyyden omaavissa kauko-ohjuksissa voi niiden käyttö myös it-ohjuksissa tulla kysymykseen.

### III OHJAUSJÄRJESTELMÄT

Kuten rakettiammuskäsitteen määrittämisestä kävi ilmi, ei raketti-ammukseen voida vaikuttaa sen lennon aikana, vaan perustuu sen lähettäminen haluttuun suuntaan lähettimen antamaan lähtösuuntaan. Sen sijaan ohjuksen lentoon voidaan vaikuttaa joko koko liikkeen ajan tai osan aikaa. Tämä saavutetaan erilaisilla ohjausjärjestelmillä. Lyhyesti sanottuna ohjausjärjestelmä käsittää niiden välineiden kokonaisuuden, jotka mittaavat ohjuksen paikan maaliin nähden ja ohjaavat ohjusta haluttuun pisteeseen. Välineistö on sekä ohjuksessa että sen ulkopuolella. Riippuen siitä, mitä menetelmää ohjauksessa käytetään, voidaan nykyisin ohjausjärjestelmissä erottaa

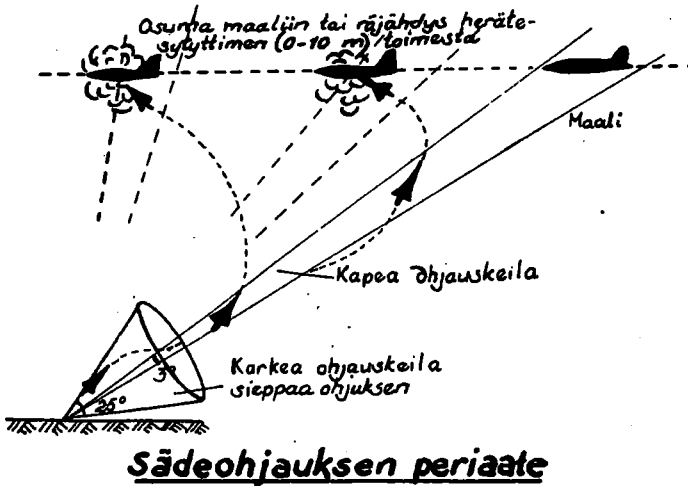
- komento-ohjaus,
- reitti-ohjaus ja
- maalinhaku- eli itseohjaus.

Seuraava piirros esittää kaavamaisesti ohjausperiaatteet.



Piirros 6

Komento-ohjauksessa suorittavat ohjaamisen ulkopuolella ohjasta (maassa, aluksessa tai lentokoneessa) olevat välineet sekä ohjuksessa olevat laitteet. Komento-ohjausjärjestelmän ehkä merkittävin alalaji



Piirros 7

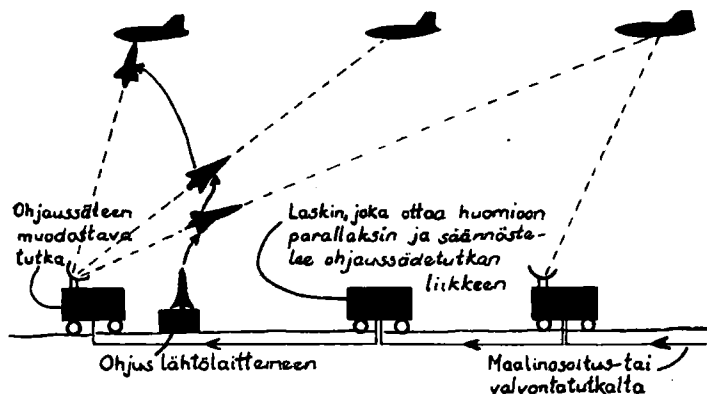
on ns sädeohjaus, jossa ohjus saatetaan ohjaustutkan (25°isen) karkean ohjauskeilan välityksellä kapeaan keilaan (3°). Tämä suunnataan jatkuvasti maaliin tai ennakkopisteeseen ja näin saadaan kapeassa keilassa liikkuva ohjus haluttuun pisteeseen.

Sädeohjausvälineistö, jonka kaaviopiirros on oheisena, käsittää

- maalitutkan, joka mittaa maalin,
- laskimen, joka välittää laskemansa arvot ohjaustutkalle ja lähettimelle, sekä
- ohjaustutkan, jonka keilaan ohjus saatetaan ja joka jatkuvasti seuraa haluttua pistettä.

Ohjuksessa taas on ohjausta varten mm vastaanotin, poikkeamakorjain ja servomootorit ohjaussiivekkeiden liikkeitä varten.

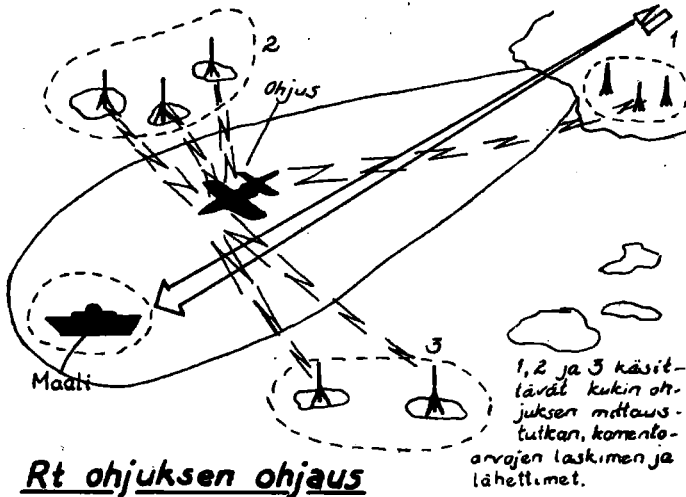
Sädeohjausjärjestelmän käyttöön ollaan nykyisin yleisesti siirtymässä lyhyen toimintaetäisyyden ohjuksissa, kuten it-ohjuksissa. Näin on asia etenkin ohjusten alkuohjauksessa.



