

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

**VENÄJÄN RYNNÄKKÖKONEKALUSTON KEHITYKSEEN VAIKUTTANEET
TEKIJÄT TOISEN MAAILMANSODAN JÄLKEEN**

Pro gradu -tutkielma

Kadetti
Tapio Yli-Nisula

Kadettikurssi 89
Ohjaajalinja

Helmikuu 2006

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi Kadettikurssi 89	Linja Ilmavoimalinja
Tekijä Kadetti Tapio Yli-Nisula	
Tutkielman nimi Venäjän rynnäkkökonekaluston kehitykseen vaikuttaneet tekijät toisen maailmansodan jälkeen	
Oppiaine, johon työ liittyy Sotahistoria	Säilytyspaikka Maanpuolustuskorkeakoulun kirjasto
Aika: Helmikuu 2006	Tekstisivuja: 60 Liitesivuja: 10
TIIVISTELMÄ <p>Pro Graduni aihe ja samalla päätutkimusongelma on tutkia Venäjän rynnäkkökonekaluston kehitykseen vaikuttaneita tekijöitä toisen maailmansodan jälkeen. Alaongelmina on mitkä seikat ovat olleet keskeisiä tekijöitä koneita suunniteltaessa, ohjasiko kehitystä enemmän lännessä tapahtunut kehitys vai omat innovaatiot ja miten rynnäkkökoneet ovat kehittyneet. Tutkimusmenetelmänä käytin kvalitatiivista grounded theory- menetelmää.</p> <p>Venäjä on kehittänyt ilmavoimiaan rajusti toisesta maailmansodasta lähtien. Kuitenkin kaikki suuret tekniset läpimurrot tehtiin muissa maissa ennen Neuvostoliittoa. Heti sodan jälkeen Neuvostoliitto alkoi kuroa lännen etumatkaa kiinni suihkumoottoriteknologiassa. Tässä autoivat Saksasta ja briteiltä saadut moottorit. Suihkumoottori nosti sotilasilmailun aivan uudelle tasolle kun käytettävissä oleva korkeus- ja nopeusalue kasvoi huomattavasti. Suihkumoottorit toivat mukanaan myös ongelmia. Nopeudet lentoonlähdössä ja laskussa sekä tarvittavat kiitotiepituuudet kasvoivat rajusti. Myös koneiden toiminta-ajat olivat varsin vaatimattomia verrattuna potkurikoneisiin. Ratkaisua etsittiin ja se löydettiin kääntyvistä siivistä. Tämäkin läpimurto keksittiin lännessä ennen Neuvostoliittoa. Kääntyvät siivet tulivat kolmannen sukupolven koneisiin ja niiden avulla nopeudet onnistuttiin pitämään alhaisina lennon kriittisissä vaiheissa. Myös neljännen sukupolven koneet tulivat Yhdysvalloissa käyttöön ennen Neuvostoliittoa. Tämän</p>	

sukupolven koneissa pystyttiin yhdistämään entistä tehokkaammin useita ominaisuuksia ja myös kääntyvistä siivistä voitiin luopua.

Vaikka Neuvostoliitto oli sotilasilmailun suurvalta, se kulki kuitenkin toisen maailmansodan jälkeen lähes koko ajan teknisesti vähän länsimaita jäljessä. Länsimaiden, etenkin Yhdysvaltojen, konetyypit ohjasivat jossain määrin Neuvostoliiton tulevia konetyyppejä. Hyvinä esimerkkeinä tästä on A-10 Thunderbolt vs Su-25 frogfoot, F-111 Aardvark vs Su-24 Fencer, F-16 Falcon vs Mig-29 Fullcrum ja F-15 Eagle vs Su-27 Flanker. Vaikka kyseiset Neuvostoliiton koneet eivät olleet mitään suoria kopioita amerikkalaisista vastineista, yhtäläisyyksiäkin on paljon. Pitää ottaa huomioon, että myös Yhdysvallat seurasi Neuvostoliitossa tapahtuvaa konekehitystä ja Neuvostoliiton koneet vaikuttivat Yhdysvaltojen konesuunnitteluun. Hyvä esimerkki tästä oli, kun yhdysvaltalaiset suunnittelivat F-15-koneen vastineeksi MiG-25:lle, jonka suorituskyvyn he yliarvioivat. Neuvostoliittolaiset puolestaan suunnittelivat Su-27-koneen vastaamaan F-15-koneen tuomaa uhkaa vastaan

Avainsanat

Neuvostoliitto, Venäjä, Rynnäkkökoneet,

VENÄJÄN RYNNÄKKÖKONEKALUSTON KEHITYKSEEN VAIKUTTANEET TEKIJÄT TOISEN MAAILMANSODAN JÄLKEEN

1. JOHDANTO	5
1.1 Tutkimusmenetelmät ja ongelmat	7
1.2 Aikaisempi tutkimus ja lähdeaineisto	8
1.3 Aiheen rajaus	10
2. TOISEN MAAILMANSODAN PERINTÖ	12
2.1 Suunnittelutoimistojen synty	14
3. DOKTRIINIT	16
3.1 Ydinsota	17
3.2 Rajoitettu ydinsota	17
3.3 Konventionaalinen sota	18
4. KONEIDEN KEHITYS	20
4.1 Suihkumoottori	21
4.1.1 Suihkurynnäkkökoneen kehitys	22
4.2 Kääntyvät siivet	35
4.2.1 Taktinen rynnäkkökone	43
4.3 Monitoimikoneet	47
5. JOHTOPÄÄTÖKSET	58
5.1 Tekninen kehitys	58
5.2 Koneiden kehitys	59
5.3 Pohdinta	63
VIITTEET	65
LÄHTEET	80
LIITTEET	84

VENÄJÄN RYNNÄKKÖKONEKALUSTON KEHITYKSEEN VAIKUTTANEET TEKIJÄT TOISEN MAAILMANSODAN JÄLKEEN

1. JOHDANTO

Toinen maailmansota jätti perinnökseen kahtiajakautuneen Euroopan ja johti ennennäkemättömään varustelukilpaan lännen ja idän välillä. Tässä varustelukilvassa myös ilmavoimia kehitettiin paljon muiden aselajien tapaan. Ilmavoimissa kehitys oli poikkeuksellisen rajua uusien teknisten innovaatioiden myötä. Toisen maailmansodan jälkeen eri maiden ilmavoimien kehitys onkin ollut hurjaa. Vuosien mittaan kehitys on edennyt neljä konesukupolvea potkurikoneista nykypäivän suihkumoottoriin monitoimikoneisiin. Tässä kehityksessä Neuvostoliitto ja myöhemmin Venäjä on ollut eturivissä. Tekniset edistysaskeleet ovat parantaneet koneiden suorituskykyä ja nykyään tekniikka mahdollistaa lentotehtävät lähes kaikissa sääolosuhteissa, yöllä ja päivällä. Tekniset edistysaskeleet ovat tehneet kuitenkin koneiden kehittelystä ja ylläpidosta paljon kalliimpaa kuin toisen maailmansodan aikaan. Tästä johtuen ilma-armeijoiden koko on pienentynyt mutta niiden teho on moninkertaistunut parantuneen tarkkuuden ja lisääntyneiden asekuormien johdosta. Tekniikan monimutkaistuessa myös suunnittelupöydältä sarjatuotantovaiheeseen kuluva aika on moninkertaistunut.

Rynnäkkökoneissa on tällä hetkellä operatiivisessa käytössä neljäs konesukupolvi, vaikkakin joitain kolmannen sukupolven koneita on yhä käytössä. Ensimmäinen sukupolvi käsitti toisen maailmansodan aikaisen potkurikoneiden sukupolven, jonka syrjäytti toinen sukupolvi, joka otettiin käyttöön suihkumoottoreiden myötä. Tyypillinen, ja myös ensimmäinen Neuvostoliiton toisen sukupolven rynnäkkökone oli Su-7, jolla suoritettiin ensilento vuonna 1955. Toisen sukupolven koneille oli tyypillistä suihkumoottoreiden mukana tulleet ongelmat kuten suuret lentoonlähtö- ja laskunopeudet sekä vaatimattomat toiminta-ajat potkurikoneisiin verrattuna. Kolmas

sukupolvi otettiin käyttöön 1960- ja 1970 lukujen taitteessa, kun nousseisiin lentoonlähtö- ja laskunopeuksiin keksittiin ratkaisu. Kolmannelle sukupolvelle tyypillisiä olivat kääntyvät siivet, joiden avulla nopeuksia lennon kriittisessä vaiheessa pystyttiin rajoittamaan. Tyypillisiä kolmannen sukupolven edustajia olivat Mig-27 ja Su-24 koneet. Neljäs sukupolvi tuli käyttöön 1980-luvun kuluessa ja sukupolven koneet ovat edelleen operatiivisessa käytössä. Neljännen sukupolven koneet ovat Venäjällä rakennettu Su-27 ja Mig-29 koneperheiden ympärille. Neljännen sukupolven käyttöönotto tiesi myös kääntyväsiipisten koneiden siirtymistä vähitellen historiaan. Uuden teknologian avulla pystyttiin nopeuksia lentoonlähdoissä ja laskuissa rajoittamaan myös ilman kääntyviä siipiä.

Heti sodan jälkeen sotilasilmailussa kehityksen painopisteenä oli suihkumoottori, jonka ansiosta sotilasilmailu nousi aivan uudelle tasolle. Tehokkaammat moottorit paransivat koneiden suorituskykyä ja nopeuden lisäksi myös käytettävissä oleva korkeusalue kasvoi. Suihkumoottori, kuten muutkin tekniset kehitysaskleet, toi mukanaan joukon uusia asioita, joita piti ottaa huomioon koneita suunniteltaessa. Aluksi suihkumoottorit olivat epäluotettavia ja koneiden toiminta-aika oli varsin vaatimaton potkurikoneisiin verrattuna. Suihkumoottoreiden tuoma nopeuden kasvu toi uusien mahdollisuuksien lisäksi myös uusia vaatimuksia ja rajoitteita koneille. Enää ei voitu toimia ruohokentiltä vaan kehittyneemmät koneet vaativat pidempiä ja päällystettyjä kiitoteitä nousseiden lentoonlähtö- ja laskunopeuksien myötä. Koneiden lentoonlähtö ja laskupainot nousivat myös rajusti. Ratkaisuksi keksittiin kääntyväsiipiset koneet. Kääntyvien siipien ansiosta nousu- ja laskukiidoissa tarvittava nopeus pysyi turvallisemmalla tasolla ja toiminta oli mahdollista myös lyhyemmällä kiitoteillä. Kääntyväsiipisiä koneita käytettiin menestyksellisesti, mutta ne korvattiin neljännen konesukupolven tullessa käyttöön. Kääntyvä siipi oli varsin raskas ratkaisu ja kehittyneillä laskusiivekkeillä ja -laipoilla nousu- ja laskunopeudet pystyttiin pitämään turvallisina ilman kääntyviä siipiä.

1960-luvulle asti ilmasta maahan hyökkäykset tehtiin kahdella tavalla, pommi- tai rynnäkkökoneilla. Pommikone lensi suoraa vaakalentoa keskikorkeudella ja pommikoneen tähtääjä pystyi tähtäämään tarkasti tähtäimen läpi. Rynnäkkökone oli lähes aina yksipaikkainen ja ainoa tapa, jolla se pystyi hyökkäämään, oli joko loiva- tai jyrkkä syöksy. Syöksyn aikana lentäjä, oman harkintansa mukaan, tulitti tykein, raketein tai pommein haluttua kohdetta. On selvää, että rynnäkkökoneiden kyky suorittaa tehtäviä laski lähes olemattomiin yöllä tai huonossa säässä. 1960-luvun

alussa ilmatorjunnan kehittyessä maasta-ilmaan ohjusten myötä myös pommikoneiden kyky suoriutua tehtävistä laski rajusti, koska ilmatorjunta yhdessä hävittäjien kanssa olisi pystynyt ampumaan alas lähes kaikki hyökkäävät pommikoneet.¹

Kehityksestä johtuen hyökkäävän koneen olisi kyettävä lentämään matalinta turvallista korkeutta, tutkapeiton alapuolella, tunkeutuessaan vihollisen ilmatilaan. Matalalla suoritettavat lennot aiheuttivat uusia vaatimuksia koneiden teknologialle. Oli pystyttävä lentämään matalalla ja silti saamaan tietoa ympäröivästä maastosta ja ennen kaikkea vihollisesta. Näitä vaatimuksia vastaamaan kehitettiin maaston seuranta- ja väistötutka. Myös tähtäys-, mittaus- ja asejärjestelmiä kehitettiin siten, että vaikka maalia lähestyttiin suoraan edestä suurella nopeudella ja maali havaittaisiin vasta viime hetkellä, se pystyttäisiin tuhoamaan.²

Neuvostoliitossa laiminlyötiin pitkään taktisten ilmasta-maahan ohjusten kehittely. Tästä johtuen rintamailmavoimien rynnäkkökoneet joutuivat käyttämään vapaasti putoavia pommeja ja raketteja 1970-luvun puoliväliin asti. Tämän jälkeen taktisten ilmasta-maahan aseiden kehitys on ollut nopeaa.³

Neuvostoliitossa koneiden suunnittelua ohjasi jossain määrin länsimaissa tapahtunut konekehitys. Neuvostoliitossa työskenneltiin samojen teknisten ongelmien parissa yhtä aikaa lännen kanssa, mutta yleensä länessä ongelmat saatiin ratkaistua aikaisemmin, jonka jälkeen Neuvostoliitto sitten yhdisti lännen ratkaisut osaksi omaa kehitystyötä.

1.1 TUTKIMUSMENETELMÄT JA ONGELMAT

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää mitkä seikat ovat vaikuttaneet Neuvostoliiton ja myöhemmin Venäjän rynnäkkökoneiden kehitykseen. Pyrin selvittämään, miksi tiettyjä rynnäkkökoneita lähdettiin suunnittelemaan ja minkälaisia koneista lopulta tuli. Valitsin aiheen, koska aihepiiri todella kiinnostaa minua ja tutkin aihetta jo kandidaatin työssäni, jossa tarkoitukseni oli selvittää, miten koneet kehittyivät toisesta maailmansodasta nykypäivään. Olen käyttänyt kandidaatin työtäni apuna pro gradu työssäni. Pro gradu työssäni päätutkimusongelmana ja samalla työn aiheena on:

- Mitkä ovat olleet Venäjän rynnäkkökonekaluston kehitykseen vaikuttaneet tekijät toisen maailmansodan jälkeen.

Alaongelmina ovat:

- Mitkä seikat ovat olleet keskeisiä tekijöitä koneita suunniteltaessa
- Ohjasiko kehitystä enemmän lännessä tapahtunut kehitys vai omat innovaatiot
- Miten rynnäkkökoneet ovat kehittyneet.

Tutkimusmenetelmänä on kvalitatiivinen, Grounded Theory menetelmä, joka on aineistopohjainen tutkimusmenetelmä. Kvalitatiivinen tutkimus tarkoittaa laadullista tutkimusta ja Grounded Theory menetelmää, jossa on tarkoitus luoda teoria olemassa olevien lähteiden perusteella. Tarkoitukseni on tässä tutkimuksessa tutustua eri lähteiden kuten kirjojen, lehtien, Jane's tietokannan ja internetin avulla Neuvostoliiton koneiden kehitykseen ja siihen vaikuttaneisiin tekijöihin ja lopuksi luoda teoria siitä, mitkä tekijät vaikuttivat Neuvostoliiton ja Venäjän rynnäkkökonekehitykseen ja miten rynnäkkökoneet lopulta kehittyivät.

1.2 AIKAISEMPI TUTKIMUS JA LÄHDEAINEISTO

Aikaisempia tutkimuksia aiheesta on, mutta ne käsittelevät ainoastaan, miten koneet ovat kehittyneet, eivät syitä rynnäkkökoneiden kehitykseen.

Lähdeaineisto on pääosin englanninkielistä. Kaikki kirjallisuus ja suurin osa lehdistä ovat englanninkielisiä. Ainoastaan muutamat lehtiartikkelit ovat suomenkielisiä. Lähteet ovat pääasiassa aiheeseen liittyviä kirjoja, mutta olen käyttänyt myös muutamia lehtiä sekä Jane's tietokantaa lähteinä. Kirjoja on suhteellisen, paljon joten ilmoitettujen suoritusarvojen vertailu on ollut mahdollista. Internetiä olen käyttänyt lähinnä varmistaakseni, että kiroissa ilmoitetut suoritusarvot ja koneiden käyttöönottovuodet ovat yhteneviä. Käytin taulukoissa myös internetin antamia tietoja jos kirjoista tai Jane'sin tietokannasta ei tarvittavia tietoja löytynyt

Lähdekirjoja minulla on noin viisitoista. Lähdekirjallisuuden olen hankkinut Santahaminan ja Kauhavan lentosotakoulun kirjastoista. Osan lehdistä olen myös hankkinut kyseisistä kirjastoista, mutta osan olen ostanut itse. Tärkeimmät lähdekirjat ovat OKB Sukhoi A History of the Design Bureau and its Aircraft ja OKB MiG A

History of the Design Bureau and its Aircraft. Kirjat esittelevät Sukhoi- ja MiG-suunnittelutoimistojen historian niiden synnystä nykypäivään asti. Kirjat myös esittelevät toimistojen suunnittelemat koneet. Tärkeä lähde on myös Air Power in the Nuclear Age, 1945–84 Theory And Practice. Kirja kertoo, kuinka ilmavoimia kehitettiin toisen maailmansodan jälkeen, jolloin ydinaseet olivat keskeisessä roolissa sotilaallisessa ajattelussa.

OKB MiG A History of the Design Bureau and its Aircraft on kattava kirja koko MiG suunnittelutoimiston historiasta ja sen suunnittelemissa koneista. Kirjan on kirjoittanut Piotr Butowski yhdessä Jay Millerin kanssa. Kirjassa esitellään kaikki MiG-suunnittelutoimiston suunnittelemat koneet aina ensimmäisestä potkurivoimaisesta MiG-1:stä nykypäivän monitoimikoneeseen MiG-29:än. Kirjassa kerrotaan myös teknisistä keksinnöistä kuten suihkumoottorista ja kääntyvistä siivistä. Kirja antaa erittäin yksityiskohtaisen kuvauksen konetyyppien suunnittelusta ja prototyypeistä ennen kuin varsinainen kone saatiin valmiiksi.

OKB Sukhoi A History of the Design Bureau and its Aircraft on kattava teos suunnittelutoimiston historiasta. Kirjaa on ollut kirjoittamassa Vladimir Antonov, Yefim Gordon, Nikolai Gordyukov, Vladimir Yakovlev ja Vyacheslav Zenkin yhdessä Lennox Carruthin ja Jay Millerin kanssa. Kirja kertoo yhtä kattavasti Sukhoi-koneiden synnyn kuin OKB MiG kertoi MiG-koneiden tarinan. Yhteisinä tekijöinä molemmissa kirjoissa on sama kustantamo ja Jay Miller, joka oli kirjoittamassa molempia kirjoja. Tässäkin kirjassa koneiden myötä seurataan myös teknistä kehitystä. Suihkumoottorin ja kääntyvien siipien kehitys tulee hyvin esille myös tässä kirjassa. Vertailemalla molempien suunnittelutoimistojen näkemyksiä samoihin innovaatioihin pystyy päättämään hyvin, miten näitä kehitettiin ja miten niiden tuomia ongelmia ratkottiin.

Air Power in the Nuclear Age, 1945–84 Theory And Practice on kirja joka kertoo miten eri maiden ilmavoimat, mukaan lukien Neuvostoliitto, kehittivät ilmavoimiaan kylmän sodan ydinasepainotteisena aikana. Kirjan ovat kirjoittaneet M.J.Armitage ja R.A.Mason. Molemmat miehet ovat palvelleet Englannin ilmavoimissa (RAF). M.J.Armitage oli Air Marshal ja R.A.Mason toimi Air Commodorena. Kirjoittajien taustoista voi päätellä, että he olivat alan todellisia asiantuntijoita. Pitää kuitenkin suhtautua kriittisesti siihen, että vaikka he ovatkin tämän alan asiantuntijoita, kirjan ensimmäinen painos on julkaistu 1983, jolloin kylmä sota oli vielä käynnissä. Onkin

mahdollista, että vastakkainasettelu näkyy jossain muodossa myös heidän kirjassaan.

Kun vertailin Neuvostoliiton ja Venäjän kalustoa länsimaisiin koneisiin, käytin apunani taulukoita. Ongelmaksi muodostui se, että koneiden suoritusarvot oli ilmoitettu eri lähteissä erilaisiksi. Tästä johtuen käytin pääasiallisena lähteenä taulukoita tehdessäni Jane's tietokantaa. Tämä siitä syystä, että Jane'sin ilmoittamat arvot ovat luotettavia ja eri koneiden väliset arvot ovat paremmin vertailtavissa, kun suoritusarvot ovat samasta lähteestä. Kuitenkin Jane'sin sivustoilla eri koneiden suoritusarvot oli ilmoitettu joidenkin koneiden kohdalla eri tavalla. Esimerkiksi toimintasäteessä vaikuttavina tekijöinä ovat tehtävän lentoprofiili, koneen aseistus ja mahdolliset lisäpolttoainesäiliöt. Kuitenkin Jane's ilmoittaa eri konetyyppien toimintasäteet eri profiileilla ja eri varustuksella. Esimerkiksi toisessa koneessa voi olla lisäpolttoainesäiliöitä ja sen lentoprofiili on ilmoitettu erilaiseksi. Tämän johdosta kuvaaja pitää tarkastella kriittisesti. Joidenkin koneiden kohdalla Jane's ei ilmoita ollenkaan, millä profiililla ja kuormalla kyseiset toimintasäteet pätevät. Lisäksi koneiden kaikkia arvoja, kuten maksimi hyötykuormaa ei ole ilmoitettu ollenkaan. Puuttuvilta osin olen turvautunut internetiin ja kirjoihin täydentääkseni ja varmistaakseni Jane'sin ilmoittamia suoritusarvoja.

Koneiden ilmoitetuissa käyttöönottovuosissa oli vaihtelua lähteistä riippuen. Pyrin tarkistamaan tiedon mahdollisimman useasta lähteestä löytääkseni oikean vuosiluvun, mutta viime kädessä näissä asioissa turvauduin OKB MiG- ja OKB Sukhoi -suunnittelutoimistoista kertoviin kirjoihin. Tästä johtuen tässä tutkimuksessa esiintyvät suoritusarvot ja vuosiluvut eivät ole välttämättä absoluuttisia totuuksia.

1.3 AIHEEN RAJAUS

Rynnäkkökoneelle on englannin kielessä useampia vastineita (atack aircraft, strike aircraft, fighter bomber). Tässä tutkimuksessa käsittelen rynnäkkökoneina kaikkia rynnäköintitehtäviin suunniteltuja lentokoneita. Myös nykyajan monitoimikoneet (multi role fighter) on suunniteltu hävittäjätoiminnan lisäksi rynnäköintiin ja näin kuuluvat työni piiriin. Hävittäjiä ja pommikoneita käsittelen vain ohimennen, jos niitä tai niiden kehitystä on tarpeen esitellä. Tutkimus käsittää ajanjakson toisesta maailmansodasta nykypäivään saakka. Luon kuitenkin pienen katsauksen toiseen maailmansotaan,

jotta pystyy hahmottamaan, mistä lähtökohdista Neuvostoliitto lähti rynnäkkökoneitaan ja ilmavoimiaan kehittämään sodan loputtua.

2. TOISEN MAAILMANSODAN PERINTÖ

Saksan hyökättyä Neuvostoliittoon vuonna 1941 kävi nopeasti selväksi, että Neuvostoliiton ilmavoimista ei ollut vastusta Saksan Lufwaffelle. Ensimmäisten kuukausien aikana Neuvostoliitto menetti yli 5000 konetta. Ainoa kone, joka pystyi tukemaan maavoimia, oli Il-2 Sturmovik. Vuonna 1941 Neuvostoliitto pystyi tuottamaan noin 1000 konetta kuukaudessa ja Il-2 rynnäkkökoneen osuus kasvoi koko ajan. Kone sopi erittäin hyvin taisteluun tankkeja vastaan ja sen puu-metallirakenteinen runko yhdessä huomattavan panssaroinnin kanssa teki siitä hyvin taistelukestävän ilmatorjunnan tulta vastaan. Koneen heikkous oli vihollishävittäjien hyökkäykset takaa päin. Tämä heikkous poistui, kun koneesta tehtiin kaksipaikkainen versio, jossa taka-ampujalla oli 12.7mm konekivääri.⁴

Neuvostojoukkojen vetäytyminen ja saksalaisten nopea eteneminen sodan alkuvaiheessa pakottivat neuvostoliittolaiset siirtämään lentokonetehtaansa itään Uralin taakse. Operaatio ei ollut helppo ja sen seurauksena lentokonetuotanto pysähtyi hetkeksi. Tauko tuli juuri silloin kun hävittäjä-, rynnäkkö- ja pommikoneita olisi kipeästi tarvittu maavoimien tukemiseen, joka oli Neuvostoliiton ilmavoimien pääasiallinen tehtävä. Sodan kääntyessä Neuvostoliiton eduksi vuonna 1943 maa pystyi tuottamaan jo 3000 konetta kuukaudessa, joista pääosa oli hävittäjiä ja lähitulitukikoneita. Sodan loppuun mennessä Neuvostoliitto tuotti jo 40000 konetta vuodessa.⁵

Vaikka Neuvostoliiton konetuotanto oli hurjaa, siltä puutui lähes kokonaan tehokkaat pitkänmatkan pommikoneet. Neuvostoliitolla oli ainoastaan Pe-8 ja North American B-25 Mitchells koneet, joita voitiin käyttää pitkänmatkan pommitustehtäviin. Pe-8-konetta käytettiin kuitenkin pääasiassa laskuvarjojoukkojen pudottamiseen eikä pommittamiseen. B-25-koneita, jotka Neuvostoliitto oli saanut vuoden 1943 lopulla, oli vain muutama. Neuvostoliiton onneksi maailmansodan lopulla kolme Yhdysvaltalaista B-29-pommikonetta teki pakkolaskun Neuvostoliiton alueelle. Koneet tutkittiin tarkoin Tupolevin johdolla ja tuloksena oli Tu-4-pommikone, jota rakennettiin vuoteen 1954 mennessä yli 1400 kappaletta. Näin Neuvostoliitolla oli Strategiset pommikonejoukot, joiden päätehtävänä oli 1950-luvulla ydinaseiden kuljetus.⁶

Toisen maailmansodan aikaan Saksa siirsi lentokoneteollisuutta idemmäs, jotta USA:n ja Englannin lisääntyvät pommitukset eivät pystyisi vaarantamaan lentokonetuotantoa. Tämän ansiosta Neuvostoliitto sai haltuunsa suuren osan, noin 80 prosenttia, Saksan koko lentokoneteollisuudesta edetessään sodan lopussa kohti Berliiniä. Neuvostoliitto sai myös suuren määrän osaavaa henkilöstöä ja vuoteen 1947 mennessä noin 300 000 entistä Saksan lentokone- ja ohjustuotannon työntekijää työskenteli Neuvostoliiton ilma-aseen kehittämisen puolesta. Neuvostoliitto sai haltuunsa myös koneita, mukaan lukien kahdella suihkumoottorilla varustetun ME-262-hävittäjän, Arado 234-pommittajan sekä rakettimoottorisen lyhyenmatkan ME-163 -hävittäjän.⁷

Neuvostoliitto ei kuitenkaan kopioinut suoraan ME-262-hävittäjää, koska se monimutkaisuuden ja ohjattavuusongelmien takia olisi vienyt liikaa resursseja. Neuvostoliitto käytti tosin saksalaista suihkumoottoritekniikkaa kahteen ensimmäiseen suihkukoneeseen, jotka olivat Yak-15 ja MiG-9. Molemmat koneet lensivät ensimmäistä kertaa 24.4.1946. Suuren askeleen eteenpäin antoivat briteiltä saadut 25 Rolls Royce Nene ja 30 Derwent V suihkumoottoria. Rolls Royce Nene -moottorista tuli RD-45-moottori, joka toimi kääntyväsiipisen MiG-15 voimanlähteenä.⁸

Sodan loputtua Neuvostoliitto valvoi koko itäistä Eurooppaa. Ainoa uhka Neuvostoliiton turvallisuudelle oli Yhdysvaltojen pommikoneet aseinaan ydinpommit. Tästä johtuen Stalin määräsi, että Neuvostoliiton aseeteollisuuden prioriteetti oli rakentaa ilmapuolustus järjestelmä ja vasta sen jälkeen tuli kehittää kykyä hyökätä Yhdysvaltojen mantereelle. Ongelmana oli, että vuoden 1942 jälkeen Saksa asettui puolustuskannalle ja vain vähän ilmapuolustusta oli tarvittu. Neuvostoliitolla ei ollut lainkaan tutkia, jokasään-hävittäjiä ja toimivaa johtamisjärjestelmää. Kehityksessä auttoi Saksalta saatu Junkersin tutkaohjattu ilmatorjuntaohjus. Neuvostoliitto sai myös kokeiluasteella olevan ilmasta-ilmaan ohjuksen sekä radio-ohjatun ilmasta-maahan pommin. Jo 1950-luvulla osittainen tutkaverkko oli laajennettu Baltiasta tyynenmeren rannalle.⁹

