

# SUOMALAINEN TAISTELUKONEFILOSOFIA

**Yleisesikuntaeverstiluutnantti, filosofian maisteri Helkki Nikunen**

## JOHDANTO

Lentokalustojen uusintoihin liittyy aina voimakkaita kehittämistavoitteita. Tiennäyttäjinä ovat suurvallat, jotka pyrkivät soveltamaan lähes kaikkia teknologian tarjoamia mahdollisuuksia parantaakseen uusien konetyyppien suoritusarvoja ja aseistusta. Lentoaseen laajan tehtäväalueen myötä tulevat vaatimukset monikäyttömahdollisuudesta. Se otetaan yleensä huomioon jo lähtökohtakohtaspesifioinnissa, mutta alunperin yksinkertaiseenkin ratkaisuun perustuva suunnitelma näyttää väistämättä laajentuvan monikäyttösuuntaan. Samalla kustannukset kasvavat voimakkaasti ylittäen säännönmukaisesti arviobudjetit. Tämä on johtanut kasvaviin vaikeuksiin kone- ja yksikkölukumäärien säilyttämisessä kalustouusintojen yhteydessä tai vastaavasti mittaviin määrärahanostuksiin kalustoa lisättäessä.

Suomen kaltainen pieni maa joutuu vakavien kysymysten eteen tarkastellessaan ilmastrategisen asemansa asettamia ilmapuolustusvelvoitteita ja toimintaympäristönsään tapahtuvaa suorituskykykehitystä. Onko pienillä mailla yleensä mahdollisuuksia pitää torjuntakykynsä uskottavana? Vastaus on myönteinen, mutta edellyttää selkeää ilmapuolustuskoktriinia ja sen myötä voimakasta resurssien keskitystä. Mikäli pienen maan ilmavoimista pyritään tekemään suurvaltailmavoimien pienoismalli, eväät loppuvat auttamatta kesken. Kokonaispuolustuksen kannalta tärkeimpään tehtävään keskittyen voidaan sensijaan karsia oleellisesti kustannuksia ja pitää torjuntavoima vaikutukseltaan ennalta ehkäisevänä. Tällä on oma merkityksensä myös ilmavoimien johtamis- ja organisaatioperusteisiin.

## 1. LENTOASEEN KEHITTÄMISTAVOITTEITA

Tarkastelussa keskitytään hävittäjäluokan kalustoon, joka meidän kannaltamme on merkittävien.

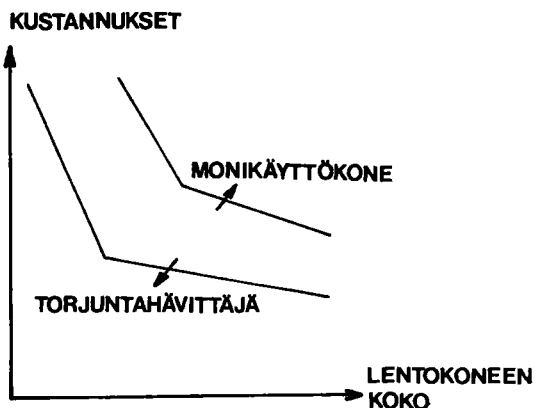
### 1.1 L e n t o k o n e

Lentokoneenrakennuksen näkyvimmit kehityspiirteet ovat tällä hetkellä työntövoima/painosuhteen nostaminen, liikehtimiskyvyn parantaminen, tutkaheijastusominaisuuden vähentäminen sekä elektroniikan, erityisesti mikroprosessoritekniikan hyväksikäyttö koneen eri järjestelmissä. Työntövoima/painosuhteen parantaminen merkitsee rungon ja siiven osalta mahdollisimman kevyttä rakennetta. Koneen koolla ja

painolla on myös merkittävä kustannusvaikutus, sillä tavanomaisen rakenteen omaavan sarjakoneen runkokustannukset ovat amerikkalaisten käyttämän arviointimenetelmän mukaan n 4 000 mk/kg.<sup>1)</sup>

Rakenteen keventämiseen pyritään korvaamalla metallikonstruktioita hiilikuitumuoveilla. Näillä on todettu päästävän jopa 50 %:n painonsäästöön tankojen, putkien ja jäykisteiden valmistuksessa.<sup>2)</sup> Muoviperustaisten aineiden käyttöönottoa ovat toisaalta hidastaneet valmistusmenetelmäongelmat sekä vaurionkorjausvalmiuden luonti.

Pieni koko on luonteva keino painon säästössä, mutta koneen aiottu tehtäväalue asettaa tähän omat rajoituksensa. Mitä laajemman tehtäväkentän kone saa, sitä vaikeampaa on tinkiä eri järjestelmien ja varustusyhdistelmien vaatimasta koosta. Tietyn rajan jälkeen koneen koon pienentäminen nostaa suunnittelu- ja kehittämiskustannuksia oheisen kuvan mukaisesti<sup>3)</sup>:

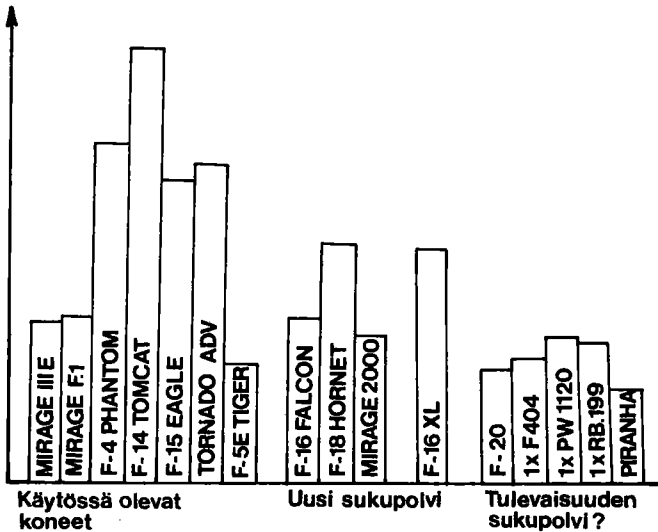


Suunnittelutavoitteena on kuitenkin pienimmän käytännöllisen koon ja painon tavoittaminen. Tätä kuvaa havainnollisesti seuraavan sivun histogrammi.<sup>3)</sup>

Hyvä työntövoima/painosuhte on välttämätön perusta hyvälle liikehtimiskyvyille, mutta vasta koneen aerodynamiikan ja ohjausominaisuuksien myötä muodostuu suorituskyvyn kannalta merkittävä kokonaisuus. Liikehtimiskyvyn parantamiseen tähtäävät mm seuraavat ratkaisut:

- suuren kohtauskulman salliva siipirakenne,
- kääntyvä siipi,
- suorien sivuttais- ja pystyvoimien käyttö,
- nopeuden mukaan säätyvä siipiprofiili,
- pieni staattinen stabiliteetti ja
- työntövoiman suuntaus.