**Sädeohjausvälineistön kaaviopiirros**  
OERLIKON



Komento-ohjausjärjestelmän eri muunnoksia käytetään tehtävästä riippuen. Tätä voidaan käyttää mm rt-ohjusten ohjaukseen. Kaaviomaisesti esittää tätä tapausta piirros 9.



Piirros 9

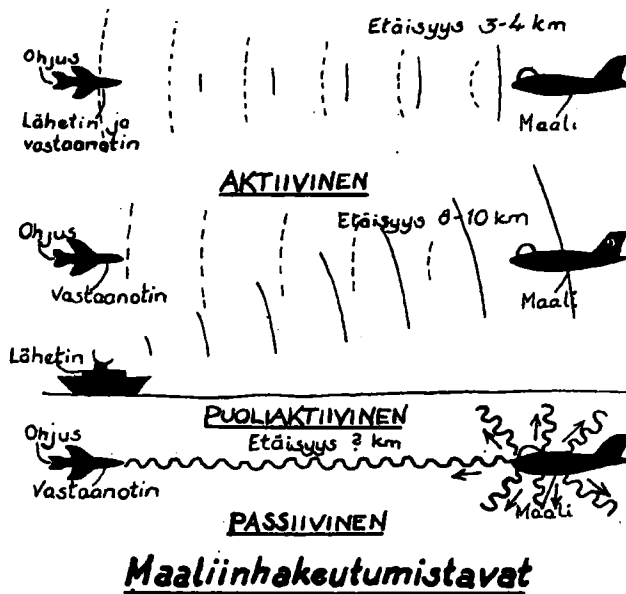
**Reittiohjausjärjestelmässä** asetetaan ohjukseen ennakolta haluttu reitti. Tässä voidaan käyttää apuna mm tähtiä. Menetelmä tulee kysymykseen pitkän toimintaetäisyyden ohjuksissa. Mm mantereiden välisten ohjusten ohjaus perustuu tämän menetelmän käyttöön.

**Maaliinhaku- eli itseohjaus** tulee kysymykseen lyhyen toimintaetäisyyden tehtävissä, joissa vaaditaan suurta tarkkuutta. Menetelmä on käytössä mm it- ja torjhäv-ohjuksissa ja hakeutuu siinä ohjus itse maaliin. Hakeutumistapoja on kolme, nim

- aktiivinen,
- puoliaktiivinen ja
- passiivinen hakeutuminen.

Aktiivisessa hakeutumisessa on ohjuksessa sekä lähetin, joka "valaisee" maalin, että vastaanotin. Tällaisen ohjuksen toimintaetäisyys on varsin lyhyt (3—4 km). Puoliaktiivisessa on ohjuksessa vastaanotin, mutta lähetin on ulkopuolella, maassa, laivassa tai lentokoneessa. Koska tässä menetelmässä on mahdollisuus käyttää tehollisinkin lähintä, on ohjusten toimintaetäisyys edellistä suurempi, n 8—10 km.

Passiivisessa hakeutumisessa on ohjuksessa vastaanotin, joka saa herätteen maalista itsestään.



Piirros 10

Eri ohjausjärjestelmiä voidaan käyttää myös yhdistettyinä. Niinpä osa liikettä voi olla säde- tai reitti-ohjattu, mutta loppuosa ohjauksesta toimii maaliinhakuohjauksen mukaisesti.

Ohjausjärjestelmien kehityksessä näyttää olevan ehkä merkittävimpänä ohjauksen toimintavarmuuden lisääminen, niin että häirintävapaa

ohjaus mahdollistuisi. Myös menetelmien tarkkuuteen kiinnitetään jatkuvasti huomiota. Maaliinhakuohjauksissa ollaan siirtymässä infra-puna-aaltojen käyttöön erityisesti torjhäv-ohjuksissa ja todennäköisesti myös it-ohjusten loppuohjauksessa.

#### IV RAKETINHEITTIMET JA RAKETTIAMMUKSET

Raketinheittimiä on käytetty lähinnä täydentämään aktioaseiden tulta. Eri maissa näyttää niitä olevan myös nykyisin lukuisia eri tehtäviä varten käytännössä ja on kehitystä eri tyyppien kohdalla ollut viime maailmansodan jälkeen nähtävissä.

Tykistöllisiä tehtäviä varten ajatellut raketinheitimet ovat yleisesti tunnettuja aluemaaliammuntaan sopivia rakettiaseita. Erikoista näissä on, että rakettilammukset ammutaan useita, jopa kymmeniäkin kiskoja käsittävältä lähtötelineeltään massatulen aikaansaamiseksi ja että ampumaetäisyys on vähäinen, vain muutamia kilometrejä. Tyypeistä mainittakoon, paitsi tunnetut "Nebelwerfer" ja ns "Stalinin urut", USA:n 4,5" rakettilammus M 8. Sen paino on 17 kg, josta räjähdysaineen osuus on 1,8 kg; lähtöteline on joko 8- tai 60-putkinen.

Sodan jälkeen kehitetyistä aluemaaliammuntaan tarkoitetuista tyypeistä on mainittava mm ranskalaisten 150 mm:n rakettilammus "L'arme de Saturation". Sen paino on 27 kg ja suurin ampumaetäisyys on n 7 km. Lähtölaitteen paino on n 400 kg ja siinä on 22 kiskoja. Raketinheitin tulij- ja tulenavausnopeus on hyvin suuri.

Paitsi aluemaaliammuntaa varten on kehitetty myös raskaampia rakettilammustyyppisiä pyrkimyksenä saavuttaa pitkä, aktiokenttätykistön ylittävä ampumaetäisyys. Tunnetuimmat näistä ovat amerikkalaisten "Honest John" sekä tämän pienempi muunnos "Little John".

Honest John painaa 2700 kg ja sen taistelukärki voi olla varustettu myös atomilatauksella. Sen pituus on 8,2 m ja se ammutaan 20 tonnia painavalta kuljetusalustalta. Ampumaetäisyys on sillä 32 km.



