

Självständigt arbete militärteknik (15 poäng)

Författare	Program/Kurs
Johanna Nilsson	OP 08-11/ SA VT 2011
Handledare	
Pernilla Foyer	Antal ord:
	10 270
Utveckling av flygtaktiken för att möta det nya hotet	
<p><u>Sammanfattning:</u> Vid deltagande i internationella insatser kan Flygvapnet komma att möta nya typer av hot som Flygvapnet tidigare inte stött på, vilket medför att en anpassning eller förändring av flygtaktiken är en förutsättning för att undvika flygplansskador. 2000-talets lättviktsflygplan medför en skyddsnivå på flygplanen som är låg och motståndaren kan påverka materialet samt konstruktionen i flygplanen genom beskjutning med finkalibriga projektiler.</p> <p>Syftet med uppsatsen är att analysera hur den nya hotbilden skiljer sig från vad Flygvapnet ställs inför nationellt samt analysera hur finkalibrig eld påverkar kompositmaterial och hur det i sig påverkar flygtaktiken.</p> <p>Inledningsvis utgår jag i uppsatsen från en beskrivande metod av empirin i syfte att läsaren skall få förståelse samt bakgrund inom de belysta ämnena för att förstå det som senare diskuteras i uppsatsen. Därefter övergår uppsatsen till en hotbildsanalys i syfte att senare diskutera och dra slutsatser om hur flygtaktiken bör anpassas för internationella insatser.</p> <p>I slutsatsen har jag kommit fram till att finkalibrig elds påverkan på kompositmaterial är mycket effektiv vilket innebär att projektilen slår igenom och deformerar materialet. Vidare diskuteras alternativ till genomförande av start och landning för att minska exponeringstiden och undvika att motståndaren kan påverka flygplanen.</p> <p><u>Nyckelord:</u> Kompositmaterial, Finkalibrig eld, flygtaktik vid start/landning.</p>	

Development of air tactic in aim to meet the new type of threat

Abstract:

While participating in international missions, the Swedish Air force may encounter new kinds of threats. This result in a needed adaptation or change in flight tactics to avoid aircraft damage. The light weight plans of the 21th century have a low degree of protection and the opponent can affect the material and construction with small arms.

The purposes of this essay is to analyze how the new threats differ from what the Swedish Air force faces on a national level, and also analyze how small arms affects composite and in turn affects the flight tactics.

I have initially used a descriptive method of the empiri and thereafter I used an analytic method in order to later on discuss and finding a conclusion on how the flight tactics need to be adapted and changed for international missions.

In the conclusion I found that low caliber fire affects the composite material in a high degree, which means that the projectile will deform, disfigure and go straight through the material. I also discuss alternatives for the takeoff and landing procedures in a way that will reduce the exposure time and avoid the affects that the opponents can make on the aircraft.

Key words: Composite material, small arms, air tactic in takeoff and landing procedures.

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	4
-------------------------	----------

1.1 Bakgrund	4
1.2 Syfte	4
1.3 Problemformulering	5
1.4 Frågeställning	5
1.5 Metod och teori	6
1.6 Material	6
1.7 Disposition	7
1.8 Avgränsning	7
1.9 Tidigare forskning	8
1.10 Källkritik	9
2 Empiri.....	11
2.1 Centrala begrepp	11
2.1.1 Verkan	11
2.1.2 Stridsdel.....	11
2.2 Överlevnad och sårbarhet.....	11
2.3 Kompositmaterial	14
2.3.1 Vad är en komposit?.....	14
2.3.2 Varför används kompositer?	14
2.3.3 Uppbyggnad	15
2.3.4 De vanligaste fibertyperna i flygplanskonstruktioner	17
2.3.5 För- och nackdelar med fiberkompositer	18
2.4 Finkalibrig eld	19
2.4.1 Hur påverkas kompositmaterialet av finkalibrig eld?	20
2.5 Flygbaser	21
2.5.1 Skydd av basfunktioner	21
2.5.2 Utformning av flygbaser	23
2.5.3 Tillgänglighet med JAS 39 Gripen.....	25
2.5.4 Start och landning.....	25
2.5.5 När kan motståndaren påverka flygplanen med finkalibrig eld?	26
3 Diskussion.....	27
3.1 Slutsats	33
4 Svar på frågeställning	34
5 Avslutning	35
5.1 Sammanfattning	35
5.2 Vidare forskning.....	35
6 Litteratur och källförteckning	37
6.1 Litteratur.....	37
6.2 Rapporter	38
6.3 Internetkällor	38
6.4 Övrigt	39
Bilaga 1	40

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I början av april 2011 beslutades det att en styrka med JAS 39 Gripen skulle sättas in för att hjälpa till med vidmakthållandet av den upprättade flygförbudszone som FN:s säkerhetsråd beslutat att sätta upp i Libyen.¹ Ett TP 84 Herkules samt ett spaningsflygplan finns på plats för att bistå med lufttankningsmöjligheter och informationsinhämtning.² Det svenska stridsflygplanet JAS 39 Gripen genomför nu sitt första skarpa internationella uppdrag. En insats som sätter både flygplan, utrustning och personal på prov.

Internationella insatser med stridsflyg för svensk del påbörjades redan då *Frivilliga svenska flygflottiljen* F 19 sattes upp i Finland 1939 till 1940³ i syfte att stödja landet under finska vinterkriget. Vidare har även Flygvapnet deltagit i strider under FN:s räkning i Kongo, mellan åren 1961 och 1963 då F 22 Kongo sattes upp med flygplanen J 29 Tunnan och S 29 Tunnan.⁴

Medverkan i internationella insatser medför hot mot Försvarsmakten och Flygvapnet som inte liknar det som finns nationellt. En ny hotbild och miljö som flygplan med personal skall anpassa sig till vilket kan innebära att skador och haverier av flygplan kan förekomma.

Beroende på vilket land insatsen är stationerad i kan flygbasen både vara en militärbas och en civil flygplats som kan medföra olika säkerhets och skyddsnivåer. Säkerheten på och runt om flygbaser internationellt ansvaras oftast av värdnationen och har inte alltid den skyddsnivå som en flygbas i Sverige har, vilket innefattas av luftvärn och flygbassäkerhet. Internationella insatser innebär nya hot och skarpa situationer där flygplan samt dess innehållande tekniska system testas och ger svar på om Flygvapnet och Försvarsmakten har vad som krävs.

1.2 Syfte

Syftet med uppsatsen är att analysera hur hotbilden som kan förekomma i internationella insatser skiljer sig från de miljöer och uppgifter som Flygvapnet ställs inför nationellt. Även en analys av kompositmaterial och hur finkalibrig eld påverkar detta material. Materialet i uppsatsen används som ett exempel i syfte att senare i uppsatsen diskutera hur det går att undvika denna typ av skada.

¹ FN Resolution 1973

² <http://www.forsvarsmakten.se/sv/Internationella-insatser/Libyen-UP/> 2011-05-26 23:04

³ Smedberg, *Om luftkriget* s. 144-145

⁴ *Ibid*, s. 212-213

1.3 Problemformulering

Dagens svenska Försvarsmakt med inriktning av ett insatsförsvaret skiljer sig ifrån det tidigare invasionsförsvaret som togs bort under 1996, både ur ett taktiskt och ur ett tekniskt perspektiv. Skillnaden på invasionsförsvarets uppgifter, som var att skydda den svenska gränsen och hävda vår territoriella integritet, skiljer sig från vad Försvarsmakten i dagens insatsförsvaret skall lösa. Försvarsmakten verkar aktivt internationellt och med ett fokus på att lösa uppgifter långt bortom Sveriges gränser vilket innebär risker både säkerhetsmässigt, effekt- och konsekvensmässigt. Dåtidens utrustning, materielsystem och flygplan var anpassade för att verka i en svensk miljö alltifrån kalla stränga vintrar uppe i norr till regniga, blåsiga och varma somrar i söder.⁵

Dagens insatsförsvaret kräver bl.a. hög säkerhet, taktiskt och tekniskt kunnig personal, men framförallt utrustning och materielsystem som är anpassade för att fungera samt verka i den miljön som insatsen kräver så Försvarsmakten kan lösa ut de givna uppgifterna.

Säkerheten på och runt flygbaser internationellt skiljer sig ifrån den svenska säkerheten som finns på flygflottiljerna. Utomlands kan motståndaren befinna sig på andra sidan staketet och verka mot flygföretag redan vid start eller landning. Försvarsmakten kan inte förvänta sig att den säkerhet som finns nationellt skall finnas internationellt.

För att undvika att flygplan tar skada bör flygtaktiken utvecklas och förändras för att kunna utnyttja den effekt som flygföretag, även med moderna kompositflygplan kan ge för att nå det högre uppsatta målet. En förändring av in- och utflygning från flygbaser skulle kunna vara den taktikanpassning som krävs för att undvika att det hot som kan finnas utanför basens gränser kan verka mot flygplanen.

Det är en ny form av krigföring och sätt att verka på som Försvarsmakten ställs inför internationellt, som kommer att bli allt mer vanligt om riksdagen beslutar om att använda Flygvapnet internationellt.

1.4 Frågeställning

Hur bör svensk flygtaktik anpassas för att möta den hotbild som kan finnas vid internationella insatser?

⁵ Andersson, L. *Svenska flygbaser*, s. 24

1.5 Metod och teori

För att besvara frågeställningen används inledningsvis en *beskrivande metod*⁶ för att läsaren skall få förståelse för kompositmaterial, finkalibrig eld, flygbaser samt genomförandet av start och landning, i syfte att förstå min diskussion senare i uppsatsen. Efter den beskrivande delen övergår uppsatsen i en *hotbildsanalys* av den nya hotbilden och hur den skiljer sig från den gamla.