Sodan jälkeen ilmapuolustus lepäsi kuitenkin vielä pitkään miehitettyjen hävittäjien varassa. Vaikka Neuvostoliitto oli jo saanut ensimmäiset omat suihkukoneensa ilmaan, Stalin määräsi suihkukoneiden epäluotettavuudesta johtuen keskittymään vielä potkurivoimaiseen LA-11 hävittäjään.¹⁰

2.1 SUUNNITTELUTOIMISTOJEN SYNTY

Neuvostoliiton lentokoneteollisuus on jakautunut virastoihin, testaus- ja tutkimuskeskuksiin ja tuotantolaitoksiin. Virastot toimivat melko itsenäisesti, mutta kuitenkin valtion valvonnassa. Vuosien kuluessa eri virastot ovat erikoistuneet eri konetyyppeihin: Tupolev tekee suuria pommikoneita ja kuljetuskoneita, MiG ja Sukhoi tekevät hävittäjiä ja rynnäkkökoneita sekä Antonov isoja kuljetuskoneita. Neuvostoliiton lentokoneteollisuus syntyi, kun ensimmäinen viisivuotissuunnitelma julkistettiin vuonna 1928. Tarkoituksena oli lopettaa riippuvuus ulkomaisesta teknologiasta ja laitteistosta. Tässä ei kuitenkaan onnistuttu, mutta ensimmäinen merkittävä askel oli otettu ja viisivuotissuunnitelman lopulla konetuotanto oli jo lähes 2000 konetta vuodessa.¹¹

Sodan uhka kasvatti lentokoneteollisuutta merkittävästi 1930-luvun lopulla ja vuoteen 1941 mennessä teollisuus oli tehnyt kaikkensa vastatakseen armeijan tarpeita. Huolimatta neuvostokoneiden kehityksestä, huoli siitä, kuinka koneet pystyisivät haastamaan saksalaiset koneet ilmataistelussa, oli ilmeinen. Todellinen testi saatiin Espanjan sisällissodan aikaan, kun Polikarpovin parhaat koneet ottivat mittaa saksalaisten ensimmäisen sukupolven Bf-109-koneista. Kävi ilmi, että saksalaiset olivat lentokoneteknologiassa paljon neuvostoliittolaisia edellä. Tämän seurauksena Neuvostoliiton konesuunnittelun parhaimmisto kutsuttiin Kremliin keksimään ratkaisua, jolla ero saksalaisiin saataisiin kurottua umpeen. Mitään konkreettista ratkaisua ei keksitty, mutta lentokoneteollisuus sai lisärahoitusta seuraavalle viisivuotiskaudelle.¹²

Toinen tapaaminen järjestettiin vuonna 1939. Tapaamisen myötä päätettiin lahjakkaille suunnittelijoille, jotka työskentelivät Polikarpovin ja Tupolevin toimistoissa, antaa mahdollisuus perustaa omat suunnittelutoimistot. Tämän seurauksena Aleksandr Yakolev, Artyom Mikoyan ja Mikhail Gurevich sekä Pavel Sukhoi ja Syemyen Lavochin perustivat omat toimistonsa tuoden uusia ajatuksia Neuvostoliiton lentokoneteollisuuteen. Uusia koneita syntyi, mutta valitettavasti moottorien kehitys ei pysynyt tahdissa mukana. Moottorit tehtiin länsimaisten moottorien pohjalta, jotka lännessä oli jo korvattu uusilla, tehokkaammilla moottoreilla. Kun moottoreiden suunnittelu alkoi vihdoinkin kuroa eroa kiinni, tuotanto ongelmat estivät sen, että riittävää määrää uusia moottoreita ei pystytty toimittamaan.¹³

Neuvostoliitossa suunnittelutoimistot saivat tilaukset uusista koneista suoraan puolustusministeriöstä, joka antoi vaatimukset, mihin koneiden tuli kyetä. Myös kaupalliset siviilikoneet on tehty armeijan standardien mukaan, joten kriisitilanteessa niitä voitaisiin käyttää joukkojen kuljetukseen. Suunnitteluprosessi eroaa huomattavasti siitä, mitä se on esimerkiksi Yhdysvalloissa, jossa maa-, meri- ja ilmavoimat keskustelevat korkealla tasolla ja kilpailevat rahoituksesta. Neuvostoliitossa puolustusministeriö jakoi vastualueet ja resurssit, joiden mukaan eri toimistot toteuttivat heille määrättyjä tehtäviä. Hyvin usein neuvostoliittolaisia aseita ja välineitä on ali- tai yliarvioitu länessä. Kun MiG-21-kone tuli tuotantoon, sitä pidettiin käytännössä hyödyttömänä koneena siihen saakka, kunnes sillä aiheutettiin Yhdysvalloille vakavia tappioita Vietnamissa. Täysin päinvastoin kävi, kun Yhdysvallat yliarvioivat MiG-25:n suorituskyvyn. Tämä näkyi F-15-koneen suunnittelussa, joka tuli maksamaan amerikkalaisille veronmaksajille paljon suunniteltua enemmän, koska konetta suunniteltiin vastaamaan liioiteltua MiG-25 uhkaa vastaa.¹⁴

3. DOKTRIINIT

Toisen maailmansodan loputtua Neuvostoliitolla oli Euroopassa miesylivoima Länsiliittouman joukkoihin verrattuna. Tämän seurauksena ainoana todellisena uhkana olivat Yhdysvaltojen strategiset pommikoneet aseinaan ydinpommit. Ydinaseet ohjasivat pitkään sotilaallista ajattelua, niin idässä kuin lännessä, toisen maailmansodan jälkeen. Sodan jälkeen Yhdysvalloissa käytössä tai suunnitteluvaiheessa olleet koneet olivat Neuvostoliiton hävittäjätorjunnan ulottumattomissa. Koneiden toimintakorkeus, huononsään toimintakyky sekä omasuojajärjestelmät olivat liikaa Neuvostoliiton potkurihävittäjille. Tämä seikka vauhditti entisestään suihkumoottoreiden ja uusien suihkühävittäjien suunnittelua.¹⁵ Neuvostoliiton hajottua uhkakuvat muuttuivat. Uhkana ei enää pidetty NATO:a vaan uudet uhat tulivat levottomasta Lähi- ja Kaukoidästä.

Heti toisen maailmansodan jälkeen, kun Neuvostoliitolla ei vielä ollut ydinaseita, se ylläpiti suuria maavoimia. Maavoimien supistus tapahtui 1950- ja 1960-lukujen vaihteessa, kun Neuvostoliitollakin oli ydinaseita ja strategiset ohjusjoukot kasvoivat. Hiljalleen NATO:n tekemän ydiniskun rinnalle alkoi tulla myös muita mahdollisia uhkakuvia. Kiina vahvistui ja Lähi- ja Kaukoidän levottomuudet uhkasivat puhjeta sodiksi, joissa ei käytettäisi ydinaseita. Maavoimia vahvistettiin jälleen, jotta mekanisoidut ja panssaroidut maajoukot pystyisivät tunkeutumaan syvälle vihollisen alueelle ilmavoimien ja tykistön tukemina.¹⁶ Kehitykseen vaikutti myös Korean ja Vietnamin kaltaiset sodat, joissa ei voitu käyttää ydinaseita.

1960- luvun puolestavälistä lähtien Neuvostoliitto on kehittänyt doktriinia käydä sota ilman ydinaseita ja niiden kanssa. Suunnittelu lähti molemmissa tapauksissa siitä, että vihollinen saattaisi käyttää ydinaseita, jolloin omien joukkojen hajautus ja liikkuvuus olisi kyettävä säilyttämään. Neuvostoliittolaisten ensisijainen tavoite taistelujen alettua olisi paikantaa ja tuhota vihollisen ydinaseet ja laukaisualustat tehokkaimmalla mahdollisella tavalla. Neuvostoliitto uskoi, että sota alkaisi konventionaalisenä, mutta laajenisi myöhemmin ydinsodaksi. Tästä syystä Neuvostoliiton tavoitteena oli sodan konventionaalisen vaiheen aikana ilma- ja ohjusiskuin, maahanlaskujoukoin, erikoisjoukoin sekä nopeasti syvälle vihollisen alueelle tunkeutuvien maajoukkojen avulla tuhota mahdollisimman paljon vihollisen ydinasearsenaalista kiistääkseen viholliselta uskottavan ydinasepelotteen.¹⁷

Neuvostoliitto välttäisi ydinsotaa niin pitkään kuin se pääsisi tavoitteisiinsa ja ei olisi merkkejä siitä, että vihollinen valmistuisi käyttämään ydinaseita. Neuvostoliitto voisi kuitenkin tehdä massiivisen ennaltaehkäisevän ydiniskun estääkseen vihollista käyttämästä ydinaseita, jos se epäilisi vastapuolen suunnittelevan niiden käyttöä. Päätös ydinaseiden käytöstä tulisi tehdä riittävän ajoissa, jotta riittävä määrä konventionaalista voimaa pystyisi nopeiden maa- ja ilmahyökkäyksien avulla hyödyntämään ydiniskua nopealla etenemisellä.¹⁸

3.1 YDINSOTA

Ydinaseiden tulo sota-äytämölle aiheutti paljon muutoksia ja uusia suunnitelmia Neuvostoliiton doktriineihin. Moderneja, täysin mekanisoituja maajoukkoja tuettiin ja uhattiin aseilla, jotka muutamassa minuutissa muuttaisivat täysin taistelukentän asetelmia. Tämä dramaattinen muutos antoi uuden merkityksen nopeille, eri aselajien yhteisoperaatioille. Parantunut joukkojen liikkuvuus auttoi joukkojen nopeaa keskittämistä sekä hajautusta, joka oli elintärkeää joukkojen liikkussa taistelukentällä, jolla vallitsi ydinuhka. Vihollisen pitäisi myös hajauttaa omia joukkojaan mahdollisen ydiniskun varalta, joten se olisi haavoittuvampi vahvan hyökkäyksen alla. Mutta vihollisen joukot ovat myös hyvin liikkuvia ja pystyvät nopeasti keskittämään joukkonsa uhkasuuntaan. Yllätys ja aikataulutukset ovat erittäin tärkeitä tekijöitä hyökkäyksen onnistumiselle.¹⁹

3.2 RAJOITETTU YDINSOTA

Neuvostoliitossa keskusteltiin ja varauduttiin myös rajoittuneeseen ydinsotaan. Tässä mallissa ydinaseita käytäisiin vain sota-äytämöllä ja ydinaseiden käyttö ei välttämättä laajenisi mannerten välisiin ydiniskuihin. Tällaisessa sodassa ensi ydiniskun pääkohteet olisivat vihollisen ydinaseet ja laukaisualustat, johtamiskyky, perustetut joukot, reservit sekä varastot. Taistelualueella iskettäisiin vihollisen vahvoin kohtiin. Syntyneistä aukoista edettäisiin vauhdilla syvälle vihollisen alueelle ja otettaisiin haltuun tai tuhottaisiin jäljelle jääneet ydinaseet. Hyökkäyksissä, joita tuetaan ydinasein, panssarivaunut ovat entistä tärkeämpiä koska ne ovat helposti liikuteltavia, tulivoimaisia, vähemmän haavoittuvia ydiniskuille kuin jalkaväki sekä ne pystyvät tunkeutumaan syvälle vihollisen alueelle.²⁰

3.3 KONVENTIONAALINEN SOTA

Konventionaalisessa sodassa tykistön, taktisten ilmavoimien ja helikoptereiden toiminta korostuu, koska niiden pitää pystyä tuottamaan massiivista tulivaikutusta, joka muuten olisi tehty ydinasein vihollisen alueelle helpottaakseen maajoukkojen etenemistä. Konventionaalinen sota alkaa massiivisilla ilmaiskulla koko operaatioalueella. Kylmän sodan loppupuolella Neuvostoliitolla oli kasvava määrä rynnäkkökoneita, joiden parantunut toimintasäde, aseistus ja avioniikka mahdollistivat tehokkaan toiminnan heti vihollisuuksien alettua. Rintamailmavoimien rynnäkkökoneilla sekä strategisten ilmavoimien keskimatkan koneilla suoritettut iskut kestävät useita päiviä ja ne suuntautuvat pääosin vihollisen ydinaseita, johtokeskuksia ja lentokenttiä vastaan, mutta myös ilmapuolustuksen tuhoamiseen ja etenemiskäytävien luomiseen käytetään resursseja. Ilmaoperaatioilla pyritään yhdenaikaisesti saamaan ilmaherruus ja riistää viholliselta kyky käyttää ydinaseita. Koska rynnäkkökoneiden toiminnallinen painopiste on vihollisen ydinaseita, johtokeskuksia ja lentokenttiä vastaan, maavoimien tulitukeen ja etenemiskäytävien luomiseen käytetään myös helikoptereita sekä taktisia ohjuksia. Sitä mukaa, kun ensisijaisia kohteita vihollisen alueella saadaan tuhottua, rynnäkkökoneita vapautuu maavoimien tulitukeen.²¹

Neuvostoilmavoimien on kyettävä tukemaan maajoukkoja niin puolustus- kuin hyökkäysvaiheessakin. Hyökkäysvaiheen tukemisvaiheita ovat maajoukkojen suojaaminen joukkojen siirroissa, tulivalmistelu ennen hyökkäystä, ilmatuki hyökkäyksen aikana sekä syvälle edenneiden maajoukkojen suojaaminen. Tulivalmistelu ennen hyökkäystä voidaan toteuttaa yhdenaikaisesti tykistön sekä ohjusjoukkojen kanssa. Yhdenaikainen toiminta vaatii tarkkaa etukäteissuunnittelua muiden joukkojen kanssa. Toiminta tässä vaiheessa ei ylety yleensä kovin syvälle vihollisen alueelle ja hyökkäys kestää tilanteesta riippuen kymmenestä minuutista yli tuntiin. Kohteina ovat sellaisia, joita tykistöllä ja ohjuksilla ei pystytä tuhoamaan niiden liikkuvuuden tai etäisyyden vuoksi.²²

Ilmatuki hyökkäyksen aikana tarkoittaa toimintaa maajoukkojen hyökkäyksen alettua. Kohteet ovat taktisia: vihollisen ydinaseet, johtamisjärjestelmät sekä reservit. Suurin osa iskuista on etukäteen suunniteltuja, mutta nopeat iskut vihollisen voimakeskittymiä vastaan tehdään maajoukkojen pyynnöstä senhetkisillä resursseilla. Syvälle edenneiden maajoukkojen suojaamisvaihe alkaa silloin, kun

maajoukot ovat edenneet etukäteen tehdyn tulitukisuunnitelman ulottumattomiin ja ilmaresurssien uudelleen arvioiminen ja kohdentaminen ovat tarpeellisia.²³

Ilmavoimien kyky auttaa maavoimia heikkeni 1960-luvun alussa. Tuon ajan tyypillinen panostus lyhyen ja keskimatkan ohjuksiin sekä ydinaseisiin sai aikaan sen, että taktisten ilmavoimien konemäärä tippui kymmenestä tuhannesta noin neljään tuhanteen. Tuon ajan koneiden tekniset rajoitteet, etenkin lyhyt toiminta-aika, asetti tukitoiminnalle rajoitteita, jotka piti ottaa operaatioiden suunnittelussa huomioon.²⁴

Puolustuksessa ilmatuki on integroitu yleiseen puolustussuunnitelmaan. Ilmatuki suunnitelma ylettyy vihollisen alueelle ja sen tarkoituksena on tuhota vihollisen hyökkäyssuunnitelmat. Useita puolustussuunnitelmia on valmisteltu etukäteen ja niissä on otettu huomioon vihollisen oletetut hyökkäysreitit. Tarkoituksena on tehdä lyhytkestoinen, mutta voimakas ja yllättävä, keskitetty isku vihollisen ydinaseita, tykistöä, lentokenttiä, hyökkääviä joukkoja, isoja johtokeskuksia sekä polttoaine- ja ammusvarastoja vastaan. Myös helikoptereita käytetään. Helikoptereilla pyritään pääsemään vihollisen selustaan, josta niillä hyökätään vihollisen panssaroituja joukkoja vastaan.²⁵

4. KONEIDEN KEHITYS

Sodan jälkeen, kun pahin Neuvostoliittoon kohdistuva uhka oli Yhdysvaltojen pommikoneissaan tuomat ydinaseet, pommikoneiden torjunta nousi ilmavoimien ja koko asevoimien tärkeimmäksi tehtäväksi. Kehityksen painopisteenä oli kattavampi tutkaverkko, kehittyneempi ilmatorjunta, paremmat hävittäjät ja toimivampi johtamisjärjestelmä.

Ilmavoimien kohdalla kehityksen painopiste oli pitkään sodan jälkeen hävittäjissä. Hävittäjien piti olla nopeampia ja niiden piti päästä korkeammalle kuin ennen, jotta ne voisivat puolustaa suurta Neuvostoliiton aluetta. Ratkaisu tähän oli suihkumoottori, jonka kehitystä auttoivat Saksasta saadut moottorit ja insinöörit. Suihkumoottorien tuoma nopeuden kasvu aiheutti myös ongelmia. Lennon kriittisimmissä vaiheissa, lentoonlähdössä ja laskussa, koneiden nopeus kasvoi huomattavasti. Myös nousu- ja laskukiidot pitenivät ja näin ollen tarvittiin entistä pidempiä kiitoteitä. Ongelmiin keksittiin ratkaisuksi kääntyvät siivet, joiden avulla koneiden lento-ominaisuudet paranivat pienillä nopeuksilla, mutta myös suuren nopeuden ominaisuudet pysyivät hyvinä. Tätä ratkaisua käytettiinkin niin idässä kuin lännessä monissa konetyypeissä. Kääntyvä siipi oli kuitenkin varsin raskas ratkaisu, ja teknologian mahdollistaessa uusia keinoja hillitä lentoonlähtö- ja laskunopeuksia seuraavan sukupolven koneissa ei enää käytetty kääntyviä siipiä. Neljännen sukupolven kohdalla uusi teknologia mahdollisti myös hävittäjä- ja rynnäkkökoneiden ominaisuuksien yhdistämisen ja siten monitoimikoneiden suunnittelun. Suunnittelun seurauksena syntyi Su-27- ja MiG-29-koneperheet, jotka muodostavat tämän hetken selkärangan Venäjän ilmavoimissa.

Hävittäjien lisäksi myös pommikoneiden kehitys sai huomiota Neuvostoliiton kehittäessä strategisia ilmavoimia, joilla se pystyisi uhkaamaan myös Yhdysvaltoja. Ongelmana pommikoneissa oli, että ne olivat haavoittuvia vihollisen ilmatorjunnalle. Ohjusteknologian kehittyessä pommikoneet ajateltiin voitavan korvata ohjuksilla, jotka olivat pommikoneita halvempia, pienempiä, helpompia rakentaa ja vaativat vähemmän huoltoa. Ydinohjuksia kehitettäessä huomattiin kuitenkin, että ne vievät paljon resursseja ja ajatus pommikoneesta, joka pystyisi kuljettamaan ohjuksia, sai kannatusta. Niiden avulla ohjukset saataisiin lähemmäs vihollista kuitenkin menemättä vihollisen ilmapuolustuksen kantaman sisään. Vuonna 1961 esiteltiinkin Tupolev-22 Blinder, jonka todettiin pystyvän kuljettamaan ilmasta-maahan ohjuksia.²⁶

Rynnäkkökoneet olivat pitkään kehityksessä taka-alalla, kunnes 1960-luvun lopulla ilmavoimien rahoitus nousi rajusti ja, toisin kuin ennen, kehityksen etualalla oli rintamailmavoimat. Tähän asti rintamailmavoimien koneet olivat olleet varsin puolustusvoittoisia, mutta uudet, kolmannen sukupolven koneet omasivat paljon hyökkäyksellisemmän roolin ja kyvyn tunkeutua syvemmälle vihollisen alueelle. Hyvä esimerkki uudesta koneesta on Su-24, joka ensimmäisenä koneena oli suunniteltu taktisiin ilmasta-maahan tehtäviin ja se pystyi tunkeutumaan syvälle vihollisen alueelle. Kone pystyy toimimaan myös pimeällä ja huonossa säässä. Rintamailmavoimien siirtyminen entistä hyökkäävämpiin koneisiin selittyy ilmatorjunnan kehityksellä. Ohjus- ja suorailmatorjunnan kehityksen myötä rintamailmavoimien ei tarvinnut keskittyä niin paljoa viholliskoneiden torjuntaan vaan se pystyi keskittymään enemmän vihollisen taktisten maakohteiden tuhoamiseen.²⁷

4.1 SUIHKUMOOTTORI

Jo 1900-luvun alussa tutkittiin teoreettisesti ja kokeellisesti moottoreita, jotka toimisivat suihkuvoiman peruseräiteiden mukaan. 1940-luvun alussa nestemäisen polttoaineen ansiosta vähitellen kehitetyistä rakettimoottoreista saatiin suunnattoman tehokkaita. Vaikka rakettimoottorit osoittautuivat suhteellisen helpoksi valmistaa ja käyttää, niillä oli kolme suurta heikkoutta. Ne pystyivät tuottamaan tehoa vain hetken, tehon kontrollointi oli vaikeaa ja polttoaineen kulutus oli todella suuri. Samaan aikaan 1930-luvulla, kun rakettimoottoreihin käytettiin paljon resursseja, myös muita käytännöllisempiä tapoja hyödyntää suihkuvoimaa tutkittiin. Ensimmäiset onnistujat olivat englantilainen Sir Frank Whittle ja saksalainen Hans von Ohain, joiden menestys johti ensimmäisten suihkumoottoristen lentokoneiden kehitykseen. Näiden koneiden pohjalle rakennettiin myös ensimmäiset operatiiviset suihkukoneet ennen toisen maailmansodan loppua.²⁸

Saksalaisten suihkukäyttöinen Me-262 suoritti ensimmäiset taistelulentonsa vuoden 1944 puolivälissä ja teki heti vaikutuksen liittoutuneisiin. Myös brittien ensimmäisellä suihkukäyttöisellä koneella, Gloster Meteor Mk.1:llä oli suoritettu ensilento toukokuussa 1941 ja Yhdysvallatkin oli Brittien avustuksella saanut lentokuntoon oman suihkukoneensa, Bell P-59 Aircometin. Myös Neuvostoliitossa suihku- ja rakettikäyttöisten moottoreiden kehitys oli alkanut hyvissä ajoin ennen sotaa, mutta toisin kuin Saksassa, Isossa-Britanniassa ja Yhdysvalloissa kehitystyö hidastui sodan

aikana huomattavasti. Kun sodan kriittisin vaihe oli ohi, kiinnostus suihkumoottoreita kohtaan kasvoi uudelleen, eikä vähiten siksi, että tiedustelu oli saanut selville saksalaisten edistyksen suihkumoottorien kehityksessä. Toukokuussa 1944 Arkhip Lyulka ja V.V Uvarov määrättiin kehittämään suihkumoottoria, ja Glushko, Dushkin ja Isayev alkoivat työskennellä rakettimoottorin parissa. Lentokonesuunnittelutoimistojen johtajat Yakovlev, Lavochkin, Sukhoi ja Mikoyan saivat tehtäväksi suunnitella hävittäjät, joissa käytettäisiin uusia moottoreita. Tämän työjaon seurauksena syntyivät ensimmäiset suihku- ja raketikäyttöiset hävittäjät Neuvostoliitossa.²⁹

4.1.1 SUIHKURYNNÄKKÖKONEEN KEHITYS

Panssaroidun suihkumoottorisen rynnäkkökoneen kehitys alkoi Neuvostoliitossa ja lännessä yhtä aikaa vuonna 1948. Kuviteltiin, että suihkukoneet pystyisivät suorittamaan iske - ja - pakene tyyppisiä tehtäviä vihollisen maavoimia vastaan. Koneille olisivat luonteenomaisia hyvät matalalento-ominaisuudet, ja koneiden suuri nopeus auttaisi välttämään alueelliset uhat, kuten vihollisen hävittäjät. Koneen miehistö koostuisi lentäjästä ja taka-ampujasta ja sen tärkeimmät kohteet, mukaan lukien ohjaamo, olisivat panssaroitu ilmatorjunnan ja hävittäjien tulta vastaan. Koneeseen ehdotettiin yhtä Vladimir Klimov VK-1 moottoria, joka sijoitettaisiin koneen takarunkoon. Aseistuksena olisi tykki eteen ja taakse ja kyky ottaa pommeja rungon sisään ja siipien alle. Tällaista konetta ei kuitenkaan koskaan rakennettu.³⁰

ENSIMMÄINEN YLIÄÄNIRYNNÄKKÖKONE

Vuonna 1953 Neuvostoliiton ilmavoimat (V-VS) esitti vaatimuksen uudesta taktisesta lähitulitukikoneesta, jonka nopeus vaakalennossa olisi selvästi yli äänen nopeuden. Kilpailuun otti osaa Sukhoin ja Mikoyanin tehtaat. Sukhoi selviytyi voittajaksi Su-7-koneella jonka ensilento oli vuonna 1955. Su-7B otettiin käyttöön vuonna 1959.³¹

Su-7B on yksipaikkainen kone jonka vahvuuksia oli vahva rakenne, hyvät lento-ominaisuudet matalalla, tehokas moottori ja hyvä perinteinen mittaristo. Koneen esittelyn jälkeen sitä kritisoitiin lyhyestä toiminta-ajasta. Sanottiin, että se pystyi ottamaan hyötykuormaksi polttoainetta tai aseita, mutta ei molempia. Laskelmat osoittivat, että koneen sisäinen polttoaine kuluisi loppuun viidessä minuutissa, jos lennettäisiin matalalla ja jälkipoltto olisi päällä. Tämä ei ollut kovin hyvä tulos ajatellen

sotaa, koska todellisessa sotatilanteessa koneella lennettäisiin juuri matalalla ja kovaa. Su-7B koneessa on kaksi tehokasta tykkiä siipien tyvessä ja se pystyy ottamaan kaksi lisäsäiliötä rungon alle sekä kaksi pommia tai rakettikasettia yhden kumpaankin siipeen.³²

Eniten rakennettu versio Su-7-koneesta on Su-7BM, jossa oli kaksi ripustinta lisää sekä hieman tehokkaampi moottori. Koneessa oli lisäksi uusi Sirena 3 –tutkavaroitin, joka kattaa 360 astetta. Myös uusi heittoistuin oli asennettu. Konetta oli vaativa lentää ja etenkin ohjaus oli raskas. Tästä huolimatta lentäjät pitivät koneesta. Tämä johtui siitä, että kone oli erittäin kestävä tekoa. Kone kesti hyvin mahalaskuja ja kiitotieltä ulosajoja. Koneet pystyttiinkin usein ottamaan takaisin riviin tarkastuksen jälkeen vaikka niillä oli ajettu kiitotieltä ulos.³³

Kone ylitti kaikki odotukset, kun se kantoi kortensa kekoon Intian ja Pakistanin välisessä sodassa vuonna 1971. Koneella lennettiin lähes 1500 sotalentoa kahden sotaviikon aikana eikä yhtäkään konetta ammuttu alas. Kaksi konetta jopa lensi takaisin kotitukikohtaan vaikka olivat saaneet osuman Sidewinder-ohjuksesta. Koneen suurimpia heikkouksia oli, että se tarvitsi suhteellisen pitkän, päällystetyn kiitotien. Tähän ongelmaan kehitettiin ratkaisuksi takarunkoon asennetut raketit, jotka lyhensivät nousukiidon pituutta sekä jarruvarjo ja tehokkaammat jarrut auttamaan koneen jarrutuksessa laskun jälkeen. Myös laskutelineisiin tehtiin muutoksia. Lentoonlähdessä auttavat raketit olivat kuitenkin kalliita ja suurimmassa osassa maita, joissa konetta käytettiin, raketteja ei otettu käyttöön. Tämän johdosta kone tarvitsi noin 2400 metriä kiitotietä nousukiitoon. Tarvittava kiitotiepituus luonnollisesti kasvoi kuumina kesäpäivinä. Su-7 oli hyvä rynnäkkökone monestakin syystä. Sillä oli hyvät lento-ominaisuudet matalalla ylisoonisella nopeudella ja hyvien liikehtimisominaisuuksien myötä se oli hyvä kone syöksypommituksissa. Useat maat, jotka käyttivät Su-7-konetta, ovat sanoneet, että kone oli erittäin tarkka tykki- ja rakettihyökkäyksissä maakohteita vastaan.³⁴

Su-7 rakennettiin jälkipoltolla varustetun Lyulka AL-7-turbojet -moottorin ympärille. AL-7-moottori oli ensimmäinen Lyulkan kehittämä suihkumoottori ja se perustui Saksassa toisen maailmansodan aikaiseen kehitystyöhön. Sukhoi kehitti kaksi eri konetyyppiä, delta-siipisen ja nuolisiipisen koneen. Nuolisiipinen kone valittiin rynnäkkökoneeksi ja delta-siipinen hävittäjäksi, josta kehittyi lopulta Su-9 ja Su-11

hävittäjät. Su-7-konetta ei ollut suunniteltu syviin tunkeutumisrooleihin, kuten länsimaiset perinteiset hävittäjäpommittajat.³⁵

Su-7-konetta on myyty paljon ulkomaille ja se on osallistunut moniin konflikteihin mm. kaikkiin Lähi-idän sotiin sekä Intian ja Pakistanin väliseen sotaan vuonna 1971.³⁶

Su-7-kone syntyi, koska Neuvostoliitto tarvitsi suihkumoottorisen rynnäkkökoneen. Yhdysvallat oli jo kehittänyt ja rakentamassa uusia moderneja 100-sarjan ylisoonisia koneita, kuten F-101 Voodoo, jonka ensilento tapahtui vuonna 1954.³⁷ Vastapainoksi Yhdysvaltojen 100-sarjan uusille koneille Neuvostoliitossakin alettiin kehittää uutta ylisoonista konetta. Sukhoi teki kaksi konetta joista toinen oli nuolisiipinen ja toinen deltasiipinen. Siipiä lukuun ottamatta koneet olivat ulkoisesti varsin samanlaisia. Deltasiipisestä koneesta tuli myöhemmin Su-9 ja Su-11 hävittäjät ja nuolisiipisestä Neuvostoliiton ensimmäinen ylisooninen rynnäkkökone.