**Kuva 1**  
**Honest John**

**Panssarintorjuntarakettien** kohdalla on viime sodan jälkeisessä kehityksessä todettavissa useita eri tyyppisiä, joskaan voimakkaampaa kehitystä ei liene tapahtunut. Uusista tyypeistä mainittakoon mm ranskalaisten 3,5" "Strim", jonka läpäisykyvyn sanotaan olevan 350—370 mm ja ampumaetäisyyden 100—200 m, sekä sveitsiläisten 220 kg painava raketinheitin PAW 4—8, jossa rakettilämmuksen paino on 10 kg ja jonka ampumaetäisyydeksi mainitaan useita kilometrejä. Tähtäysvaikeuksien vuoksi rajoittuu tämänkin tyyppin ampumaetäisyys panssarintorjunnassa melko lyhyeksi. Kun taistelukärki sveitsiläisessä

tyypissä on vaihdettavissa, voidaan ammusta käyttää muihinkin tarkoituksiin. Tästä selittyy pitkä ampumaetäisyys.

**Merivoimien** rakettiammusten käyttö on tullut ja tulee edelleenkin kysymykseen

- aluemaaliammunnassa,
- sukellusvenetorjunnassa sekä
- valaisussa ja savutuksessa.

Aluemaaliammuntaan tarkoitettuja raketinheittimiä varten on olemassa mm erityisiä raketinheitinaluksia, joista massatulen aikaansaaminen maihinnousun tukemiseksi on mahdollista. Koska tulen tarve maihinnousun rantautumisvaiheessa on suuri, on tämän tehtävän raketinheittimien kehityksessä ollut nähtävissä pyrkimys entistä suurempiin tulitusnopeuksiin. Mm mainitaan saavutettavan eräällä nykyisellä tyypillä 11 ammuksen tulinopeus 7 sekunnissa putkea kohti. Tämä on aikaansaatu latauksen ja laukaisun automatisoinnilla.

Sukellusvenetorjuntaan tarkoitetuista raketeista on mainittava mm ruotsalaisten 37,5 cm:n raketti, jonka paino on 250 kg ja ampumaetäisyys 900 m 12 sek:ssa. Lähtölaite on 4-putkinen ja se painaa 6200 kg. Raketti on varustettu kellosytyttimellä ja on sen sukellusnopeus n 11 m/sek.

Valaisurakettien toimintaetäisyys on 8—10 km valaisusäteen ollessa 100—150 m. Kehityksessä näyttää olevan pyrkimyksenä mm riittävän pitkän ampumaetäisyyden saavuttaminen.

**Lentojoukkojen** käyttämien raketien kehitys on tapahtunut lähinnä kahta käyttötarkoitusta varten, nim torjuntahävittäjien ilma- maaleja vastaan käyttämien sekä rynnäkkötehtäviin maa- ja meri- maaleja vastaan tarkoitettujen raketien kohdalla. Edelliset ovat suhteellisen keveitä, 10—20 kg painavia rakettilammuksia, joiden lähtönopeus vaihtelee 650—900 m/sek. Pitemmälle menevää kehitystä ei näissä raketeissa näy viime aikoina tapahtuneen, paitsi ehkä sytyttimien kohdalla. Onkin todettava, että jos torjhäv-raketti on varustettu iskusytyttimellä, on sen käyttö ilmamaaleja vastaan kyseenalainen aktioaseistukseen verrattuna, koska sen osumatarkkuus on melko vähäinen. Sen sijaan herätesytyttimellä varustettu torjhäv-raketti on hyvin verrattavissa aktioaseeseen. Joka tapauksessa sekä isku- että herätesytyttimellä varustettuja torjhäv-raketteja on nykyisin yleisesti käytetty.

tännössä. Esimerkkeinä tyypeistä mainittakoon sveitsiläisten Oerlikon ja Hispano 5 ja 8 cm:n raketit sekä amerikkalaisten Mighty Mouse. Torjhäv-raketteja voidaan käyttää myös muihin tehtäviin, esim pst:aan.

Rynnäkkötehtäviin tarkoitetut raketit ovat raskaampia, suurimpien paino on n 600 kg. Näiden käyttö on ollut ja on edelleenkin varsin yleistä, koska aktioaseisiin verrattuna niillä on huomattavan suuri teho eläviä maaleja vastaan. Rynnäkköraketteihin kuuluvat mm USA:n 278 kg painava Meteor sekä Ruotsin 43 kg:n painoinen 15/10.3.HE.

Ilmatorjuntarakettien kehityksessä on todettavissa, että viime maailmansodan aikana ja jo ennen sitä pyrittiin ratkaisemaan eräitä ilmatorjunnan tehokysymyksiä raketinheittimistöjen avulla. Näillä ratkaisuilla oli tarkoituksena lähinnä vahventaa suurkohteiden matalatorjuntaa, joskin myös korkeatorjuntaa varten pyrittiin ratkaisuja löytämään ja onnistuttiinkin tässä jossain määrin. Mm englantilaiset käyttivät Lontoon puolustuksessa V-1 aseita vastaan myös it-raketinheittimiä ja saavuttivatkin massatulella tällöin melkoisia matalatorjuntatuloksia. Käytössä oli 51 mm ja 127 mm raketteja, jotka ammuttiin 20 ja 60—120 kiskoa käsittäviltä lähtölaiteyhdistelmiltä.

Myös saksalaiset pyrkivät kehittämillään raketinheittimillä vahventamaan ilmatorjuntansa tulta. Ensimmäiset kokeilut kohdistuivat ilmaan ammuttavien teräslankaesteiden aikaansaamiseen raketin avulla. Tämän tyyppin it-raketinheittimillä ei näytä kuitenkaan olleen sanottavampaa merkitystä. Mutta myös muunlaisia ratkaisuja yritettiin. Sodan loppuun mennessä valmiiksi kehitetyistä tyypeistä on huomion arvoinen mm Taifun-niminen it-raketti, jolla olisi saattanut silloisissa oloissa olla merkitystä myös korkeatorjunnan alalla. Tämän raketiammuksen, jossa on nesterakettimoottori, toimintaetäisyydeksi mainitaan 15 km, painoksi 50 kg. Lähetinlaitteella voitiin ampua 60 raketiammusta 5 sek:ssa ja perustui siis tämänkin käyttö massatuleen.