Användandet av denna typ av metod innebär att jag som författare måste ha relevant fakta som kopplar till det jag senare i uppsatsen diskuterar.

Nackdelen med att använda mig av en hotbildsanalys för att beskriva den hotbild som Flygvapnet kan komma att stöta på internationellt är bristen på relevant litteratur som belyser ämnet.

Militärtekniken syftar till att analysera tekniker och den militära nyttan som kan uppnås. Kompositmaterial har många fördelar men måste användas med vissa taktiska anpassningar.

Valet av textanalys i uppsatsen är den kvalitativa metoden. Vilket innebär en granskning och noggrann läsning av textens delar, helhet och kontexten för att ta fram det viktiga och väsentliga innehållet.

Nackdelen med denna typ av metod vid textanalys kan vara att jag går miste om relevant fakta som kan finnas i annan litteratur som inte behandlas.

1.6 Material

Det huvudsakliga empiriska materialet som används i uppsatsen är litteraturen *The fundamentals of aircraft combat survivability analysis and design*⁷ som beskriver ett flygplans överlevnadsförmåga, sårbarhet och känslighet utifrån den hotmiljön som ett flygplan kan stöta på. Boken utgår ifrån amerikanska flygplansmodeller och analyserar utveckling av stridsflygplan och dess påverkan av olika hot.

Annan huvudlitteratur som används i uppsatsen är *Lärobok i militärteknik* (LIM) som är en serie av böcker som framtagits under 2000-talet och de behandlar olika ämnesområden inom militärtekniken. De böcker jag använder mig av i serien är *LIM 4 Verkan och skydd*⁸ samt *LIM 5 Farkostteknik*.⁹

⁶ Ejvegård, *Vetenskaplig metod*, s. 32-33

⁷ Ball, R.E, *The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design, Second Edition*.

⁸ Andersson m.fl., *Lärobok i Militärteknik, vol. 4: Verkan och skydd*.

⁹ Bruzelius m.fl. *Lärobok i Militärteknik, vol. 5: Farkostteknik*.

Jag använder mig även av annan litteratur men belyser enbart dessa två i detta kapitel då jag anser dem vara de mest väsentliga.

1.7 Disposition

Uppsatsen är uppdelad i sex kapitel.

Kapitel 1: *Inledningen*, här beskrivs syfte med uppsatsen, problemformuleringen, frågeställning, metod och material för uppsatsen, tidigare forskning inom ämnet samt avgränsning. Inledningen är till för att läsaren skall få kunskap till den valda frågeställningen och problemformuleringen. Syftet, tidigare forskning inom ämnesområdet och avgränsning ger läsaren en inriktning på vad som kommer att behandlas i uppsatsen. Metod och material beskriver hur uppsatsen behandlas samt vilken huvudlitteratur som uppsatsen utgår ifrån.

Kapitel 2: *Empiri*, här beskrivs centrala begrepp i syfte att förklara vad som menas med återkommande begrepp för att läsaren skall kunna förstå vad jag som författare syftar på. I detta kapitel beskrivs även ett flygplans överlevnadsförmåga och sårbarhet, kompositmaterial, finkalibrig eld samt flygbaser. Som senare under kapitel tre kommer att diskuteras.

Kapitel 3: *Diskussion*, där tidigare begrepp och empiri diskuteras för att komma fram till förändringar och utvecklingsmöjligheter för att kunna nå det slutgiltiga målet med uppsatsen.

Kapitel 4: *Svar på frågeställning*, här besvaras den tidigare givna frågeställningen.

Kapitel 5: *Avslutning*, under detta kapitel sammanfattas uppsatsen och här ges förslag på vidare forsknings inom uppsatsens områden.

Kapitel 6: *Litteratur- och källförteckning*, här redovisas samtlig litteratur och källor som används i uppsatsen.

1.8 Avgränsning

I uppsatsen kommer jag enbart att belysa kompositmaterialet som finns på ett flygplans vingar och hur det påverkas av finkalibriga projektiler. Jag tar inte hänsyn till hur materialet påverkas och belastas vid höga hastigheter eller vid kraftiga gravitationsbelastande situationer som flygplanet kan befinna sig i.

Hotbilden som beskrivs och diskuteras i uppsatsen är en av de olika typer av hotbilder som kan förekomma under internationella insatser. Hotet i den beskrivna hotbilden består av *finkalibrig eld* från en *lågtekologisk motståndare* som inte har tillgång till sensorer eller

mörkermedel. Motståndaren kan påverka flygplanen med *handburna vapen* vid *genomförandet av start och landning* från kortändorna på en flygbas.

Jag belyser inte något av de hot som kan finnas vid flygning på hög höjd eller låg höjd, inte heller något om hur motståndaren kan påverka stillastående flygplan inom flygbasens gränser.

Uppsatsen belyses enbart ur ett svenskt taktiskt perspektiv, vilket innebär att jag inte kommer att studera något på andra flygplanstyper eller andra länders flygtaktik vid internationella insatser samt att den enbart belyser flygtaktiken under start- och landningsförfarandet.

Jag förutsätter att läsaren har grundläggande kunskap om Försvarmakten, Flygvapnet samt har viss förståelse för de begrepp och ämnesområden som belyses samt diskuteras i uppsatsen.

1.9 Tidigare forskning

I nuläget finns inga uppsatser skrivna inom ämnet ”nya internationella hotbilder” men det finns däremot FOA (Försvarets forskningsanstalt) och FOI (Totalförsvarets forskningsinstitut) rapporter som behandlar kompositer och flygplansstrukturer samt en uppsats skriven om finkalibrig elds påverkan på olika typer av ballistiska skydd som jag använder för informationsinhämtning för uppsatsen.

FOA rapporten skriven av Fritz Larsson ”*UTVECKLINGSLÄGET BETRÄFFANDE ARMERINGSFIBRER OCH ARMERINGSTEKNIK FÖR POLYMERBASERADE KOMPOSITER* – Konsekvenser för flygplansstrukturer¹⁰” behandlar olika typer av fibrer som man kan använda i kompositer, olika typer av fiberteknik och konsekvenser som det får för flygplansstrukturer. Fritz Larsson har även skrivit en liknande FOA rapport vid namn ”*FRAMSTÄLLNING AV SKADETÅLIGA FLYGPLANSSTRUKTURER*”¹¹ som ger en inblick i olika tillverkningsmetoder vilket menas att beroende på vad kompositmaterialet skall användas till placeras fibrerna på olika sätt för att ge speciella egenskaper.

¹⁰ Larsson, nr 1.

¹¹ Larsson, nr 2.

FOA rapporten skriven av Ola Dickman och Fritz Larsson ”*Termoplast- eller härdplastkompositer i flygplanstillämpningar?*”¹² beskriver och behandlar de olika typerna av kompositer, dess tillverkningsteknik och prestanda som påverkar lastbärande strukturer i ett flygplan.

C-uppsatsen skriven av Jonas Westin ”*Utökat ballistiskt skydd mot finkalibriga projektiler på ytstridsfartyg*”¹³ behandlar olika material som kan förbättra det ballistiska skyddet på befintliga ytstridsfartyg. I uppsatsen diskuteras och dras slutsatser om fiberkompositers förmåga att stå emot finkalibriga projektiler.

Liknande uppsatser som behandlar området flyg och flygsäkerhet är uppsatsen skriven av Angelica Hammarberg ”*Att göra mål – en jämförande studie mellan Flygvapnets och Forsmarks sätt att sätta upp mål för säkerhetsarbete*”¹⁴ som handlar om flygsäkerhet och vikten av att allt fungerar som det ska för att undvika att skador sker varken på flygplanet eller piloten.

Även Jonathan Björnemarks uppsats ”*Armén vs Flygvapnet - Uppföljning och hantering av materiella brister inom den tekniska tjänsten*”¹⁵ är en uppsats som berör mitt ämne. Flygvapnets DA-flyg (Driftstörningsanmälning) är ett uppföljningssystem på individnivå där personalen rapporterar in om något fel uppstått under ex. flygning eller upptäcker något tekniskt problem. All data samlas i en databas där personalen kan ta del av informationen som på det viset kan bidra till att sprida kunskapen vidare så att olyckan inte uppkommer igen. Även denna uppsats, precis som Angelica Hammarbergs, belyser det säkerhetstänk som Flygvapnet måste ha i syfte att organisationen skall fungera så optimalt som möjligt.

1.10 Källkritik

Källorna som används i uppsatsen har genomgått en källkritisk granskning och bedöms vara relevanta samt tillförlitliga. Jag är medveten om att det kan förekomma information som är föråldrad med vissa fel men jag ser inte det som ett problem eller gör källan irrelevant då

¹² Dickman, O., Larsson, F., *Termoplast- eller härdplastkompositer i flygplanskonstruktioner*.

¹³ Westin, *Utökat ballistiskt skydd mot finkalibriga projektiler på ytstridsfartyg*.

¹⁴ Hammarberg, A, *Att göra mål – en jämförande studio mellan Flygvapnets och Forsmarks sätt att sätta upp mål för säkerhetsarbete*.

¹⁵ Björnemark, J, *Armén vs Flygvapnet*.

litteraturer och källorna kompletterar varandra. FOA rapporterna som används i uppsatsen är skrivna och utgivna 1990 vilket medger att vissa kapitel i rapporterna inte är relevanta då andra litteraturer som används i uppsatsen belyser dessa delar ur ett modernare perspektiv.

2 Empiri

2.1 Centrala begrepp

Syftar till att ge läsaren förståelse för begreppen som redovisas nedan och som senare kommer att användas i uppsatsen.