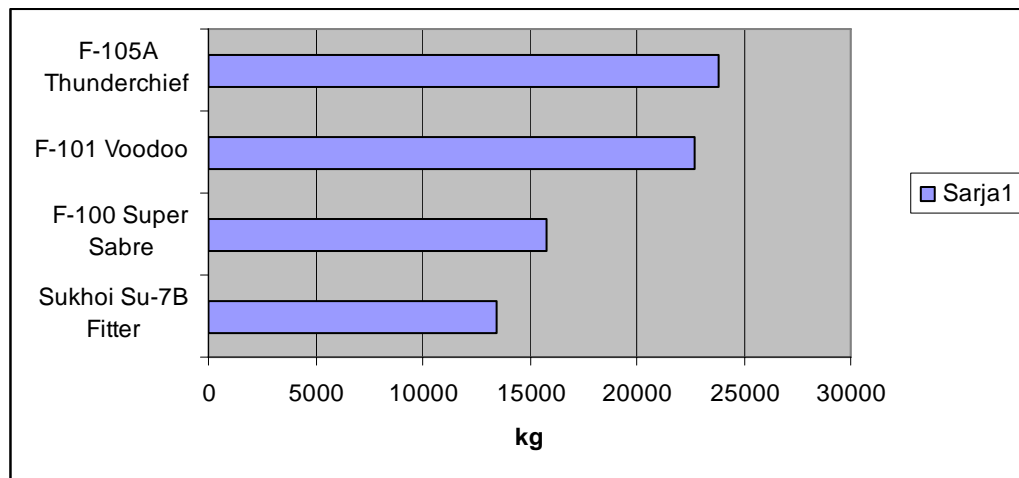
Kun Su-7B tuli operatiiviseen käyttöön Neuvostoliitossa, Yhdysvalloissa oli samaan aikaan käytössä F-100 Super Sabre, F-101 Voodoo ja F-105 Thunderchief. Näistä koneista palveluskäyttöön tuli viimeisenä Su-7B vuonna 1959. Ensimmäisenä palveluskäyttöön astui F-100 vuonna 1954. F-101 otettiin käyttöön vuonna 1957 ja F-105A vuonna 1958. Koneista Su-7B ja F-100 ovat selvästi pienikokoisempia kuin F-101 ja F-105A. Koneiden pituudessa on useiden metrien ero ja tyhjäpainossa eroa on F-105A:n ja Su-7B:n välillä yli neljä tuhatta kiloa.³⁸

TAULUKKO 1. Koneiden kokoverailu³⁹

	Pituus	Siipiväli	Korkeus	Tyhjäpaino
Sukhoi Su-7B Fitter	16.80 m	8.77 m	4.80 m	8328 kg
F-100 Super Sabre	15.20 m	11.81 m	4.95 m	9500 kg
F-101 Voodoo	20.55 m	12.09 m	5.49 m	11330 kg
F-105A Thunderchief	19.58 m	10.65 m	5.99 m	12470 kg

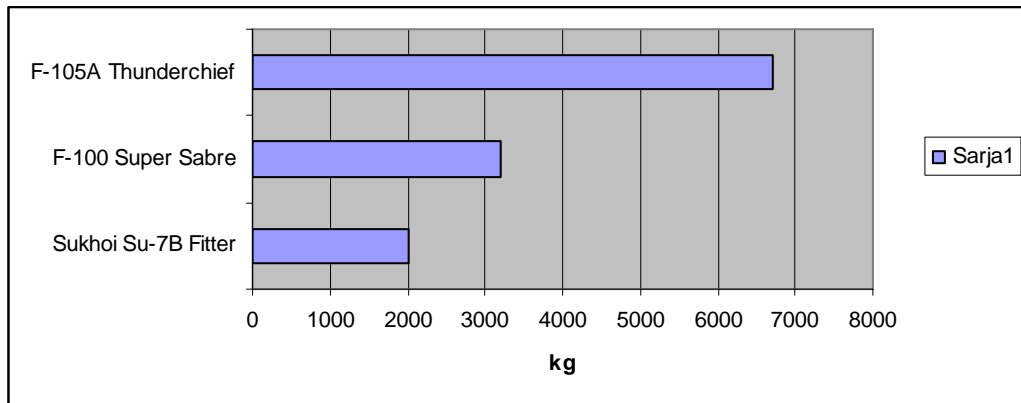
Koneiden suurimpia lentoonlähtöpainoja tarkastellessa kuviossa 1, huomataan sama asia kuin koneiden kokoverailuissakin: F-105A ja F-101 pystyvät lähtemään useita tuhansia kiloja painavampina ilmaan kuin F-100 ja Su-7B. F-105A:n suurin lentoonlähtöpaino on yli kymmenen tuhatta kiloa suurempi kuin Su-7B:n, kun koneiden tyhjäpainon ero oli neljätuhatta kiloa. Su-7B ja F-100 olivat suurin piirtein samaa kokoluokkaa ja se näkyy myös suurimmissa lentoonlähtöpainoissa. Su-7B:n

maksimi on 13440 kiloa ja F-100:n 15800. Ero on kasvanut noin tuhannella kilolla siitä mitä se oli koneiden tyhjätarvot tarkastellessa.⁴⁰



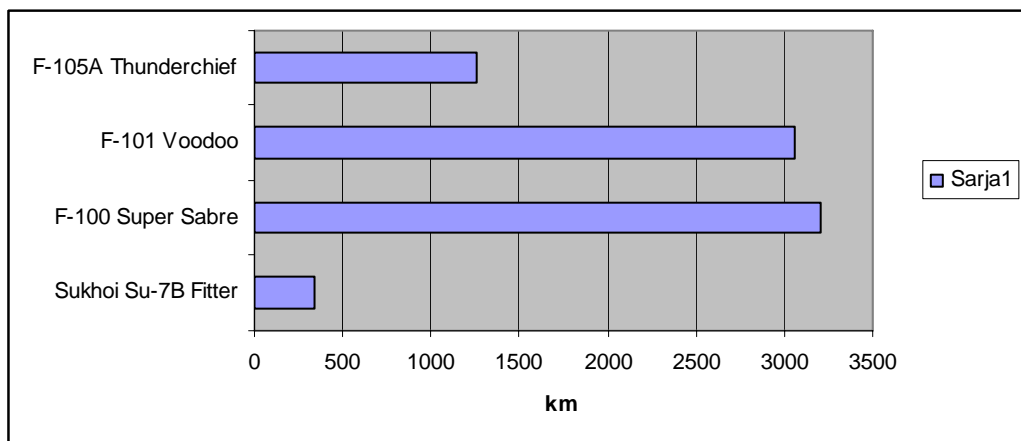
KUVIO 1. Suurin lentoonlähtöpaino⁴¹

Koneiden suurinta hyötykuormaa tarkastellessa huomataan, että F-105A pystyy ottamaan paljon enemmän hyötykuormaa kuin F-100 ja Su-7B. F-105A-koneessa on yksi 20 mm tykki sekä viisi ripustinta ja sisäinen pommisiilo, joihin mahtuu yhteensä 6700 kiloa pommeja. Kone pystyy ottamaan myös kolme ydinpommia kuormakseen. F-100-koneessa on neljä 20 mm tykkiä ja se pystyy ottamaan 3190 kiloa pommeja hyötykuormakseen. Kone pystyy ottamaan aseeseen myös ydinpommin. Su-7B-koneessa on kuusi ripustinta, joihin se pystyy ottamaan lisäpolttoainesäiliöitä tai aseita. Koneessa on myös kaksi 30 mm tykkiä. Kone pystyy ottamaan kerralla 2000 kiloa aseita alleen, mutta jos rungon alle on asetettu lisäpolttoainesäiliöt, asekuorma tippuu tuhanteen kiloon. Su-7B pystyy ottamaan myös ydinpommin aseistukseksi. F-101-konetta ei ole esitetty kaaviossa. Koneessa on neljä 20 mm tykkiä ja se pystyy ottamaan aseistukseksi ydinpommin.⁴²



KUVIO 2. Suurin hyötykuorma ⁴³

Kun tarkastellaan toimintasäteitä kuviossa kolme, huomataan, että Su-7B:n toimintasäde on varsin vaatimaton verrattuna yhdysvaltalaisiin koneisiin. Pitää ottaa kuitenkin huomioon, että taulukon arvojen yhteydessä ei ollut kerrottu koneen varustusta tai lennon lentoprofiilia. Kuitenkin toimintasäteiden ero on selvä ja siinä käy ilmi Su-7B-koneen heikkous verrattuna Yhdysvaltalaisiin koneisiin. Su-7B:n toimintasäde on 345 kilometriä ja pisin lentosädekin on vain 1450 kilometriä. Vertailun koneista toiseksi pienin toimintasäde on F-105A-koneen 1252 kilometriä, joka on lähes nelinkertainen Su-7B koneen toimintasäteeseen verrattuna. F-105A:n pisin lentomatka on 3553 kilometriä. ⁴⁴



KUVIO 3. Toimintasäde ⁴⁵

Sukhoi Su-7 oli tyypillinen toisen sukupolven rynnäkkökone. Koneella oli myös tyypillisiä toisen sukupolven koneiden ongelmia kuten suuret lentoonlähtö- ja laskunopeudet. Ongelmana oli myös, että kone tarvitsi jopa 2400 metriä pitkän

päälystetyn kiitotien. Koneen lähtö- ja laskukiitomatkaa lyhennettiin kehittämällä raketteja avustamaan lento-ohjauksessa ja jarruvarjoja laskukiidossa. Kunnolla näistä ongelmista kuitenkin päästäisiin silloin, kun kääntyväsiipiset koneet tulisivat seuraavassa konesukupolvessa. Koneen vahvuuksia oli hyvät kaarto-ominaisuudet matalalla. Tämä teki koneesta tehokkaan syöksypommittajan, koska tuohon aikaan käytettiin vapaasti putoavia pommeja, raketteja ja koneen tykkiä maalin tuhoamiseen. Kun koneella oli hyvät kaarto-ominaisuudet, sillä pystyi aloittamaan oikaisuvedon myöhemmin ja näin ollen tulittamaan tarkemmin. Kone oli hyvistä matalalento-ominaisuuksista huolimatta vaativa lentää, mutta ohjaajat pitivät koneesta. Tätä edesauttoi se, että kone oli erittäin kestävä ja se osoittautuikin hyväksi rynnäkkökoneeksi esimerkiksi Intian ja Pakistanin välisessä sodassa.

YAKOVLEV

Yakovlev suunnitteli aivan uuden kaksimoottoristen suihkukoneiden sarjan voitettuaan kilpailun tutkalla varustetusta yöhävittäjästä vuonna 1952. Kilpailun tuloksena suunniteltiin Yak-25-hävittäjä.⁴⁶ Yakovlev Yak-28 on suora kehitysversio Yak-25:stä. Ensilento koneella tehtiin vuonna 1959-1960 ja se otettiin käyttöön vuoden 1962 loppupuolella. Yak-28 konetta on tehty monia variaatioita, joista yksi, Yak-28 Brewer-C, on rynnäkkökone.⁴⁷

Kaikki Yak-28-koneperheen jäsenet muistuttavat vähän aiempia Yakolevin suihkukoneita. Yak-28 näyttääkin olleen alkujaan suunniteltu transsooniseksi jokasään-hävittäjäksi, jossa oli kaksi Mig-21:een suunniteltua R-11 moottoria ja parempi tutka ja ohjusaseistus kuin Su-9-koneella oli. Hävittäjäversio Yak-28P otettiin käyttöön vuonna 1962 ja se oli paljon käytetty rintamailmavoimissa, koska sillä oli pidempi toiminta-aika kuin pienemmällä ja kevyemmällä Su-15-koneella. Rynnäkköversiossa toinen miehistön jäsen istui lentäjän edessä ja koneessa oli lasitettu nokka. Lisäksi nokkatelineen takana oli pomminohjaustutka. Tällä konetyypillä korvattiin Il-28-koneet Neuvostoliiton rintamailmavoimien rynnäkköjoukoissa. Sisäisen pommisiilon johdosta on arveltu, että koneen ensisijainen tehtävä olisi ollut taktisen ydiniskun suorittaminen.⁴⁸

V/STOL-KONE

1950-luvun lopulta lähtien Neuvostoliitto tutki lännen V/STOL (pystysuoran tai lyhyen nousu- ja laskukiidon tekeviä) koneprojekteja ja koelensi useita vastaavia koneita, joista yksi, Yak-36, esiteltiin vuonna 1967. 1970-luvun alussa Yakolev sai tehtäväkseen kehittää V/STOL-koneen, joka toimisi tukialuksilta ja jonka päätehtävä olisi pitää ilmaherruus Neuvostoliiton laivaston yllä. Toissijainen tehtävä olisi rynnäköinti laivoja vastaan ja tiedustelu. Heti aluksi hyväksyttiin, että kone tulisi olemaan puhdas VTOL-kone ja siten kykenemätön hyödyntämään rullaavan lentoonlähdön tuomia etuja. Suunnittelu pohjautui Yak-36-koneeseen, mutta yhtäläisyyksiä oli vähän lopulliseen Yak-36MP-versioon verrattuna.⁴⁹

Yak-36MP-koneessa on yksi päämoottori, jossa ei ole jälkipolttoa ja kaksi apumoottoria auttamassa pystysuorassa lentoonlähdössä ja laskussa. Pienet siivet taittavat puolestavälittä ylöspäin, pysäytyskoukkuja koneessa ei ole. Koneen nokassa on etäisyyden mittaustutka optiselle tähtäimelle ja riittävän hyvä jokasään-navigointi- ja asejärjestelmä.⁵⁰ Koneen ensilento suoritettiin noin vuonna 1971, operatiiviseen käyttöön kone otettiin vuonna 1975.⁵¹

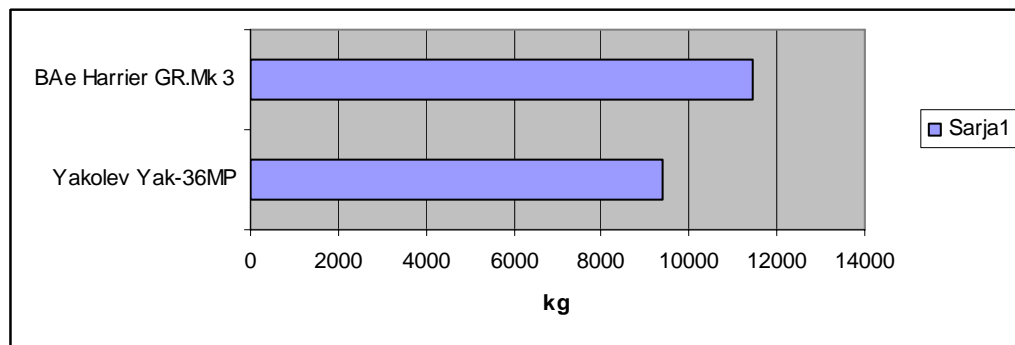
Yak-36MP-konetta on vertailtu lähinnä British Aerospace Harrier-koneeseen, koska nämä kaksi konetta ovat ainoat, jotka pystyvät suorittamaan lentoonlähdön ja laskun pystysuoraan. Harrier nousi ilmaan ensimmäisen kerran vuonna 1960 ja konetyyppi otettiin operatiiviseen käyttöön vuonna 1969. Harrier siis otettiin käyttöön kuusi vuotta ennen Yak-36MP konetta.⁵²

Koneet ovat hyvin samankokoisia. Yak-36MP on 2,5 metriä pidempi ja lähes metrin korkeampi, mutta siipivälissä ei ole merkittävää eroa. Tyhjäpainoja tarkastellessa Harrier on puolestaan vähän yli viisisataa kiloa painavampi.⁵³

TAULUKKO 2. Koneiden kokoverailu⁵⁴

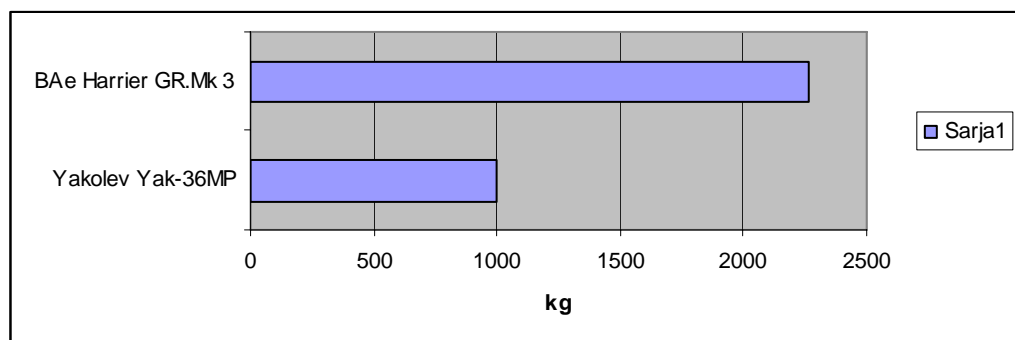
	Pituus	Siipiväli	Korkeus	Tyhjäpaino
Yakolev Yak-36MP	16.75 m	7.4 m	4.4 m	5600 kg
BAe Harrier GR.Mk 3	14.27 m	7.7 m	3.63 m	6139 kg

Kun tarkastellaan koneiden suurimpia lentoonlähtöpainoja, huomataan, että Harrier pystyy lähtemään ilmaan vähän yli kaksituhatta kiloa suuremmalla painolla kuin Yak-36MP, jonka suurin lentoonlähtöpaino on 9400 kiloa. Tämä johtuu siitä, että Harrier pystyy suorittamaan rullaavan lentoonlähdon, kun taas Yakolev pystyy lähtemään ilmaan vain paikaltaan.⁵⁵



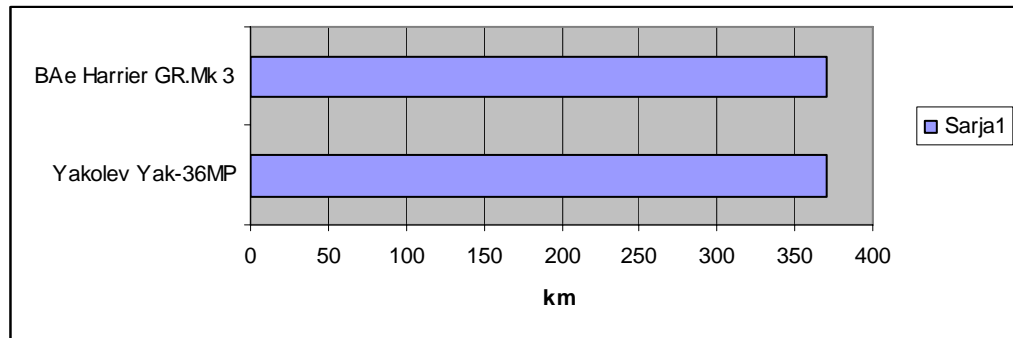
KUVIO 4. Suurin lentoonlähtöpaino⁵⁶

Yakolev Yak-36MP pystyy ottamaan yli puolet vähemmän hyötykuormaa kuin Harrier GR.Mk 3. Harrierin hyötykuorma on 2268 kiloa ja Yakolevin 1000 kiloa. Tässäkin täytyy huomioida se, että Harrierin suorittama rullaava lentoonlähtö parantaa hyötykuorman ottokykyä verrattuna täysin pystysuoraan tapahtuneeseen lentoonlähtöön. Kun Harrier ottaa maksimiasekuorman, se tarvitsee 305 metriä kiitotietä lentoonlähtöön. Yak-36MP pystyy ottamaan hyötykuormakseen aseita neljään siipiripustimeen. Harrierissa ripustimia on yhteensä seitsemän, kolme rungolla ja kaksi kummassakin siivessä.⁵⁷



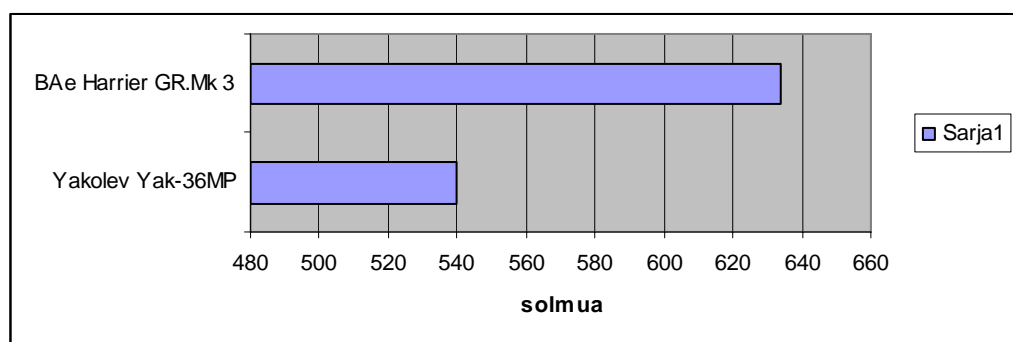
KUVIO 5. Suurin hyötykuorma⁵⁸

Toimintasäteet ovat molemmilla koneilla yhtä suuret, 370 kilometriä. Yak-36MP-koneen profiilia tai ulkoista varustusta ei ole ilmoitettu. Harrierin lentoprofiili on matala koko lennon ajan ja sillä on 1361 kiloa ukoista kuormaa. Jos Harrierilla lennettäisiin profiililla, jossa sillä suoritettaisiin toiminta-alueelle meno ja sieltä paluu korkealla, sen toimintasäde nousisi 666 kilometriin.⁵⁹



KUVIO 6. Toimintasäde⁶⁰

Koneiden maksiminopeuksissa ei ole suuria eroja. Harrierin maksiminopeus matalalla on vajaa sata solmua suurempi kuin Yak-36MP:n. Molemmat jäävät alle äänennopeuden, koska kummassakaan koneessa ei ole jälkipolttoa.⁶¹



KUVIO 7. Maksiminopeus matalalla⁶²

Yak-36MP oli täysin merivoimien tarpeisiin suunniteltu kone ja kone toimi lentotukialuksilta. Ominaisuuksissa se jäi jälkeen sen ajan koneista jotka suorittivat normaalin lento-ohjelmien ja laskun.

II-2 STURMOVIKIN SEURAAJA

Vuonna 1969 julkistettiin kilpailu uuden rynnäkkökoneen suunnittelusta, koska todettiin, että maajoukkojen tukemiseen vihollisen ilmatorjuntatulen alla ei ollut sopivaa konetta. Käytössä olevat koneet kuten Su-7, Su-17 ja MiG-27 eivät pystyneet antamaan tarvittavaa tulitukea maajoukoille vihollisen tulen alla. Tämä johtui puutteellisesta ohjaamon ja järjestelmien panssaroinnista, suurista lentonopeuksista ja kyvyttömyydestä toimia huonokuntoisilta lentokentiltä taisteluolosuhteissa. Suurista lentonopeuksista johtuen lentäjillä oli vähän aikaa havaita ja tunnistaa maalit. Lisäksi heidän oli lopetettava tulitus kaukana maalista, jotta he pystyisivät oikaisemaan koneen ja välttämään törmäyksen maahan. Helikoptereiden käyttö ei tullut kyseeseen niiden pienen nopeuden ja riittämättömän aseistuksen johdosta. Lisäksi helikopterit olivat haavoittuvia pienikaliiberisia aseita vastaan.⁶³

Tarjouskilpailun voitti Sukhoi Su-25-koneella, jonka suunnittelun se oli aloittanut jo vuonna 1968. Koneen kehittämisessä otettiin huomioon amerikkalaisen A-1 Skyraiderin menestyminen Vietnamin sodassa ja USA:n AX-koneprojekti, joka alkoi vuonna 1967. AX-koneprojektista kehittyi lopulta usein myös Su-25:een verrattu A-10 Thunderbolt. Koneen kehitykseen vaikutti myös Neuvostoliiton oma sotaharjoitus vuonna 1967, jossa vanhat Mig-15 ja Mig-17 olivat rynnäkkötehtävissä parempia kuin nopeammat Su-7- ja Mig-21-koneet. Niin ikään Israelin kuuden päivän sota vuonna 1967 vahvisti käsitystä siitä, millainen koneen tulisi olla. Sodassa Israelin vanhat, mutta liikehtimiskykyiset Ouregans- ja Mysteres-koneet käyttivät 30 mm tykkejä Arabi-panssareita vastaan tuhoisin seurauksin.⁶⁴

Suunnittelun lähtökohtana oli rakentaa rynnäkkökone, joka kykenisi toimimaan nykyaikaisella taistelukentällä panssareita vastaan.⁶⁵ Koneen tulisi myös täyttää rintamailmavoimien sille asettamat vaatimukset kevyelle rynnäkkökoneelle. Koneen pitäisi olla edullinen, yksinkertainen rakentaa ja käyttää sekä kestävä ja luotettava.⁶⁶ Prototyypin ensilento oli vuonna 1975 ja sarjavalmistus alkoi vuonna 1981. Su-25 on aliaännopeuksinen, yksipaikkainen, kaksimoottorinen lähitulitukikone.⁶⁷

Koneen oli kyettävä iskemään visuaalisesti havaittuihin ja tunnistettuihin yksittäisiin tai useisiin pistemaaleihin 150 kilometriä rintamalinjan takana. Koneen olisi myös kyettävä eliminoimaan vihollisen taktisia kuljetuskoneita, helikoptereita ja muita

lentokoneita. Suunnittelussa nopeusalueen valinta oli tärkeää. Koneen olisi kyettävä lentämään optiminopeutta välttääkseen vihollisen ilmatorjunnan, mutta kuitenkin tarpeeksi hitaasti, jotta se kykenisi havaitsemaan ja tunnistamaan kohteet riittävän ajoissa kyetäkseen vaikuttamaan niihin.⁶⁸

Suunnittelutiimi toimi tiukalla budjetilla ja ensimmäiseen prototyyppiin jouduttiin ottamaan suuri osa Su-17M2-koneen varusteista. Etenkin moottori ja tykki olivat kovia pettymyksiä Sukhoin tehtaalle. GSh:n 23 mm tykki oli kova takaisku suorituskyvyssä verrattuna haluttuun 30 mm tykkiin. Moottoriksi otettiin R-95, joka on ei-jälkipoltolla varustettu versio Mig-21:n R-13F-300 moottorista. Se ei ollut aivan niin hyvä kuin olisi haluttu, mutta se oli vahvarakenteinen ja luotettava eikä se ollut kovin tarkka käytettävästä polttoaineesta, jopa dieselöljy kävi. Ensimmäiseen tuotantoversioon saatiin paranneltu moottori, kaksi piippuinen AO-17 30 mm tykki ja parannettu avioniikka.⁶⁹

Su-25 suunniteltiin hyvin taistelunkestäväksi ja se on vahvasti panssaroitu. Titaanipanssarointi suojaa sekä lentäjää että moottoria. Myös ohjainpintoja liikutetaan titaanitangoilla eikä vajereilla. Panssarilevyt suojaavat myös polttoaine- ja öljyjärjestelmää, jotka ovat sijoitettu erilleen moottorista. Su-25-llä voi kuljettaa mukanaan huoltoyksikköä, joka sisältää tärkeimmät huoltoon tarvittavat laitteet. Jopa mekaanikko on mahdollista kuljettaa mukana.⁷⁰

Ennen tyyppi hyväksyntää Su-25 joutui todelliseen kokeeseen, kun kaksi prototyyppiä lähetettiin Afganistaniin keväällä 1980, jossa ne lensivät 100 taistelulentoa. Lopulta maaliskuussa 1981 koneen sarjavalmistus alkoi. Konetyyppi joutui heti tulikokeeseen Afganistanissa, jonne niillä lähdettiin heti niiden valmistuttua. Su-25 osoitti taistelukestävyytensä Afganistanissa, jossa vain 23 konetta menetettiin 60000 taistelutehtävässä.⁷¹ Vaikka kone menestyikin suhteellisen hyvin Afganistanissa, on kyseenalaista kykenisikö kone suoriutumaan yhtä hyvin myös mahdollisella Euroopan taistelukentällä, ennen kuin ilmaherruus on saavutettu operaatioalueella.⁷²

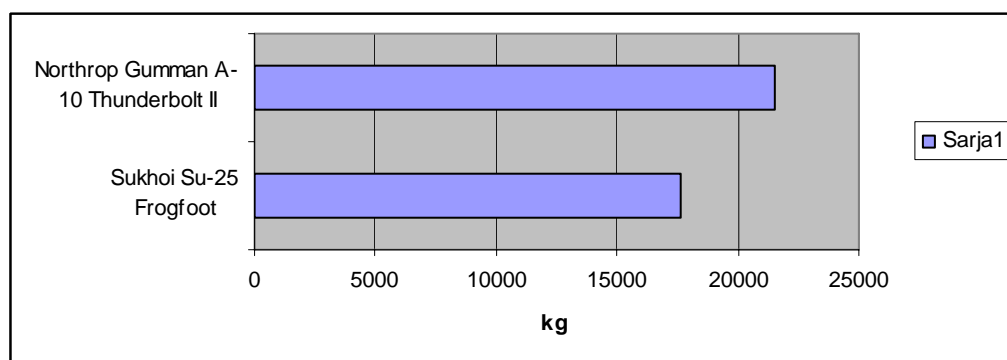
Su-25:stä on tehty useita versiota, joista tärkeimmät ovat Su-25UB, Su-25K, Su-25UBK ja Su-25T. Su-25UB on kaksipaikkainen harjoituskone, Su-25K ja Su-25UBK ovat vientiversiota Su-25:stä ja Su-25UB:sta. Su-25T on parannettu versio Su-25:stä joka kykenee suoriutumaan yö- ja jokasään -rynnäkkötehtävistä. Myös taistelunkestävyyttä on parannettu.⁷³