## LENTOONLÄHTÖPAINO TAISTELUVARUSTUKSESSA



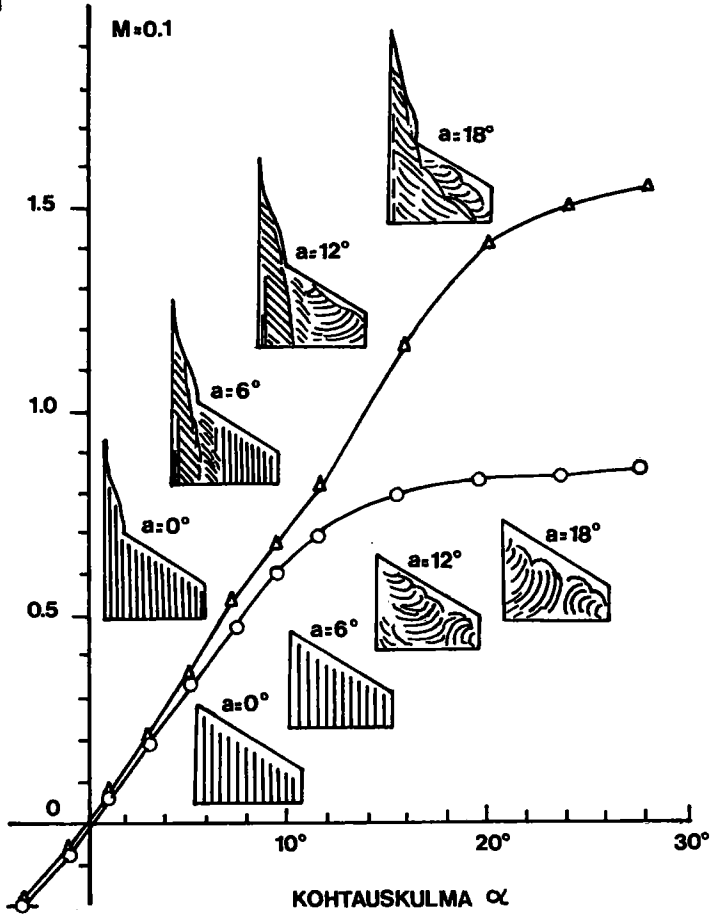
Aerodynaamisesti katsoen liikehtimiskyvyn rajan määrittää suurin saavutettavissa oleva nostovoima. Tämä puolestaan riippuu siipiprofiilista, profiilin jakautumasta, siipimuodosta, sivusuhteesta, nuolikulmasta jne. Tyypillisimmät tämän hetken ratkaisut siiven aerodynaamiikan suhteen ovat pääsiiven mukaan sovitettu etusiipi ("canard") ja siiven etutyven pidennys ("strake"). Jälkimmäisen rakenteen nostovoimakertoja lisäävä vaikutus suurilla kohtauskulmilla käy ilmi vertailulukuvasta.<sup>4) (s. 190)</sup>

Kääntyvällä siivellä ratkaistaan laajan nopeusalueen aiheuttama ongelma siten, että suurella nopeudella käytetään pientä sivusuhdetta minimoimaan matkalentovastusta ja pienellä nopeudella suurta sivusuhdetta minimoimaan indusoitua vastusta. Rakente on kuitenkin siksi monimutkainen, että hävittäjäkalustossa sitä sovelletaan vain raskaaseen painoluokkaan.

Suorien sivuttais- ja pystyvoimien hyväksikäytöllä lisätään liikehtimisen vapausasteita. Pysty- ja vaakasuorien siivekkeiden avulla saadaan koneen asentoa ja liiketilaa säädettyä siten, että korkeutta tai sivuttaisasemaa voidaan muuttaa koneen asentoa tai rungon pitkittäissuuntaa muuttamatta. Vastaavasti voidaan koneen pitkittäissuuntaa muuttaa korkeus- ja sivusuunnassa lentoradan säilyessä ennallaan. Menetelmä on kehittämissä ja tarkoitettu ensisijassa täyttämään rynnäkkötehtävien asettamia vaatimuksia. Tietenkin myös ilmataistelutilanteissa on etua monipuolisemmista liikehtimis- ja suuntausmahdollisuuksista.

Nopeuden mukaan säätyvä siipiprofiili on eräs ratkaisu laajan nopeusalueen ongelmaan. Ylisooninen nopeus edellyttää ohutta ja symmetristä siipiprofiilia, kun taas pienillä nopeuksilla ja suurilla kohtauskulmilla tarvitaan käyrää profiilia. Tavanomai-

NOSTOVOIMA-  
KERROIN  
 $C_L$



nen keino on etu- ja jättöreunasiivekkeiden käyttö säätyvän siipiprofiilin pyrkiessä askelta pidemmälle. Se perustuu jatkuvaan tietokoneohjattuun säätöön, joka optimoi nostovoima/vastussuhteen sekä siirtää ylisoonisen nopeuden nostovoimakeskiötä eteenpäin trimmausvastuksen pienentämiseksi. Siipirakenteesta säätöjärjestelmään tulee luonnollisesti varsin monimutkainen, joten sovellutus tulee kyseeseen vain pitkälle viedyissä monitoimityypeissä.