2.1.1 Verkan

I uppsatsen definierar jag verkan som den effekt projektilen med dess stridsdel åstadkommer vid träff av material eller föremål. Doktrinernas definition av verkan skiljer sig åt beroende på om det är luft- eller markoperationer.

I Doktrin för markoperationer beskrivs Verkan enligt följande:

Verkan genom bekämpning och annan påverkan syftar till att reducera motståndarens förmåga och vilja till fortsatt strid så att eget och överordnat mål kan uppnås.¹⁶

I Doktrin för luftoperationer beskrivs Verkan enligt följande:

Verkan syftar till sådan effekt av insats att motståndarens förmåga och vilja till fortsatt strid reduceras så att eget och överordnat mål kan uppnås.¹⁷

2.1.2 Stridsdel

Stridsdelen är kärnan i ett vapensystem som ger verkans effekt i målet. En traditionell indelning av stridsdelar sker utifrån dess olika verkansformer. De olika kategorierna är s.k. konventionella stridsdelar, där stridsdelen utnyttjar penetration, tryck och brand men även NBCR- stridsdelar som benämns massförstörelsevapen. NBCR står för Nukleära, Biologiska, Kemiska och Radiologiska stridsdelar och har fått sitt namn massförstörelsevapen p.g.a. att det ger stor och bitvis okontrollerad verkan vilket kan ge förödande effekter. På senare tid har nya stridsdelar utvecklats, ”icke-dödliga” vapen som är vapensystem med graderad verkan där valet av så väl verkansform samt effekt skall kunna vara situationsanpassat. Samt en stridsdel med elektromagnetisk strålning (laser och HPM Högeffekt Pulsade Mikrovågsvapen) för att slå ut elektroniken i materielsystemet.¹⁸

2.2 Överlevnad och sårbarhet

Ett flygplans överlevnadsförmåga och sårbarhet beskrivs i boken ”The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design”¹⁹ som grund för hur känsligt flygplanet är för yttre påverkan. Mer specifikt menas att ett flygplans överlevnadsförmåga i strid beror

¹⁶ Doktrin för markoperationer, s. 67

¹⁷ Doktrin för luftoperationer, s. 77

¹⁸ Andersson m.fl., *Lärobok i Militärteknik, vol. 4: Verkan och skydd*, s. 14

¹⁹ Ball, R.E, *The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design, Second Edition*.

på förmågan som flygplanet har för att undvika och motstå fientlig hotmiljö. Andra påverkande faktorer gällande hur känsligt ett flygplan är för fientlig verkan är flygplanets förmåga att undvika att träffas av projektiler, robotar, exploderande stridsdelar, radar och möte av militära fientliga jaktplan. Ju fler träffar flygplanet får desto känsligare är det mot vidare fientlig verksamhet.²⁰

Min tolkning av litteraturen översätts i en bild (*Bild 1*) som beskriver hur ett flygplans känslighet påverkas av vissa faktorer. Förklarande text finns under bilden.²¹

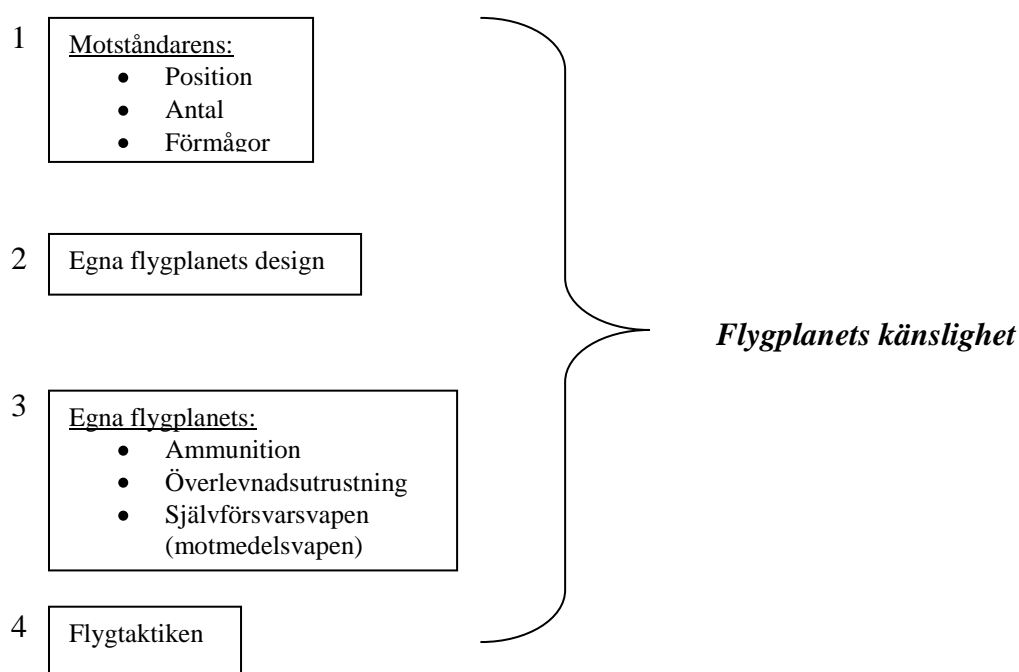


Bild 1. De fyra ingående faktorerna som tillsammans utgör flygplanets känslighet.

Motståndarens förmåga att verka mot flygplanet beror på från vilken position de avfyrar sina vapen, antalet vapen som avfyras samt förmågor som vapnet kan ha (*Bild 1*, Ruta 1). Det kan innebära alltifrån finkalibriga-, mellan- och grovkalibriga projektiler samt robotar med guidning och målsökare. Andra inverkanse faktorer är hur det egna flygplanet är utformat och designat (*Bild 1*, Ruta 2), vilket innebär exempelvis rökfria motorer, radarsignaturen från flygplanet, utstrålningseffekt från flygplanets egen radar för att undvika att motståndaren kan utnyttja den strålningseffekten för lokalisering av flygplanet. Men även användandet av störutrustning och motmedelssystem som kan förhindra verkan samt långräckviddsrobotar för

²⁰ Ball, R.E, *The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design, Second Edition*, s. 1

²¹ *Ibid*, s. 1

att inte befinna sig inom fientligt luftrum och på så vis både undvika upptäckt eller att bli beskjuten (*Bild 1*, Ruta 3).²²

Det är inte bara fysiska faktorer som kan påverka ett flygplans känslighet och överlevnadsförmåga utan en förändring i taktiken kan ge effekt (*Bild 1*, Ruta 4). Flyga på höga höjder, använda sig av terrängen som maskering, flyga på låg höjd både för att undvika upptäckt på radar men även visuellt är exempel på taktiska anpassningar för att minska fientligt verkan.²³

I boken beskrivs även ett flygplans förmåga att motstå fientlig verkan som ett mått på hur sårbart flygplanet är.

Min tolkning av litteraturen beskrivs i en bild (*Bild 2*) om de påverkande faktorerna, utifrån boken gällande ett flygplans sårbarhet.²⁴

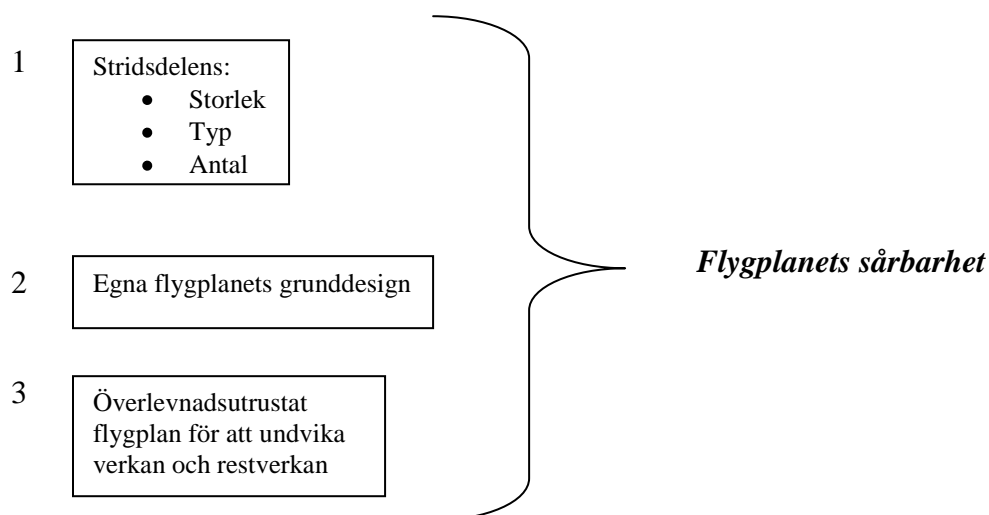


Bild 2. De tre ingående faktorer som påverkar ett flygplans sårbarhet.