Su-25-konetta on useasti verrattu amerikkalaiseen Northrop Gumman A-10 Thunderbolt II-koneeseen, joka on suunniteltu vastaavaan tehtävään kuin Su-25. Vaikka koneet eivät ulkoisesti muistuta toisiaan juuri millään tavalla, suoritusarvoissa ja koneen käyttötavoissa on huomattavia yhtäläisyyksiä. A-10 on hieman isokokoisempi kuin Su-25 mutta Su-25 on kuitenkin hieman painavampi. Koneen pituutta ja siipiväliä tarkastellessa A-10 on suurempi kuin Su-25. Siipiväli on jopa yli kolme metriä suurempi. Korkeutta ja tyhjääpainoa tarkastellessa puolestaan Su-25 on suurempi. Tyhjääpainoa Su-25:llä on yli 600 kg enemmän.⁷⁴

TAULUKKO 3. Koneiden kokoverailu⁷⁵

	Pituus	Siipiväli	Korkeus	Tyhjäpaineo
Su-25	15.53 m	14.36 m	4.80 m	9.800 kg
A-10	16.26 m	17.53 m	4.47 m	9.183 kg

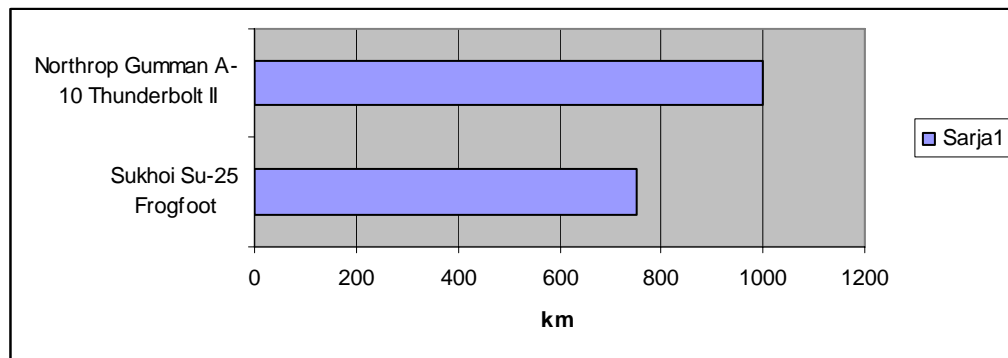
Vertaillessa koneiden suurimpia lentoonlähtöpainoja koneiden tyhjääpainoihin huomataan, että A-10 pystyy ottamaan huomattavasti enemmän hyötykuormaa kuin Su-25. A-10:n suurin lentoonlähtöpaino on 21 500 kg, kun se Su-25:llä on 17 600 kg. Koneilla on lähes 4000 kg painoeroa vaikka tyhjääpainoja vertaillessa Su-25 painoi hienokseltaan enemmän.⁷⁶



KUVIO 8. Suurin lentoonlähtöpaino⁷⁷

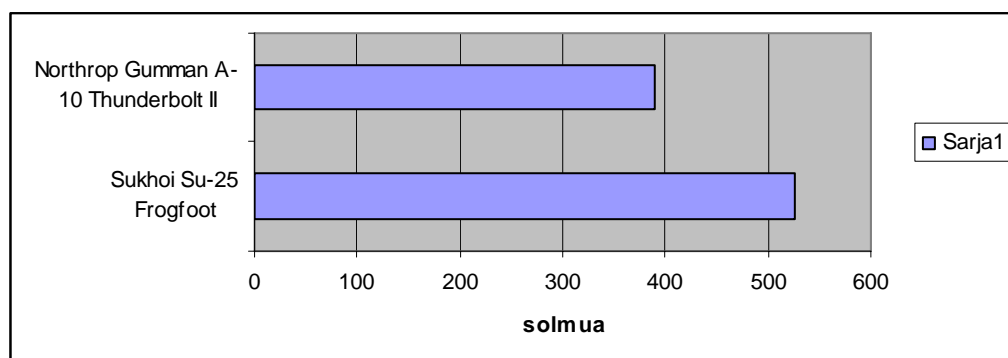
Toimintasäteitä tarkastellessa tulos riippuu siitä, millaisella kuormalla koneet on lastattu ja mitä korkeutta ne lentävät. Alla olevassa kuvaajassa Su-25:n toimintasäde on ilmoitettu siten, että se lentää koko ajan matalalla ja sillä on 4400 kg aseita sekä

kaksi lisäpolttoainesäiliötä. Jos kone lentää korkeammalla, sen toimintasäde nousee 1250 kilometriin. A-10:n toimintasäde taulukossa on 1000 km. Kone on suurimmassa lentoonlähtöpainossa ja se on varustettu syvälle vihollisen alueelle tehtävää iskua varten. Jos kone varustettaisiin tiedustelulennolle, sen toimintasäde putoaisi 740 kilometriin. Lähitulituessa ja saattotehtävissä koneen toimintasäde olisi enää 463 kilometriä.⁷⁸



KUVIO 9. Toimintasäde⁷⁹

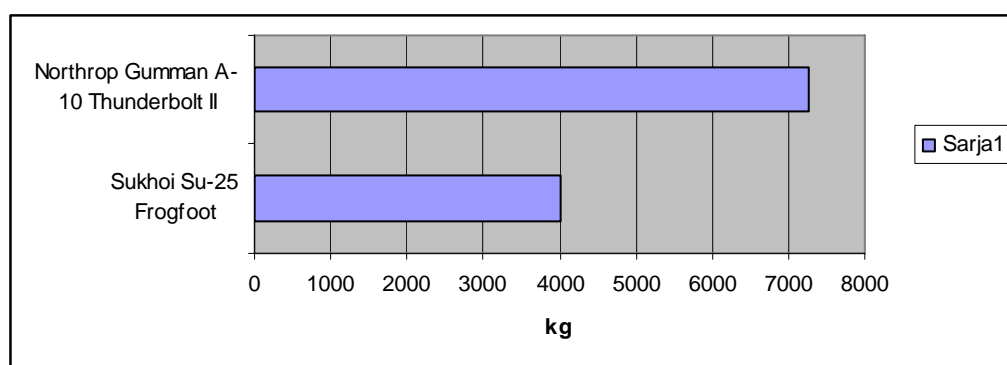
Tarkastellessa maksiminopeuksia matalalla huomataan, että Su-25 kykenee selvästi suurempiin nopeuksiin. Su-25:n maksiminopeudeksi ilmoitetaan 526 solmua / 0.80 mach, kun taas A-10:n maksiminopeus on alle 400 solmua. Kumpikin kone jää selvästi alle äänennopeuden, koska kummassakaan koneessa ei ole jälkipolttoa⁸⁰



KUVIO 10. Maksiminopeus matalalla⁸¹

Kun tarkastellaan pelkästään suurimpia hyötykuormia, ero on selvä. A-10 pystyy ottamaan 7257 kiloa hyötykuormaa, kun Su-25 pystyy ottamaan 4000 kiloa. Eroa on

yli kolmetuhatta kiloa. Ero kuitenkin supistuu huomattavasti, jos A-10 ottaa sisäiset polttoainesäiliöt täyteen, sillä silloin se voi ottaa ulkoista hyötykuormaa enää 5482 kiloa. A-10 koneessa on yhteensä 11 ulkoista ripustinta sekä 30 mm tykki koneen nokassa. Koneen kaikkia ripustimia ei ole kuitenkaan mahdollista käyttää yhdenaikaisesti. Su-25 koneessa on myös 30 mm tykki ja sillä on kahdeksan ripustinta, joita kaikkia voidaan käyttää yhdenaikaisesti. Molemmat koneet voivat ottaa varsin monipuolisen asekuorman alleen. Su-25 voi ottaa myös uloimpiin ripustimiin infrapunaohjukset omasuojaksi vihollisen lentokoneita vastaan. Jotkin Su-25-koneet on modifioitu siten, että ne pystyvät ottamaan alleen myös ydinaseita.⁸²



KUVIO 11. Suurin hyötykuorma⁸³

Su-25 suunniteltiin ja rakennettiin, koska Neuvostoliitto tarvitsi todella taistelukestävän rynnäkkökoneen, joka pystyisi toimimaan lähellä, rintamalinjaa huonokuntoisilta kentiltä. Kone on erittäin hyvin panssaroitu ja hyvin taistelukestävä. Kone poikkeaa hyvin paljon senhetkisistä koneista, jotka olivat Neuvostoliitolla käytössä siihen aikaan, kun kone tuli käyttöön. Koneessa ei ole jälkipoltoa, kuten kaikissa sitä edeltävissä suihkurynnäkkökoneissa oli ollut.

4.2 KÄÄNTYVÄT SIIVET

Kääntyväsiipisen koneen kehittäminen aloitettiin Saksassa jo toisen maailmansodan aikana. Messerschmitt P.1101-koneessa siivellä, jota voitiin säätää maassa, oli kolme eri asentoa. Kone ei koskaan lentänyt, mutta sodan päättyttyä se päätyi sotasaaliina Bellin tehtaille Yhdysvaltoihin. Bell suunnitteli kaksi konetta, jotka perustuivat saksalaisten koneeseen, mutta niissä siivet kääntyivät ilmassa. Bellin X-5 lensi ensilentonsa 20.6.1951 ja siitä tuli ensimmäinen lentävä kääntyväsiipinen kone.

Koneen koelentojen yhteydessä huomattiin monia ongelmia. Esimerkiksi siiven kääntyessä taakse koneen aerodynaaminen keskipiste siirtyi taaksepäin, jolloin koneen pituus- ja poikittaisvakavuus muuttui merkittävästi. Ongelmat olivat vielä suurempia siirryttäessä ylisoonisille nopeuksille. X-5:n koelennot loppuivat ilman todisteita kääntyväsiipisten koneiden paremmuudesta.⁸⁴

Kääntyvän siiven kehitys kuitenkin jatkui. Suurin yksittäinen este kääntyväsiipisten koneiden kohdalla oli aerodynaamisen keskipisteen siirtyminen. Läpimurto tapahtui vuonna 1958, kun iso-britannialainen Vickers-Armstrong-yhtiö kehitti ratkaisun, joka oli yksinkertainen ja toimiva. Jos siiven saranapistettä siirrettäisiin kauemmas koneen rungosta, painopisteen siirtyminen pystyttäisiin tehokkaasti eliminoimaan. Tämä läpimurto ei jäänyt huomaamatta Neuvostoliitossa ja tietoa käytettiin vauhdittamaan jo jonkin aikaa käynnissä olleita omia kehityshankkeita. MiG suunnittelutoimisto valittiin kehittämään täysin uusi kääntyväsiipinen hävittäjä ja Sukhoi modifioimaan käytössä oleva Su-7-kone kääntyväsiipiseksi rynnäkkökoneeksi.⁸⁵

Su-17

Ylisoonisten koneiden lentoonlähtö- ja laskuominaisuuksien parantaminen oli tärkeätä 1960-luvun puolivälissä. Suuri nuolikulma- tai delta-muotoinen siipi yhdessä lentokoneen kasvavan painon kanssa lisäsivät koneiden lentoonlähtöön ja laskuun tarvittavia nopeuksia ja matkaa. Aluksi näitä ominaisuuksia parannettiin ruuti-raketein ja jarruvarjoin, mutta ongelman poistamiseksi tarvittiin radikaaleja ratkaisuja. Ongelmaan oli tarjolla kaksi ratkaisua. Yksi ratkaisu oli kone, joka pystyisi suorittamaan lentoonlähdon ja laskun pystysuoraan. Lännessä Englanti teki jo koelentoja Harrier- ja Kestrel-koneilla, jotka pystyivät tähän. Toinen ratkaisumalli oli kääntyvä siipi, joka parantaisi koneen suorituskykyä joka alueella mukaan lukien lentoonlähtö ja lasku. Tällainen siipi oli Yhdysvaltojen F-111-rynnäkkökoneessa jolla lennettiin ensilento vuonna 1964.⁸⁶

Neuvostoliitossa ongelmaa ryhdyttiin ratkomaan samalla tavalla kuin lännessä. Sukhoin suunnittelutoimisto alkoi samanaikaisesti tutkia molempia vaihtoehtoja. Kääntyväsiipinen kone päätettiin rakentaa Su-7B koneen pohjalta. Tämä projekti alkoi vuonna 1965 ja sai nimekseen S-22I. Ongelmana koneen suunnittelussa oli, kuten lännessäkin, aerodynaamisen keskipisteen ja painopisteen siirtyminen, joka aiheutui kääntyvistä siivistä. Tarkoituksena oli minimoida koneen perusrunkoon

tarvittavia muutoksia. Ratkaisu tähän oli, kuten lännessä, että vain noin puolet siivistä kääntyisi.⁸⁷

Koelennot loppuivat vuonna 1967 ja tulokset olivat hyviä. Su-7B-koneeseen verrattuna lentoonlähtö ja laskuominaisuudet olivat huomattavasti parantuneet. Toimintamatka ja aika paranivat huolimatta pienentyneestä kokonaispolttoainemäärästä ja kääntyvän siiven aiheuttamasta painon kasvusta. Koneita oli myös helpompi lentää kaikissa lento-olosuhteissa, etenkin lentoonlähdössä ja laskussa. Koelentojen jälkeen oli helppo tehdä päätös sarjavalmistuksen aloittamisesta vuonna 1969.⁸⁸

Su-17 otettiin palveluskäyttöön vuonna 1970. Tämä kääntyväsiipinen kone pystyi ottamaan puolet enemmän hyötykuormaa ja toimimaan paljon lyhyemmiltä kiitoteiltä kuin Su-7B. Myös nousu ja matkalentonopeus paranivat kaikilla korkeuksilla, myös pienitehoisemmalla Su-20:llä, joka on puolalaisten versio ja Su-22:lla, joka on vientiversio. Su-17:ssä on SRD-5M "High Fix"-tutka, ASP-5ND asejärjestelmä sekä hyvä tietoliikenneyhteys. Kääntyvien siipien ansiosta laskukiito on lyhyempi, joten jarruvarjon tilalle on asennettu Sirena 3 -tutkavaroitin.⁸⁹

Su-17 suunniteltiin koska Neuvostoliitossa tarvittiin uuden sukupolven koneita hillitsemään nousu- ja laskunopeuksia ja niihin tarvittavia matkoja. Myös toimintamatkaa haluttiin pidemmäksi. Su-17 onnistui hyvin näissä tavoitteissa. Su-17-koneen tarvitsema kiitotien pituus olikin huomattavasti pienempi; se tarvitsi enää 900 metriä kiitotietä kun Su-7 tarvitsi 2400 metriä. Suurimpaan lentomatkaankin tuli lisää lähes 1000 kilometriä.

Su-17-koneen ominaisuuksia on vertailtu muihin koneisiin yhdessä MiG-27-koneen kanssa.

MiG-23

MiG-suunnittelutoimiston kääntyväsiipisen koneen kehitys sai alkunsa, kun Neuvostoliiton Ilmavoimat tarvitsi uuden hävittäjän kauan palvelleen MiG-21-hävittäjän tilalle. Koska kääntyväsiipisistä koneista oli vähän kokemusta, päätettiin rakentaa kaksi eri prototyyppiä. Toinen prototyyppi oli perinteinen kiinteäsiipinen kone, jossa oli nostetta tuottava apumoottori. Toinen prototyyppi suunniteltiin

kääntyväsiipiseksi koneeksi. Molemmat oli tarkoitus rakentaa saman rungon ympärille. Kuitenkin, kun koneet esiintyivät ensi kertaa lännelle 9.7.1967 Domodedovon ilmailunäyttelyssä, yhtäläisyyksiä oli hämmästyttävän vähän. Koelentojen jälkeen todettiin, että kiinteäsiipisestä koneesta ei ollut vastusta kääntyväsiipiselle prototyypille.⁹⁰

Kääntyväsiipisellä MiG-23:lla lennettiin ensi kerran Huhtikuussa 1967. Koelennot osoittivat, että koneen suunnittelussa oli onnistuttu erinomaisesti. Koneen siivet olivat manuaalisesti liikuteltavissa ohjaamosta ja niitä voitiin ohjata 17-, 45- ja 71-asteeseen. Kone tuli operatiiviseen käyttöön vuonna 1971 tyyppimerkinnällä MiG-23S. MiG-23S koneessa, jota valmistettiin noin 100 kappaletta, oli varhainen versio S-21 Saphir -tutkasta. Tutkan mittausetäisyys oli noin 29 km ja seurantaetäisyys noin 19.3 km. Koneen aseistuksena oli GSh-23L 23mm tykki ja neljä ilmasta-ilmaan ohjusta. Koneella oli lisäksi rajoitettu jokasään toimintakyky.⁹¹

Noin vuoden jälkeen MiG-23S korvattiin päivitetyllä MiG-23SM-mallilla. SM-versio osoittautui kuitenkin lyhytikäiseksi tehottoman Lyulka AL-7F moottorin vuoksi. SM-versio korvattiinkin suhteellisen pian huomattavasti parannellulla MiG-23MS-versiolla, jossa oli muun muassa parannettu versio S-21-tutkasta.⁹²

1960-luvun lopulla Vietnamissa alas ammutun McDonnell F-4J -koneen Westinghouse AN/AWG-10 -tutkasta saatujen tietojen avulla neuvostoliittolaiset pystyivät rakentamaan uudenlaisen doppler-tutkan, joka olisi tasavertainen lännen kanssa. MiG-23:sen suorituskyky parani huomattavasti uuden tutkan ja uuden Tumansky R-29B-moottorin ansiosta. Näiden muutosten pojalta tehtiin MiG-23M kone.⁹³

MiG-27

Rynnäkkötehtävissä MiG-23M käytti vapaasti putoavia pommeja ja raketteja. MiG-23:n menestyminen rynnäkkötehtävissä oli yllättävää ja johti välittömästi erillisen rynnäkkökoneen kehitykseen.⁹⁴ Vuonna 1971 MiG-suunnittelutoimisto sai virallisesti käskyn rakentaa uuden rynnäkkökoneen, joka sai nimekseen MiG-27. Ensimmäinen prototyyppi lensi 1972 ja palveluskäytössä kone nähtiin ensimmäistä kertaa 1974. Kone erosi lähes täysin MiG-23-koneesta, vain siivet ja pyrstö olivat pysyneet ennallaan. Suurimmat muutokset olivat nokassa ja moottorissa. Siinä missä

hävittäjän moottorin piti toimia mahdollisimman tehokkaasti suurella korkeus ja nopeusalueella, rynnäkkökoneen tarvitsema korkeus- ja nopeusalue oli huomattavasti pienempi. Tämä johtui siitä, että rynnäkkökone toimii yleensä matalissa korkeuksissa alisoonisella nopeudella suuren asekuorman kanssa vältellen vihollisen tutkia. Moottori suunniteltiin ensisijaisesti taloudellisemmaksi, jotta koneen toimintasädetä saatiin kasvatettua. Koneen koko eturunko suunniteltiin täysin uusiksi vastaamaan matalalla lennettävien rynnäkkötehtävien tarpeita. MiG-23:n iso tutka otettiin pois ja nokkaa muotoiltiin ja lyhennettiin siten, että ohjaaja näki paremmin eteen. Näkyvyyttä parannettiin myös nostamalla istuinta ylöspäin sekä koko ohjaamo korotettiin. Ohjaajan suojaksi asennettiin isot panssarilevyt ohjaamon molemmin puolin. Panssarointi tasapainotti samalla konetta koska tutka oli otettu nokasta pois. Laskutelineitä modifioitiin, jotta ne sopisivat paremmin myös huonokuntoisille kiitoteille.⁹⁵

Koneeseen oli lisätty rynnäköintiin tarvittavaa laitteistoa. Koneessa oli laser etäisyysmittari, maastonseurantatutka, doppler-tutka suunnistamiseen, radio korkeusmittari ja ajanmukainen HUD-näyttö. Koneessa oli erillinen radio, jolla voitiin kommunikoida paikallisten maajoukkojen kanssa, myös radiosuunnistuslaitteet olivat sen ajan kärkeä. Hyötykuormaa MiG-27 pystyy ottamaan rungon alle ja siipiin hieman yli 4000 kg. Kaikkia siipiripustimia ei kuitenkaan pystytä käyttämään, jos siivet on vedetty aivan taka-asentoon. Koneessa on myös 23 mm tykki, jonne mahtuu 700 panosta.⁹⁶

MiG-27- ja Su-17-rynnäkkökoneita on vertailtu suoritusarvojen perusteella länsimaisiin koneisiin kuten Vought A-7E Corsair II:een, SEPECAT Jaguariin , Dassault Breguet Mirage 5:een. Kyseisiä koneita yhdistää se, että niitä käytettiin eri maiden ilmavoimissa samaan aikaan 1970- ja 1980-luvuilla. Ohessa on kaavioita näiden koneiden suoritusarvoista. Vertailussa Su-17-koneen suoritusarvot ovat merkitty Su-17M4-koneen suoritusarvoina. Tyyppi on kehitysversio alkuperäisestä koneesta ja se tuli käyttöön vuonna 1984.

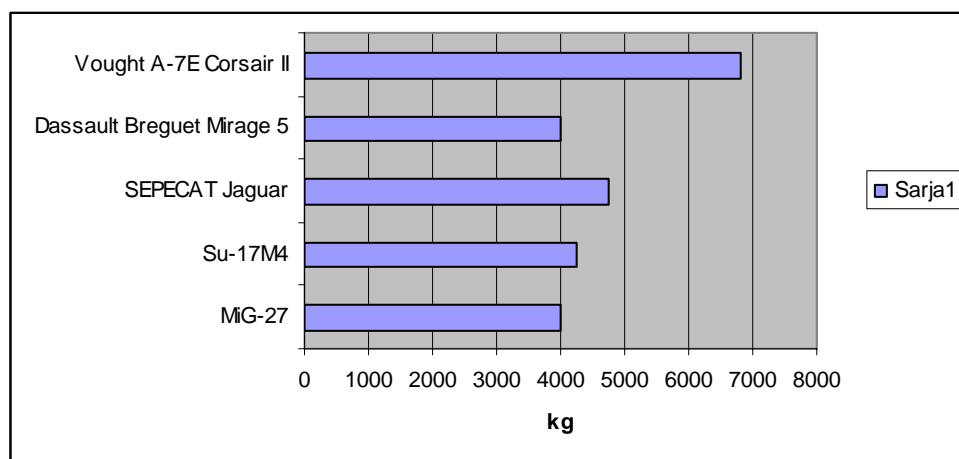
Edellä mainituista koneista neuvostoliittolaiset koneet ovat kookkaimpia niin mitoiltaan kuin painoiltaan. Koneista MiG-27 ja Su-17 ovat kääntyväsiipisiä koneita ja niiden ilmoitettu siipien kärkiväli on taulukon mukainen, kun niiden siivet ovat täysin levällään. Vaikka Su-17 on puolitoista metriä pidempi kuin MiG-27, MiG:n tyhjäpaino on kuitenkin yli tuhat kiloa suurempi. Muut koneet ovat selvästi kevyempiä

ja jäävät reilusti alle 10000 kilon. Myös koneiden rungon ja siipivälin pituuksissa on suuret erot neuvostoliittolaisten ja muiden koneiden välillä. Vertailun koneista Corsair II tuli ensimmäisenä käyttöön, vuonna 1965. Mirage 5 otettiin käyttöön kaksi vuotta myöhemmin vuonna 1967 ja Su-17 vuonna 1970. Viimeisimpinä vertailun koneista otettiin käyttöön Jaguar vuonna 1973 ja MiG-27 vuonna 1974.⁹⁷

TAULUKKO 4. Koneiden kokoverailu⁹⁸

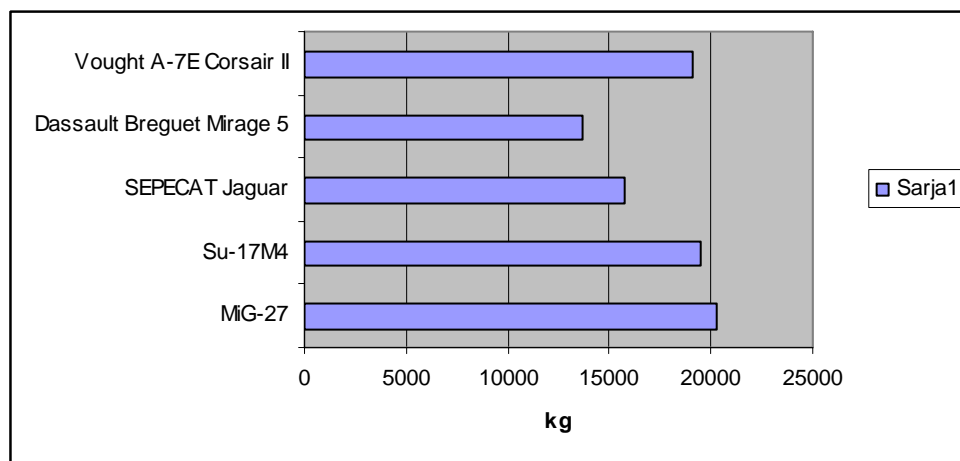
	Pituus	Siipiväli	Korkeus	Tyhjäpaino
MiG-27	17.076 m	13.97 m	5 m	11908 kg
Su-17M4	18.57 m	13.80 m	5 m	10640 kg
SEPECAT Jaguar	16.83 m	8.69 m	4.89 m	7000 kg
Dassault Breguet Mirage 5	15.55 m	8.22 m	4.50 m	6600 kg
Vought A-7E Corsair II	14.06 m	11.80 m	4.90 m	8668 kg

Suurimpia hyötykuormia tarkastellessa isoja eroja ei havaitse lukuun ottamatta Corsairin hyötykuormaa. Muiden suurin ulkoinen hyötykuorma on neljä tuhatta kiloa tai vähän yli, mutta Corsair pystyy ottamaan kuormaa kahdeksaan ripustimeen rungon ja siipien alle yhteensä 6805 kiloa. Mirage 5:llä ja MiG-27:llä suurin hyötykuorma on neljä tuhatta kiloa. Miragella ripustimia on yhteensä seitsemän ja MiG-27-koneessa viisi. Su-17M4-koneessa on yhteensä yhdeksän ripustinta, joihin voidaan ripustaa yhteensä 4250 kiloa ulkoista kuormaa. Jaguar-koneeseen pystyy ripustamaan Corsairin jälkeen toiseksi eniten kuormaa, mutta sekin jää 4763 kilon kuormallaan paljon Corsairin hyötykuormasta. Su-17- ja MiG-27-koneet pystyvät ottamaan aseistukseen myös ydinaseita.⁹⁹



KUVIO 12. Suurin hyötykuorma¹⁰⁰

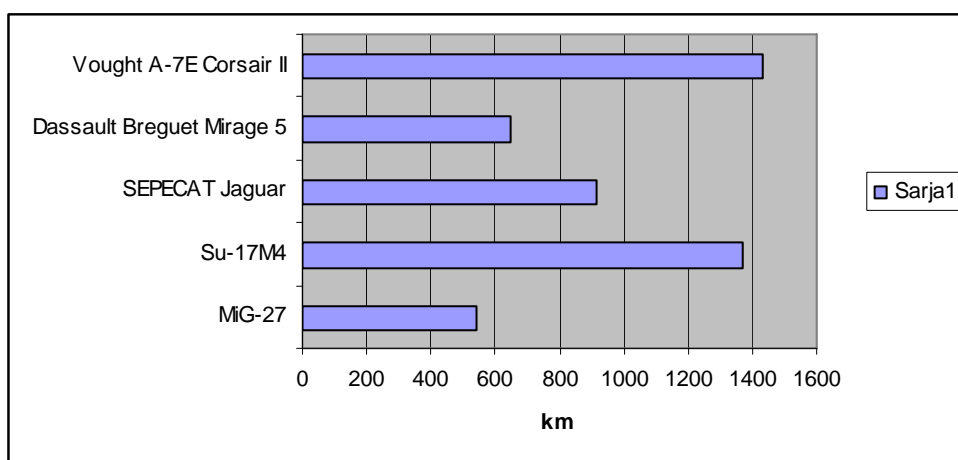
Suurimmat lentoonlähtöpainot mukailevat koneiden tyhjät painot ja maksimaalisia ulkoisia kuormia. Taulukosta käy hyvin ilmi, kuinka Corsairilla on suuremman hyötykuorman ansiosta suurin lentoonlähtöpaino samaa luokkaa kuin neuvostoliittolaisilla koneilla. Koneista ainoa, jolla suurin lentoonlähtöpaino on yli 20000, on MiG-27, jonka maksimi on 20300 kiloa. Su-17 ja Corsair ovat lähellä perässä, niiden maksimit ovat 19500 ja 19050 kiloa. Miragella ja Jaguarilla on suurin lentoonlähtöpaino jonkin verran pienempi. Jaguarilla maksimipaino lentoonlähdössä on 15700 kiloa ja Miragella 13700 kiloa.¹⁰¹



KUVIO 13. Suurin lentoonlähtöpaino¹⁰²

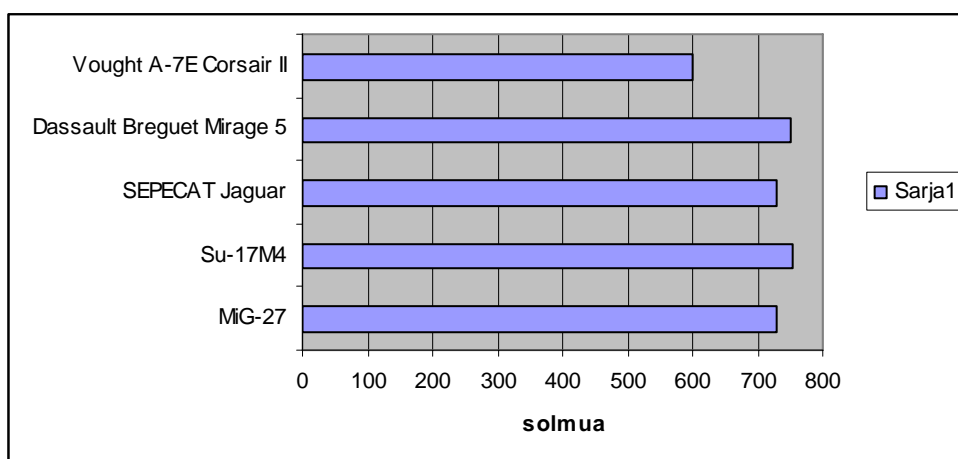
Toimintasäteitä tarkastellessa tulee huomioida koneiden varustus ja lennon lentoprofiili. Taulukossa ylitse muiden ovat Corsair II sekä Su-17M4. Corsairin ulkoista kuormaa ja lentoprofiilia ei ole määritetty, kun sille annettiin toimintasäteeksi 1432 kilometriä. Myös Su-17:stä toimintasäteen, joka on 1370 kilometriä, yhteydessä ilmoitettiin vain sen olevan tyypillinen lentosäde. Muiden koneiden taulukossa olevan toimintasäteen yhteydessä on ilmoitettu, millä profiililla ja millä ulkoisella kuormalla kyseiset toimintasäteet ovat päteviä. Jaguarin toimintasäde on 917 kilometriä, kun sen lentoprofiili on sellainen, missä se lentää matalalla koko lennon ajan. Koneessa on tyypillinen asekuorma ja ulkoista polttoainetta. Pelkästään sisäisellä polttoaineella sama matalan lennon toimintasäde olisi 537 kilometriä. Jos lentoprofiilia ulkoisen polttoaineen kanssa muutetaan siten, että kohdealueelle meno ja sieltä paluu lennetään korkealla ja vain kohdealueella lentokorkeus tiputetaan matalalle,

toimintasäde nousee 1408 kilometriin. Miragen toimintasäde matalalla lentoprofiililla ja 907 kilon asekuormassa on 650 kilometriä. Jos Mirage muuttaa lentoprofiiliaan siten, että vain kohdealueella lennetään matalalla ja muulloin korkealla, samalla asekuormalla toimintasäde nousee 1300 kilometriin. MiG-27:n toimintasäde on 540 kilometriä silloin kun koko lento suoritetaan matalalla. Tällöin koneessa on varustuksen kaksi laser-ohjattua ohjusta sekä kolme 790 litran ulkoista lisäpolttoainesäiliötä. Jos koneessa ei ole ollenkaan lisäpolttoainesäiliötä, sen toimintasäde samalla aseistuksella tippuu 225 kilometriin.¹⁰³



KUVIO 14. Toimintasäde¹⁰⁴

Maksiminopeuksissa matalalla ei suuria eroja synny. Ainoastaan Corsair II erottuu joukosta, sillä sen maksiminopeus matalalla on 600 solmua. Muiden koneiden huippunopeudet ovat hyvin samoissa lukemissa, 755 ja 728 solmun välillä.¹⁰⁵



KUVIO 15. Maksiminopeus matalalla¹⁰⁶

MiG-27 suunniteltiin koska MiG-23 oli menestynyt hyvin rynnäköintitehtävissä. Kone otettiin operatiiviseen käyttöön vain vähän myöhemmin kuin Su-17, joka oli Sukhoin toimesta suunniteltu kääntyväsiipiseksi rynnäkkökoneeksi Su-7B-koneen pohjalle.