Sodan jälkeen it-raketinheittimien kehityksessä ei näytä tapahtuneen mitään merkittävää. Vaikka it-raketinheittimiä on olemassa eräiden maiden organisaatiossa, ne ovat tarkoitetut vain vahventamaan aktiotyökistön tulta. Kenttäkelpoiselta ratkaisulta voisi tuntua matalatorjuntatulon ratkaisu raketiammusten avulla. Mm osuvuusnäkökohdrien kannalta näyttää kuitenkin toistaiseksi siltä, että aktioaseiden käyttö olisi edullisempaa. Kehitetyistä tyypeistä on mainittava mm

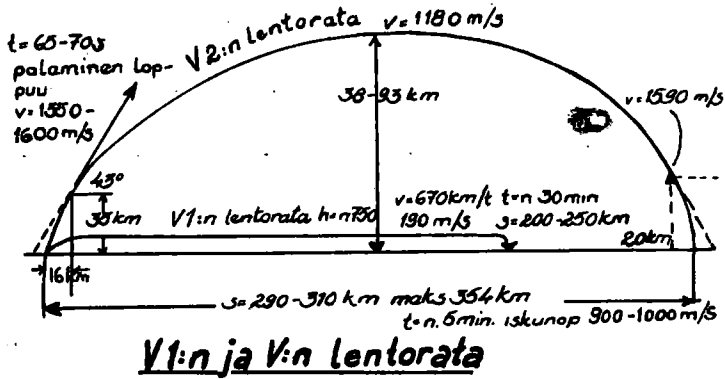
sveitsiläinen Oerlikon 8 cm:n ruutiraketti, jonka paino on 10 kg. Heittimessä, jonka paino on 780 kg, on 14 kiskoa. Koska ruutiraketin osuvuus ei ole ollut riittävä, lienee tämä rakenne jäänyt prototyyppiasteelle.

Oheisessa taulukossa on esitetty eräitä tietoja eri tehtäviin tarkoitetuista raketinheittimistä. (Liite 1)

Kehityksessä kokonaisuudessaan raketinheittimien ja rakettiammusten kohdalla ei viime aikoina näytä tapahtuneen kovinkaan suurta edistystä. Kuitenkin on ilmeistä, että merkittävää kehitystä on tapahtunut tykistöllisissä, pitkän ampumaetäisyyden omaavissa rakettiammuksissa. Kun näiden taistelukärjen varustaminen atomilatauksella on nähtävissä, voi tykistöllisen rakettiaseen asema taisteluvälineissä olla huomattava. Kehityksen suuntauksessa lienee myös todettavissa lentojoukkojen rynnäkkörakettien jatkuva paraneminen, kun sen sijaan voi olla mahdollista, että torjuntahävittäjissä siirrytään enenevässä määrin ohjusten käyttöön. Merivoimien rakettiaseistuksessa on ollut nähtävissä jatkuvaa kehitystä eri käyttötarkoituksia varten. Kun mm sukellusvenetorjuntarakettien toiminta myös pienemmistä aluksista on mahdollista, on mahdollista, että niiden käyttö eri puolilla tulee edelleenkin jatkumaan. Samaa voitaneen sanoa valaisu- ja aluemaalaraketeista.

## V OHJAAMA-ASEET

Kuten on mainittu, on raketti- ja ohjusalalla varsinainen kehitys viime aikoina tapahtunut ohjuksissa. Ohjaama-asehan on viime maailmansodan jälkeen taisteluvälineiden joukkoon ilmaantunut uusi ase, jonka käyttö moniin eri tehtäviin on nähtävissä. Kehitys tällä alalla on ollut erittäin nopeaa etenkin viime vuosina ja näyttää edelleenkin voimakkaana jatkuvan eri maissa. Kun tämän aseryhmän lähtökohdista ovat olleet saksalaisten kehittämät V-aseet ja kun näiden lentoradat eräessä mielessä kuvaavat nykyisten ohjusten käyttöä, esitetään oheisena V-1:n ja V-2:n lentoradat sekä eräitä tietoja näistä aseista. V-1 oli tyypillinen aerodynaaminen, kantosiivillä varustettu ohjus, johon voitiin asettaa suunta, korkeus ja nopeus. Lentoradan korkeus



Piirros 11

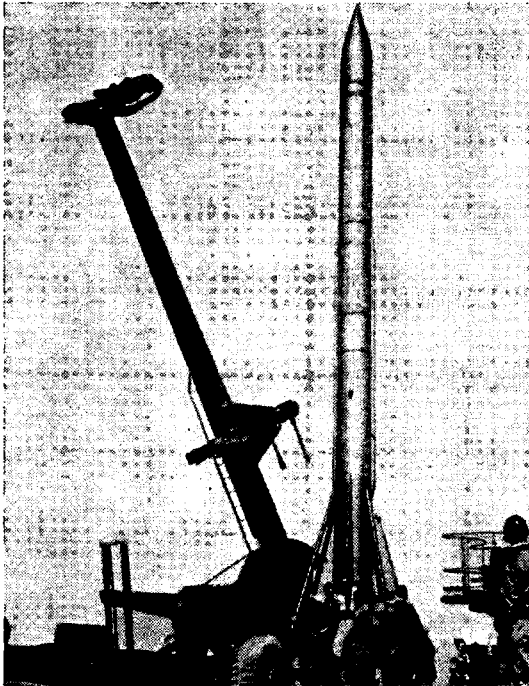
oli vain 750 m, nopeus 190 m/sek ja ampumaetäisyys 200—300 km. Lii-  
kevoimakoneena sillä oli pulssiaerobimoottori. V-2 taas oli varustettu  
nesterakettimoottorilla, jonka toiminta päättyi tietyn ajan kuluttua,  
minkä jälkeen ammus lensi ballistista rataansa maaliin. Toimintaetäi-  
syyssillä oli n 300 km, lentoradan lakipiste oli n 90 km:n korkeu-  
della. Näiden aseiden pohjalta on ohjusten kehitys lähtenyt liikkeelle  
ja tähän mennessä on päästy käytännöllisiin ratkaisuihin ohjusten  
käyttämiseksi moninaiisiin tehtäviin. Ohjusten kehitystä luonnehtiikin  
niiden jako käyttötarkoituksen mukaan. Tämä voi olla esim seuraava:

- tykistöohjukset
- panssarintorjuntaohjukset
- ilmatorjuntaohjukset
- torjuntahävittäjäohjukset
- rynnäkkölentokoneohjukset
- kauko-ohjukset ja
- erikoisohjukset.

Kuhunkin näistä ryhmistä kuuluu nykyisin useita eri tyyppisiä.  
Oheisessa taulukossa esitetään eräitä tietoja näistä. (Liite 2)

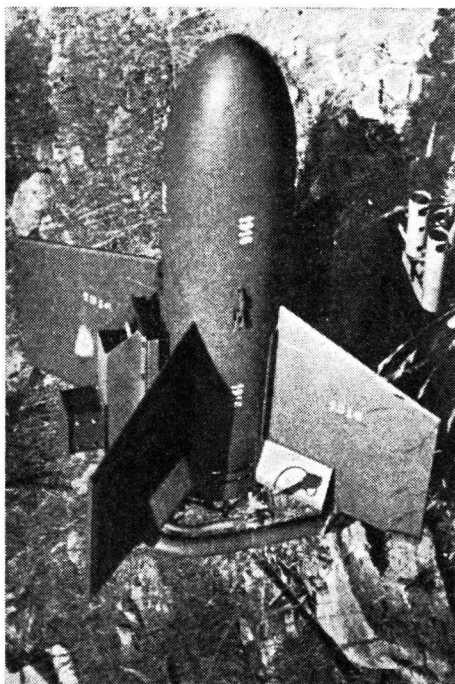


**Tykistöohjuksilla** tarkoitetaan yleensä tykistömäisesti taktillisiin tehtäviin maa- ja meritaisteluissa käytettäviä ohjuksia, joiden toimintaetäisyys vaihtelee 50—500 km. Näitä käytetään sekä maa- että merivoimissa kaukotykistönä ja niillä ulotutaan alueelle, minne aktiivisyydellä ei ole mahdollisuuksia. Kun taistelukärjessä on mahdollista atomilatauksen käyttö ja kun eräiden tyyppien lentonopeus on erittäin suuri samoin kuin lentokorkeuskin, voi näiden käytöllä olla huomattava merkitys. Tykistöohjusten tarkkuus on yhtä hyvä kuin aktiivisyyden, mahdollisesti parempikin. Pitkän toimintaetäisyyden ja yksittäisen ohjuksen suuren tehon ansiosta tykistöohjukset ovat tavallaan verrattavissa taktilliseen lennoston, jota ne ovat omiaan vahventamaan, ja myös ilmassa alivoimainen voi niitä edullisesti käyttää.



**Kuva 2**

**Tykistöohjus Corporal**

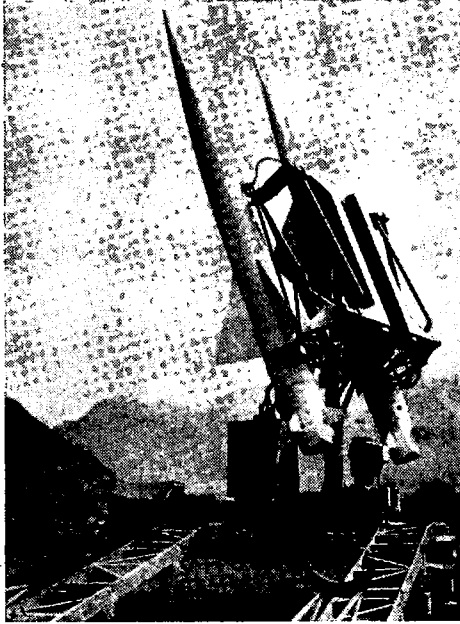


Kuva 3

## Panssarintorjuntaohjus SS 10

**Panssarintorjuntaohjuksilla** pyritään ratkaisemaan panssarinkaukotorjunta. Niiden toimintaetäisyys ulottuu keskimäärin 2 km:iin ja käytetään niissä yleisesti lankaohjausta. Kehityksessä voi olla mahdollista myös langattoman ohjauksen käyttö. Eräät seikat viittaavat tähän suuntaan, joskaan varmaa tietoa ei ole ollut saatavissa.

**Ilmatorjuntaohjuksia** käytetään lähinnä korkeatorjuntaan. Kun ilmatorjuntatykistön tehollinen ampumaetäisyys nykyisiä nopeita malleja vastaan on rajoitettu ja kun myös torjuntahävittäjien käytöllä nimenomaan suurissa korkeuksissa on tietyt rajoituksensa, on ilmeistä, että ilmatorjuntaohjuksilla korkeatorjunnan alalla on ratkaiseva merkitys. Merkittävää kuitenkin on, etteivät ne korvaa matala- ja keskiatorjuntaan tarkoitettua ilmatorjunta-aktioaseistusta, mikä johtuu mm siitä, että ohjus tarvitsee tietyn matkan saavuttaakseen lentovakavu-



Kuva 4  
Ilmatorjuntaohjus Oerlikon  
lähetinlaitteineen

den. Kehitys ilmatorjuntaohjusten alalla näyttää kohdistuneen kevyihin, muutaman kymmenen kilometrin ampumaetäisyyden omaaviin ja toiselta puolen raskaisiin, yli 100 km ulottuviin ohjuksiin. Jälkimmäiset muistuttavat torjuntahävittäjää, jossa ei ole ohjaajaa mukana ja jota voidaan ohjata joko maasta tai lentokoneesta käsin. Raskas ilmatorjuntaohjus voi ottaa mukaansa pienempiä ohjuksia. Näiden tultua laukaistuiksi voidaan emäohjus palauttaa takaisin lähtökohtaansa.