Vilket innebär att storleken på stridsdelen, vilken typ av stridsdel samt antalet direktträffar påverkar flygplanet olika beroende av var i konstruktionen stridsdelen får sin verkan (*Bild 2*, Ruta 1). Om flygplanet är designat på ett sådant vis att grunddesign och placering av känsliga delar exempelvis motorer, bränsletankar och ledningar är separerade från varandra minskar möjligheterna för att flygplanet får förödande skador (*Bild 2*, Ruta 2). Ett ännu säkrare sätt att

²² Ball, R.E, *The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design, Second Edition*, s. 1

²³ Ibid, s. 1

²⁴ Ibid, s. 1-2

undvika haveri kan uppnås genom att utrusta flygplanet på så vis att restverkan av stridsdelen inte medför en förödande konsekvens (*Bild 2, Ruta 3*).²⁵

Överlevnadsförmåga enligt LIM 4²⁶ bygger på att ha ett så redundant system som möjligt men även en god omvärldsuppfattning, hög hastighet och manöverbarhet, telemotmedel samt egenskaper att kunna ta sig fram i lufthavet utan att bli upptäckt, även kallat stealth/smygförmåga ger fördelaktig bättre överlevnadsförmåga. En annan inverkan är den mänskliga faktorn och dess påverkan på överlevnadsförmågan, där det trots allt är piloten som tar det slutgiltiga beslutet om hur han/hon väljer att manövrera flygplanet. Samspelet mellan den mänskliga faktorn och flygplanets egen förmåga summeras som den totala överlevnadsförmågan.²⁷

2.3 Kompositmaterial

2.3.1 Vad är en komposit?

En komposit är två material med var för sig helt egna fysikaliska egenskaper som genom samarbete och med bibehållna egenskaper tillsammans bildar ett material med helt andra fysikaliska egenskaper.²⁸

En komposit består av en fiber och en matris. Valet av vilken sorts fiber som skall användas beror på vilka materialegenskaper man vill åstadkomma med kompositen. Exempel på fiber är kol-, glas- och aramidfiber. Matrisen som är den andra ingående delen i en komposit är ett bindemedel gjort av plast som har till uppgift att skydda, hålla fibrerna på plats och överföra lasten mellan dem.²⁹

2.3.2 Varför används kompositer?

Valet att använda kompositmaterial i flygplanskonstruktioner beror på flertalet olika anledningar. Några av dessa anledningar är materialets goda prestanda kopplat till utvecklingskostnad i jämförelse med tidigare material i flygplanskonstruktioner. Valet att använda sig av polymerbaserade (plastbaserad) fiberkompositer istället för lättmetallegeringar

²⁵ Ball, R.E, *The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design, Second Edition*, s. 1

²⁶ Andersson m.fl., *Lärobok i Militärteknik, vol. 4: Verkan och skydd*.

²⁷ *Ibid*, s. 258-259

²⁸ Utbildningsmaterial Exova.

²⁹ Larsson, nr 2 (se litteraturlista) s. 5

i stridsflygplan beror på att kompositter ger bättre hållfasthetsegenskaper (bärlighet) både ur ett statistiskt perspektiv och i utmattning.³⁰

Andra inverkanse faktorer som viktvinster på de bärande strukturerna kan innebära att flygplanet istället kan utnyttja vinsten av viktreduceringen på något annat behov exempelvis utrusta det med ytterligare motmedelssystem som tidigare inte varit applicerbara p.g.a. dess vikt. Viktminskningen av konstruktioner kan även ge effekt genom minskad bränsleförbrukning vilket medför att flygplanen kan utöka flygtid, räckvidd samt lasten på flygplanet som ger möjligheter till att genomföra effektivare uppdragslösningar eller andra typer av uppdrag.³¹

Materialet har andra goda egenskaper och fördelar relaterat till flygplan i tjänst, då det har god utmattningshållfasthet (försvagning, återkommande/ständig belastning) som innebär att flygplansskrovet har en längre livslängd p.g.a. att det är ett material som är både styvt och starkt som tål hög belastning samt är ett reparerbart material som ger fördelar vid krigsreparationer i jämförelse med metallmaterial.³²

2.3.3 Uppbyggnad

Kompositmaterial är fortfarande ett växande material på marknaden och är ett ledande material för dagens och framtidens lättviktskonstruktioner.³³ Marknaden inom kompositter sträcker sig från rymd-, flyg- och fartygsindustrin till bärande brokonstruktioner och bilindustrin.³⁴

Beroende på var i och vad för konstruktion materialet skall användas till eller kan tänkas utsättas för ur belastningssynpunkt används olika typer av kompositter, då dess egenskaper varierande beroende på materialets ingående delar (fibertyp och matris) och dess struktur. En kompositts egenskaper beror främst på *fiberegenskaper*, *matrisegenskaper*, *fibervolym* och *fiberorientering*.³⁵

Fiberegenskaper innebär vilken typ av fiber som används och kan vara bl.a. glas-, kol- eller aramidfiber. Vardera typen av fiber har sina specifika egenskaper.³⁶

Matrisegenskaper är de olika egenskaperna som matriserna kan ha. Viktiga egenskaper som eftersträvas hos matrismaterialet i en komposit är vidhäftningsegenskaper, seghet, mekaniska

³⁰ Larsson, nr 1 (se litteraturlista) s. 5

³¹ Utbildningsmaterial Exova.

³² Ibid.

³³ Åström, *Manufacturing of Polymer Composites*, s. 11 ff.

³⁴ Ibid, s. 15,21,25

³⁵ Utbildningsmaterial Exova.

³⁶ Ibid

egenskaper (hur materialet påverkas och reagerar vid olika typer av belastning) samt beständigheter mot miljö som innebär regn, sol, värme, kyla m.m. Fibervolym är storleken på fibrerna som kan variera beroende på val av egenskap samt tillverkning. Fiberorientering är valet av hur fibrerna i kompositen är placerade i materialet. Fibrerna kan vara orienterade som tejp eller väv, vilket innebär att de ligger sida vid sida längs med varandra som de gör i tejp eller att de ligger i två riktningar tvärs emot varandra som i väv (se *bild 3*).³⁷

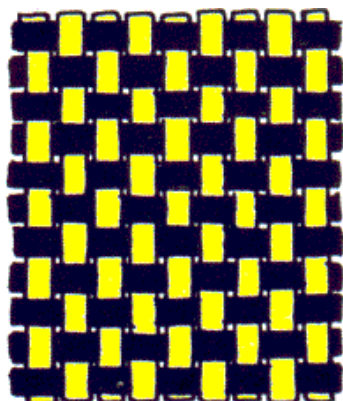


Bild 3 Exempel på en fiberväv.³⁸

Det finns en mängd olika konstruktioner för fibervävar beroende på krav på avvägning mellan lastbärande förmåga i vävens båda huvudriktningar, funktion i form av statisk lastupptagning respektive ballistiskt skydd. En nackdel med vävd komposit är att det får sämre mekaniska egenskaper med hänsyn till drag- och tryckbrottgräns (gränsen till då materialet deformeras och går av) jämfört med en komposit med riktade skikt p.g.a. att fibrerna korsar varandra och klarar på så vis inte av att hålla emot då det är färre antal fibrer som ligger i dragriktningen än vad det gör i en tejp där fibrerna ligger rätlinjiga. Då hög prestanda eftersträvas används därför inte vävda material.³⁹

För att förbättra en komposits mekaniska egenskaper kan användandet av en hybrid vara en lösning. Detta innebär att två eller flera olika slags fibrer används blandat tillsammans med matrisen och kan då förändra en komposits mekaniska egenskaper. Exempel på hybrider är

³⁷ Utbildningsmaterial Exova.

³⁸ Ibid.

³⁹ Larsson, nr 1 (se litteraturlista) s. 25

aramidfiberkomposit med inblandning av kolfiber som ger till resultat en förhöjd tryckbrottsgräns.⁴⁰

Ett annat alternativt är att använda sig av kolfiber med tillsats av glasfiber som ger en förhöjd brottöjning (så mycket man kan töja ett material innan det går av). Användandet av hybrider kan ge lättare flygplansstrukturer då välavvägda mekaniska egenskaper kan uppfyllas samtidigt som fiberspecifika egenskaper kan kombineras.⁴¹

För att öka ett flygplansskrovs skadetålighet gjort av polymerbaserade fiberkomposit är translaminär armering (rör sig mellan flera skikt) att föredra då det visat sig vara bättre gällande höghastighetsskador med metoden stygnbondning. Stygnbondning innebär att sömnad direkt sker i en uppläggning av riktade armeringsskikt vilket ger en hög täthet och en fördubblad tryckbrottsgräns efter låghastighetsskada samt har också visat sig stå bra emot skottskador.⁴²

De olika teknikerna som har redovisats ovan är några av de sätt på hur man kan lägga/tillverka kompositmaterial. I många flygplanskonstruktioner används olika typer av material och tekniker beroende på vad materialet skall användas till.

2.3.4 De vanligaste fibertyperna i flygplanskonstruktioner

Valet av fibertyp beror på vilka egenskaper som man vill åstadkomma. Nedan beskrivs tre vanliga fibertyper som används i flygplanskonstruktioner och dess specifika egenskaper.

Kolfiber

Materialet används nästa uteslutande i krävande tillämpningar (där materialet/konstruktionen utsätts för hög belastning) i stridsflygplanskonstruktioner. Fibrerna ger inte bara god hållfasthet (bärighet) och styvhet utan är också bra ur ett reparationsperspektiv då det har god förmåga att släppa igenom röntgen som används som en av alla de olika oförstörande proverna som kan genomföras på materialet för att kunna bedöma om materialet är skadat eller ej. Det har även goda utmattningsegenskaper och finns i olika kvaliteter.⁴³

⁴⁰ Larsson, nr 1 (se litteraturlista), s. 27

⁴¹ Ibid, s. 27

⁴² Larsson, nr 2 (se litteraturlista) s. 6

⁴³ Åström, *Manufacturing of Polymer Composites*, s 25

Upp till 30 % av det svenska stridsflygplanet JAS 39 Gripen's strukturvikt består av polymer (plast) komposit. Ett exempel på en kolfiberkomposittillverkad konstruktion är vingarna på det svenska JAS 39 Gripen.⁴⁴

Glasfiber

Används idag i många olika konstruktioner. Glasfiberarmerad plast är vanligt i båtskrov och i flygplanskonstruktioner som exempelvis delar av vingar, luckor, motordelar m.m., p.g.a. att glasfiber har hög draghållfasthet då materialet är starkt, segt och mycket styvt. Det är även bra att använda i material som kräver flexibilitet samt styrka och är ett material med relativt lågt pris.⁴⁵

Glasfiber har attraktiva termiska egenskaper (isolerar från kyla eller leda bort värme) samt har god förmåga att fungera som elektrisk isolator (isolerar materialet från att leda elektrisk ström, förhindrar kortslutning samt förhindrar strömmar mellan elektriska ledningar).⁴⁶

Aramidfiber

Denna fibertyp är en organisk fiber som har hög specifik draghållfasthet och styvhet vilket är bra i lastbärande konstruktioner till flygplan. Den har god slagåtlighet (hur mycket materialet klarar av att stå emot innan det deformeras) och utmattningsegenskaper vilket kan ge en ökad livslängd på kompositmaterialet samt att det är en fiber som har goda elektriska och brandsäkra fördelar.⁴⁷

Fiber används oftast som armering och har större förmåga per viktsenhet att absorbera energi från låghastighetsstötar än vad andra kompositer har.⁴⁸ Dock är det en relativt dyr fiber.⁴⁹

2.3.5 För- och nackdelar med fiberkompositer

I boken LIM 5 finns följande *Tabell 1* som beskriver för- och nackdelar med kompositmaterial.