4.2.1 TAKTINEN RYNNÄKKÖKONE

1960-luvun alussa Yhdysvallat alkoi kehittää uutta uuden sukupolven rynnäkkökoneita. Tämän työn tuloksena kehitettiin F-111, taktinen rynnäkkökone, sekä jatkettiin F-4 koneen nopeaa tuotantoa. Tuohon aikaan amerikkalaiset koneet oli varustettu uudemmillä laitteilla ja aseilla sekä ne olivat suorituskykyisempiä kuin Neuvostoliiton koneet. Sukhoi oli luonnollisesti mukana kehittämässä uuden sukupolven rynnäkkökoneita. Tässäkin oli vaihtoehtoina kiinteäsiipinen ja kääntyväsiipinen kone. Su-7B-rynnäkkökoneen menestyksen johdosta ensin alettiin kehittää kiinteäsiipistä konetta.¹⁰⁷

Su-24

Su-24 toi todellisen harppauksen Neuvostoliiton Ilmavoimien iskukykyyn. Vanhoihin koneisiin verrattuna parantuneen toimintasäteen ansiosta se pystyi hyökkäämään lähes koko läntiseen Eurooppaan Neuvostoliiton puolelta. Koneeseen myöhemmin lisätty ilmatankkauskyky paransi toimintasädettä entisestään. Su-24 pystyi ottamaan hyötykuormaa huomattavasti enemmän kun aikaisemmat Neuvostoliiton rynnäkkökoneet. Koneita on usein verrattu General Dynamics F-111:een ja Panavia Tornadoon.

Prototyypin ensilento oli vuonna 1970, palvelukseen se otettiin vuonna 1976. Tämä rinnakkain istuttava kääntyväsiipinen kone joka oli ehkä Neuvostoliiton ensimmäinen jokasään ja pimeätoimintakyvyn omaava rynnäkkökone, jolla on suhteellisen hyvä lo-lo-lo toimintasäde. Su-24:ssä on edistyksellinen asejärjestelmä meri- ja maamaaleja vastaan ja hyvä elso-kyky. Kone muistuttaa amerikkalaista F-111 konetta, mutta on hieman pienempi.¹⁰⁸

Su-24 oli ensimmäinen neuvostoliittolainen kone toisen maailmansodan jälkeen, joka oli suunniteltu erityisesti taktisiin ilmasta-maahan tehtäviin. Kone pystyy

tunkeutumaan syvälle vihollisen alueelle. Tähän aikaisemmat rynnäkkökoneet eivät ole pystyneet, koska ne oli suunnattu enemmän maavoimien suoranaiseen tukemiseen. Koneen tutka kykenee maaston- ja maalinseurantaan sekä tähtäykseen. Toimintakyky ei kuitenkaan liene samalla tasolla kuin F-111- ja Tornado-koneissa.¹⁰⁹

Konetta suunniteltaessa tärkeimmät asiat olivat yö- ja jokasään toimintakyky, tunkeutumiskyky erittäin matalalla lennettäessä, laaja toimintasäde ja Neuvostokoneille tyypillinen kyky toimia lyhyiltä kentiltä. Moottoriksi valittiin jälkipolttimella varustettu Lyulka AL-21F turbojet, joka antaa koneelle paremman teho-painosuhteen kuin Amerikkalaisella F-111 koneella on. Rungon alla ja siivissä on yhteensä kahdeksan ripustinta ja rungon alla on lisäksi 23 mm kaliiberin tykki. Toimintasäteeksi arvioidaan lo-lo-lo profiililla ja kahdella 2000 kg lisäsäiliöllä 555 km. Säde kasvaa kuitenkin hi-lo-lo-hi profiililla lähes 1800 km:iin.^{110 37} Kone pystyy kuljettamaan myös ydinaseita.^{111 38} Lo-lo-lo profiili tarkoittaa, että koko tehtävä suoritetaan matalalla. Hi-lo-lo-hi profiili puolestaan tarkoittaa, että lentoalueen jälkeen nousee korkealle polttoaineen säästämiseksi ja vasta vähän ennen toiminta-alueelle tuloa laskeudutaan lähelle maan pintaa toimintakorkeuteen.

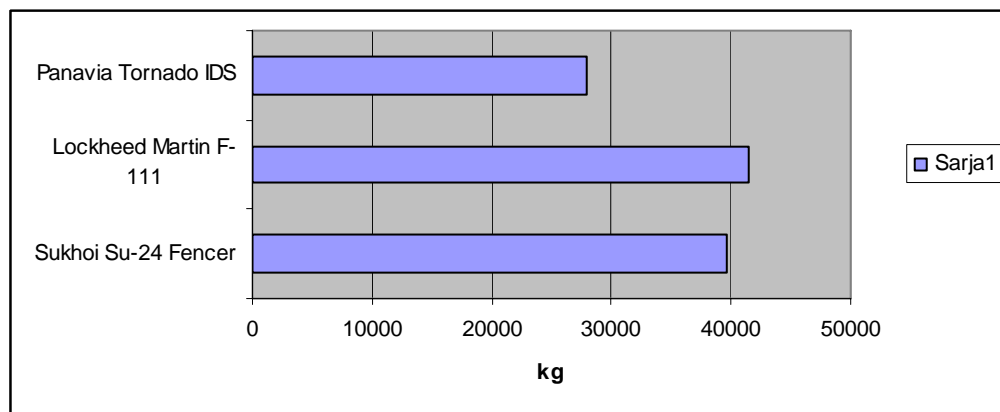
Su-24-konetta on vertailtu usein Lockheed Martin F-111- ja Panavia Tornado IDS-koneisiin. Kaikki koneet ovat kääntyväsiipisiä ja ne on suunniteltu tunkeutumaan syvälle vihollisen alueelle. Näistä koneista F-111 oli ensimmäinen joka tuli sarjatuotantoon vuonna 1964, kun Tornadolla lennettiin ensimmäisen kerran vuonna 1974 ja Su-24:llä 1970. Molempien koneiden sarjatuotanto alkoi vuonna 1976. Koneista Su-24 ja Tornado ovat edelleen operatiivisessa käytössä, mutta Lockheed Martin F-111 poistui Yhdysvaltojen ilmavoimien käytöstä 1996. Oheisissa taulukoissa suoritusarvot ovat Su-24MK versiosta, joka on vientiversio Su-24M koneesta. Vientiversiossa on hieman riisuttu avioniikka, mutta Venäjä operoi myös vientiversiolla.¹¹²

Näistä koneista Panavia Tornado on selvästi pienikokoisin. Tornado on useita metrejä lyhyempi ja sen siipiväli on huomattavasti pienempi. Koneen tyhjätarve on myös noin kolmanneksen pienempi. Su-24 ja F-111 ovat sitä vastoin melko samankokoisia. Pituudessa ei ole kuin joitain senttejä eroa mutta siipiväli on Su-24:lla lähes neljä metriä pienempi. Su-24:n tyhjätarve on lähes 1500 kiloa suurempi kuin F-111-koneen.¹¹³

TAULUKKO 5. Koneiden kokoverailu ¹¹⁴

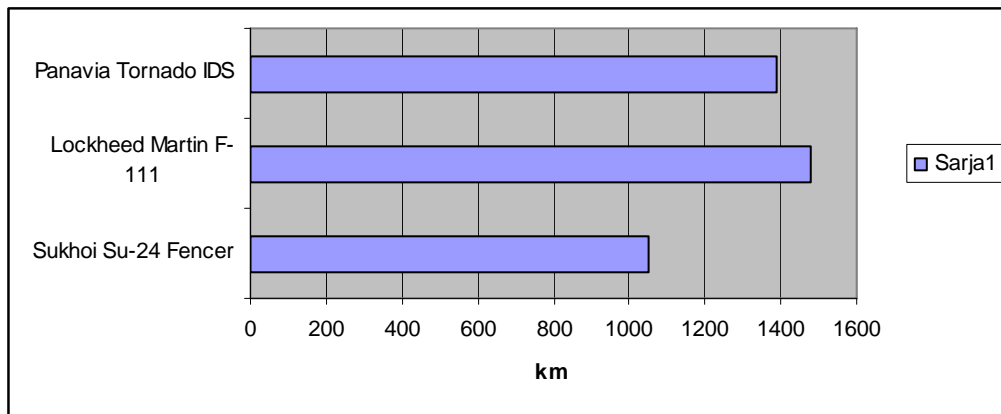
	Pituus	Siipiväli	Korkeus	Tyhjäpaino
Sukhoi Su-24 Fencer	22.67 m	17.64 m	5.92 m	22 300 kg
Lockheed Martin F-111	22.40 m	21.34 m	5.22 m	20 943 kg
Panavia Tornado IDS	16.72 m	13.91 m	5.95 m	14.091 kg

Suurimpia lentoonlähätöpainoja tarkasteltaessa huomataan, että Su-24 ja F-111 ovat lähes tasoissa noin 40000 tuhannen kilon molemmiin puolin. Su-24:n ilmoitettu maksimipaino lentoonlähdössä on 39700 kiloa, kun F-111 vastaava luku on 41500 kiloa. Tornadon suurin lentoonlähätöpaino on yli 10000 kiloa vähemmän kuin Su-24:llä ja F-111:llä. On kuitenkin huomioitava, että Tornadon tyhjätöpainokin oli huomattavasti pienempi, joten hyötökuormassa ei kuitenkaan ole näin suurta eroa. ¹¹⁵



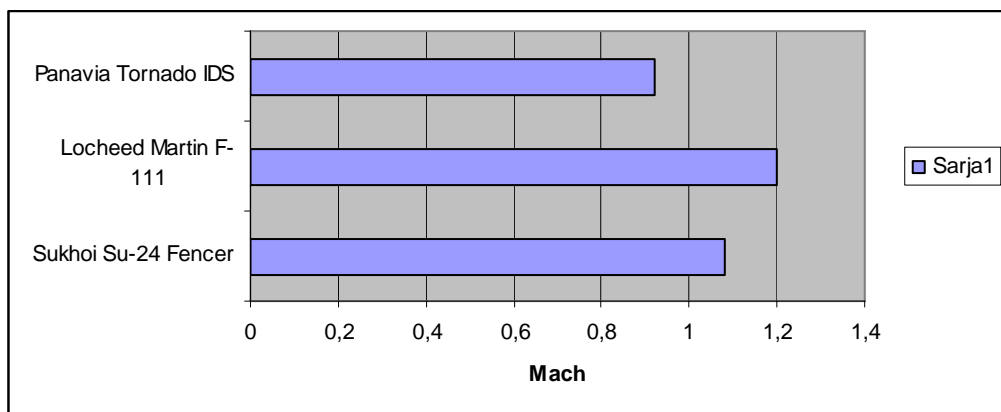
KUVIO 16. Suurin lentoonlähätöpaino ¹¹⁶

Toimintasäteitä tarkastellessa taulukossa 21 kaikki profiilit ovat sellaisia joissa kohdealueelle lento ja sieltä paluu tehdään korkealla ja vain toiminta-alueella laskeudutaan matalalle. Su-24:n toimintasäde on 1050 kilometriä. Tämä tulos tulee silloin, kun koneessa on 3000 kiloa aseita sekä kaksi lisäpolttoainesäiliötä. Jos Su-24:llä olisi 2500 kiloa aseita ja se lentäisi profiililla, jossa se suorittaisi kohteelle menon ja toiminnon kohdealueella matalalla ja paluulennon korkealla, sen toimintasäde olisi 950 kilometriä. Jos koko tehtävä suoritettaisiin matalalla, koneen toimintasäde tippuisi 322 kilometriin. Tornadon toimintasäde on raskaalla asekuormalla 1390 kilometriä ja vastaavasti F-111:n toimintasäde on sisäisellä polttoaineella 1480 kilometriä. ¹¹⁷



KUVIO 17. Toimintasäde ¹¹⁸

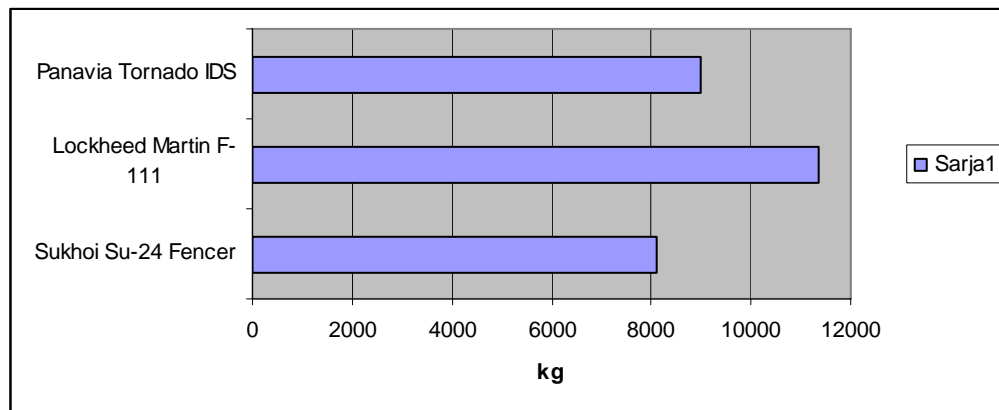
Maksiminopeuksissa matalalla ei ole kovin suuria eroja. Suurin maksiminopeus, 1,2 machia, on Lockheed Martin F-111 koneella ja pienin Tornadolla, joka jää ainoana alle äänennopeuden. Su-24 sijoittuu näiden koneiden väliin ja sen ilmoitettu maksiminopeus matalalla on 1,08 kertaa äänennopeus. Tässä kuvaajassa Tornadon arvo on ulkoisen kuorman kanssa, ja Su-24-koneen maksiminopeus on ilmoitettu sileällä koneella. ¹¹⁹



KUVIO 18. Maksiminopeus matalalla ¹²⁰

Tarkasteltaessa suurimpia hyötykuormia, Lockheed Martin F-111 vie tässäkin sarjassa voiton. Koneessa on kahdeksan ripustinta, neljä kummassakin siivessä, joihin se pystyy ottamaan 11340 kiloa hyötykuormaa. Panavia Tornado pystyy kantamaan aseita ja polttoainetta ulkoisesti 9000 kiloa. Ripustimia on koneessa rungon ja siipien alla yhteensä seitsemän kappaletta. Su-24M pystyy ottamaan ulkoista hyötykuormaa

8100 kiloa, mikä on yli kolme tuhatta kiloa vähemmän siitä mitä F-111 pystyy ottamaan. Su-24M-koneessa on yhdeksän ripustinta, joihin hyötykuormaa voidaan ripustaa. Kone pystyy ottamaan aseistukseen laajan valikoiman aseita ydinaseista tv-ohjattuihin pommeihin ja tutkaan hakeutuviin ohjuksiin. Kone pystyy ottamaan myös ilmataisteluhjuksia itsepuolustukseksi sekä vapaasti putoavia pommeja ja raketteja. Koneessa on myös 23 mm tykki.¹²¹



KUVIO 19. Suurin hyötykuorma¹²²

Su-24 kone kehitettiin ensisijaisesti sen takia, että Neuvostoliitolla ei ollut rynnäkkökoneita, joilla se olisi pystynyt hyökkäämään syvälle vihollisen alueelle. Su-24 oli ensimmäinen neuvostoliittolainen kone, joka suunniteltiin taktisiin ilmasta-maahan tehtäviin hyökkäyksiin syvällä vihollisen alueella. Sen toimintasäde oli huomattavasti parempi kuin minkään muun neuvostoliittolaisen rynnäkkökoneen.

4.3 MONITOIMIKONEET

1970-luvun puolivälissä huomattiin Yhdysvaltojen hävittäjäsuunnittelun keskittyvän aiempaa liikehtimiskykyisempiin koneisiin. Vietnamin sodassa opittiin, että pitkään jatkunut tutkahakuisiin ohjuksiin ja näköetäisyyden ulkopuolella tapahtuvaan taisteluun panostaminen liikehtimis- ja lähitaistelukyvyyn kustannuksella oli ollut suuri virhe. Uuden ajattelumallin mukaan Yhdysvallat alkoi kehittää liikehtimiskykyisempiä koneita kuitenkin unohtamatta kykyä taistella näköetäisyyden ulkopuolella. Tämän kehitystyön tuloksena syntyi Grumman F-14, McDonnell Douglas F-15, F/A-18 sekä General Dynamics F-16. Kun Neuvostoliittoon tuli tieto näiden uusien koneiden kehityksestä, Neuvostoliiton tiedustelu keräsi kaikkialta informaatiota näistä uusista

koneista. Pian tuli selväksi, että senhetkiset Neuvostoliiton hävittäjät eivät pärjäisi vertailussa USA:n uusille koneille. Tämän johdosta Sukhoi sai tehtäväksi suunnitella suuren pitkänmatkan hävittäjän vastineeksi F-15 koneelle. MiG:n tehtävä oli suunnitella Sukhoita pienempi kone vastaamaan Yhdysvaltojen F-16 ja F/A-18-konetta.¹²³

Su-27

Sukhoi oli perinteisesti suunnitellut monia hyviä hävittäjiä kuten Su-9, Su-11 ja Su-15. Sukhoin viimeisin käytössä oleva hävittäjä oli kuitenkin jo vanha Su-15TM. Kone oli suuren nopeusalueen hävittäjä jossa oli hyvä aseistus ja omaan aikaansa nähden hyvä avioniikka. Huolimatta koneen hyvästä potentiaalista konetta ei kehitetty. Myöskään seuraajaa kyseiselle koneelle ei ollut suunniteltu, koska Sukhoin resurssit olivat olleet Su-24- ja Su-25-koneprojekteissa sekä Su-17-rynnäkkökoneen päivittämisessä.¹²⁴

Vanhojen hävittäjäsuunnitteluperinteiden ja Yhdysvaltojen uuden sukupolven F-14- ja F-15-koneprojektien myötä Sukhoin tehtailla alettiin keskustella uudesta hävittäjästä vastineeksi Yhdysvaltojen uuden sukupolven koneille. Vaihtoehtoja oli kaksi: monitoimihävittäjä ja kone, joka oli suunniteltu vain yhteen tehtävään. Kolmannen sukupolven koneiden kuten Su-15, Su-17, MiG-23, F-5E, F-4, F-111 ja Mirage F.1 suunnittelusta opittiin, että tuon ajan teknologialla ei voitu yhdistää tehokkaasti rynnäkkökoneiden ja hävittäjien vaatimia ominaisuuksia samaan koneeseen. Sukhoi päätti suunnitella uuden hävittäjän, jonka suunnittelussa keskityttäisiin vain ilmasta ilmaan taistelukyvyyn parantamiseen. Vuonna 1969 pieni ryhmä Sukhoin suunnittelijoita aloitti projektin josta sittemmin syntyi Su-27 hävittäjä.¹²⁵

Sukhoi suunnitteli kaksi eri versiota uudeksi hävittäjäksi ja niiden ensimmäiset alustavat suunnitelmat valmistuivat vuonna 1971. Samana vuonna avattiin kilpailu uuden raskaan, seuraavan sukupolven hävittäjän suunnittelusta. Kilpailuun otti osaa Sukhoin lisäksi MiG:n ja Yakovlevin suunnittelutoimistot. Toisessa Sukhoin malleista oli tavanomainen runko ja moottorin ilmanottoaukot rungon molemmilla sivuilla. Toisessa runko ja siivet sulautuivat yhteen muodostaen yhtenäisen, nostetta tuottavan rungon, jonka alla oli kaksi erilleen sijoitettua moottoria. Molemmissa malleissa oli kaksoissivuperäsin, kaksi moottoria ja ne olivat yksipaikkaisia. Suunnittelukilpailu ratkesi vuonna 1972 Sukhoi suunnittelutoimiston voittoon.

Versiosta, jossa moottorit olivat erillään rungon alla tuli lopulta Su-27 hävittäjä. Pitkän suunnittelun ja laajojen tuulitunnelikokeiden jälkeen ensimmäinen prototyyppi valmistui 1976 ja sillä lennettiin vuonna 1977. Koelentojen ja paranneltujen prototyyppien jälkeen Su-27:n todellinen sarjatuotanto alkoi 1980-luvun loppupuolella.¹²⁶ Kuitenkin Su-27 koneita alkoi tulla operatiiviseen käyttöön vuodesta 1985 lähtien.

Su-27 SM

Koneeseen ei ole tehty merkittäviä ulkoisia muutoksia Su-27 perusversioon verrattuna. Muutokset on tehty lähinnä järjestelmien, laitteiden ja ohjelmistojen vaihdolla. Tutkana on N001VEP, joka mahdollistaa maa- ja merimaalien ilmaisemisen ja seurannan. Tutkan ansiosta on mahdollista ampua kahta maalia samanaikaisesti. Parannettuun asejärjestelmään kuuluu myös uusi passiiviseen maalinseurantaan tarkoitettu IRST-laite. Järjestelmä pystyy seuraamaan maaleja ja mittaamaan etäisyyksiä sekä tuottamaan laserhakukselle H-29L-ohjukselle laservalaisun. Modernisoinnin yhteydessä asennettiin uusi tietokone, joka on mahdollistanut modernisoinnin onnistumisen. Uudessa tietokoneessa on oma yksikkö, jossa ilmasta - maahan toiminnot suoritetaan. Koneen ohjaamo on uudistettu vastaamaan nykypäivän tarpeita. Ohjaamossa on yhteensä kolme monitoimiväri näyttöä, joista kaksi on 6x8 tuumaa ja yksi 4x5 tuumaa.¹²⁷

Pienten sisäisten rakenteellisten uudelleenjärjestelyjen myötä polttoainetta mahtuu 565 litraa enemmän. Lisäksi koneeseen voi asentaa 3000 kilon edestä lisäpolttoainetta, jolloin suurin lentomatka on 4390 km. Ulkoisten ripustuspisteiden määrää kasvatettiin kymmenestä kahteentoista.¹²⁸

Su-34

Su-34, josta on käytetty myös nimeä Su-27IB ja Su-32FN, on Su-27:n pohjalta rakennettu pitkänmatkan rynnäkkökone, joka on suunniteltu korvaamaan MiG-27-, Su-17- ja Su-24-rynnäkkökoneet. Su-34 on rinnakkain istuttava rynnäkkökone, jolla on joka sään toimintakyky yöllä ja päivällä. Vaikka Su-34 on rakennettu hyödyntäen Su-27:n menestyksestä rakennetta, se eroaa paljon edeltäjästään. Siinä on titaanilla suojattu vierekkäin istuttava ohjaamo, jossa on nykyaikaiset monitoiminäytöt. Koneen nokkaan on sijoitettu maastonseuranta ja -väistötutka sekä

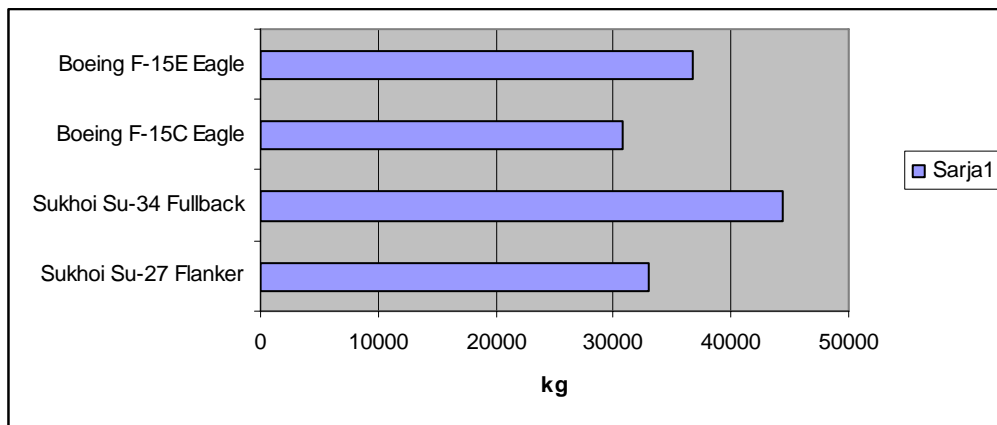
navigointi ja hyökkäysjärjestelmä. Koneessa on myös sisäänrakennettuja elso-laitteita. Ulospäin merkittävä muutos oli canardit.¹²⁹

Sukhoi Su-27 Flanker-konetta on usein vertailtu Yhdysvaltalaiseen Boeing F-15 Eagleen. Molemmat koneet ovat maidensa ilmaherruus-hävittäjiä. F-15C otettiin palveluskäyttöön vuonna 1979 ja Su-27 kuusi vuotta myöhemmin, vuonna 1985. F-15-kone on ensisijaisesti ilmaherruus-hävittäjä, jonka toisarvoinen tehtävä on ilmasta-maahan tehtävät. F-15-koneesta modifioitiin versio, joka soveltuisi paremmin ilmasta-maahan tehtäviin. Tämä F-15E-kone tuli sarjatuotantoon vuonna 1986. Su-34-rynnäkkökone otettiin palveluskäyttöön vuonna 1996. Su-27 Flanker on joka suhteessa isompi kuin F-15-kone. Su-27 on yli kaksi metriä pidempi ja sen siipiväli on yli puolitoista metriä suurempi. Koneen tyhjäpaino on yli kolmetuhatta kiloa suurempi kuin F-15C:llä ja lähes kaksituhatta kiloa suurempi kuin F-15E:llä. Su-34 on puolestaan hieman suurempi kuin Su-27. Siipiväli on koneilla sama, mutta pituudessa on yli metri eroa.¹³⁰