Stabiilettivaatimukset asettavat tietyt raja-arvot koneen painojakautumalle, mitoille ja vakautusmomentit aikaansaaville pinta-aloille. Hyvä stabiiletti toisaalta vähentää ketteryyttä eli hidastaa liike- ja asentomuutosten nopeutta. Pitääkseen koneen tasapainossa peräsin aiheuttaa alaspäin suuntautuvan voiman vastaamaan painopisteen takana vaikuttavan nostovoiman nokka-alas momenttia. Seurauksena on trim-

mausvastus ja häviö koneen kokonaisnostovoimassa. Pienennettäessä pituusstabiili- teettia viedään nostovoimakeskio lähemmäs painopistettä, jolloin myös peräsimen aiheuttama voima alaspäin pienenee. Mikäli nostovoimakeskio liikkuu painopisteen etupuolelle, tulee kone epästabiiliksi. Peräsimen aiheuttama voima ylöspäin tasapainottaa nyt epästabiilin koneen ja samalla kokonaisnostovoima kasvaa. Rakenteellisesta stabiiliteetista luopuminen antaa mahdollisuuden vähentää koneen kokoa ja näin edelleen vastusta, tarvittavaa työntövoimaa, moottorin kokoa, polttoainemäärää jne. Nämä toisiaan seuraavat vaikutukset aikaansaavat n 15 %:n koon vähennyksen rakenteellisesti stabiiliin koneeseen verrattuna.<sup>5)</sup> Eситetty rakenne edellyttää tietokonepohjaista ohjausjärjestelmää, jolla kone saadaan ohjaajan kannalta yhtä turvalliseksi ja helpoksi lentää kuin luonnollisen stabiiliteetinkin omaava. Sovellutus on jo sarjako- nekäytössä.

Työntövoiman suuntausta on tutkittu V/STOL-ratkaisujen lisäksi myös muiden koneiden liikehtimiskyvyn lisääjänä. Työntövoiman poikkeuttaminen alas lisää nosto- voimaa ja lisäksi suuttimien sijoittaminen jättöreunan läheisyyteen parantaa virtausta siiven pinnalla. Ympyrämuotoinen suihkuaukko on tehokkaampi, mutta mekaani- nen yksinkertaisuus puoltaa suorakulmaisia rakenteita suihkun suuntauksessa.<sup>5)</sup>

Lentoaseen tunkeutumiskyvyn parantaminen koneen tutkaheijastusominaisuuksiin vaikuttamalla on astunut viime aikoina melko näkyvästi esiin. Teknillisinä keinoi- na on nähty mm kolmiomainen rengasrakennne keskelle sijoitettuine moottoreineen, grafiittipinnoite ja vaahtotäyte.<sup>6)</sup> Tämän "stealth"-tekniikan soveltaminen hävittä- jään on kuitenkin erittäin vaikeaa, sillä riittävän tehokkaat ilmanottoaukot ja ylisoo- nisen nopeuden aiheuttama lämpötilan nousu rakenteissa vaativat väistämättä tutka- heijastavia ratkaisuja.<sup>7)</sup>

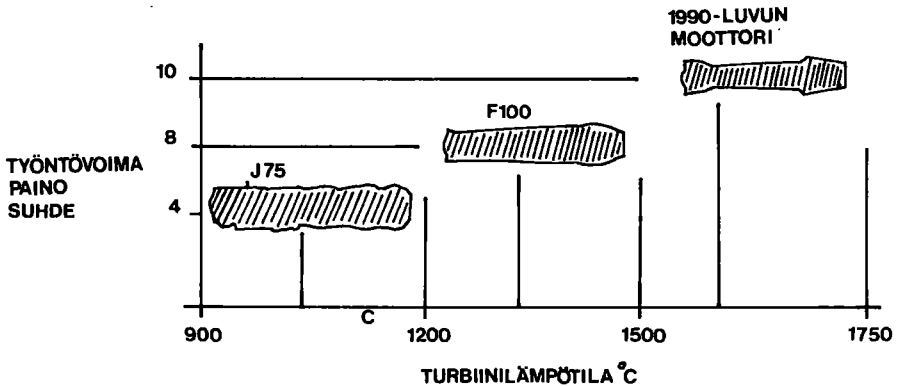
Mikroprosessoritekniikan hyväksikäyttöön viitattiin jo liikehtimiskyvyn yhteydes- sä. Mikroprosessorien ja tietolinjojen avulla on mahdollista koota erittäin joustavia ohjaus-, säätö- ja esitysjärjestelmiä. Tutka- ja inertiaerustainen järjestelmä voi sisäl- tää esim asevalintajärjestelmän, lentotilalaskimen, automaattitestauksen, ohjauste- hostuksen säädön, integroidun ohjaus- ja tulenjohtojärjestelmän, inertiasuunnistus- järjestelmän, valintanäyttölaitteen, Head-Up näyttölaitteen, suunnistusnäyttölaitteen sekä pystytilannenäytön. Järjestelmien lukumäärän ja samalla ohjaajan työtaakan kasvaessa on kokeiltu äänikomentojen hyväksikäyttöä järjestelmien välinnassa ja oh- jauksessa. Sadan sanan kokeilumenetelmä on toiminut hyvin aina 5 g:n kuormituksiin asti.<sup>7)</sup> Ongelmana suuremmilla kuormituskerroilla on ohjaajan äänensävyyn muutos se- kä vaikeus täsmälliseen ilmaisuun.

## 1.2 Voimalaite

Hävittäjäkoneen moottorilta edellytetään suurta työntövoima/painosuhdetta ja luotettavuutta. Liikehtimiskykyaatimukset myös ylisoonisella alueella vaativat työn- tövoimaa, joka on parhaiten saavutettavissa pienellä ohivirtaussuhteella. Toisaalta pyrkimys infrapunasäteilyn minimointiin edellyttää ylisoonisia nopeuksia perusmoot-

torilla. Jälkipoltinta tarvitaan kuitenkin edelleen äänennopeusalueen kiihdytyksiä ja nopeaa lentoonlähtöä varten.