Ilmatorjuntaohjusten osumatodennäköisyys on sängen suuri, 0,50—0,90. Yleisenä pyrkimyksenä näyttää nykyisin olevan raskaan ilmatorjuntatykistön korvaaminen ilmatorjuntaohjuksilla.

**Torjuntahävittäjäohjuksia** käytetään hävittäjien aseistuksena toimittaessa ilmamaaleja vastaan. Suurten nopeuksien vuoksi on lento-

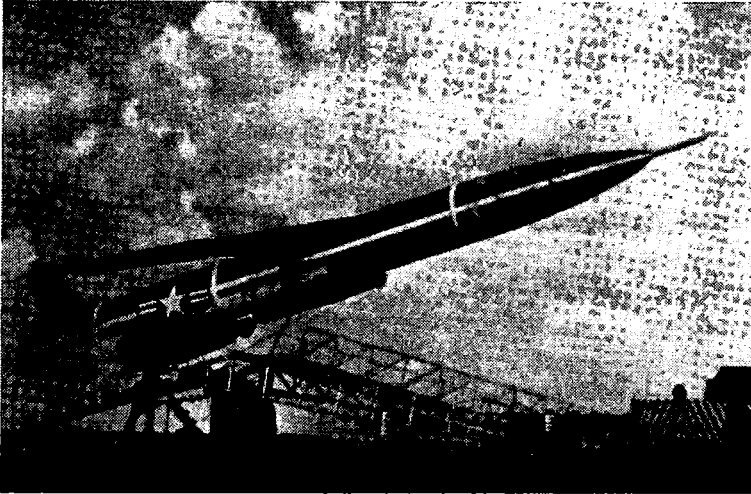
koneaseistuksessa tullut entistä tärkeämmäksi mahdollisimman pitkän ampumaetäisyyden saavuttaminen. Tähän suovat ohjukset mahdollisuuden. Torjuntahävittäjäohjusten ampumaetäisyys on nykyisin jo useita kilometrejä, ehkä n 8 km. Pyrkimyksenä näyttää olevan ainakin 10 km:n etäisyyden saavuttaminen. Ohjausmenetelmänä on sädeohjaus yleisesti käytössä. Usein on tämän ohella mukana myös maaliinhakuohjaus. Kuten on mainittu, on tässä, infrapuna-alueen käyttö saamassa jalansijaa. Koska torjuntahävittäjäohjusten, käytännöllinen ampumaetäisyys on huomattavasti suurempi kuin vastaavan aktio- ja rakettiaseistuksen, on tämä omiaan tehostamaan torjuntahävittäjien käyttöarvoa. Nykyisin pidettäneenkin vaatimuksena torjuntahävittäjien varustamista ohjuksilla. Tätäkin ratkaisua pidetään erällä tahoilla välivaiheena siirryttäessä varsinaisten it-ohjusten käyttöön.



Kuva 5

Torjuntahävittäjäohjus Falcon

**Rynnäkölentokoneohjuksiin** luetaan kuuluviksi lentokoneesta maa- ja merimaaleja vastaan ammuttavat ohjukset. Edellisiin verrattuna on niiden paino huomattavan suuri, yleensä tuhansia kiloja. Toimintaetäisyys on myös merkittävä, aina 100 km:iin asti.



Kuva 6  
Kauko-ohjus Snark

**Kauko-ohjukset** ovat yli 500 km:n toimintaetäisyyden omaavia ohjuksia, joita käytetään strategisiin tehtäviin.

Kilpailu etenkin kauko-ohjusten kehittämisen alalla on ollut erittäin kiivasta. Pyrkimyksenä on ollut kehittää riittävän voimakkaan taistelukärjen omaava ohjus, jolla on pitkä toimintaetäisyys ja häiriötön ohjaus sekä suuri nopeus. Nykyisten kauko-ohjusten toimintaetäisyydeksi mainitaan jopa 8000 km. Ohjausjärjestelmänä käytetään reitti-ohjausta. Nopeudet voivat olla jopa 15—20 kertaa äänennopeus. Kun lisäksi kauko-ohjusten lentokorkeus on hyvin suuri, on niiden torjunta aktiivisin keinoin sangen vaikeaa, jopa mahdotonta, joskin mainintoja vastaohjusten kehittämissuunnitelmista on ollut todettavissa. On myös näkynyt viittauksia, että kauko-ohjukset suuren tehonsa ansiosta vaikuttaisivat vähentävästi strategisten lennostojen merkitykseen.

**Erikoisohjuksiin** kuuluvat koe-, harjoitus-, maali- ja tutkimusohjukset.

**Kehityksessä** kokonaisuudessaan ohjusten alalla on todettavissa, että se on kohdistunut mahdollisimman täydellisen ja varman ohjauksen aikaansaamiseen, riittävän suuren nopeuden, toimintaetäisyyden ja tarkkuuden saavuttamiseen sekä erityisesti kauko-ohjuksissa taistelukärjen kehittämiseen.

## **VI OHJAAMA-ASEIDEN KEHITTÄMISEEN LIITTYVÄ TUTKIMUSTYÖ**

Kun raketti- ja ohjusaseistuksen kehitystä välillisesti kuvaa tähän alaan liittyvä tutkimustyö, niin esitetään seuraavassa kaavamaisesti tämän tutkimustyön sisältö. Tutkimustyö näyttää käsittävän seuraavat pääryhmät.