⁴⁴ Ibid, s. 25

⁴⁵ Utbildningsmaterial Exova.

⁴⁶ Ibid.

⁴⁷ Ibid.

⁴⁸ Larsson, nr 1 (se litteraturlista) s. 16

⁴⁹ Utbildningsmaterial Exova.

Fördelar	Nackdelar
<ul style="list-style-type: none"> • Man bygger materialet själv 	<ul style="list-style-type: none"> • Ungt material
<ul style="list-style-type: none"> • Kan ge mycket hög specifik styrka 	<ul style="list-style-type: none"> • Kan ”hitta på” [sic] massor av sätt att gå sönder på
<ul style="list-style-type: none"> • Kan ge mycket hög specifik styvhet 	<ul style="list-style-type: none"> • Svårt att bulta
<ul style="list-style-type: none"> • Kan ha mycket hög formbarhet 	<ul style="list-style-type: none"> • Känsligt för punktbelastning
	<ul style="list-style-type: none"> • Känsligt för tillverkningsmetod

2.4 Finkalibrig eld

Finkalibrig eld är verkan från finkalibriga projektiler som främst används för bekämpning av fientliga styrkor eller dess material. Ordet projektil benämns i boken LIM 4 *Verkan och skydd*⁵¹ som ”en kropp som skjuts ut från ett vapen eller som kastas med ett vapen”.

Ett exempel på en projektil är en pil som skjuts ifrån en båge. Boken refererar även projektiler som penetratorer som accelereras upp för att nå sin banhastighet genom att de skjuts iväg från eldrör eller med hjälp av en raket. Kraven som ställs på projektilen är att den:⁵²

- Skall klara av att ge god verkan i målet
- Måste klara av den belastning som påverkar projektilen vid utskjutning
- Projektilen skall upprätthålla en stabil gång för att kunna nå slutmålet
- Att den inte skall påverkas allt för mycket av luftmotståndet.

Indelningen av projektilerna sker beroende på storleken av projektilen, även kallat kaliber. Kalibergrupperna är fin-, mellan- och grovkalibriga som delas in efter storleksordning enligt följande:⁵³

- Finkalibriga projektiler har en kaliber < 20 mm.
- Mellankalibriga projektiler har en kaliber mellan 20-60 mm
- Grovkalibriga projektiler har en kaliber > 60 mm.

⁵⁰ Bruzelius m.fl. *Lärobok i Militärteknik, vol. 5: Farkostteknik* s. 62

⁵¹ Andersson m.fl. *Lärobok i Militärteknik, vol. 4: Verkan och skydd*.

⁵² Ibid, s. 27

⁵³ Ibid, s. 27

Finkalibriga projektiler används i vapen, allt mellan pistoler till tunga kulsprutor och är gjorda för att verka mot olika mål. De mindre kalibrarna är menade att användas mot trupp, medan de större kalibrerna inom finkalibrigt skall användas mot att beskjuta materiel. Delvis beroende av att en större kaliber är tyngre och kommer upp i högre utgångshastigheter vilket resulterar i att projektilen kan färdas en längre sträcka och på så vis nå mål som befinner sig längre bort (>1000 meter) än vad projektiler med mindre kaliber klarar av.⁵⁴

Typ av krut och mängden krut i hylsa som projektilen har påverkar projektilbanan samt materialet som projektilen är tillverkat av. Finkalibriga projektiler är avsedda för att verka mot mål med relativt låg skyddsnivå. Valet av vapen och ammunition anpassas efter målets skyddsnivå samt vilken verkan som önskas. Olika typer av finkalibriga projektiler förekommer och beroende på vilken verkanseffekt som ska åstadkommas kan valet av ammunition påverka målet på olika sätt.⁵⁵

Förutom projektiler med kärnmaterial, som syftar till att slå ut mjuka mål finns även pansarbrytande ammunition med hårda stålkärnor, spårlyusprojektiler som används i syfte att synliggöra projektilbanan samt brand- och sprängprojektiler som kan antända bränsle och ammunition men även ge restverkan i form av splinter på andra känsliga delar i ett materielsystem.⁵⁶

2.4.1 Hur påverkas kompositmaterialet av finkalibrig eld?

Förmågan en finkalibrig projektil har att tränga igenom ett ballistiskt material beror delvis på materialets hårdhet och projektilens hårdhet, hastighet samt geometri.⁵⁷

Att eftersträva hos projektilen är att den skall ha så hög hårdhet att deformationen av projektilen fördröjs under inträngningsfasen.⁵⁸ Ett fiberkompositmaterials hållfasthet ligger i riktning längs med fibern och hållfasthet vid belastning i tvärs riktning (90 grader) är mycket liten. Fiberns förmåga att fånga upp en projektil och bromsa in dess hastighet sker genom att fibrerna följer med projektilens rörelse. Det är därför viktigt ur skyddssynpunkt att ha någon form av hålrum i anslutning till materialets baksida för att fibrerna skall kunna flexa fritt och ta upp projektilens rörelse.⁵⁹

⁵⁴ Andersson m.fl. *Lärobok i Militärteknik, vol. 4: Verkan och skydd*, s. 27

⁵⁵ *Ibid*, s. 28-29

⁵⁶ *Ibid*, 28-29

⁵⁷ Westin, *Utökad ballistiskt skydd för ytstridsfartyg* s. 9

⁵⁸ *Ibid*, s. 9

⁵⁹ *Ibid*, s. 27-28

I ett stridsflygplan där kompositmaterialet är optimerat för lastbärande konstruktioner har materialet dålig förmåga att agera ballistiskt skydd då det har liten möjlighet till att kunna flexa.⁶⁰ Då en inkommande projektil med hög hastighet når fiberkompositen hinner inte fibern i materialet att reagera och det blir då ett genomslag på materialet.⁶¹

Skador som sker på kompositmaterialet går inte alltid att se visuellt utan man kan behöva genomföra oförstörande prover på materialet som exempelvis ultraljud, röntgen m.m. för att kunna upptäcka skadan. Detta innebär begränsningar då det inte alltid är utrustning som klarar av att vistas i vissa miljöförhållanden och ibland krävs laboratoriemiljö.⁶²

2.5 Flygbaser

Fram tills det enmotoriga jetflygplanet J 28 Vampire infördes 1946 använde Flygvapnet propellerflygplan som kunde starta och landa på gräsbeväckta flygfält sommartid som vintertid, med tillägg att man under vintertid landade på isbanor alternativt hade skidor istället för hjul monterade för att underlätta landning på snö. Något som inte kan användas med dagens högteknologiska flygplan med jetmotorer.⁶³ Det krävs idag långa vidsträckta start- och landningsbanor som är preparerade, släta, hårda och välskötta för att undvika att ett flygplan skall ta skada eller havererar.

Tillgängligheten som äldre flygplan medgav som akut start och landningar på gräsfält gav en stor fördel gentemot dagens läge.⁶⁴ Dagens stridsflygplan kan helt enkelt inte landa eller starta var som helst vilket ger begränsningar i tillgänglighet och för det taktiska uppträdandet, men också stora möjligheter för motståndaren att påverka samt förhindra flygföretag att verka med sina teknologiska flygplan och utrustning.

2.5.1 Skydd av basfunktioner

Definitionen av skydd ur Doktrinen för luftoperationer:

Skydd syftar till att, genom såväl tekniska som taktiska, passiva och aktiva åtgärder, skapa förutsättningar för ökad överlevnad, uthållighet och möjligheter till verkan, så att eget och överordnat mål kan uppnås.⁶⁵

⁶⁰ Westin, *Utökad ballistiskt skydd för ytstridsfartyg*, s. 28

⁶¹ Ibid, s. 27

⁶² Utbildningsmaterial Exova.

⁶³ Andersson, L. *Svenska flygbaser*, s. 29-30

⁶⁴ Ibid, s. 29-30

⁶⁵ *Doktrin för luftoperationer*, s.79

Skydd kan utgöras på många olika sätt. Det kan vara genom att sprida ut förbandets olika ingående delar för att motståndarens verkan inte skall slå ut alla funktioner på en och samma gång.⁶⁶

Andra sätt att skydda sig på kan vara maskering av utrustning och anläggningar, utnyttja terrängen, ha ett rörligt försvar och rörliga anläggningar, ha bra underrättelseinformation om motståndaren, men framförallt försvar av det basområde som basfunktionerna har hand om. Det innefattas av försvar av flygplatsområdet mot marktrupper i syfte att de enheter som är operativa skall kunna verka för att ha en fungerade flygverksamhet.⁶⁷

Skydd och säkerhet av flygplats samt området runt om ansvaras nationellt av egna styrkor som kan verka mot den inkommande fientliga verksamheten så långt ifrån flygplatsen som möjligt i syfte att förhindra att något tar skada eller slås ut. Under internationella insatser är det oftast inte svenska Försvarsmakten själva som ansvarar för säkerhet och skyddet av flygbasen utan detta tas omhand av andra länder som inte alltid har den säkerhet som Försvarsmakten har nationellt.