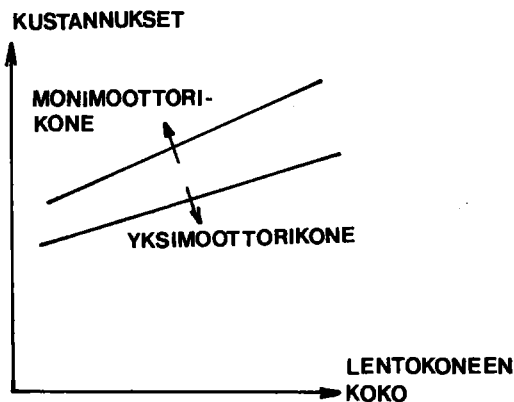
Ainoa keino tarvittavien perusmoottorityöntövoimien saavuttamiseksi on lisätä moottorin kaikkien osien kuormitusta. Erityisesti turbiinilämpötilaa on nostettava, sillä kineettisen energian aiheuttama lämpötilan kasvu ahtimella pienentää muuten tehosuhdetta. Sekä ahtimen että turbiinin lämpökestävyyden kohottaminen on suunnittelutavoitteena. Turbiinin osalta on tutkimuksissa jo päästy hetkellisesti 1 500 °C lämpötiloihin päämäärän ollessa 2 000 °C eli lentopetroolin palamislämpötila. Tietokoneen hyväksikäyttöön perustuva suunnittelutekniikka tähtää moottoriin, jonka ilmanotto voidaan toteuttaa minimimäärällä ahtimen siipiä ja näin pienentää tutkaheijastusominaisuuksiin vaikuttavaa poikkipintaa ja jonka ohivirtaussuhde on  $n \approx 0.1 - 0.25 : 1$ , puristussuhteen ollessa 22. Jälkipolttimen käyttötarve pyritään pitämään minimissään ja 2-dimensionaalisella suunnattavalla suihkuaukolla saadaan kiitotievaatimukset pysymään  $n \approx 300$  m:ssä. Luotettavuus pyritään kaksinkertaistamaan vähentämällä osien määrää 60 %:lla, jolloin kustannukset pienenevät  $n \approx 25$  %:lla. Oheinen kuva on havainnollinen esimerkki voimalaitesuunnittelun tavoitteista<sup>8)</sup>:



Turbiinilämpötilan nostossa on kriittisenä tekijänä turbiinisiipien kestävyys. Käytettävissä on sekä materiaali- että valmistusteknillisiä keinoja. Kiinteyttämällä lämpötilagradienttia hyväksikäyttäen siiven kaikki kiteet samansuuntaisiksi päästään 40°C korkeampiin lämpötiloihin tavallisen rakenteen  $n \approx 1300$  °C:een verrattuna. Sijoittamalla muottiin ns kidevalitsija saadaan tietty kide kasvamaan ja päästään yksikiderakenteeseen, jolla lämpötilaa päästään nostamaan 30 °C lisää. Suuntasäätöisesti kiinteitettyillä eutektisillä seoksilla, joissa nikkelperustaisessa matriisissa on hiiliyhdiste-kuituja, voidaan lämpötilaa nostaa edelleen 70 °C:lla. Hybridirakenteissa pyritään siiven eri osiin eli tyveen, runkoon, profiiliin ja kärkeen valitsemaan kuhunkin parhaiten soveltuva rakenne ja materiaali. Keraamisilla siivillä päästään helposti suuriin lämpötiloihin, mutta haittapuolena on niiden hauraus.<sup>8)</sup>

Suuri osa tulevaisuuden moottorin edellyttämästä teknologiasta on jo käytettävissä, mutta riittävän käyttövarmuuden saavuttaminen kokeiden kautta vie aikaa. Joka tapauksessa uskotaan, että jatkossa voimalaitteen kesto kolminkertaistuu ja luotettavuus kaksinkertaistuu verrattuna vastaavan työntövoiman nykymoottoriin. Lisäksi arvioidaan turbiiniosan kestävä puolet moottorin käyntiajasta ahtimen pystyessä samaan elinikään voimalaitekokonaisuuden kanssa.<sup>8)</sup>

Riittäväällä työntövoimalla on merkityksensä suoritusarvojen lisäksi myös kustannusmielessä. Mikäli voidaan pysyä yksimoottoriratkaisussa, säästetään tuotantokustannuksissa seuraavan kuvan mukaisesti<sup>9)</sup>:



Yksi- ja kaksimoottoriratkaisuilla on omat vannoutuneet kannattajansa. Yksimoottorikoulukunta näkee etuina kustannussäästöt ja yksinkertaisuuden kun taas kaksimoottoristen kannattajat katsovat moottorista johtuvien rauhan ajan onnettomuuksien kaventavan lopullisen kustannuseron tasoihin.<sup>9)</sup> Käytännössä tilanne on se, että keveät, ilmataisteluun erikoistuneet koneet tulevat toimeen yhdellä moottorilla, mutta monitoimikoneisiin sijoitetaan yleensä kaksi voimalaitetta.

### 1.3 V a r u s t u s

Nykyaikaisen hävittäjä- ja rynnäkkökaluston asevarustus on erittäin monipuolinen. Myös määrä on huomattava, sillä tulitukikoneiden asekuorma on 2000—7000 kg taistelun alueen eristyskoneiden vastaavan ollessa 4500—18000 kg.

Rynnäkkökoneiden aseistukseen kuuluvat ohjautuvat pommit, tavanomaiset miina- ja sirpalepommit, rypäle-, napalm- ja jarruvarjopommit, rynnäkköohjukset sekä raketti- ja tykkiaseistus. Runsas valikoima antaa mahdollisuuden kuhunkin kohde-

tyyppiin parhaiten soveltuvan aseistuksen käyttöön. Selvä kehityspiirre on ollut pommiaseistuksen voimakas lisääntyminen ja kohde-erikoistuminen. Tämän on aiheuttanut pommiin vaikutustehon sekä nykyisten ohjautusjärjestelmien ja tähtäinelektroniikan mahdollistaman tarkkuuden yhteisvaikutus.

Hävittäjän ilmataisteluvälineinä ovat tykki, infrapunaohjus ja tutkaohjus. Tykki on perusase, jonka rajoituksena on lyhyt ampumaetäisyys. Se soveltuu kuitenkin hyvin pikatilanteisiin ja edustaa myös tiettyä tulivalmiusreserviä.

Infrapunaohjus on myös suhteellisen lyhyen ampumaetäisyyden ase. Uudet tyypit soveltuvat melko hyvin kaartotaistelutilanteisiin ja viimeisimmät mallit mahdollistavat laukaisun myös maalin etusektorista. Infrapunasäteilyyn hakeutuminen rajaa pois käytön pilvessä.

Useimmat tutkaohjukset mahdollistavat laukaisun maaliin etusektorista. Keskipitkän matkan ohjusten haittapuolena on maalin valaisuvaade, joka sitoo ampujakoneen tähän tehtävään ohjuksen koko lentoajaksi. Tulevaisuuden malleissa pyrittäneen aktiiviseen hakupäähän.<sup>10)</sup> Pitkän matkan ohjuksilla alkuvaiheen valaisu tapahtuu ampujaneesta ohjuksen hakeutuessa loppuvaiheen aktiivisesti omalla tutkallaan. Ongelmaksi jää maalin tunnistus.