### 1. Yleinen käyttötutkimus

- a) Eri aselajien suorittama **vertaileva tehotutkimus** ohjus- ja rakettiaseistuksen käyttömahdollisuuksien selvittämiseksi vahventamaan ja korvaamaan aktioaseistusta.
- b) Ns järjestelmäsuunnittelu, joka kohdistuu uusille aseille asetettaviin yleisiin vaatimuksiin. Tähän ryhmään kuuluvat mm
  - uuden aseiden vaatima ohjausjärjestelmä sekä sille asetettava tarkkuusvaatimus,
  - etäisyysvaatimus,
  - tarvittava räjähdysainevaikutus, -laatu ja -määrä,
  - ohjuksille asetettava nopeusvaatimus,
  - tulitusnopeus,
  - lähtölaitteen paino ja liikkuvuus jne.

### 2. Konstruktiivinen tutkimus. Tähän sisältyvät seuraavat tärkeimmät osatutkimukset:

- a) ohjausjärjestelmät, missä mm
  - tutkateknilliset ohjausjärjestelmät,
  - sähköiset laskimet ja lentorata-analyysi,
  - vastatoimenpiteet ja niiden välttäminen,
  - lähtölaitteiden automaattiohjaus jne.
- b) ohjusten aerodynamiikka,

- c) ohjusten voimalaitteet ajoaineineen,
- d) ohjusten runkorakenne sekä lähtölaitteen rakenne,
- e) ohjuksen taistelukärki.

### 3. Toimintakokeilut

Kun eräissä maissa eri aselajit ovat suorittaneet varsin itsenäisesti työtä ohjusalalla ja kun tästä on voinut olla kehitykselle myös tiettyä haittaa, on näkynyt viitteitä tämän alan keskittämisen tarpeellisuudesta.

## VII YHDISTELMÄ

Edellä suoritetun tarkastelun tuloksena voitaneen todeta seuraavaa.

1. Kehitys raketti- ja ohjusalalla on kohdistunut lähinnä ohjuksiin, joissa se etenkin viime vuosina on ollut erittäin voimakasta. Kehityksen jatkuminen on edelleen nähtävissä. Myös käytännöllisiin tuloksiin eri tehtäviin tarkoitetuissa ohjuksissa on päästy. Paitsi suurvalloissa on tämän alan kehittämiseen myös eräissä pienissä maissa kiinnitetty suurta huomiota. Tällaisia maita ovat Sveitsi ja Ruotsi.

2. Vaikka ohjusten kehittämisessä onkin päästy merkittäviin käytännöllisiin tuloksiin, tämä ei kuitenkaan ole tehnyt aktioaseistusta tarpeettomaksi, vaan sillä on edelleenkin oma tehtävänsä. Raketti- ja ohjaama-aseistus onkin tarkoitettu toiselta puolen vahventamaan aktioaseistuksen tulta ja toiselta puolen käytettäväksi alueilla, joihin aktioaseituksella ei ulotuta.

3. Ohjusten suoritusarvot ovat sellaisia, ettei kaikkien ohjusten torjunta aktiivisin keinoin nykyisin ole vielä mahdollista, joskin viitteitä vastaohjusten kehittämisestä on olemassa.

### Lähteitä

- Principles of Guided Missile Design I-III (D. Van Nostrand Company)  
 Josef Stemmer Rakettenantriebe  
 H Brändli Waffe und Wirkung bei der Fliegerabwehr  
 E Hirva Kaukoraketien käytöstä hyökkäykseen ja niiden torjunnasta toisen maailmansodan aikana sekä sodan jälkeisen kehityksen tarkastelua (Tiede ja Ase N:o 10). Katsaus ohjattavien rakettien ominaisuuksiin, käyttömahdollisuuksiin ja käyttötapoihin (Tiede ja Ase N:o 11).  
 Aikakauslehdet Interavia ja Flugwehr und Technik

## Tietoja raketinheittimistä ja rakettiammuksista

Nimi	Valmistava maa	Rakettiammun paino/räjäine	Lähtölaite/paino	Ampumaetäisyys	Taistelukärjen laatu	Kal	Huom
<b>Tykistölliset</b>							
<b>Aluemaali</b>							
M 8	USA	17 kg/1,8 kg	8 putk/ (T 27)	3,8 km		4,5"	siipiohjattu
M 16	USA	19 kg/2,36 kg	60 putk/ (T 34)	4,8 km		4,5"	pyörivä
L'arme de Saturation	Ranska	27 kg/	22 putk/400 kg (T 66)	7,0 km		150 mm	pyörivä
<b>Pitkänmatkan</b>							
Honest John	USA	2700 kg/400—500 kg	1 kisko/20000 kg	30 km	heksogeeni tai ydinainekärki	762 mm	
Little John	USA						
<b>Panssarintorjunta</b>							
Super-bazooka	USA	3,5 kg/	1 putk/7 kg	200 m(maks 800 m)	ontelopanos	3,5"	läpäisee 280 mm pans
Strim (kopio Super-bazookasta)	Ranska				ontelopanos	3,5"	—,— 350—370 mm pans
m/50	Ranska	1,4 kg/	1 putk/6 kg	200 m	ontelopanos	73 mm	—,— 280—300 mm, siipiohjattu
Oerlikon ruutiraketti	Sveitsi	10 kg/1 kg	4 kiskoa/220 kg (PAW 4—8)	6 km	ontelopanos	8,1 cm	
<b>Merivoimat</b>							
<b>Aluemaali</b>							
Käytetään samantapaisia kuin vastaavat tykistölliset							
<b>Sukellusvenetorj</b>							
	Ruotsi	250 kg/	4 putk/6200 kg	900 m		375 mm	kellosoytytin, sukellusnopeus 11 m/s
<b>Valaisu ja savutus</b>							
Rocket Flares	Englanti	9,1 kg		2500 m	valaisupanos	2"	valaisusäde 150 m