TAULUKKO 6. Koneiden kokoverailu¹³¹

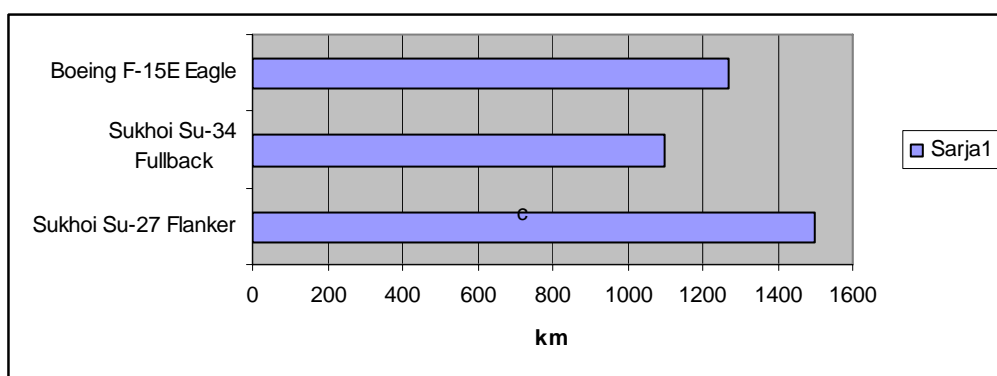
	Pituus	Siipiväli	Korkeus	Tyhjäpaino
Sukhoi Su-27 Flanker	21.94 m	14.70 m	5.93 m	16380 kg
Sukhoi Su-34 Fullback	23.335 m	14.70 m	6.50 m	
Boeing F-15C Eagle	19.43 m	13.05 m	5.63 m	12973 kg
Boeing F-15E Eagle	19.43 m	13.05 m	5.63 m	14515 kg

Kun tarkastellaan koneiden suurimpia lentoonlähtöpainoja, huomataan, että rynnäkkökoneversiot omaavat suuremman lentoonlähtöpainon kuin konetyyppien perusversiot, joita käytetään pääasiallisesti ilmasta-ilmaan toimintaan. Suurimman lentoonlähtöpainon omaa Su-34, jonka suurin lentoonlähtöpaino on 44350 kiloa. Toiseksi suurin maksimi on F-15E-koneella, 36741 kiloa, joka on reilusti yli seitsemän tuhatta kiloa vähemmän kuin Su-34:llä. F-15C- ja Su-27-koneilla ei ole suuria eroja lentoonlähtöpainoissa. F-15C pystyy lähtemään 30845 kilon painoisena ja Su-27 33000 kilon painoisena ilmaan.¹³²



KUVIO 20. Maksimi lentoonlähtöpaino¹³³

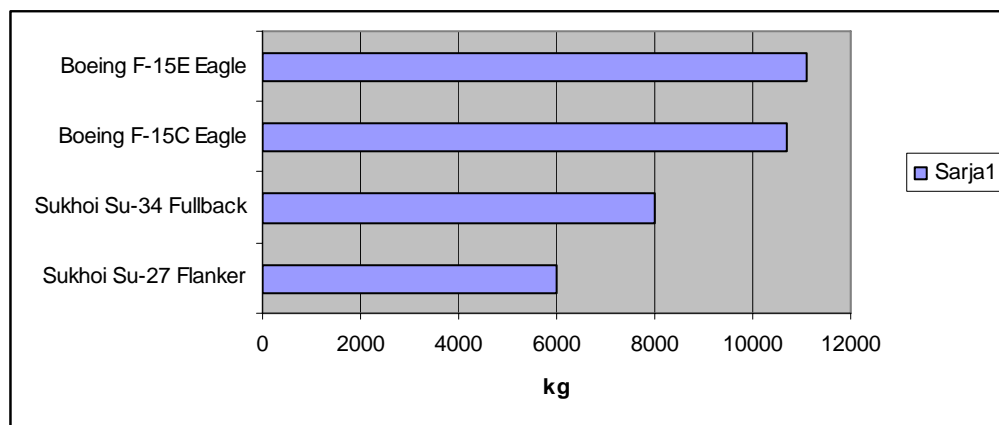
Kun tarkastellaan toimintasädettä, F-15C-koneelle ei ole ilmoitettu toiminta sädettä (combat radius) joten jätin koneen pois tästä vertailusta. Suurin toimintasäde on ilmoitettu Su-27-koneelle, 1500 kilometriä, mutta lentoprofiilista ja koneen varustuksesta ei ole tietoa. F-15E-koneen suurimaksi toimintasäteeksi on ilmoitettu 1270 kilometriä. Tässäkään tapauksessa ei ole ilmoitettu koneen varustusta tai lentoprofiilia. Kuitenkin, kun kyseessä on suurin toimintasäde, uskon, että lentoprofiili on korkea polttoaineen säästämiseksi. Su-34-koneen toimintasäde on korkealla lentoprofiililla ja sisäisellä polttoaineella 1100 kilometriä. Jos lentoprofiili on sellainen, että lennetään matalalla koko ajan, toimintasäde tippuu 600 kilometriin.¹³⁴



KUVIO 21. Toimintasäde¹³⁵

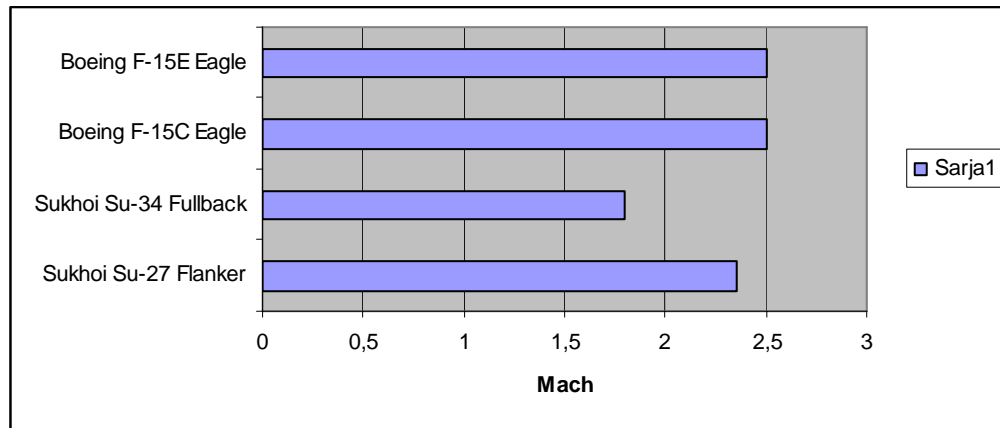
Suurimpia hyötykuormia tarkastellessa yhdysvaltalaiset koneet vievät voiton venäläisistä. F-15E pystyy ottamaan 11113 kiloa hyötykuormaa, kun Su-34:n suurin hyötykuorma on 8000 kiloa. F-15E:ssä on 20 mm tykki ja se pystyy ottamaan

aseikseen laajan valikoiman ilmasta-ilmaan ohjuksia, ilmasta-maahan ohjattuja tai vapaasti putoavia pommeja ja ohjuksia. F-15C pystyy ottamaan kolmesta viiteen ripustimeen ilmasta-maahan aseita yhteensä 10705 kiloa, kun Su-27 pystyy ottamaan 6000 kiloa eli lähes viisi tuhatta kiloa vähemmän. Koneessa on sama tykki kuin on F-15E versiossa. Su-34:ssä on 30 mm tykki ja 12 ripustinta, joihin saa yhteensä 8000 kiloa hyötykuormaa. Kone pystyy ottamaan laajan valikoiman ilmasta-maahan aseita aina tutkaan hakeutuvista ohjuksista ja täsmäpommeista vapaasti putoaviin pommeihin. Koneeseen voi laittaa myös keskipitkän ja lyhyen matkan ilmasta-ilmaan ohjuksia. Su-27 pystyy ottamaan 6000 kiloa ulkoista kuormaa. Koneessa on 30 mm tykki kuten oli Su-34 koneessakin. Su-27-koneessa on 10 ripustinta, joihin ulkoinen kuorma ripustetaan. Ilmasta-ilmaan aseiden lisäksi koneeseen voidaan laittaa pommeja ja raketteja ilmasta-maahan tehtäviä silmälläpitäen.¹³⁶



KUVIO 22. Suurin hyötykuorma¹³⁷

Maksiminopeuksia tutkiessa huomataan, että Su-34 on ainoa, joka ei pääse yli kaksinkertaisen äänennopeuden. Molemmilla yhdysvaltalaisilla koneilla, F-15C ja F-15E, on sama huippunopeus, 2,5 mach. Tämä nopeus pätee kuitenkin vain korkealla. Su-27-koneen maksiminopeus korkealla on 2,35 machia, mutta laskeuduttaessa lähelle maanpintaa maksiminopeus tippuu 1,1 machiin. Korkealla Su-34:n ilmoitettu maksiminopeus on 1,8 kertaa äänennopeus. Lähellä maanpintaa suurin sallittu nopeus on 1,14 machia.¹³⁸



KUVIO 23. Maksiminopeus ¹³⁹

Su-27-kone suunniteltiin vastaamaan F-15-koneen muodostamaa uhkaa vastaan. Kone suunniteltiin ensisijaisesti ilmasta–ilmaan tehtäviin mutta teknologian niin salliessa koneeseen lisättiin myös kyky toimia maamaaleja vastaan. Koneen suunnittelussa onnistuttiin hyvin ja se onkin erittäin kilpailukykyinen kone verrattuna F-15-koneeseen. Koneen suunnittelussa onnistuttiin niin hyvin, että sen rungon ympärille on suunniteltu muitakin koneita joista yksi on rynnäköintitehtäviin erikoistunut S-34-kone. Su-34-kone suunniteltiin korvaamaan vielä käytössä olevat kolmannen sukupolven MiG-27-, Su-17- ja Su-24-rynnäkkökoneet.

MiG-29

MiG-29:n ensimmäisellä prototyypillä lennettiin lokakuussa 1977. MiG-29:n koelento-ohjelma ei sujunut ilman ongelmia, varsinkin RD-33-moottorit aiheuttivat onnettomuuksia. Koneessa oli Su-27:n tapaan kaksoissivuperäsin ja kaksi moottoria sijoitettuna erilleen rungon alle. Sarjatuotanto koneesta alkoi vuonna 1982.¹⁴⁰ Koneesta ei tiedetty länessä pitkään aikaan mitään varmaa, ainoat tiedonlähteet olivat pienet ja epätarkat satelliittikuvat. Ensimmäiset kunnon kuvat länsi sai koneesta heinäkuussa vuonna 1986, kun kuusi MiG-29-konetta vieraili Rissalan lentotukikohdassa.¹⁴¹ Koneen asejärjestelmä ja tietokone on yhdistetty tutkaan yhdessä laser etäisyysmittarin ja infrapuna etsi- ja seuraa sensorin kanssa. Tutka pystyy seuraamaan kymmentä maalia samanaikaisesti.¹⁴²

MiG-29K

MiG-29K on tukialusversio MiG-29-hävittäjästä ja sen kehitys alkoi vuonna 1985. Tärkeimpiä muutoksia on vahvennettu laskuteline, taittavat siivet, pysäytyskoukku, ilmatankkauskyky, paranneltu moottori ja muita lentotukialustoimintaan soveltuvia laitteita ja parannuksia. Koneella on rynnäköintikyky laivoja vastaan.¹⁴³

MiG-29S/SM

MiG-29S:n ensilento suoritettiin vuonna 1984 ja se on päivitetty versio perusversiosta. Koneella pystyy rynnäköimään pommein ja raketein. MiG-29SM on edelleen päivitetty versio MiG-29S-koneesta. Se pystyy käyttämään tutkahakuisia ohjuksia ja TV-ohjattuja pommeja. Se oli ensimmäinen kone, joka pystyi hyökkäämään kahteen maaliin samanaikaisesti. Koneen ensilento oli vuonna 1995.

¹⁴⁴

MiG-29M

MiG-29M on edistysellinen monitoimihävittäjä, jolla on parantunut hyötykuorma, toiminta-aika ja toimintasäde. Kone tulee korvaamaan MiG-29 perusversiot. Uusitus ohjaamossa on kaksi monitoiminäyttöä. Koneessa oli uusi Phazotron NIIR N010 Zhuk tutka, joka on tarkoitettu maaston seurantaan ja kartoitukseen. Tutka mahdollistaa kymmenen maalin seurannan ja hyökkäämisen neljään maaliin samanaikaisesti.¹⁴⁵

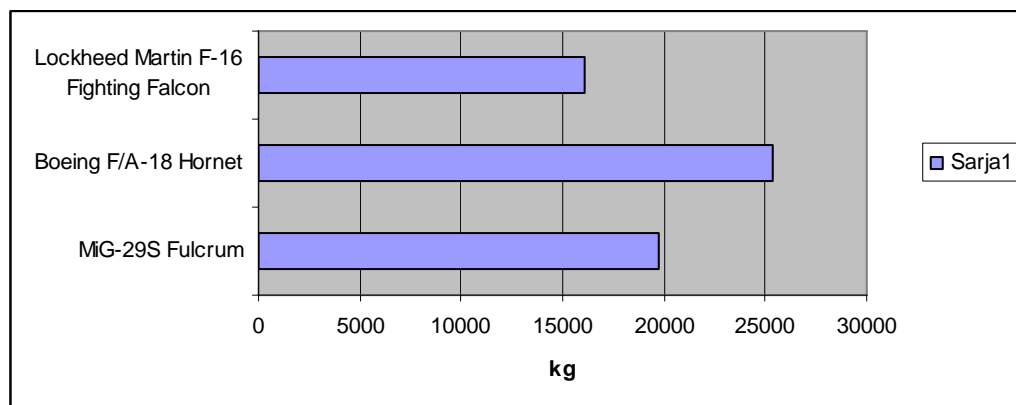
Su-27 koneperhettä on vertailtu F-15-koneeseen ja sen muunnelmiin. MiG-29:ää ja sen muunnelmia vertailtu samalla tavalla Lockheed Martin F-16 Fighting Falcon ja Boeing F/A-18 Hornet koneisiin. Koneet ovat selvästi pienempiä kuin Su-27- ja F-15-koneet, eikä niitä ole suunniteltu isomprien koneiden tapaan todelliseksi ilmaherruushävittäjiksi, vaan kaikki koneet ovat puhtaasti monitoimihävittäjiä. F-16-konetta kehitettäessä vuonna 1975 koneeseen päätettiin lisätä ilmasta-maahan toimintakyky. Ensimmäiset sarjatuotetut koneet lensivät loppuvuodesta 1976. F/A-18 Hornet on ensisijaisesti Yhdysvaltojen merivoimille suunniteltu monitoimikone, joka lensi ensimmäisen kerran vuonna 1978. MiG-29-koneen sarjatuotanto alkoi vuonna 1982, joka oli yli viisi vuotta myöhemmin kuin F-16- ja F/A-18-koneiden. Koneiden toimitukset rintamailmavoimille alkoivat 1983.¹⁴⁶

Kun verrataan koneiden kokoa, huomataan, että varsinkin MiG-29 ja F/A-18 ovat hyvin samankokoisia. Koneiden koossa on vain kymmenien settien eroja ja koneiden tyhjäpinossakin eroa on alle 100 kiloa. F-16 puolestaan on vähän pienempi. Tämä selittyy osaksi silläkin, että F-16 on yksimoottorinen ja MiG-29 ja Hornet ovat molemmat kaksimoottorisia. F-16 on noin kaksi metriä lyhyempi ja sen siipiväli on saman verran pienempi. F-16:n tyhjäpaino on lähes 4000 kiloa pienempi.¹⁴⁷

TAULUKKO 7. Koneiden kokoverailu¹⁴⁸

	Pituus	Siipiväli	Korkeus	Tyhjäpaino
MiG-29 Fulcrum	17.32 m	11.36 m	4.73 m	10900 kg
Boeing F/A-18 Hornet	17.07 m	11.43 m	4.66 m	10810 kg
Lockheed Martin F-16 Fighting Falcon	15.09 m	9.45 m	5.09 m	7070 kg

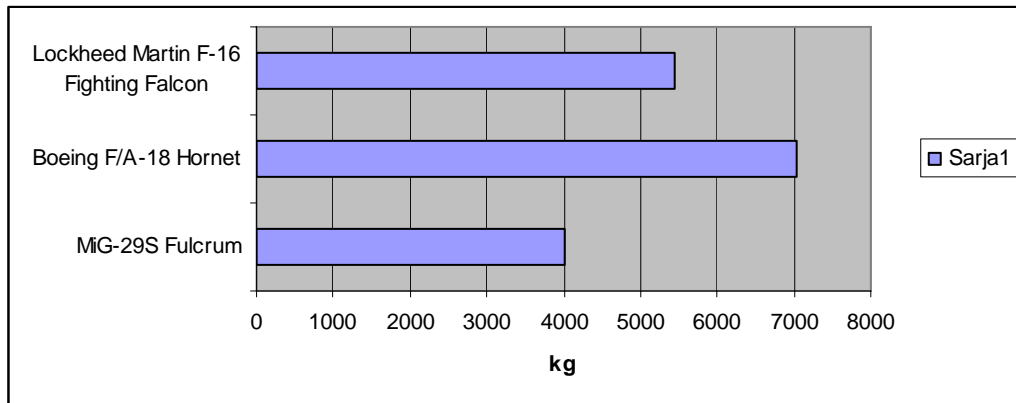
F/A18 Hornetilla on selvästi näistä koneista suurin lentoonlähtöpaino, 25401 kiloa. Tämä on selvästi enemmän kuin MiG-29-koneella, jonka suurin lentoonlähtöpaino on 19700 kiloa. F-16 jää luonnollisesti tässä tilastossa viimeiseksi 16057 kilon lentoonlähtöpainolla, koska se on vertailun koneista selvästi pienikokoisin.¹⁴⁹



KUVIO 24. Suurin lentoonlähtöpaino¹⁵⁰

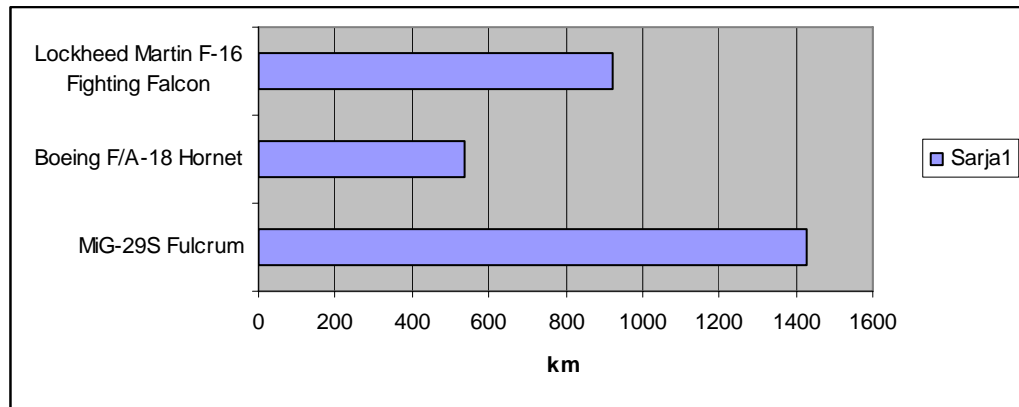
Kun tarkastellaan suurimpia hyötykuormia, MiG-29 jää viimeiseksi. F/A-18 pystyy ottamaan hieman yli 7000 kiloa hyötykuormaa yhdeksään ripustimeen. Kone pystyy ottamaan monipuolisen aseistuksen niin ilmataisteluohjuksia kuin ilmasta-maahan aseitakin. Koneessa on myös 20 mm tykki. F-16-koneessa on kolme ripustinta siivissä ja yksi rungon alla, joihin ulkoinen 5443 kilon kuorma voidaan ripustaa. Kuten

F/A-18:ssa myös tässä koneessa on 20 mm tykki ja koneeseen pystyy laittamaan monipuolisen varustuksen riippuen siitä onko tehtävä ilma- vai maakohteita vastaan. MiG-29-koneessa on 30 mm tykki ja kolme ripustinta kummassakin siivessä ulkoista kuormaa varten. Kuten länsimaiset vastineet myös MiG-29 pystyy ottamaan erittäin laajan valikoiman erilaisia aseita tehtävän luonteesta riippuen, koneeseen saa myös ydinaseita.¹⁵¹



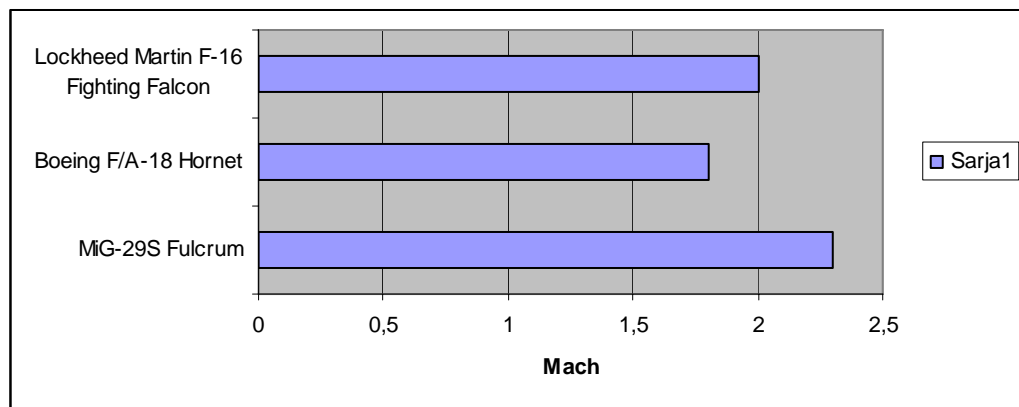
KUVIO 25. Suurin hyötykuorma¹⁵²

Toimintasäteitä tarkastellessa tulee ottaa huomioon, kuinka kyseiset luvut on ilmoitettu. Kuvion 26 mukaan ylivoimaisesti pisin toimintasäde, 1430 kilometriä, on MiG-29:llä. Ilmoitettu luku on lentosäde sisäisellä polttoaineella. Koneen varustusta ja lentoprofiilia ei ole ilmoitettu. F-16-koneen ilmoitettu toimintasäde on yli 925 kilometriä. Tässäkään tapauksessa ei ole ilmoitettu koneen varustusta tai lennon profiilia. F/A-18 koneen 537 kilometrin toimintasäde on pätevä silloin, kun lennon profiili on sellainen, jossa lennon alku ja loppu voidaan suorittaa korkealla, mutta hyvissä ajoin ennen toiminta-aluetta korkeus pitää tiputtaa matalalle.¹⁵³



KUVIO 26. Toimintasäde¹⁵⁴

Maksiminopeuksia tarkastellessa huomataan, että kaikki koneet pääsevät helposti yli äänennopeuden. MiG-29:n ilmoitettu maksiminopeus on 2.3 machia. Matalalla huippunopeus on 1.225 kertaa äänennopeus. F-16- ja F/A-18-koneiden absoluuttisia huippunopeuksia ei annettu. F-16-koneen huippunopeudeksi ilmoitettiin yli 2.0 machia ja F/A-18:sta yli 1.8 machia. Koneille ei myöskään ilmoitettu erillistä maksiminopeutta matalalla.¹⁵⁵



KUVIO 27. Maksiminopeus¹⁵⁶

Kun Su-27 suunniteltiin vastaamaan isoa F-15 konetta, niin MiG-29 suunniteltiin pienempien F-16 ja F/A-18 koneiden vastapainoksi. MiG-29 muistuttaa ulkoisesti Su-27 konetta mutta on huomattavasti pienempi. Myös MiG-29 suunnittelu oli menestys ja se on erittäin kilpailukykyinen kone verrattuna länsimaisiin vastineisiin.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Toisen maailmansodan lopulla Neuvostoliitto oli länsimaita jäljessä kaikilla sotilasilmailun osa-alueilla. Neuvostoliitolla ei ollut toimivaa suihkumoottoria vaan se oli paljon muita toisen maailmansodan voittajavaltioita jäljessä suihkumoottorin kehityksessä. Ilman suihkumoottoria se ei pystynyt rakentamaan yhtä suorituskykyisiä hävittäjä- ja rynnäkkökoneita kuin maat, jotka olivat onnistuneet kehittämään toimivan suihkumoottorin. Myös suurten pommikoneiden suhteen Neuvostoliitto oli huomattavasti länsimaita jäljessä.

Sodan jälkeen, ydinaseiden saadessa entistä isompaa roolia sotilasilmailu ja etenkin rynnäkkökoneet hakivat paikkaansa. Rynnäkkökoneet olivat pitkään kehityksen taka-alalla painopisteen ollessa hävittäjissä ja pommikoneissa. Rynnäkkökoneisiin alettiin kuitenkin panostaa entistä enemmän 1960-luvun lopulla ja samalla niiden rooli muuttui puolustusvoittoisesta roolista hyökkäävämpään suuntaan. Hyvä esimerkki uudentyypisistä suuntauksesta oli Su-24-kone joka, pystyi tunkeutumaan syvälle vihollisen alueelle. Myös kylmän sodan aikaiset sodat ohjasivat koneiden kehityssuuntaa. Esimerkiksi Su-25-koneen suunnitteluun vaikutti esimerkiksi Israelin käymät sodat, jossa Israel tuhosi paljon vihollisen panssarivaunuja rynnäkkökoneilla.

Huomionarvoista on, että lähes kaikilla toisen maailmansodan jälkeisillä neuvostoliittolaisilla rynnäkkökoneilla oli kyky ottaa aseikseen myös ydinaseita konventionaalisten aseiden sijaan.

5.1 TEKNINEN KEHITYS

Sodan lopulla Neuvostoliitto sai haltuunsa suuren osan Saksan koko lentokoneteollisuudesta. Etenkin suihkumoottorin kehitykseen tällä oli suuri vaikutus. Neuvostoliitto ei kopioinut suoraan saksalasten suihkumoottorilla varustettuja hävittäjiä vaan otti oppia enimmäkseen moottoreista. Myös briteiltä saadut Rolls Royce Nene ja Derwent V suihkumoottorit olivat suurena apuna Neuvostoliiton suihkukonekehityksen alkuvaiheessa. On selvää, että ilman muilta mailta saatuja suihkumoottoreita Neuvostoliitolla olisi kulunut paljon nykyistä pidempään ennen kuin se olisi saanut ilmaan ensimmäiset toimivat suihkukoneet. Neuvostoliitto kopioi muita myös isojen pommikoneiden suunnittelussa. Kun sodan lopulla kolme Yhdysvaltojen B-29-pommikonetta teki pakkolaskun Neuvostoliiton alueelle, Neuvostoliitto käytti

tilaisuutta hyväkseen ja tutki koneet tarkoin. Koneen pohjalta rakennettiin pommikone, joka loi pohjan tuleville isoille strategisille pommikoneille.

Sodan jälkeisinä vuosina Neuvostoliitto onnistui kuromaan vähän muiden maiden etumatkaa kiinni. Tämä olisi tuskin ollut mahdollista ilman mittavaa kopiointia muilta mailta. Suihkumoottorin myötä pian törmättiin kuitenkin uusiin ongelmiin. Koneiden lisääntynyt paino ja nopeus toivat haasteita lennon kriittisimpiin vaiheisiin, lentoonlähtöön ja laskuun. Ongelmaa ratkottiin idässä ja lännessä yhtä aikaa, mutta lännessä keksittiin ratkaisu ennen Neuvostoliittoa. Neuvostoliitossa seurattiin tarkoin lännessä tapahtuvaa kehitystä ja kääntyvissä siivissä ongelmana olleen aerodynaamisen keskiön siirtymisestä aiheutunut epävakavuus ongelman ratkaisu ei jäänyt huomaamatta Neuvostoliitossa. Neuvostoliitto otti mallia lännen ratkaisusta ja sovelsi niitä omaan käynnissä olevaan kehitystyöhön.

Kääntyvät siivet olivat hyvä ratkaisu lentoonlähdössä ja laskussa tarvittujen nopeuksin hillitsemiseksi. Se oli kuitenkin aika raskas ratkaisu ja seuraavan konesukupolven tullessa ne pystyttiin korvaamaan kehittyneillä laskusiivekkeillä ja laipoilla. Neljännen sukupolven kehitys alkoi ensimmäisenä Yhdysvalloissa, kun se alkoi suunnitella F-15-, F-16- ja F-18-konetyyppejä. F-15-konetta suunniteltiin vastaamaan Neuvostoliiton MiG-25-hävittäjää, jonka suorituskyvyn Yhdysvallat yliarvio. Neuvostoliitossa saatiin vihiä Yhdysvaltojen suunnittelemista uusista koneista ja niin Neuvostoliitossakin ryhdyttiin suunnittelemaan uutta konesukupolvea. MiG-suunnittelutoimisto sai tehtäväkseen suunnitella vastineen F-16-koneelle ja Sukhoi suuremmalle F-15-koneelle. MiG:n suunnittelun tuloksena syntyi MiG-29-kone ja Sukhoi Su-27, jonka ympärille on syntynyt kokonainen koneperhe. Molemmat koneet olivat menestyksiä ja erittäin kilpailukykyisiä lännen neljännen sukupolven koneiden kanssa. Uusi tekniikka mahdollisti entistä tehokkaammin ominaisuuksien yhdistämisen siten, että samoilla koneilla pystyttiin toimimaan niin hävittäjinä kuin rynnäkkökoneinakin.