Skydd beskrivet ur skyddslöken (se *bild 4*) innebär att man skall vidta åtgärder i ett så tidigt skede som möjligt för att minimera den fientliga verkan. Skydd ur skyddslökens perspektiv innebär att man i ett så tidigt skede som möjligt skall kunna upptäcka, lokalisera och identifiera motståndaren, vilket kan i detta fall kan göras med hjälp av sensorer som markradar eller flygburen radar samt signalspaning.⁶⁸

Den senare behandlade informationen från sensorer m.m. används för lokalisering av målen med de vapensystem som används för att motverka fientlig verksamhet, träff eller verkan och kan exempelvis vara luftvärnspjäser som kan beskjuta de inkommande flygplanen.⁶⁹

För att förhindra fientlig träff och verkan kan utrustning, system och fortifikationer skyddas genom maskering och utspridning av förbandets olika funktioner. Utspridning sker i syfte att förhindra att samtliga funktioner slås ut samtidigt.⁷⁰ Andra alternativ kan vara att använda sig av bergrum, underjordiska hangarer eller låta systemen och funktioner ha rörlighetsförmåga i syfte att snabbt kunna förflytta dem till säker plats.

..

⁶⁶ Doktrin för luftoperationer, s. 80, 109

⁶⁷ Ibid, s. 80, 109

⁶⁸ Andersson m.fl., *Lärobok i Militärteknik, vol. 4: Verkan och skydd*, s. 15

⁶⁹ Ibid, s. 15

⁷⁰ Doktrin för luftoperationer, s. 80.

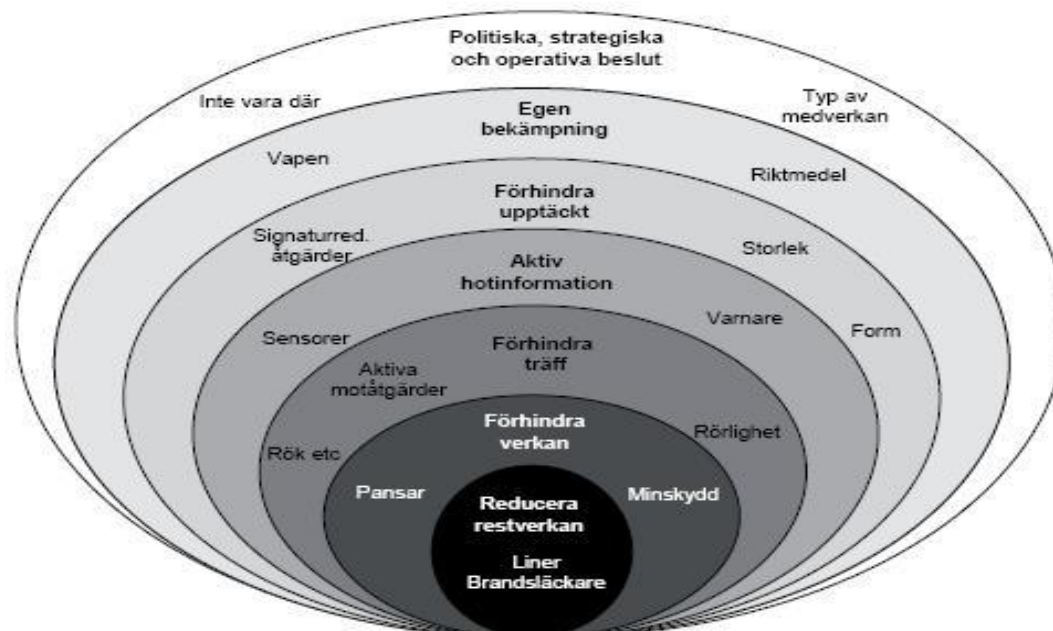


Bild 4 Skyddslöken⁷¹

Uppsatsen behandlar de delar i skyddslöken som avser ”**förhindra träff**” samt ”**förhindra verkan**”.

2.5.2 Utformning av flygbaser

Utformningen av nationella flygbaser har sett olika ut beroende på hotbilden och har genom åren utvecklats från gräsflygfält till hårdgjorda banor inhägnade med stängsel.

Under 1950-talet uppkom de första taktiska tankarna om att utnyttja reservflygbaser för start och landning av flygplan. Redan befintliga vägar skulle användas som banor och skulle prepareras för att användas om nöden krävde. Reservflygbaserna tillhörande närliggande flygflottilj kunna sättas i bruk om huvudbasens användbarhet var helt eller delvis begränsad och endast den nödvändigaste utrustningen för att få flygplanen i luften skulle medföras till platsen.⁷²

Flygbanor utgör måltavlor för motståndaren och en träff av banan skulle troligtvis medföra att den då blir obrukbar. Att då ha flygplan som är banberoende ger begränsningar i användandet av flygstridskrafterna.⁷³

I boken Svenska flygbaser⁷⁴ anses 2000-talets nya hotbild medföra vissa förbättringsåtgärder gällande basutveckling, skydd och säkerhet av flygbaser i syfte att klara av att möta fientligt motstånd utan att samtliga funktioner slås ut samtidigt.⁷⁵

⁷¹ Andersson m.fl., *Lärobok i Militärteknik, vol. 4: Verkan och skydd*, s. 15

⁷² Andersson, L. *Svenska flygbaser*, s. 29-30

⁷³ Andersson m.fl., *Lärobok i Militärteknik, vol. 4: Verkan och skydd*, s. 71-72

Åtgärderna som beskrivs för taktiska flygstridskrafter är bl.a. att utveckla ett stort antal korta banor i syfte att ha större utbud och valmöjligheter för genomförandet av start och landning. Detta kan även innebära användning av andra hårdgjorda ytor som exempelvis vägbanor, öppna asfaltsytor eller stora parkeringar.⁷⁶

Andra sätt som exemplifieras är ytterligare utspridning och rörlighet på väsentliga resurser för att undvika att nyckelfunktioner i Flygvapnet slås ut. Utveckla en förbättrad ledningsförmåga samt samverka med markförband i syfte att ha ett förbättrat försvar av marken på och i närområdet av basen.⁷⁷

Andra möjligheter till överlevnadsförmåga för en flygbas anses vara flygplan som inte är beroende av banor utan kan genomföra start och landning vertikalt, vilket utökar flexibiliteten för användandet av flygstridskrafter och dess taktik.⁷⁸

Detsamma gäller internationellt där utspridning av funktioner ses som en fördel för att undvika att något kommer till skada. Flygbaserna i Europa är oftast placerad i områden nära storstäder och är en stor del av ett lands vitala militära tillgångar.⁷⁹ Oftast utgångsgrupperar samtliga länder på en och samma flygbas vid internationella insatser vilket har både för- och nackdelar. Att snabbt kunna utbyta information, genomföra operationer tillsammans redan från start samt hjälpa varandra ses som fördelar men problem kan uppstå då flygbasen kan ses som ett stort effektivt mål för motståndaren då samtliga länders stridsflygplan befinner sig på ett och samma område.

Uppbyggnaden av flygplatsen utgår ifrån banan och därefter är byggnader placerade längs bansträckan. Området runt flygfältet är oftast avgränsat men det betyder inte att motståndaren inte kan verka mot startande eller inkommande stridsflyg (se Bilaga 1).

⁷⁴ Andersson, L. *Svenska flygbaser*.

⁷⁵ *Ibid*, s. 14

⁷⁶ *Ibid*, s. 14

⁷⁷ *Ibid*, s. 14

⁷⁸ Andersson, L. *Svenska flygbaser*, s. 14

⁷⁹ *Ibid*, s. 11, 72

2.5.3 Tillgänglighet med JAS 39 Gripen

Det svenska stridsflygplanet är framtaget för att kunna genomföra start och landning på korta flygbanor eller landsvägar.⁸⁰

Flygplanet har en startsträcka på 400 meter och en landningssträcka på 500 meter,⁸¹ vilket tillsammans med korta klargöringstider och minimal kringutrustning ger en hög tillgänglighet, stora taktiska fördelar och möjligheter att snabbt vara redo för nästa uppdrag.⁸²

2.5.4 Start och landning

Genomförandet av start och landning beror helt på hur situationen kring flygbasen, terrängen och hotbilden ser ut.⁸³

Vid genomförandet av start under normalförhållande dvs. nationellt på flottiljerna skall längsta möjliga banlängd användas med undantag om behovet pekar på annorlunda startförhållanden.⁸⁴ Med detta menas att flygplanet startar i ena banändan och accelererar till det kommer upp i luften istället för att starta på mitten av banan.⁸⁵ Start vid fredsmässiga förhållanden sker säkerhetsmässigt och då flygplanet lämnat banan påbörjas stigning för att nå den givna flyghöjden och hastigheten.⁸⁶

Under en normal inflygning med bra väder och sikt kan piloten svänga upp i landningsriktningen relativt sent (se *bild 5*, fas 3) och genomföra inflygningen rakt in mot landningsbanan (se *bild 5*, fas 4). Under dåliga väderförhållanden krävs en längre flygning i rak bana och någon form av landningshjälpmedel krävs som kan vara t.ex. radio/radarnavigering som kan utgöras av ILS (Instrument Landing System), PAR (Precision Approach Radar) samt MILS (Military ILS). Start och landning kan ske på annorlunda vis om terrängen kräver och kommer inte att behandlas i uppsatsen. Under inflygning och utflygning sker proceduren enligt bilden nedan.⁸⁷