Nimi	Valmistava maa	Raketin paino/räjäine	Lähtölaite/paino	Ampumaetäisyys	Taistelukärjen laatu	Kal	Huom
<b>Lentojoukot</b>							
<b>Torjuntahävittäjien</b>							<b>oma nopeus</b>
3,5" SR	USA	11 kg/0,7 kg			räjäkärki	3,5"	214 m/s
5" HVSR	USA	23 kg/0,77 kg			"	5"	438 m/s
5" HVSR	USA	23 kg/1,3 kg			"	5"	470 m/s
Mighty Mouse	USA				"	2,75"	900 m/s
M-8	USA	16 kg/2,3 kg (kärki)			"	4,51"	260 m/s
Oerlikon 5 cm	Sveitsi	3 kg/	76 putk/375 kg Meteor hävittäjässä		"	5 cm	700 m/s
Oerlikon 8 cm	Sveitsi	10 kg/1 kg			"	8 cm	650 m/s
HSS-R-80	Sveitsi	10,37 kg/1 kg			"	8 cm	840 m/s 790 m/s
<b>Rynnäkkö</b>							
3,5" AR 1943	USA	25 kg/9,1 kg			vedenalaiskärki	3,5"	360 m/s
5" AR 1944	USA	36 kg/20,5 kg				5"	218 m/s
5" HVAR 1944	USA	63,5 kg/20,5 kg				5"	420 m/s (+21°C)
Tiny Tim 1944	USA	584 kg/68 kg		910—1400 m		30 cm	244 m/s
Meteor	USA	278 kg/11,4 kg					1000 m/s
Oerlikon 8 cm	Sveitsi	10 kg/1 kg			ontelopanos	8 cm	650 m/s
HSS-R 80	Sveitsi	9,82 kg/0,5 kg			ontelopanos	8 cm	780 m/s
15/10.3 HE	Ruotsi	43 kg/4,5 kg				15 cm	440 m/s (tyhjiönopeus)
WGR 21 cm	Saksa	80 kg/		10 km		21 cm	320 m/s
<b>Ilmatorjunta</b>							
Föhn	Saksa		6x8 kiskoa	maks kork 1200 m		73 mm	isku- ja itsetuhoosytytin
Taifun F	Saksa	50 kg/		15 km			maks nopeus 900—1100 m/s
Oerlikon 8 cm	Sveitsi	10 kg/1 kg	14 kiskoa/780 kg (FAW 14—8)			8 cm	jäänyt prototyyppiasteelle

## Tietoja ohjuksista

Nimi	Valmistusmaa	Pituus (m)	Paino (kg)	Voimalaite (moottori)	Ohjausmenetelmä	Nopeus (Mach'ia)	Etäisyys/korkeus (km)	Huom
<b>Tykistöohjukset</b>								
Corporal	USA	12,2	5440	nester	säde	3,0	240/82	
Regulus	USA	10,0	6500	Aerobim + 2 lähtör	komento	1,5	320/	
Matador	USA	12,0	5440	"	reitti (gyro + tähti)	0,9	1000/14	
SE 4200	Ranska	1,9	140	Stato-nester + 2—4 lähtör		1,0	100/	
Redstone I	USA	18,3		nester		5	n 500/100+	Voi kuljettaa A-taistelukärjen
T-1 (M-101)	NL	15,0		"			640	
Comet 1	NL			ruutir			150	Sukellusveneestä amuttava
<b>Pst-ohjukset</b>								
SS 10	Ranska	0,86	15,0	ruutir	lanka	80 m/s	1,5—2,0	
SS 11	Ranska	—	30,0	"	"		4,0	
Dart	USA	1,8		"	"		2,0	
<b>It-ohjukset</b>								
Nike Ajax (I)	USA	6,0+	450+	nester + lähtör	komento	2	40/	
Nike Hercules (I B)	USA	4,5	300	"			80/	A-taistelukärki
Nike Zeus (II)	USA	7,6					100/	Voi toimia myös vastaohjuksena
Terrier	USA	4,5+						
		1,5	1520	nester + lähtör	säde	2	30/	
Bomarc	USA	20,0	3860	Patoaerobi + 2 lähtör	komento	2,5	400/18	
Oerlikon	Sveitsi	6,0	375	nester	säde	2	15—20/	
Parca	Ranska	5,0	1000	nester + lähtör		1,7	25/	
English Electric	Englanti			nester + lähtör	säde	3,0 +	/15+	
Schmetterling	NL (Saksa)	4,0	450	"	komento	1,0	25/10	

Nimi	Valmistusmaa	Pituus (m)	Paino (kg)	Voimalaite (moottori)	Ohjausmenetelmä	Nopeus (Mach'ia)	Etäisyys/korkeus (km)	Huom
<b>Torjuntahävittäjäohjukset</b>								
Sparrow	USA	2,5	130	ruutir	säde+puoliakt tutkahakeut	3,0	8	
Falcon	USA	1,8	50	"	"	3,0	5-8	
M.04	Ranska	4,8	460	nester	"	1,5		
Sidewinder	USA	2,85	70	ruutir	infrapuna- hakeut	2,5	8?	
Fireflash	Englanti	3,0		"	säde	1,0+		
AA 20	Ranska	4,8		nester		1,5-2,0	16	
M-100 A	NL	n 2,0		ruutir			8	
<b>Rynnäkölentokone- ohjukset</b>								
Rascal	USA	0,6	6000- 7000	nester		1,5+	100-160/30	
Petrel	USA		680	Aerobim		0,7	30 (vedessä) ?	Helikopteri Bell HSL vie sen 30 km etäisyydelle ja pudottaa mereen, jossa hakeutuu maaliin. H-taistelukärki. Tod näk palv käytössä
<b>Kauko-ohjukset</b>								
Snark	USA	18,0	15000	Aerobim	reitit	0,9	5000+/18	
Navaho	USA		20000	Patnaerobi + lähtör	"	3,0+	3000/27	
Atlas	USA	30,0	180000	nester	"	15,0	8000+/1300+	H-taistelukärki. Tod näk palv
Redstone II (Jupiter?)	USA			"	"	5,0	4800/	" käytössä
M-103 (A-9 kehity)	NL	20,0	45000	"	"		3000/	
T-2 (M-103)	NL	n 35,0	n 80000	" (2-port)	"		n 3000/	