5.2 KONEIDEN KEHITYS

Su-7B oli Neuvostoliiton ensimmäinen suihkumoottorinen rynnäkkökone. Koneen kehitykseen vaikutti tarve saada myös rynnäkkökoneet suihkukoneiden aikakaudelle. Koneen maksiminopeus oli selvästi yli äänennopeuden, jonka ansiosta koneella oletettiin pääsevän helpommin kohteelle ja samalla välttävän vihollisen ilmatorjunnan

ja hävittäjät. Kone oli tyypillinen toisen sukupolven rynnäkkökone, joka kärsi ensimmäisten suihkukoneiden tyypillisistä ongelmista kuten nousseista lento- ja laskunopeuksista. Koneella oli sen ajan koneille tyypillinen lyhyt toimintasäde. Ulkoisia lisäpolttoainesäiliöitä käytettäessä hyötykuorma jäi puolestaan varsin vaatimattomaksi. Su-7B tarvitsi todella pitkän päällystetyn kiitotien, jonka johdosta sen käyttäminen aivan rintamalinjan läheisyydessä olevilta lentokentiltä olisi ollut sotatilanteessa vaikeaa. Koneen kehityksen aloittamiseen vaikutti Yhdysvalloissa kehityksen alla olevat 100-sarjan uudet suihkumoottorisen koneet. F-101 Voodoo -koneen ensilento tapahtui vuonna 1954 eli vuotta aikaisemmin kuin Su-7-koneen. Koneen teknisessä suunnittelussa ei kuitenkaan kopioitu länttä, lukuun ottamatta moottoria, joka oli ensimmäinen Lyulkan tekemä moottori ja se perustui varsin pitkälle Saksassa toisen maailmansodan aikaiseen kehitysohjelmaan. Su-7B oli hyvä rynnäkkökone ja etenkin lentäjät pitivät siitä vaikka sen ohjaus oli raskas. Kone oli kestävä teko ja sen kaarto-ominaisuudet olivat matalalla hyvät. Sotakoneena Su-7B osoitti kyvykkyytensä Intian ja Pakistanin välisessä sodassa vuonna 1971, jossa se osoitti kestäväyytensä, kun kaksi konetta palasi kotitukikohtaansa vaikka ne olivat saaneet osuman sidewinder ohjuksista.

Huolimatta siitä, että Su-7B oli varsin onnistunut rynnäkkökone, Neuvostoliitossa alettiin etsiä ratkaisua siihen, miten ensimmäisten suihkukoneiden ongelmia kuten nousseita lento- ja laskunopeuksia, saataisiin hillittyä. Myös koneiden tarvitsemat kiitotiepituuudet haluttiin saada pienemmiksi. Tilapäiseksi ratkaisuksi keksittiin raketit, jotka auttoivat lento- ja laskunopeuksia ja jarruvarjot, jotka nopeuttivat jarrutusta. Nämä olivat kuitenkin vain tilapäisiä ratkaisuja, joilla lento- ja laskunopeuksien pituuksia saatiin lyhyemmiksi, mutta varsinaiseen ongelmaan eli nopeuksiin nämä eivät tuoneet minkäänlaista helpotusta. Ratkaisua etsittiin kääntyvistä siivistä niin idässä kuin lännessäkin, mutta ongelmana rautaesiripun molemmilla puolilla oli, että koneen aerodynaaminen keskipiste siirtyi siiven kääntyessä. Brittiläinen Vickers-Armstrong -yhtiö keksi vuonna 1958, että ongelma saataisiin poistettua, jos siiven saranapistettä siirrettäisiin kauemmas koneen rungosta. Tämä läpimurto ei jäänyt huomaamatta Neuvostoliitossa ja näin myös Neuvostoliitto pääsi rakentamaan toimivia kääntyväsiipisiä koneita.

Ensimmäinen kääntyväsiipinen rynnäkkökone, josta tuli Su-17, päätettiin rakentaa toimivaksi osoittautuneen Su-7B-koneen pohjalta. Uuden koneen suunnitteluprojekti alkoi vuonna 1965 eli vuotta myöhemmin kuin yhdysvaltalainen kääntyväsiipinen

rynnäkkökone F-111 oli lentänyt ensimmäisen kerran. Koelennot loppuivat vuonna 1967 ja ne osoittivat, että koneen halutuissa ominaisuuksissa oli tapahtunut huomattavaa parannusta Su-7B-koneeseen verrattuna. Su-17-koneen sarjatuotanto aloitettiin vuonna 1969. Koneen lento-ominaisuudet paranivat huomattavasti kaikissa lentotiloissa verrattuna Su-7B koneeseen. Etenkin lentoonlähtö- ja laskunopeudet pienenivät huomattavasti ja koneen tarvitsema kiitotiepituus tippui reilusti. Koneessa oli parempi toimintasäde, pidempi toiminta-aika ja se pystyi ottamaan huomattavasti enemmän hyötykuormaa kuin Su-7B. Kääntyvät siivet toivat kaiken sen hyödyn, mitä niillä lähdettiin hakemaan, kun Neuvostoliitto alkoi suunnitella uuden sukupolven rynnäkkökoneita.

MiG suunnittelutoimisto oli suunnitellut uuden kääntyväsiipisen hävittäjän, MiG-23:n. Koneen yllättävä menestys rynnäköintitehtävissä johti siihen, että koneesta päätettiin rakentaa uusi rynnäkkökoneversio. Kone sai nimekseen MiG-27 ja se otettiin käyttöön vuonna 1974 eli vain viisi vuotta sen jälkeen, kun Su-17:sta sarjatuotanto aloitettiin.

Ensimmäisen suihkukonesukupolven nopeusongelmia yritettiin ratkoa myös muilla tavoin kuin kääntyvillä siivillä. Pystysuoran lentoonlähdön ja laskun tekeviä koneita tutkittiin niin idässä kuin lännessä. Tässäkin lännessä oltiin Neuvostoliittoa nopeampia, kun englantilaisten Harrier nousi ilmaan. Neuvostoliitto tuli kuitenkin perässä ja merivoimien tukialuskäyttöön suunniteltiin Yak-36MP, joka toimi hävittäjänä, mutta sen toissijainen tehtävä oli rynnäköinti merimaaleja vastaan.

Pitkään Neuvostoliiton rynnäkkökoneiden toimintasädeet olivat olleet niin vaatimattomia, että se ei pystynyt vaikuttamaan rynnäkkökoneilla syväälle vihollisen alueelle. Yhdysvalloilla oli käytössä jo F-111-rynnäkkökone, jonka sarjatuotanto oli aloitettu jo vuonna 1964. F-111-koneen toimintasäde ja hyötykuorma oli huomattavasti suurempi kuin Neuvostoliiton senhetkisillä koneilla. Sukhoille annettiin tehtäväksi suunnitella uusi rynnäkkökone, jonka toimintasäde olisi huomattavasti senaikaisia koneita suurempi ja joka pystyisi tunkeutumaan syväälle vihollisen alueelle. Kone oli ensimmäinen, joka oli suunniteltu selkeästi hyökkävään rooliin eikä pelkästään maavoimien tukemiseen, kuten Neuvostoliittolaiset rynnäkkökoneet perinteisesti olivat. Su-24 otettiin operatiiviseen käyttöön vuonna 1976 eli samana vuonna, kuin eurooppalais-valmisteinen Panavia Tornado, joka on eurooppalaisten pitkän matkan rynnäkkökone. Su-24 oli todellinen parannus

Neuvostoliiton ilmavoimien iskukykyyn, koska sen pitkän toimintasäteen ansiosta pystyi iskemään syvälle rintamalinjojen taakse.

Kun Su-24-konetta ei ollut suunniteltu ensisijaisesti maavoimien tukemiseen, niin Su-25 puolestaan oli puhdas lähitulitukikone. Su-25 rakennettiin ja suunniteltiin, koska Neuvostoliitolla ei ollut tarpeeksi taistelunkestävää rynnäkkökoneetta, joka pystyisi toimimaan lähellä rintamalinjaa olevilta huonokuntoisilta kentiltä. Su-25-kone suunniteltiin ensisijaisesti toimimaan vihollisen panssareita vastaan nykyaikaisella taistelukentällä. Su-25-koneen suunnittelussa otettiin huomioon omat sotaharjoitukset, Israelin kuuden päivän sota ja Yhdysvaltojen Vietnamin sota. Näistä kokemuksissa huomattiin, että hitaammat koneet pystyivät tehokkaampaan toimintaan rynnäköititehtävissä. Israelin koneet käyttivät 30 mm tykkeitä menestyksellisesti vihollisen panssareita vastaan. Su-25 onkin varsin hidas kone, jos verrataan kaikkia Neuvostoliitossa toisen maailmansodan jälkeen tehtyjä rynnäkkökoneita. Neuvostoliitossa ei myöskään jäänyt huomaamatta Yhdysvalloissa vuonna 1967 aloitettu koneprojekti, josta syntyi A-10 Thunderbolt, jota on yleisesti verrattu Su-25-koneeseen.

Kun Yhdysvalloissa alettiin suunnitella uusia neljännen sukupolven hävittäjiä, Neuvostoliitossa huomattiin, että sen omat koneet eivät pärjäisi vertailussa Yhdysvaltojen koneisiin. Neuvostoliitto alkoi suunnitella omia neljännen sukupolven koneita joista kehittyi sittemmin Su-27- ja MiG-29-koneperheet. Nämä koneet ovat ehkä selvimmin, kuin mitkään muut toisen maailmansodan jälkeiset koneet, suunniteltu vasta-aseeksi Yhdysvaltojen suunnittelemia koneita vastaan. Neljännen konesukupolven tullessa käyttöön teknologia oli kehittynyt jo niin paljon, että raskasrakenteisista kääntyvistä siivistä voitiin luopua, kun lentoonlähtö- ja laskunopeudet pystyttiin pitämään kurissa myös muilla kehittyneemmillä teknisillä ratkaisuilla. Neljännen sukupolven koneissa oli myös mahdollista yhdistää hävittäjä- ja rynnäköintitoiminta jo niin tehokkaasti, että koneet olivat todellisia monitoimikoneita. Vaikka koneet suunniteltiin vastaamaan tiettyjä Yhdysvaltalaisia koneita, niiden ulkonäössä ei juuri ole yhtäläisyyksiä. Koneiden aerodynaamisessa suunnittelussa onnistuttiinkin erinomaisesti ja ne ovat erittäin liikehtimiskykyisiä verrattuna muihin neljännen sukupolven koneisiin.

Sukhoi-suunnittelutoimisto sai tehtäväkseen suunnitella vastineen amerikkalaiselle F-15-koneelle. F-15-koneen suunnittelussa oli puolestaan otettu huomioon

neuvostoliittolainen MiG-25-kone, jonka suorituskykyä oli yliarvioitu. Sukhoin suunnittelutyön tuloksena syntyi Su-27, joka on erittäin kilpailukykyinen minkä tahansa länsimaisen koneen kanssa. Su-27-monitoimikoneen ympärille on syntynyt kokonainen koneperhe. Yksi koneperheen koneista on Su-34-rynnäkkökone joka suunniteltiin korvaamaan jo ikääntyvät Su-17-, Su-24- ja MiG-27-koneet.

MiG-29-kone suunniteltiin puolestaan vastaamaan pienempää F-16-konetta. MiG-29 ja Su-27 muistuttavat ulkoisesti toisiaan, mutta MiG-29 on huomattavasti pienempi. MiG-29 on monitoimikone, mutta siitä on tehty eri versioita, jotka ovat parempia esimerkiksi rynnäköintitehtävissä tai pystyvät toimimaan lentotukialuksilta.

5.3 POHDINTA

Vaikka Neuvostoliitto oli sotilasilmailun suurvalta, se kulki kuitenkin toisen maailmansodan jälkeen lähes koko ajan teknisesti vähän länsimaita jäljessä. Länsimaiden, etenkin Yhdysvaltojen, konetyypit ohjasivat jossain määrin Neuvostoliiton tulevia konetyyppejä. Hyvinä esimerkkeinä tästä on A-10 Thunderbolt vs Su-25 frogfoot, F-111 Aardvark vs Su-24 Fencer, F-16 Falcon vs Mig-29 Fullcrum ja F-15 Eagle vs Su-27 Flanker. Vaikka kyseiset Neuvostoliiton koneet eivät olleet mitään suoria kopioita amerikkalaisista vastineista, yhtäläisyyksiäkin on paljon. Pitää ottaa huomioon, että myös Yhdysvallat seurasi Neuvostoliitossa tapahtuvaa konekehitystä ja Neuvostoliiton koneet vaikuttivat Yhdysvaltojen konesuunnitteluun. Hyvä esimerkki tästä oli, kun yhdysvaltalaiset suunnittelivat F-15-koneen vastineeksi MiG-25:lle, jonka suorituskyvyn he yliarvioivat. Neuvostoliittolaiset puolestaan suunnittelivat Su-27-koneen vastaamaan F-15-koneen tuomaa uhkaa vastaan.

Vaikka Neuvostoliitossakin tekninen kehitys oli rajua, lännessä tehtiin aina suuret läpimurrot ennen Neuvostoliittoa. Niin suihkumoottori, kääntyvät siivet kuin monitoimikoneetkin otettiin muualla käyttöön ennen Neuvostoliittoa. Tuorein esimerkki suuresta teknisestä läpimurrosta, joka on vielä Venäjällä keksimättä, on tutkassa näkymättömät stealth-koneet, joita yhdysvaltalaiset ovat käyttäneet jo pitkään. Kylmän sodan aikaan Neuvostoliitto seurasi tarkoin lännessä tapahtuvaa kehitystä. Isojen muutosten ja teknisten läpimurtojen jälkeen Neuvostoliitto tutki lännen ratkaisuja ja sovelsi niitä soveltuvin osin omiin projekteihin. Hyvänä esimerkkinä on kääntyvän siiven käyttöön otto. Neuvostoliitto olisi varmasti keksinyt

myös itse ratkaisun kääntyvän siiven tuomiin ongelmiin, mutta koska lännessä läpimurto tehtiin ensin, Neuvostoliitto luonnollisesti otti mallia lännestä.

Neuvostoliitossa koneiden suunnitteluun ei kuitenkaan vaikuttanut pelkästään muiden maiden koneprojektit. Luonnollisesti Neuvostoliiton omat doktriinit vaikuttivat merkittävästi siihen, millaisia koneita tulevaisuudessa tarvittaisiin. 1960-luvun lopulle rynnäkkökoneilla oli varsin puolustuksellinen rooli eivätkä ne kyenneet tunkeutumaan syväälle vihollisen alueelle. Roolin muututtua enemmän hyökkäävämpään suuntaan tämä vaikutti myös uuden koneen suunnitteluun. Koneella tulisi olla huomattavasti suurempi toimintasäde kuin vanhemmilla konetyypeillä, jotta se pystyisi tunkeutumaan syvemmälle vihollisen alueelle.

VIITTEET

- 1 Bill Gunston: *Combat Arms Modern Attack Aircraft*, London 1989, s. 6.
- 2 Gunston (1989), s. 6.
- 3 Bill Sweetman: *The Presidio Concise Guide to Soviet Military Aircraft*,
London 1981, s. 11.
- 4 Ray Bonds: *The Soviet War Machine*, Sydney 1980, s. 62.
- 5 Bonds, s.64.
- 6 Bonds, s.64.
- 7 M. J. Armitage – R. A. Mason: *Air Power in the Nuclear Age, 1945-84*
Theory and Practice, London 1983, s. 146.
- 8 Armitage – Mason, s.147-148.
- 9 Armitage – Mason, s.146-147.
- 10 Armitage – Mason, s. 147.
- 11 Piotr Butowski - Jay Miller: *OKB MiG A History of the Design Bureau and*
its Aircraft, Leicester 1991, s. 27.
- 12 Butowski – Miller, s. 27.
- 13 Butowski – Miller, s. 27.
- 14 Butowski – Miller, s. 28.
- 15 Butowski – Miller, s. 21.
- 16 Headquarters Department of the army, *Field Manual No. 100-2-1: The*
Soviet Army: Operations and Tactics, Washington 1984, s. 1-1.
- 17 *The Soviet Army: Operations and Tactics*, s. 2-8.
- 18 *The Soviet Army: Operations and Tactics*, s. 2-8 – 2-9.
- 19 *The Soviet Army: Operations and Tactics*, s. 2-7 – 2-8.
- 20 *The Soviet Army: Operations and Tactics*, s. 2-8.
- 21 *The Soviet Army: Operations and Tactics*, s. 12-1.
- 22 *The Soviet Army: Operations and Tactics*, s. 12-8.
- 23 *The Soviet Army: Operations and Tactics*, s. 12-8.
- 24 Armitage – Mason, s. 159.
- 25 *The Soviet Army: Operations and Tactics*, s. 12-9.
- 26 Armitage – Mason, s. 160-161.
- 27 Armitage – Mason, s. 166-169.
- 28 Butowski - Miller, s. 51.
- 29 Butowski - Miller, s. 51-53.

- 30 Vladimir Antonov - Yefim Gordon - Nikolai Gordyukov - Vladimir
Yakovlev - Vyacheslav Zenkin - Lennox Carruth - Jay Miller: OKB Sukhoi
A History of the Design Bureau and its Aircraft, Leicester 1996, s. 85.
- 31 Nico Sgarlato: Soviet Aircraft of today, London 1978, s. 32.
- 32 The World's Great Attack Aircraft, London 1993, s. 176-177.
- 33 The World's Great Attack Aircraft, s. 176-177.
- 34 The World's Great Attack Aircraft, s. 176-177.
- 35 Sweetman, s.142 ja 148.
- 36 Sgarlato, s. 33.
- 37 <http://www.boeing.com/history/mdc/voodoo.htm>
- 38 -[http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/
janes/jau2006/jau_1055.htm](http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1055.htm) (Viitattu 25.1.2006)
- http://en.wikipedia.org/wiki/F-100_Super_Sabre (Viitattu 25.1.2006)
- <http://en.wikipedia.org/wiki/F-101> (Viitattu 25.1.2006)
- http://en.wikipedia.org/wiki/F-105_Thunderchief (Viitattu 25.1.2006)
- 39 -[http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/
janes/jau2006/jau_1055.htm](http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1055.htm) (Viitattu 25.1.2006)
- http://en.wikipedia.org/wiki/F-100_Super_Sabre (Viitattu 25.1.2006)
- <http://en.wikipedia.org/wiki/F-101> (Viitattu 25.1.2006)
- http://en.wikipedia.org/wiki/F-105_Thunderchief (Viitattu 25.1.2006)
- 40 -[http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/
janes/jau2006/jau_1055.htm](http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1055.htm) (Viitattu 25.1.2006)
- http://en.wikipedia.org/wiki/F-100_Super_Sabre (Viitattu 25.1.2006)
- <http://en.wikipedia.org/wiki/F-101> (Viitattu 25.1.2006)
- http://en.wikipedia.org/wiki/F-105_Thunderchief (Viitattu 25.1.2006)
- 41 -[http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/
janes/jau2006/jau_1055.htm](http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1055.htm) (Viitattu 25.1.2006)
- http://en.wikipedia.org/wiki/F-100_Super_Sabre (Viitattu 25.1.2006)
- <http://en.wikipedia.org/wiki/F-101> (Viitattu 25.1.2006)
- http://en.wikipedia.org/wiki/F-105_Thunderchief (Viitattu 25.1.2006)
- 42 -Antonov - Gordon - Gordyukov - Yakovlev - Zenkin - Carruth - Miller, s.
107
- http://en.wikipedia.org/wiki/F-100_Super_Sabre (Viitattu 25.1.2006)
- http://en.wikipedia.org/wiki/F-105_Thunderchief (Viitattu 25.1.2006)
- 43 -Antonov - Gordon - Gordyukov - Yakovlev - Zenkin - Carruth - Miller, s.
107

- 44 -http://en.wikipedia.org/wiki/F-100_Super_Sabre (Viitattu 25.1.2006)
-http://en.wikipedia.org/wiki/F-105_Thunderchief (Viitattu 25.1.2006)
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1055.htm (Viitattu 25.1.2006)
-http://en.wikipedia.org/wiki/F-100_Super_Sabre (Viitattu 25.1.2006)
-<http://en.wikipedia.org/wiki/F-101> (Viitattu 25.1.2006)
-http://en.wikipedia.org/wiki/F-105_Thunderchief (Viitattu 25.1.2006)
- 45 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1055.htm (Viitattu 25.1.2006)
-http://en.wikipedia.org/wiki/F-100_Super_Sabre (Viitattu 25.1.2006)
-<http://en.wikipedia.org/wiki/F-101> (Viitattu 25.1.2006)
-http://en.wikipedia.org/wiki/F-105_Thunderchief (Viitattu 25.1.2006)
- 46 Bill Gunston: An Illustrated Guide to the Modern Soviet Airforce, London 1982, s. 145.
- 47 Sweetman, s. 193.
- 48 Sweetman, s. 193.
- 49 Bill Gunston - Mike Spick: Modern Air Combat, London 1983, s. 170.
- 50 Gunston - Spick, 170.
- 51 Bonds, s. 95.
- 52 The World's Great Attack Aircraft, s. 44.
- 53 -http://en.wikipedia.org/wiki/Yakovlev_Yak-36 (Viitattu 25.1.2006)
-The World's Great Attack Aircraft, s. 44-54.
- 54 -http://en.wikipedia.org/wiki/Yakovlev_Yak-36 (Viitattu 25.1.2006)
-The World's Great Attack Aircraft, s. 44-54.
- 55 -http://en.wikipedia.org/wiki/Yakovlev_Yak-36 (Viitattu 25.1.2006)
- The World's Great Attack Aircraft, s. 44-54.
- 56 -http://en.wikipedia.org/wiki/Yakovlev_Yak-36 (Viitattu 25.1.2006)
- The World's Great Attack Aircraft, s. 44-54.
- 57 -http://en.wikipedia.org/wiki/Yakovlev_Yak-36 (Viitattu 25.1.2006)
- The World's Great Attack Aircraft, s. 44-54.
- 58 -http://en.wikipedia.org/wiki/Yakovlev_Yak-36 (Viitattu 25.1.2006)
- The World's Great Attack Aircraft, s. 44-54.
- 59 -http://en.wikipedia.org/wiki/Yakovlev_Yak-36 (Viitattu 25.1.2006)
- The World's Great Attack Aircraft, s. 44-54.
- 60 -http://en.wikipedia.org/wiki/Yakovlev_Yak-36 (Viitattu 25.1.2006)
- The World's Great Attack Aircraft, s. 44-54.

- 61 -http://en.wikipedia.org/wiki/Yakovlev_Yak-36 (Viitattu 25.1.2006)
- The World's Great Attack Aircraft, s. 44-54.
- 62 -http://en.wikipedia.org/wiki/Yakovlev_Yak-36 (Viitattu 25.1.2006)
- The World's Great Attack Aircraft, s. 44-54.
- 63 Antonov - Gordon - Gordyukov - Yakovlev - Zenkin - Carruth - Miller,
s.190.
- 64 Combat Aircraft European Edition Vol. 5, No.3, 2003, s. 46.
- 65 Combat Aircraft, s. 46.
- 66 Antonov - Gordon - Gordyukov - Yakovlev - Zenkin - Carruth - Miller,
s.190.
- 67 Combat Aircraft, s. 46.
- 68 Antonov - Gordon - Gordyukov - Yakovlev - Zenkin - Carruth - Miller,
s.190-191.
- 69 Combat Aircraft, s. 47.
- 70 Combat Aircraft, s. 47.
- 71 Combat Aircraft, s. 48.
- 72 Armitage – Mason, s. 170.
- 73 Combat Aircraft, s. 53.
- 74 -<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0893.htm> (Viitattu 25.1.2006)
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_1667.htm (Viitattu 25.1.2006.)
- 75 -<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0893.htm> (Viitattu 25.1.2006)
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_1667.htm (Viitattu 25.1.2006.)
- 76 -<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0893.htm> (Viitattu 25.1.2006)
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_1667.htm (Viitattu 25.1.2006.)
- 77 -<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0893.htm> (Viitattu 25.1.2006)
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_1667.htm (Viitattu 25.1.2006.)
- 78 -<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0893.htm> (Viitattu 25.1.2006)

- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_1667.htm (Viitattu 25.1.2006.)
- 79 -<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0893.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_1667.htm (Viitattu 25.1.2006.)
- 80 -<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0893.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_1667.htm (Viitattu 25.1.2006.)
- 81 -<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0893.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_1667.htm (Viitattu 25.1.2006.)
- 82 -<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0893.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_1667.htm (Viitattu 25.1.2006.)
- 83 -<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0893.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_1667.htm (Viitattu 25.1.2006.)
- 84 Butowski - Miller, s. 99.
- 85 Butowski - Miller, s. 99.
- 86 Antonov - Gordon - Gordyukov - Yakovlev - Zenkin - Carruth - Miller, s. 153.
- 87 Antonov - Gordon - Gordyukov - Yakovlev - Zenkin - Carruth - Miller, s. 153.
- 88 Antonov - Gordon - Gordyukov - Yakovlev - Zenkin - Carruth - Miller, s. 153.
- 89 Bonds, s. 89.
- 90 Butowski - Miller, s. 100
- 91 Butowski - Miller, s. 100
- 92 Butowski - Miller, s. 101.
- 93 Butowski - Miller, s. 101.
- 94 Butowski - Miller, s. 102.

- 95 The World's Great Attack Aircraft, s. 200-201.
- 96 The World's Great Attack Aircraft, s. 201.
- 97 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1040.htm (Viitattu 25.1.2006)
-<http://www.aeronautics.ru/archive/vvs/mig27-01.htm> (Viitattu 25.1.2006)
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1057.htm (Viitattu 25.1.2006)
-<http://www.aerospaceweb.org/aircraft/attack/su17/> (Viitattu 25.1.2006)
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_0835.htm (Viitattu 25.1.2006)
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_0699.htm (Viitattu 25.1.2006)
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_0698.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1665.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 98 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1040.htm (Viitattu 25.1.2006)
-<http://www.aeronautics.ru/archive/vvs/mig27-01.htm> (Viitattu 25.1.2006)
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1057.htm (Viitattu 25.1.2006)
-<http://www.aerospaceweb.org/aircraft/attack/su17/> (Viitattu 25.1.2006)
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_0835.htm (Viitattu 25.1.2006)
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_0699.htm (Viitattu 25.1.2006)
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_0698.htm (Viitattu 25.1.2006)
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1665.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 99 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1040.htm (Viitattu 25.1.2006)
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1057.htm (Viitattu 25.1.2006)
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_0835.htm (Viitattu 25.1.2006)

- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_0699.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1665.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 100 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1040.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1057.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_0835.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_0699.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1665.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 101 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1040.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1057.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_0835.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_0698.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1665.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 102 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1040.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1057.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_0835.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_0698.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1665.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 103 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1040.htm (Viitattu 25.1.2006)

- <http://www.aerospaceweb.org/aircraft/attack/su17/> (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_0835.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_0699.htm (Viitattu 25.1.2006)
- The World's Great Attack Aircraft, s. 90.
- 104 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1040.htm (Viitattu 25.1.2006)
- <http://www.aerospaceweb.org/aircraft/attack/su17/> (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_0835.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_0699.htm (Viitattu 25.1.2006)
- The World's Great Attack Aircraft, s. 90.
- 105 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1040.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1057.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_0835.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_0698.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1665.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 106 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1040.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1057.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_0835.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_0698.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1665.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 107 Antonov - Gordon - Gordyukov - Yakovlev - Zenkin - Carruth - Miller, s. 177.

- 108 Mike Spick: Modern Soviet Fighters, London 1987, s. 39
- 109 Sweetman, s. 159
- 110 Spick, s. 40
- 111 Bonds, s. 83
- 112 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_9127.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1616.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_0827.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 113 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_9127.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1616.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_0827.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 114 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_9127.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1616.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_0827.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 115 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_9127.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1616.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_0827.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 116 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_9127.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1616.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_0827.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 117 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_9127.htm (Viitattu 25.1.2006)

- The World's Great Attack Aircraft, s. 102.
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_0827.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 118 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_9127.htm (Viitattu 25.1.2006)
- The World's Great Attack Aircraft, s. 102.
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_0827.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 119 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_9127.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1616.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_0827.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 120 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_9127.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1616.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_0827.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 121 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_9127.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1616.htm (Viitattu 25.1.2006)
- The World's Great Attack Aircraft, s. 102.
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_0827.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 122 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_9127.htm (Viitattu 25.1.2006)
- The World's Great Attack Aircraft, s. 102.
-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_0827.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 123 -Butowski - Miller, s. 113.
- 124 -Antonov - Gordon - Gordyukov - Yakovlev - Zenkin - Carruth - Miller, s. 217.