Asevarustuksen ja tehtävien monipuolisuus heijastuu ymmärrettävästi koneen tähän- ja suunnistusjärjestelmien elektroniikkavarustukseen ja tietenkin myös kustannuksiin. Oheinen taulukko kuvaa eri tehtävissä tarvittavaa varustusta<sup>11)</sup>:

	Vastailmatoiminta		Taistelualaueen eristys	Lähtu- lituki
	Hyökkäävä	Puolustava		
Tutkatähtäin	x	x		
Valvontatutka	x			
Suunnistustutka			x	
Infrapunaetsin	x	x	x	x
Tunnistusoptiikka	x	x		
Laservalaisin			x	x
Inertiasuunn.järj.			x	x
Suunnistuslaskin	x		x	x
Lentoarvolaskin	x		x	x
Ballistiikkalaskin	x		x	x
Monitoimitähtäin	x		x	x

Ohjusten tulo taistelulentäille on aikaansaanut lentokoneiden omasuojajärjestelmien kehittymisen. Standardikokonaisuuden muodostavat tutkauksenilmaisoin, kohinähäirintälähetin, tutkasilpunheitin ja infrapunaliestehäirintä. Tyypillinen ase ja suojakeinon välinen kilpailu etenee myös tällä alalla. Kohinähäirinnän yleistymisen on johtanut tutkaohjusten ohjausjärjestelmämodifikaatioon, jonka avulla häirinnän sokaisema ohjus hakeutuu häirintälähteeseen. Seuraava askel lienee sopivasti jaksoteltu häirintälähetys. Infrapunaliestehäirintä ovat johtaneet infrapunahakupäiden selektiivisyy-



teen, joka hylkää lieskojen korkeat, mutta suihkuaukon säteilytaajuudesta poikkeavat lämpöarvot. Vastakeinona on oikeataajuisten ja pitkään säteilevien lieskojen tuotanto.

## 2. LENTOASEEN KÄYTÖN ASETTAMIA VAATIMUKSIA

Hävittäjä- ja rynnäkkökonealuokkaan kuuluvan lentoaseen käyttöaloina ovat hävittäjätorjunta ja ilmanherruustaistelu, taistelun alueen eristys, lähitulituki, tiedustelu ja saatto.

Hävittäjätorjunta- ja ilmanherruustehtävät edellyttävät suoritusarvoiltaan hyvää lentokalustoa, jonka ei kuitenkaan tarvitse olla varustukseltaan kovin monipuolinen eikä hyötykuormaltaan mittava. Myöskään konelukumäärä ei ole niin kriittinen tekijä kuin taistelun alueen eristys- ja tulitukitehtävissä, koska hävittäjätorjunta vaikuttaa voimia sitovasti jo pelkällä olemassaolollaan. Laadullinen tekijä erityisesti ohjaajan taitona korostuu, sillä parin hallittu hyökkäys saattaa mitätöidä koko rynnäkköosaston tehtävän. Tappiotason ollessa promilleluokkaa<sup>11)12)</sup> pystyy torjuntahävittäjävoima säilyttämään iskukykyänsä suhteellisen kauan, mikäli tukeutumisjärjestelmän taistelunkestävyys on riittävä estämään suur tappiot maassa.

Taistelun alueen eristämistehtäville tyypillinen tunkeutumissyvyys edellyttää koneilta hyvää taistelunkestävyyttä ja kykyä suurinopeuksiseen matalalento. Suuri asekuorma on välttämätöntä, joten kalusto on kookasta ja raskasta. Sitä on oltava myös paljon, sillä tappiot nousevat yleensä prosenttiluokkaan.<sup>13)</sup> Suunnistusjärjestelmille on ominaista mm tutka- ja inertiaiperustainen automaattiohjaus. Aseistuksen ominaispiirteinä voidaan mainita tähtäinjärjestelmien osalta laser-etaisyysmittaus, infrapuna-ilmaisin ja lentotila/ballistiikkalaskin sekä taisteluvälineiden osalta tavanomaisen varustuksen lisäksi täsmäpommit ja rynnäkköohjukset.

Lähitulituki omaa suoritusteknillisesti monia taistelun alueen eristyksen piirteitä, mutta pienemmät toimintaetäisyydet mahdollistavat kevyemmän kaluston käytön. Ongelman muodostavat nopeasti vaihtuvat tilanteet taistelukentällä sekä omien joukkojen läheisyys. Hyvä yhteys- ja tulenjohtoverkosto onkin välttämätön laajamittaisen lähitulituen onnistumiselle. Laajalla alueella toimivan rynnäkköohjaajan on vaikea paikantaa peitteisessä maastossa oleva kohde, ellei se ole liikkeessä oleva kuljetus- tai hyökkäysosasto tai ampuva raskasase. Sen sijaan taistelun alueella jatkuvasti valvontaa ja tulenjohtotehtävissä toimiva lentotulenjohtaja tuntee maaston ja joukkojen ryhmitykset sekä niissä tapahtuvat muutokset. Hän voi joko liikehtimisellään tai merkinantoraketteja ampumalla osoittaa maalin paikalle johdetulle rynnäkköosastolle. Lisäksi lentotulenjohtaja voi täsmäaseistusta käytettäessä valaista kohteen laserilla.

Lähitulituen pienempi tunkeutumissyvyys ei juuri vähennä toiminnan riskialttiutta taistelun alueen eristykseen verrattuna, sillä kohteet ovat yleensä hyvin suojattuja. Lähitulitueen erikoistuneiden koneiden rakenneratkaisuille onkin ominaista runsas ohjaamopanssarointi, varmistetut ohjaus- ja polttoainejärjestelmät sekä moottorien sijoitus mahdollisimman suojaisaan paikkaan. Lähitulituen menestyksellinen toteutus

edellyttää monipuolista, erikoistarkoituksiin kehitettyä lentokoneaseistusta sekä taistelunkestävää lentokalustoa, joka on määrällisesti riittävä sekä vaikutustehokkuuden että tappioiden siedon kannalta.