⁸⁰ [http://www.saabgroup.com/en/Air/Gripen-Fighter-System/Gripen-for-Sweden/Background/Gripen-Fact-Sheet-\(in-Swedish\)-\[pdf\]](http://www.saabgroup.com/en/Air/Gripen-Fighter-System/Gripen-for-Sweden/Background/Gripen-Fact-Sheet-(in-Swedish)-[pdf]) 2011-05-06 14:39

⁸¹ <http://www.forsvarsmakten.se/sv/Materiel-och-teknik/Flyg/Stridsflygplan-JAS-39-C/> 2011-05-06 14:47

⁸² [http://www.saabgroup.com/en/Air/Gripen-Fighter-System/Gripen-for-Sweden/Background/Gripen-Fact-Sheet-\(in-Swedish\)-\[pdf\]](http://www.saabgroup.com/en/Air/Gripen-Fighter-System/Gripen-for-Sweden/Background/Gripen-Fact-Sheet-(in-Swedish)-[pdf]) 2011-05-06 14:39

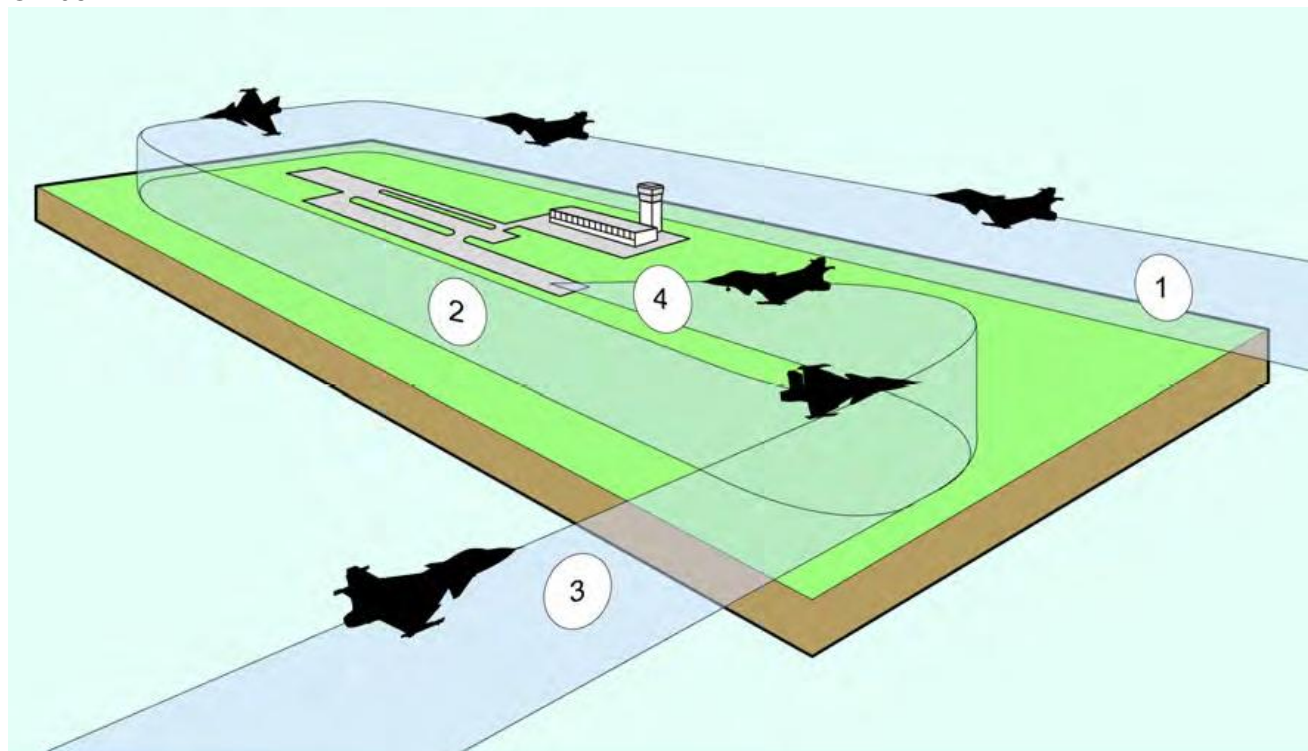
⁸³ Flygoperationell Manual för Försvarmakten Gemensam (FOM-A) s. 138

⁸⁴ Ibid, s. 138

⁸⁵ Sakkunnig Klas Boudrie

⁸⁶ Ibid.

⁸⁷ Ibid.



- 1 Motvindslinje, flygplanet flyger mot vinden parallellt med flygbanan.
- 2 Medvindslinje, flygplanet svänger upp, flyger med vinden parallellt med flygbanan.
- 3 Baslinje, vid en annan typ av inflygning kan flygplanet komma inflygandes som bilden visar för att gå direkt till finalen.
- 4 Final, flygplanet går in för landning dvs. minskar höjden och påbörjar landningsförfarandet.

Bild 5. Illustrerar landningens olika faser vid ett normalt landningsförförande.⁸⁸

2.5.5 När kan motståndaren påverka flygplanen med finkalibrig eld?

Motståndaren kan påverka flygplanet då det befinner sig längs flygbasens kortsidor vid start- eller landningsförfarandet. Beroende på flygbasens säkerhet på och runt om platsen kan motståndaren befinna sig inom den finkalibriga eldens räckvidd och kan på så vis verka mot sitt mål. Sannolikheten att motståndaren träffar inkommande flygplan som passerar sidledes är mindre än om flygplanen skulle flyga mot motståndaren då det är svårare att sikta på ett flygplan som rör sig snabbt i sida än ett som rör sig snabbt mot personen i fråga.

⁸⁸ Flygoperationell Manual för Försvarmakten Gemensam (FOM-A) s. 139

3 Diskussion

Ett flygplans överlevnadsförmåga och sårbarhet beror på hur känsligt flygplanet är för yttre påverkan, vilket innebär att delvis beroende på valet av konstruktion och material i flygplanet förändras flygplanets förmåga att motstå olika typer av hot.⁸⁹

Det är inte bara flygplanets möjligheter och begränsningar som avgör hur situationen utvecklas utan även den mänskliga faktorn påverkar läget. Då det är piloten som tar det slutgiltiga beslutet om hur han/hon väljer att agera, vilket går att påverka till viss del men kan vara en felkälla i hur situationen utvecklas och vilka åtgärder som vidtas.⁹⁰

Tillsammans utgör flygplanet och den mänskliga faktorn de faktorer som påverkar ett flygplans känslighet, sårbarhet och överlevnadsförmåga.⁹¹

En flygplanskonstruktion utformat och uppbyggt av kompositmaterial är väldigt känsligt för yttre påverkan, det reducerar flygplanets överlevnadsförmåga samt ökar dess sårbarhet. Faktorer som motståndarens förmågor, det egna flygplanets design, motmedelsutrustning och flygtaktiken är det som tillsammans avgör ett flygplans överlevnadsförmåga och samspel mellan de nämnda faktorerna är det som ger ett optimalt skydd mot fientlig verkan eller hur stor skadan blir på flygplanet.⁹²

Den säkerhet och det skydd som finns inom rikets gränser är inte alltid den form av skydd man kan förvänta sig att en flygbas har internationellt. Beroende på vilken internationell flygbas man befinner sig på kan skydd samt säkerheten skifta mellan stora "airside" - områden⁹³ med stängsel och bevakning, till ett trasigt staket som det snabbt och lätt går att ta sig igenom. Statusen på flygbasen kan komma att kräva olika taktiska tillämpningar och förändringar i syfte att uppnå det tillräckliga skyddet som krävs för att flygplanen skall komma upp och ner i luften utan att bli påskjutna. Motståndaren kan stå vid kortändan av banan och beskjuta flygplanet, något som Flygvapnet måste vara förberedda på och redo att vidta åtgärder mot om så är fallet.

Vidare kräver olika typer av flygplan olika skyddshjälpmedel, dvs. sensorer, störare, motmedelssystem som luftvärn m.m.

⁸⁹ Ball, R.E, *The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design, Second Edition*, s. 1

⁹⁰ Bruzelius m.fl. *Lärobok i Militärteknik, vol. 5: Farkostteknik*, s. 258-259

⁹¹ Ibid, s. 258-259

⁹² Ball, R.E, *The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design, Second Edition*, s. 1

⁹³ Flygplatsområdet där endast personal med tillstånd får vistas.

Reservflygbaserna som fanns efter 1960-talet där start och landning kunde ske på preparerade vägar ute i terrängen anser jag är ett optimalt sätt att utöka ett flygplans tillgänglighet och överlevnadsförmåga vid start/landning.⁹⁴

Om den tänkta flygbasen blivit beskjuten eller har fientlig verksamhet i området kan man istället välja att landa på annan plats och på så vis inte befinna sig där motståndaren har placerat sig för att verka mot flygföretagen. Detta ger ökad tillgänglighet för de taktiska beslutsfattarna då de har full tillgång till operativa flygplan utan skottskador.

Fördelar med alternativa start- och landningsbanor är den ökade tillgängligheten som uppkommer då valmöjligheterna för att få upp/ta ner ett flygplan kan minska antalet skador på flygplanet då man helt enkelt kan undvika att befinna sig där motståndaren befaras uppträda.