- 125 Antonov - Gordon - Gordyukov - Yakovlev - Zenkin - Carruth - Miller, s.
217.
- 126 Antonov - Gordon - Gordyukov - Yakovlev - Zenkin - Carruth - Miller, s.
218.
- 127 Siivet 6/2003, s. 53.
- 128 Siivet 6/2003, s. 53.
- 129 Antonov - Gordon - Gordyukov - Yakovlev - Zenkin - Carruth - Miller, s.
239.
- 130 -<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0895.htm> (Viitattu 25.1.2006)
-<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0896.htm>
-<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/jans/jawa2006/jawa1182.htm> (Viitattu 25.1.2006)
-<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa1183.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- 131 -<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0895.htm> (Viitattu 25.1.2006)
-<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0896.htm> (Viitattu 25.1.2006)
-<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/jans/jawa2006/jawa1182.htm> (Viitattu 25.1.2006)
-<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa1183.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- 132 -<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0895.htm> (Viitattu 25.1.2006)
-<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0896.htm> (Viitattu 25.1.2006)
-<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/jans/jawa2006/jawa1182.htm> (Viitattu 25.1.2006)
-<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa1183.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- 133 -<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0895.htm> (Viitattu 25.1.2006)
-<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0896.htm> (Viitattu 25.1.2006)

- <http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/jans/jawa2006/jawa1182.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- <http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa1183.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- 134 -<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0895.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- <http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0896.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- <http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa1183.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- 135 -<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0895.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- <http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0896.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- <http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa1183.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- 136 -<http://www.fas.org/nuke/guide/russia/airdef/su-27.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- <http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0896.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- <http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/jans/jawa2006/jawa1182.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- <http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa1183.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- 137 -<http://www.fas.org/nuke/guide/russia/airdef/su-27.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- <http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0896.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- <http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/jans/jawa2006/jawa1182.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- <http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa1183.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- 138 -<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0895.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- <http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0896.htm> (Viitattu 25.1.2006)

- <http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa1182.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- <http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa1183.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- 139 -<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0895.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- <http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0896.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- <http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa1182.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- <http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa1183.htm> (Viitattu 25.1.2006)
- 140 Butowski - Miller, s. 113.
- 141 Spick, s. 8.
- 142 Paul Jackson: Jane's All the World's Aircraft 1998-99, Coulsdon 1998, s.384.
- 143 Butowski - Miller, s. 114
- 144 Jackson, s. 381-382
- 145 Jackson, s. 382
- 146 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_9123.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_9146.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1617.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 147 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_9123.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_9146.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1617.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 148 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_9123.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_9146.htm (Viitattu 25.1.2006)

-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/
janes/jau2006/jau_1617.htm (Viitattu 25.1.2006)

149 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/
janes/jau2004/jau_9123.htm (Viitattu 25.1.2006)

-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/
janes/jau2003/jau_9146.htm (Viitattu 25.1.2006)

-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/
janes/jau2006/jau_1617.htm (Viitattu 25.1.2006)

150 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/
janes/jau2004/jau_9123.htm (Viitattu 25.1.2006)

-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/
janes/jau2003/jau_9146.htm (Viitattu 25.1.2006)

-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/
janes/jau2006/jau_1617.htm (Viitattu 25.1.2006)

151 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/
janes/jau2004/jau_9123.htm (Viitattu 25.1.2006)

-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/
janes/jau2003/jau_9146.htm (Viitattu 25.1.2006)

-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/
janes/jau2006/jau_1617.htm (Viitattu 25.1.2006)

152 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/
janes/jau2004/jau_9123.htm (Viitattu 25.1.2006)

-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/
janes/jau2003/jau_9146.htm (Viitattu 25.1.2006)

-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/
janes/jau2006/jau_1617.htm (Viitattu 25.1.2006)

153 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/
janes/jau2004/jau_9123.htm (Viitattu 25.1.2006)

-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/
janes/jau2003/jau_9146.htm (Viitattu 25.1.2006)

-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/
janes/jau2006/jau_1617.htm (Viitattu 25.1.2006)

154 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/
janes/jau2004/jau_9123.htm (Viitattu 25.1.2006)

-http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/
janes/jau2003/jau_9146.htm (Viitattu 25.1.2006)

- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/
janes/jau2006/jau_1617.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 155 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/
janes/jau2004/jau_9123.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/
janes/jau2003/jau_9146.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/
janes/jau2006/jau_1617.htm (Viitattu 25.1.2006)
- 156 -http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/
janes/jau2004/jau_9123.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/
janes/jau2003/jau_9146.htm (Viitattu 25.1.2006)
- http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/
janes/jau2006/jau_1617.htm (Viitattu 25.1.2006)

LÄHTEET

Antonov, Vladimir - Gordon, Yefim - Gordyukov, Nikolai - Yakovlev, Vladimir - Zenkin, Vyacheslav - Carruth, Lennox - Miller, Jay: OKB Sukhoi A History of The Desing Bureau and its Aircraft. Midland Publishing Limited, Leicester 1996.

Armitage, M.J - Mason, R.A: Air Power in the Nuclear Age, 1945-84 Theory and Practice. The Macmillan Press Ltd, London 1983.

Bods, Ray: The Soviet War Machine, Salamander Books Limited. London 1980.

Butowski, Piotr - Miller, Jay: OKB MiG A History of The Desing Bureau and its Aircraft. Midland Counties Publications, Leicester 1991.

Gunston, Bill: Combat Arms Modern Attack Aircraft. Salamander Books Limited. London 1989.

Gunston, Bill: An Illustrated Guide To the Modern Soviet Airforce. Salamander Books Limited. London 1982.

Gunston, Bill - Spick, Mike: Modern Air Combat. Salamander Books Limited. London 1983.

Heiskanen, Seppo: Modernisoinnilla ensilinjan monitoimihävittäjäksi Su-27SM. Siivet 6/2003.

Hirsijärvi, Sirkka - Remes, Pirkko - Sajavaara, Paula: Tutki ja kirjoita. Tammi. Vantaa 2000.

http://en.wikipedia.org/wiki/F-100_Super_Sabre Viitattu 25.1.2006.

<http://en.wikipedia.org/wiki/F-101> Viitattu 25.1.2006.

http://en.wikipedia.org/wiki/F-105_Thunderchief Viitattu 25.1.2006.

http://en.wikipedia.org/wiki/Yakovlev_Yak-36 Viitattu 25.1.2006.

<http://www.aeronautics.ru/archive/vvs/mig27-01.htm> Viitattu 25.1.2006.

<http://www.aerospaceweb.org/aircraft/attack/su17/> Viitattu 25.1.2006.

<http://www.fas.org/nuke/guide/russia/airdef/su-27.htm> Viitattu 25.1.2006.

http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1055.htm Julkaistu 28.1.2004, viitattu 25.1.2006.

http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1057.htm Julkaistu 8.12.2003, viitattu 25.1.2006.

http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_9127.htm Julkaistu 4.9.2002, viitattu 25.1.2006.

http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1616.htm Julkaistu 6.9.2005, viitattu 25.1.2006.

http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_0827.htm Julkaistu 30.1.2003, viitattu 25.1.2006.

<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0893.htm> Julkaistu 7.10.2005, viitattu 25.1.2006.

<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0895.htm> Julkaistu 18.3.2005, viitattu 25.1.2006.

<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa0896.htm> Julkaistu 18.3.2005, viitattu 25.1.2006.

<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa1183.htm> Julkaistu 28.4.2005, viitattu 25.1.2006.

<http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jawa2006/janes/jawa2006/jawa1182.htm> Julkaistu 23.5.2003, viitattu 25.1.2006.

http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1040.htm Julkaistu 29.12.2003, viitattu 25.1.2006.

http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_0835.htm Julkaistu 14.5.2003, viitattu 25.1.2006.

http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_0699.htm Julkaistu 8.10.2003, viitattu 25.1.2006.

http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_0698.htm Julkaistu 11.11.2003, viitattu 25.1.2006.

http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1665.htm Julkaistu 14.1.2005, viitattu 25.1.2006.

http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_9123.htm Julkaistu 10.2.2004, viitattu 25.1.2006.

http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2003/janes/jau2003/jau_9146.htm Julkaistu 14.11.2002, viitattu 25.1.2006.

http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2006/janes/jau2006/jau_1617.htm Julkaistu 21.11.2005, viitattu 25.1.2006.

http://164.13.10.221:8080/cdrom/Defence%20Equipment/jau2004/janes/jau2004/jau_1667.htm Julkaistu 10.9.2003, viitattu 25.1.2006.

Jackson, Paul (toim.): Jane's All the World's Aircraft 1998-99. Jane's Information Group Limited. Coulsdon 1998.

Lake, Jon: Warthog Vs. Frogfoot. Combat Aircraft European Edition Vol. 5, No. 3 2003.

March, Perer R: Directory of Military Aircraft of The World. Cassell & Co. London 2001

Scarlato, Nico: Soviet Airforce of today. Arms and Armour Press. London 1978.

Spick, Mike: Modern Soviet Fighters. Osprey Publishing Ltd. London 1987

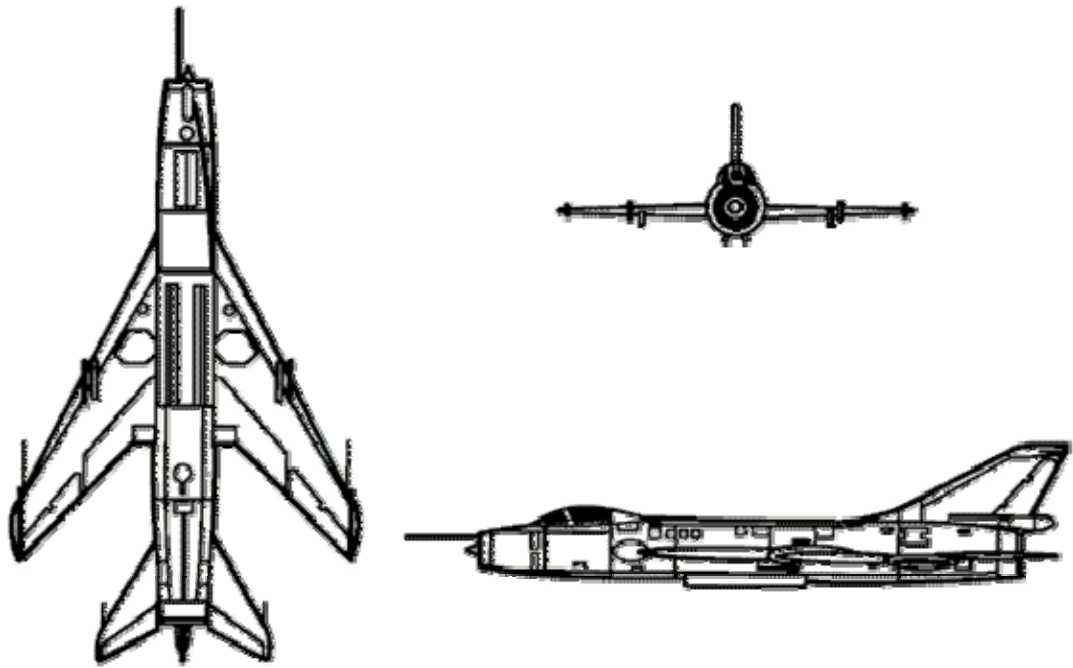
Sweetman, Bill: The Presidio Concise Guide to Soviet Military Aircraft. Aerospace Publishing Ltd. London 1981.

The Soviet Army: Operations and Tactics. Headquarters Department of the Army, Field Manual No. 100-2-1. Washington 1984.

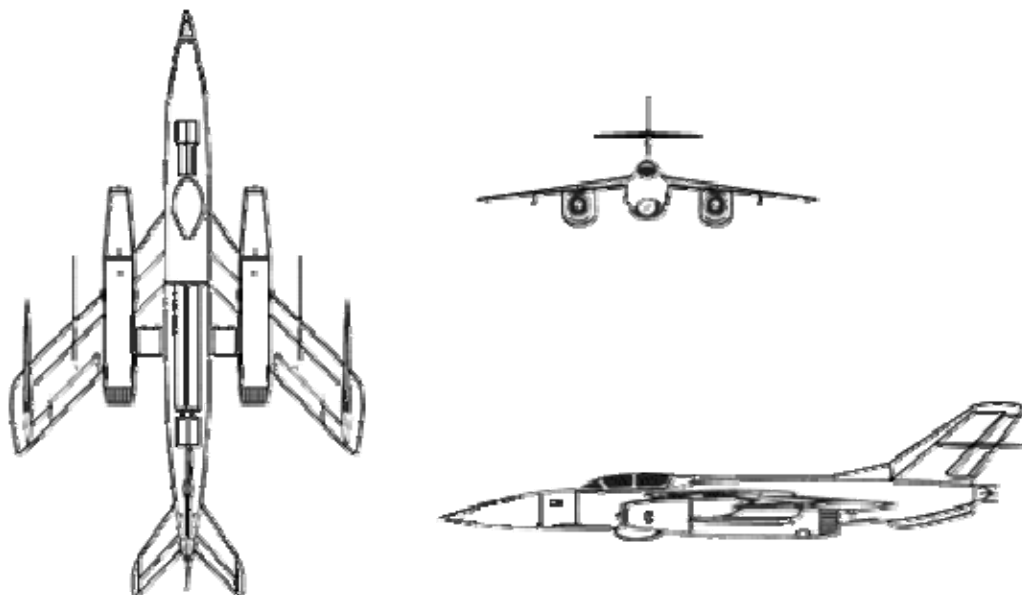
The World's Great Attack Aircraft. Brown Books. London 1993.

LIITTEET

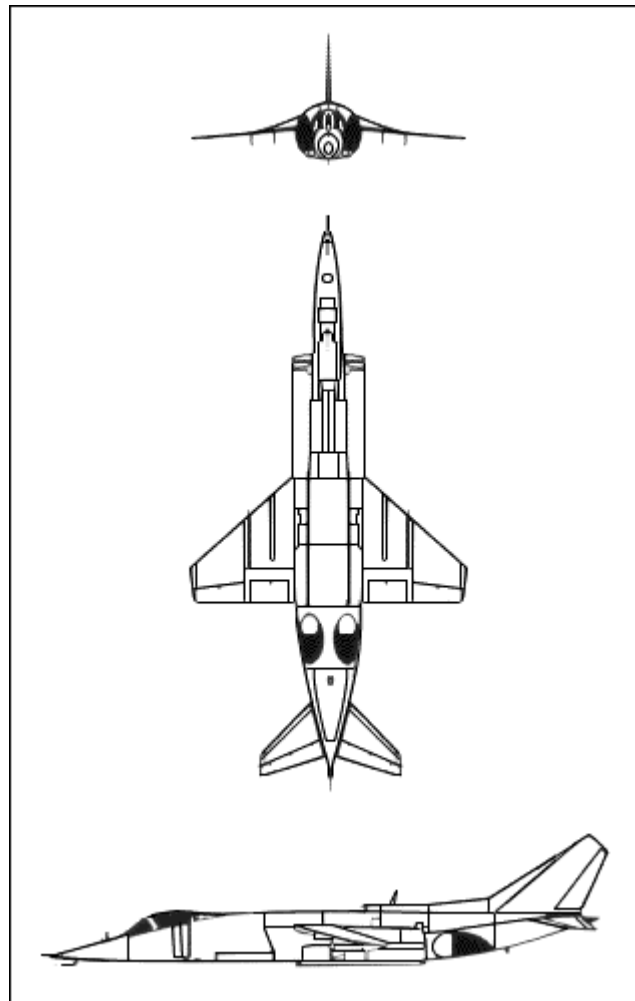
Liite 1	Su-7
Liite 2	Yak-28
Liite 3	Yak-36MP
Liite 4	Su-25
Liite 5	Su-17
Liite 6	MiG-27
Liite 7	Su-24
Liite 8	Su-27
Liite 9	Su-34
Liite 10	MiG-29



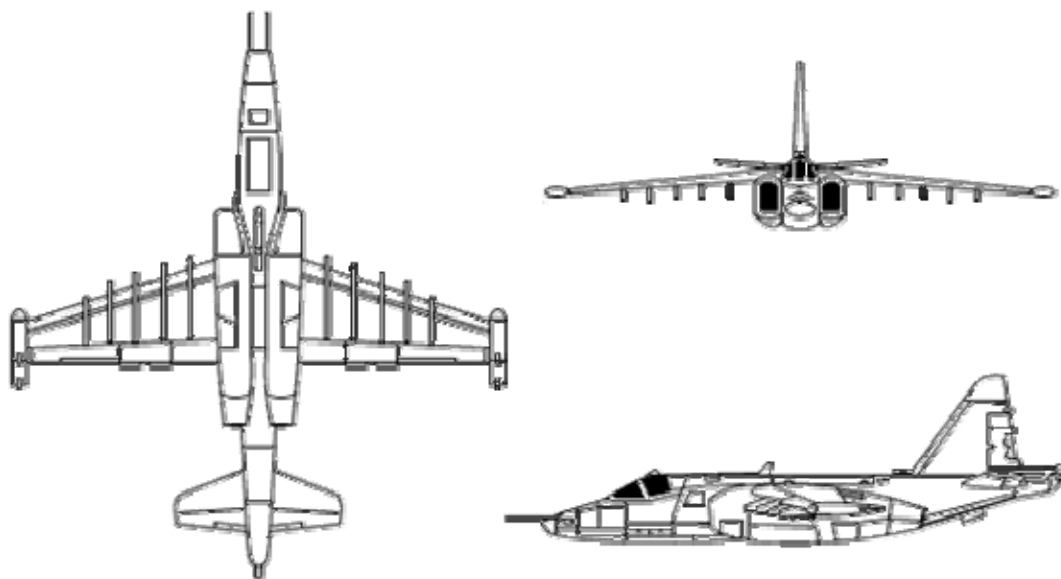
Lähde: <http://www.globalsecurity.org/military/world/russia/su-7-pics.htm>



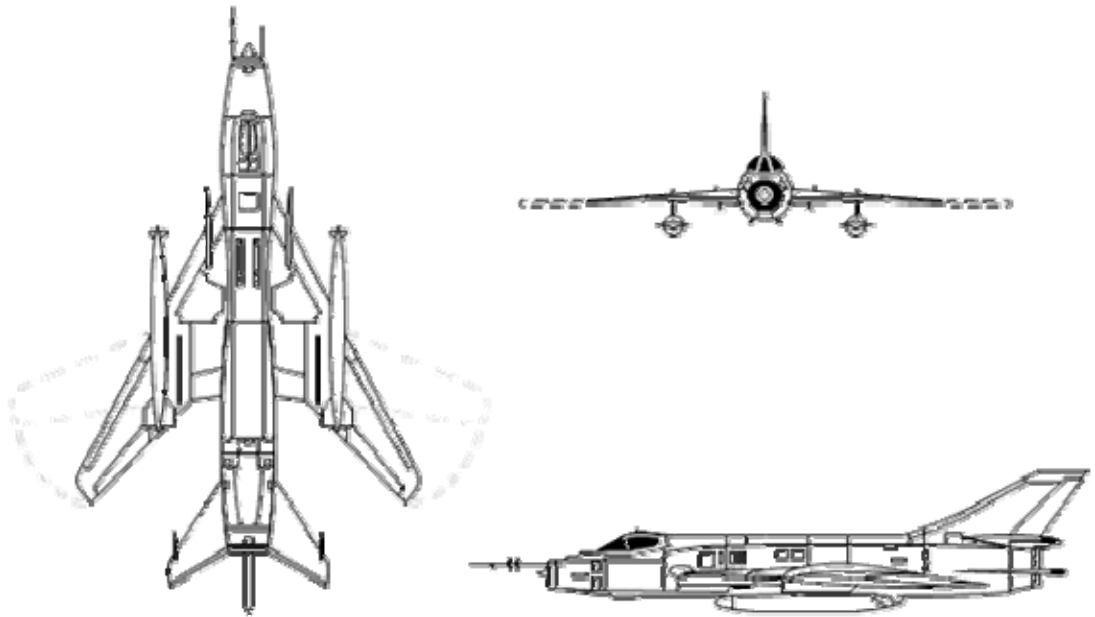
Lähde: <http://www.globalsecurity.org/military/world/russia/yak-28-pics.htm>



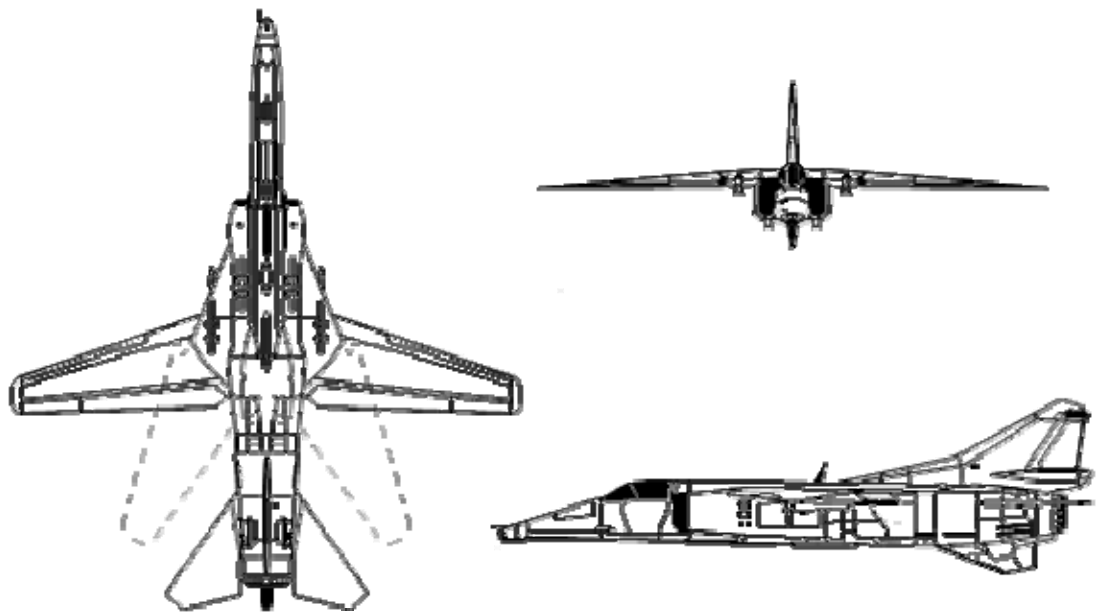
Lähde: <http://www.aerospaceweb.org/aircraft/fighter/yak38/>



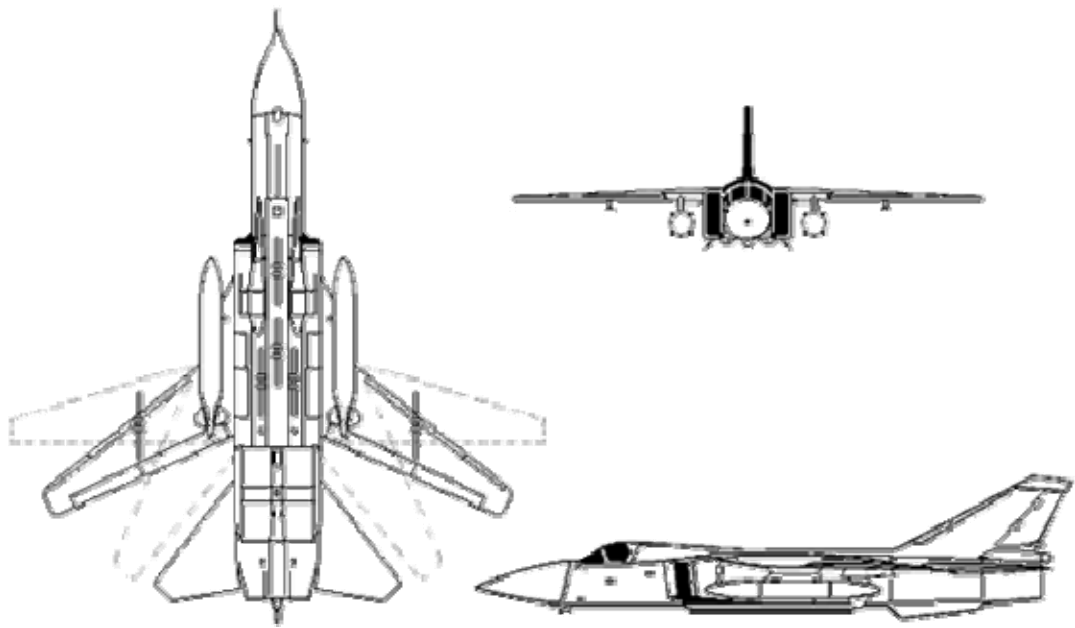
Lähde: <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/ac/row/su-25.htm>



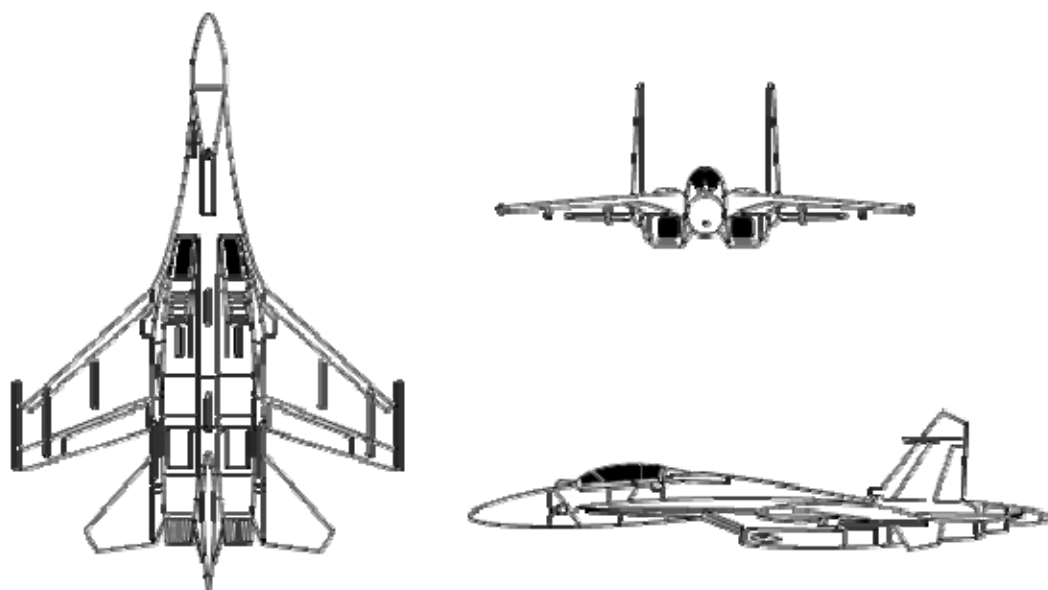
Lähde: <http://www.aerospaceweb.org/aircraft/attack/su17/>



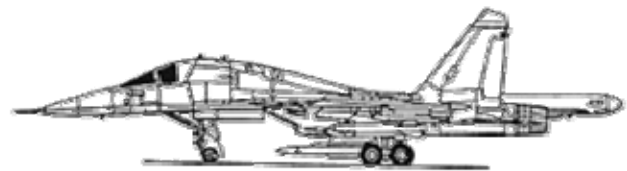
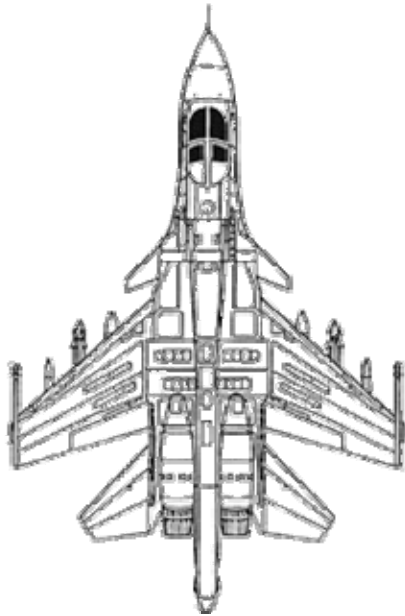
Lähde: <http://fas.org/man/dod-101/sys/ac/row/mig-27.htm>



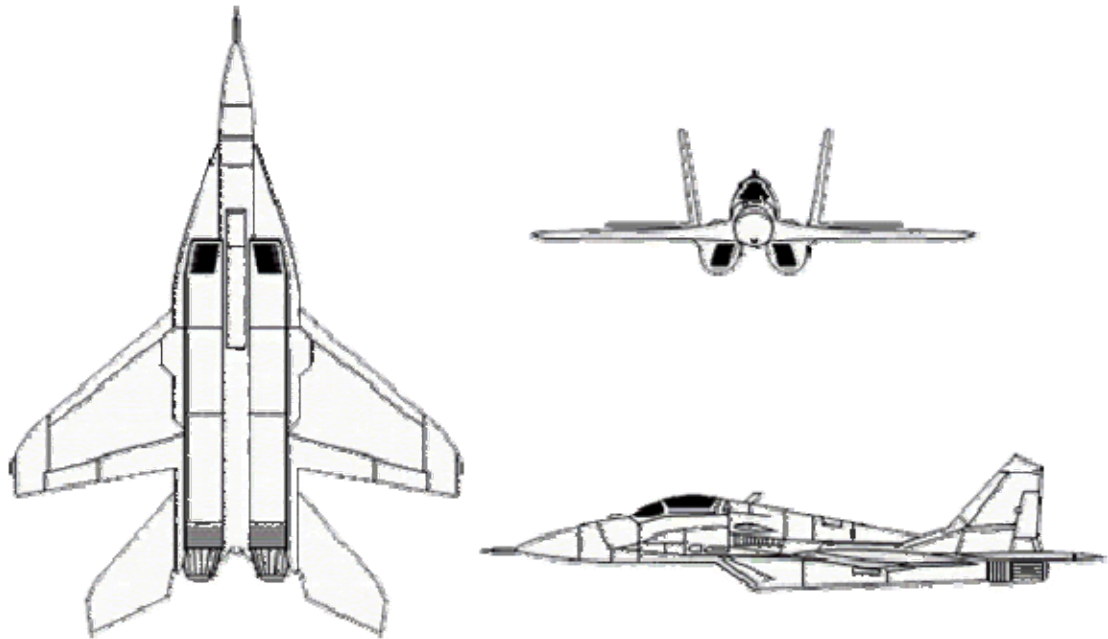
Lähde: <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/ac/row/su-24.htm>



Lähde: <http://www.fas.org/nuke/guide/russia/airdef/su-27.htm>



Lähde: <http://www.globalsecurity.org/military/world/russia/su-34-pics.htm>



Lähde: <http://www.globalsecurity.org/military/world/russia/mig-29-pics.htm>