Lentotiedustelulla saatetaan pyrkiä strategiisiin, operatiivisiin tai taktillisiin päämääriin. Strategiset tiedustelukoneet käyttävät erittäin suuria nopeuksia ja korkeuksia. Operatiivisiin taktillisiin tehtäviin tarkoitettujen koneiden suoritusarvot ovat samaa luokkaa kuin torjunta- ja rynnäkkökoneilla. Perusmenetelmänä on auringon valoa hyväksikäyttävä lentokuvaus. Pimeätoiminnassa käytetään termistä kuvausta sekä aktiivisena että passiivisena, valon vahvistukseen perustuvia menetelmiä sekä infrapunasäteilyyn perustuvaa televisionäyttöä. Sähkömagneettista säteilyä hyväksi käyttäviä laitteista on yleisimpiä liikkuvan maalin ilmaisimella varustettu sivututka. Tunkeutumiskykyistä tiedustelua täydennetään mm lennokein suoritettulla taistelualueen valvonnalla.

Saatto on eräs strategisten iskujen ja taistelualueen eristyksen tukimuodoista. Se on hävittäjätoiminnan vaikeimpia tehtäviä, sillä ilmataistelussa elintärkeänä pidettävä aloite yleensä menetetään siinä. Saattohävittäjiltä edellytetään pitkää toimintamatkaa ja samalla hyviä lentosuoritusarvoja nopeaa reagointia varten. Kokemukset toisesta maailmansodasta sekä Korean ja Vietnamin sodista kuitenkin osoittavat, että röyhkeästi hyökkäävä torjuja pääsee lähes aina pääosaston kimppuun onnistuttuaan pääsemään riittävän lähelle.<sup>14)</sup>

Lentoaseen kaikki käyttömuodot ovat osoittautuneet tehokkaiksi edellyttäen, että käytettävissä on monitoimi- tai tehtäväerikoistunut lentokalusto. Eryteisesti taistelualueen eristys ja lähitulituki vaativat monipuolisen varustuksen lisäksi suuria konemääriä.

### 3. SUOMALAINEN MALLI

#### 3.1 Taistelukoneen tehtäväalue

Teknillisen kehitysennusteen valossa suoritustehokkuus näyttää edelleen kasvavan seuraavalle vuosikymmenelle siirryttäessä. Samalla kuitenkin kustannustason noustessa koko toimintaspektrin menestyksellinen hoitaminen käy taloudellisesti yhä raskaammaksi. Mitä voimakkaampien resurssirajoitusten vallitessa ilmavoimia joudutaan ylläpitämään, sitä selvemmin on otettava kantaa eri tehtäväalueiden keskinäiseen tärkeysjärjestykseen.

Omien määrärahaennusteidemme sekä teknillisen tehokkuus- ja kustannuskehityksen valossa on selvää, että riittävän sekä laadullisen että määrällisen tason säilyttämiseksi on voimavarojemme panostamisessa suoritettava luja keskittäminen. Koska sotakokemukset osoittavat laajamittaisten, tavanomaisin joukoin suoritettujen operaatioiden menestyksen riipuvan ilmanherruudesta, on erikoistuminen hävittäjätorjuntaan ja ilmanherruustehtäviin luonnollinen doktriinivalinta.

Hävittäjätorjunnan ja ilmanherruustaistelun vaikutus on maa- ja merivoimien

kannalta katsoen välillinen, joten kyseisen tehtäväalueen merkittävydestä syntyy helposti virhetulkintoja. Oman toimintavapauden kannalta ilmanherruus tai vastustajan ilmanherruuden kiistäminen on kuitenkin välttämätöntä ja puutteet tässä suhteessa maksetaan korkeina tappioina. Mikäli puolustajalla ei ole hävittäjätorjuntaa, voi hyökkäävän voimaryhmän ilmakomentaja tehdä esimerkiksi seuraavan päätöksen<sup>15)</sup>:

- koko tulitukivoima käytetään maavoimien tukemiseen,
- hävittäjäkoneet irroitetaan tulitukitehtäviin sekä aseelliseen tiedusteluun,
- koko lentotiedustelukapasiteetti käytetään maavoimien hyväksi,
- koko elektroninen häirintäkapasiteetti suunnataan puolustajan maavoimien johtamisjärjestelmän lamauttamiseen,
- lähitulituki ja pääosa taistelualueen eristämisenlennoista johdetaan lentotulenjohtajia käyttäen, jolloin tarkkuus paranee oleellisesti,
- ilmatankkaus-, pelastuspalvelu- ja häirintälentotoiminta työnnetään eteen, jolloin lentojen lukumäärä lisääntyy ja toiminta tehostuu,
- tykkikoneet otetaan käyttöön taistelualueen eristyksessä erityisesti kuljetusten estäjinä.

Aktiivisesti toimiva hävittäjätorjunta sen sijaan pakottaa hyökkäävän voimaryhmän ilmakomentajan päättämään esimerkiksi seuraavasti:

- ilmanherruus on ylläpidettävä sotatoimialueella sekä vastailmatoimintaan liittyen myös puolustajan selustassa,
- hävittäjäkoneet käytetään
  - tulitukilentojen suojaamiseen lakisuoja-
  - vastailmatoiminnan hävittäjäsuojan saattona,
  - hävittäjätorjunnan harhauttamiseen hävittäjäpöyhkäisyillä,
  - tiedustelulentojen suojaamiseen saattona,
  - häirintä-, ilmatankkaus-, taistelunjohto- sekä pelastuspalvelulentojen suojaamiseen,
  - omien tukikohtien suojaamiseen hävittäjäpäivystyksellä,
- tulitukivoima jaetaan
  - maavoimien tukemiseen ja
  - vastailmatoimintaan eli ilmapuolustuksen jatkuvaan lamauttamiseen,
- osa rynnäkkökoneista varustetaan ilmataisteluseilla,
- elektroninen häirintä kohdistetaan ensisijaisesti ilmapuolustuksen johtamisjärjestelmän lamauttamiseen,
- lentotiedustelu jaetaan maavoimien tulituen ja vastailmatoiminnan kesken,
- tulenjohtokoneiden käyttö rajoitetaan alueelle, missä on ehdoton ilmanherruus,
- ilmatankkaus- ja taistelunjohtokoneet pidetään syvällä omassa selustassa ja
- tykkikoneiden käytöstä luovutaan.

Hyökkääjän on jatkuvasti otettava huomioon puolustajan hävittäjätorjunnan yllätysvaikutus toiminnassaan. Tämä merkitsee laajaa tukivoiman käyttöä ja näin edel-

leen monimutkaisempia menetelmiä sekä tappioiden lisäksi pidentyneiden teknillisten monimutkaisuusketjujen aiheuttamaa häiröalittiutta ja suorituskertojen harventumista.

Parhaan tuotos/panos -suhteen saavutamme siis keskittämällä lentoaseemme hävittäjätorjuntaan tehtävänään hyökkääjän ilmanherruuden kiistäminen ja täten maa- ja merivoimiemme operaatiivapauden suojaaminen.

Välittömän tuen osalta voidaan todeta lentotiedustelun edellyttävän sekä tunkeutumista pimeätoimintakyvyn ylläpitoa. Tulituki tulee suunnata kriisitilanteisiin, joissa yhdistyy sekä nopeusvaatimus että käytössämme olevan aseistuksen tehokkuus kohteisiin. Taistelualan valvontaa täydentävän lennokkikaluston kehittäminen ja käyttöönotto on varteenotettava osa tiedustelujärjestelmää.

### 3.2. Taistelukoneelle asetettavat vaatimukset

Taistelukonekalustomme uusinta 1990-luvulla tulee aikaisempien tapaan olemaan käytössä olevien resurssien ja asetettujen vaateiden eri suuntiin vaikuttavien tekijöiden välinen optimointiongelmaksi. Selviä pelisääntöjä on kuitenkin jo nyt nähtävissä. On keskityttävä kokeiluasteensa ohittaneisiin ratkaisuihin, jotka ovat monipuolisuudeltaan samaan aikaan esille tulevia uutuuksia vaatimattomampia mutta myös huomattavasti halvempia. Toisaalta puolustuskykymme uskottavuus edellyttää, ettei taistelukykyvyyden kannalta oleellisista ominaisuuksista tingitä.

Torjuntahävittäjän toimintakelpoisuuden määrittää sen kyky tuhota hyökkäävä ilmamaali. Tämä kyky koostuu useasta osaominaisuudesta, joiden tulee ensin mahdollistaa tuliasemaan pääsy ja sitten aikaansaada riittävä asevaikutus. Osa näistä ominaisuuksista on oleellisia niiden ollessa välttämättömiä taistelutehokkuuden kannalta. Osa ominaisuuksista parantaa toimintamahdollisuuksia niiden helpottaessa tehtävän suoritusta.

Tavanomaisimpia hävittäjäkoneen suorituskykymittareita ovat nopeus, kaartokyky, nousunopeus, lakikorkeus, toimintasäde, toiminta-aika, asekuorma ja vaurioiden kestävyys. 1950-luvun huippunopeus- ja lakikorkeuspyrkimykset ovat viimeaikaisten sotakokemusten myötä palautuneet ilmataistelun vanhojen perustotuuksien ääreen ja jatkuvan kaarron kulmanopeus onkin jälleen tärkeimpiä ilmataisteluparametreja.<sup>16)</sup> Hyvä kaartokyky ja nousunopeus ovat korostuneet voimakkaasti viimeaikaisten torjunta- ja ilmanherruushävittäjien suunnittelussa. 1990-luvulla menestyvän hävittäjän onkin omattava ykkösen ylittävä työntövoima/paino -suhde ja koneen liikehtimisominaisuuksia korostava aerodynamiikka.

Ilmataistelun kannalta tärkeä, kineettisen ja potentiaalienergian muodostama kokonaisenergiataso voidaan saavuttaa yhtäsuurena varsin erilaisilla koneilla. Hyvän liikehtimiskyvyn ja työntövoima/paino -suhteen omaavilla koneilla se on kuitenkin saavutettavissa nopeasti ja lisäksi käytettävissä on laaja nopeus- ja korkeusalue ilman kokonaisenergiatason ratkaisevaa laskua. Koneen kykyä kiihdyttää nopeuttaan tai nouta voidaan kuvata kaavalla<sup>17)</sup>

$$\frac{(\text{työntövoima} - \text{vastus}) \times \text{nopeus}}{\text{paino}}$$

Tämän ja liikehtimiskyvyn yhteisvaikutuksella on huomattava merkitys sekä ampuematilanteeseen pääsyn että aloitteen jatkuvuuden kannalta. Huonosti liikehtivän koneen on supistettava taktiikkansa lähinnä iske ja poistu -menetelmään.

Toimintasäde, toiminta-aika, asekuorma ja vaurionkestävyys ovat ennenkaikkea monitoimintahävittäjän suorituskyymittareita. Oheinen taulukko kuvaa eri tehtävä-alueiden suoritusarvopainotuksia:<sup>18)</sup>

	Vastailmatoiminta		Taistelunalueen eristys	Lähitulituki
	Hyökkäävä	Puolustava		
Nopeus	x	x		
Liikehtimiskyky	x	x		
Nousunopeus		x		
Lakikorkeus		x		
Toimintasäde	x		x	
Toiminta-aika			x	x
Asekuorman monipuolisuus	x		x	x
Asekuorman määrä	x		x	x
Osumakestävyys	x		x	x

Kustannusmielessä erittäin merkittävät tähtäin- ja suunnistusjärjestelmien elektronikkavarustusvaatimukset tulivat jo aikaisemmin esiin kohdassa 1.3

Taistelukoneemme päätehtävän valossa voidaan suoritusarvotavoitteita luonnehtia seuraavasti:

- työntövoima/paino -suhde  $> 1$ ,
- maksiminopeus  $M = 1,9-2$ , johon kone kiihtyy nopeasti  $M = 0,8:n$  alueelta,
- lakikorkeus  $n = 20$  km, vähintään  $17$  km.

Kustannussyistä tulisi koneen taistelupainon olla alle  $10\ 000$  kg, jolloin tullaan toimeen yhdellä moottorilla.

Pidättäytymällä moniottelusta ja keskittymällä omalta kannaltamme tärkeimpään lajiin säästämme ratkaisevasti laite- ja varustuskustannuksissa. Perusaseistuksena on edelleen infrapuna- ja tutkaohjukset sekä tykki. Painopiste on kaartotaisteluun soveltuvissa infrapunaohjuksissa tutkaohjuksen edustaessa standarditasoa. Kohteen havaitsemistodennäköisyyttä voidaan lisätä infrapunaetsijällä sekä visuaalista tunnistusta helpottavalla optiikalla. Omasuojalaitteistossa voidaan keskittyä ilmataistelutilanteiden asettamiin tarpeisiin.

Tulitukitekniiikan on sopeuduttava hävittäjän yksinkertaiseen tähtäinjärjestelmään; tyyppillisenä esimerkkinä matalapommitus kasettipommein.

Kiihtämättömistä huoltoteknillisistä eduista huolimatta ei taistelulentokalustomme tarvitse välttämättä kokonaisuudessaan olla samaa tyyppiä. Sodanuhan ja sodan ajan toimintavaatimuseroja voidaan jossain määrin ottaa huomioon sopivalla kalustokombinaatiolla. Lisäksi mahdollisuus laaja-alaisempaan ammattitietoutteen kompensoi huoltoteknillisiä seurannaisvaikutuksia.

### 3.2. Johtaminen ja voimankäyttöperiaatteet

Ilmasodankäynnille on ominaista toimintojen nopeus, monipuolisuus ja laaja-alaisuus. Hyökkäysoperaatiot sisältävät tiedustelun, taistelun ilmanherruudesta, strategiset iskut, taistelualueen eristämisen, välittömän tulituen, saaton sekä erilaisia suojaus- ja tukitoimia. Operaatiot ulottuvat puolustajan koko syvyyteen taistelualueelta tukialueen strategisiin kohteisiin asti.

Ilmahyökkäysten nopeus asettaa puolustajalle vaatimuksen jatkuvasta ja välittömästä iskukyvyystä. Hyökkäysten laaja-alaisuus puolestaan asettaa vaatimuksen torjuntavoiman viiveettömästä keskittämiskyvystä.

Operaatiovapauden takaamiseksi hävittäjävoima hajautetaan pieniksi osastoiksi eri tukikohtiin. Se on välittömästi käskytettävissä torjuntatehtäviin. Samalla sen on oltava keskitettävissä kokonaispuolustuksen kannalta kulloinkin kriittisimpiin kohteisiin koko valtakunnan alueella. Edellä mainituista syistä ilmavoimien johtaminen on organisoitu keskitetyn voimankäytön ja välittömän taistelunjohtamisen periaatteelle. Kyseinen periaate onkin jokseenkin kaikkien sotaa käyneitten maiden ilmapuolustusorganisoinnin perusta. Rauhan ajan hallintonäkökohtien vuoksi on ilmavoima usein pirstottu erilaisten maa- tai merialueiden mukaisiin osiin ja samalla tuhattu se ominaisuus, joka tekee ilma-aseesta vahvan — kyvyn keskittää nopeasti iskuvoima tilanteeseen, joka on tärkein voiton tai tappion kannalta. Oikea periaate on jouduttu oppimaan eri sodissa yhä uudelleen ja uudelleen. Ilmamarsalkka Tedder toteaa asiasta osuvasti:<sup>14)</sup> ”Ilmasodankäyntiä ei voi erotella pieniksi paketeiksi; se ei tunne muita maatai merirajoja kuin ne, jotka lentokoneiden toimintasäde asettaa. Se on kokonaisuus ja vaatii yhtenäisen kokonaisjohdon”.

Hävittäjätorjuntamme keskitetään alusta alkaen täydellä teholla strategisen puolustuksemme kannalta tärkeiden alueiden ja toimintojen suojaamiseen. Torjunta suunnataan aina maa- ja merivoimien puolustuksen kannalta vaarallisimpaan painopisteeseen. Pääesikunta määrittää valtakunnallisen puolustuksen kulloisenkin painopisteen, ilmavoimien komentaja keskittää sen mukaisesti hävittäjävoiman ja lennon komentaja vastaa taistelun johtamisesta ilmapuolustusalueellaan. Tuettavan sotilasläännin tai rannikkolaivaston komentaja määrittää suojattavat kohteet ja toiminnat ja torjunta toteutetaan sen mukaisesti.

## YHDISTELMÄ

Lentokonerakennuksen edistysaskeleet ovat pystyneet jatkuvasti lisäämään koneiden suoritusarvoja, hyötykuormaa sekä toiminnan tarkkuutta. Uusi teknologia ja monikäyttövaatimukset ovat nostaneet samalla kustannukset tasolle, joka on asettanut erityisesti pienvaltiot hankalaan asemaan puolustuskykynsä säilyttämisessä.

Omalta osaltamme on ongelma ratkaistavissa spesialisoitumalla puolustuksemme kannalta oleellisimpiin ominaisuuksiin ja käyttötarkoituksiin. Keskittämällä taistelukoneemme hävittäjätorjuntaan sekä tehtävältään että suoritusarvoiltaan voimme ylläpitää ilmavoimiemme iskukyvyyn sellaisena, että sen lamauttaminen vaatii todella kouriintuntuvan osuuden hyökkäävän voimaryhmän kokonaisresursseista. Kiristyvissäkin kansainvälisissä tilanteissa on tällä ennalta ehkäisevällä vaikutuksella mahdollista pitää ilmatilamme irti erilaisista hyväksikäyttöspekulaatiosta ja näin osaltaan taata maamme pysyminen itse omista asioistaan päättävänä erossa kansainvälisistä selkkauksista.

## LÄHTEET, JOIHIN TEKSTISSÄ ON VIITATTU

- 1) Air International/October 1982
- 2) Aviation Week & Space Technology, September 15, 1980
- 3) International Defense Review 3/1983
- 4) Military Technology MILTECH/82
- 5) Flight International, 6 February 1982
- 6) Interavia 1/1981
- 7) International Defense Review 2/1983
- 8) Flight International, 15 January 1983
- 9) Interavia 3/1983
- 10) British Aerospace Inc Quarterly Fall 1981
- 11) Ilmavoimiemme doktriini ja materiaallinen kehittäminen 1990-luvun haasteiden valossa tarkasteltuina, tutkielma, H Nikunen 1982
- 12) Ilmavoimat Suomen sodassa 1941—1945, tutkielma, B Gabrielsson
- 13) Ilmatorjunnan vuosikirja 1975—1976
- 14) William W Momyer: Air Power in three Wars, 1978
- 15) Maj M Aholan laatima voimankäyttölaskelma
- 16) Air International, June 1981
- 17) Flight International, Week ending 6, 1979
- 18) John M. Collins: US — Soviet Military Balance, Concept and Capabilities 1960—1980, 1980