Nackdelen med alternativa vägbanor är den utspridning av det skydd som krävs för att personal och materialsystem skall klara av att lösa sina uppgifter. Det påverkar också logistiken med underhåll av flygplan som utrustning, bränsle, förnödenheter m.m. som kan komma att försvåras då en utspridning av flygplan medför att logistiken kräver rörlighetsförmåga i form av transporter som kan vara begränsade. En utspridning som skulle vara svår att erhålla vid en internationell insats.

Motståndarens möjligheter att påverka flygföretag under start och landning beror delvis på flygplanets möjligheter att undvika träff med olika hjälpmedel, flygtaktiken men beror också på hur flygbasen är uppbyggd. Beroende på hur stor yta flygbasen breder ut sig på och avståndet till gränsen där skyddet slutar påverkar det flygplanets förmåga till skydd. Vid en internationell operation kan det befinna sig flera olika typer av stridsflygplan på en flygbas. Detta medför i sin tur olika typer av skyddsnivåer kopplat till flygplanet med dess skydd och motmedelssystem.

Vissa flygplan kan starta i horisontell riktning utan att använda sig av vidsträckta flygbanor medan andra behöver dem. Att ha ett optimalt skydd för samtliga flygplan är näst intill omöjligt.

Något som kan förändras och ge flygplanen en chans att kunna genomföra en säker inflygning och utflygning är att förändra flygtaktiken. En taktikanpassning för att möta de svagheter på skyddsnivån som kompositmaterialet i flygplanskonstruktioner innebär och istället utnyttja de fördelar som materialet innebär.

⁹⁴ Andersson, L. Svenska flygbaser, s. 29-30

Om förhållandena för flygplanen är en krigssituation där hotet är en stor faktor i valet av taktisk start och landning. Nedan diskuteras olika alternativ som förändring gällande taktiskt uppträdande som delvis övas på divisionerna samt jag anser skulle kunna förbättra utgångsläget för piloten och flygplanet jämfört med normalförhållandena som beskrevs tidigare i uppsatsen.

Alternativ 1 Start och utflygning

En möjlighet som finns för att undvika träff av flygplanet från motståndaren kan vara att flygtiden förbi motståndaren inom dess räckvidd är så pass kort att motståndaren inte hinner sikta eller följa med då flygplanet passerar. Starten och utflygningen kan då för att undvika detta genomföras med fullt pådrag med tänd efterbrännkammare (EBK) som innebär en ökad acceleration där flygplanet befinner sig på låg höjd under en relativt kort tid, för att så snabbt som möjligt nå den erforderliga hastigheten. När flygplanet kommit upp i rätt hastighet kan det sedan stiga brant, svänga av och komma upp på hög höjd utom motståndarens räckvidd.

Fördel med detta alternativ är att flygplanet snabbt passerar förbi motståndaren vilket reducerar sannolikheten för träff.

Nackdelen med användandet av EBK vid varje startförfarande ger ett ökat slitage på motorn och dess ingående delar vilket innebär att kontroller, serviceintervaller och byte av motor/motordelar kommer att behöva genomföras oftare vilket i sig innebär att tillgängligheten på flygplanen minskar. Ökad bränsleförbrukning, kortare aktionstid om inte lufttankningsmöjligheter medges samt en mycket hög ljudnivå på flygbasen är andra nackdelar vid användandet av tänd EBK.

Alternativ 2 Start och utflygning

Utnyttja hela flygbanan vid startförfarandet vilket innebär att flygplanet startar vid den enda banändan och accelererar tills det lättar ifrån marken efter 400 meter som är startsträckan för ett Gripen. När flygplanet lättat från marken och påbörjar sin stigning finns då delar av flygbanan kvar som kan utgöra en säker zon där fienden inte kan verka mot flygplanet.

Fördelen med denna manöver är att beroende på hur lång flygbanan är kan det innebära att flygplanet hinner komma upp i så pass hög hastighet och höjd att motståndaren inte hinner eller har tillräcklig räckvidd med sitt vapen att man undgår beskjutning helt. Det kan också underlätta ur ett bevakningsperspektiv om det skulle vara så att resurser inte finns att bevaka hela flygbasen kan man koncentrera resurserna till den del av banan där flygplanen genomför

starter alternativt om delar av banan skulle vara obrukbar kan den del av banan som fortfarande är hel användas för starter.

Nackdelen kan vara att motståndaren kan påverka flygplanet under startförfarandet vid banändan samt att ljudnivån på området ökar då flygplanet lyfter halvvägs på banan vilket kan innebära att det fortfarande befinner sig inom det område där fortifikationer och personal vistas.

Vid jämförelse mellan alternativ 1 och 2 anser jag att utnyttjandet av hela flygbanan är att föredra i syfte att undvika träff, men en kombination av de två alternativen ger ett optimalt skydd och säkerhet för flygplanet. Då flygplanet snabbt kan komma upp i angivna hastigheten för att sedan kunna stiga upp och fortfarande ha delar av banan kvar vilket utgör skydd och säkerhet under den tiden som flygplanet befinner sig över banområdet.

Alternativ 3 Start & landning

Genomföra start och landning i mörker utan belysning på flygplanet för att motståndaren inte skall kunna lokalisera de inkommande flygplanen.

Fördelen med denna typ av genomförande är att motståndaren inte visuellt kan se flygplanet om personen i fråga inte har någon form av mörkerhjälpmedel, vilket innebär att motståndaren inte kan verka mot in/utflygande flygplan då synen inte räcker till för att kunna identifiera och lokalisera flygplanet.

Nackdelen kan vara att flygföraren måste vara utbildad, klara av att genomföra denna typ av flygning och ha rätt utrustning samt att flygplanet har utrustningen för denna typ av genomförande.

Alternativ 1 Landning och inflygning

Alternativ för landning vid krigssituationer kan vara att inte genomföra en vanlig rak inflygning utan en inflygning med hög hastighet på lägsta tillåtna höjden för att nära banan svänga brant för att bli av med fart och i samband med det kunna ta upp något i höjd för att sedan kunna genomföra en kontrollerad och säker landning. Detta kallas för ”pick-up” och är ett förfarande som övas på divisionerna i Sverige. Ett annat alternativ är att flyga med hög hastighet rakt mot landningsbanan för att efter landning hastigt bromsa in.

Fördelen med detta inflygningsätt är att det ger variation vilket ger fördelar då man kan taktisera med olika landningsalternativ och på så vis vilseleda motståndaren som inte vet vart flygplanet befinner sig samt när och hur inflygningen sker.

Nackdelen med denna manöver är att däck, bromsar, klaffar och andra påverkade komponenter belastas och slits kraftigare än vid normalförhållanden. Som senare kan leda till kortare service intervaller och oftare genomföra byten av komponenter.

Alternativ 2 Landning och inflygning

Vid inflygningsförfarandet ligger flygplanet på en relativt hög höjd för att sedan sjunka brant nära flygplatsen för att sedan lägga sig i rätt bana för att påbörja inflygning och på så vis minska exponeringstiden för motståndaren att kunna påverka flygplanet.

Fördelen med denna typ av inflygning är att den kan både vilseleda och överraska motståndaren som inte fått förvarning och att han/hon inte sett flygplanet visuellt innan det befinner sig på låg höjd vid inflygningen.

Nackdel här är hela det förfarande som påverkar och belastar hela flygplanets konstruktion och delar vilket kan leda till utmattningsskador eller belastningsskador.

Vid jämförelse av alternativ 1 och 2 för inflygning och landning finns det olika för och nackdelar mellan alternativen.

För inflygning på hög höjd undviks visuell upptäckt tills flygplanet befinner sig i närheten av flygbanan men samtidigt är låg höjd bra då flygplanet kan hålla en bra höjd för att snabbt kunna landa men det innebär också en ökad visuell synbarhet.

Sammanfattning av de konsekvenser som förändringar av olika typer av start och landningsätt är att komponenter som tidigare inte belastas på det vis som de gör vid dessa förfaranden kommer få ökat slitage som medför att flygplanet oftare måste kontrolleras, genomföras service på och byta ut komponenter vilket leder som tidigare nämnt till en minskad tillgänglighet på flygplanet.

Ett kompositmaterials förmåga att motstå finkalibrig eld är relativt lågt beroende på hastigheten och storleken på projektilen. Detta innebär att om motståndare beskjuter flygplanet under start och landning resulterar det i att flygplanet kommer att ta skada. Ett flygplan som är konstruerat och uppbyggt av kompositmaterial är ur skyddssynpunkt dåligt då

det inte klarar av att motstå det nya hotet, finkalibrig eld. Dock har det en annan positiv inverkan i vikt och utmattningssynpunkt som i sig kan vara en överlevnadsfaktor.

Balansen mellan skyddsnivå och andra inverkanse faktorer som bl.a. vikt och hållfasthet är svår. Att konstruera ett flygplan som klarar av att möta samtliga hot är omöjligt och det jag vill belysa är att beroende på vad flygplanet har för syfte och uppgift kan inte alla krav uppfyllas med ett och samma flygplan. Det svenska stridsflygplanet är framtaget i lättviktsmaterial vilket innebär låg skyddsnivå men det är utrustat med facklor och remsor (för vilseledning och avhakning av robotar som låst på flygplanet) som skall agera som skydd mot större hot som robotar. Detta innebär att det fysiska materialskyddet inte alltid är ett behov. Skydd kan uppnås på andra vis än bara det ballistiska skyddet. Jag anser inte att flygplanskonstruktionen bör förändras utan man bör istället förändra flygtaktiken i samspel med de motmedelssystem som ett flygplan är utrustat med för att undvika ett flygplanshaveri p.g.a. beskjutning av finkalibrig eld.

I min uppsats har jag kommit fram till olika för- och nackdelar med användandet av kompositmaterial som beskrivs nedan i *Tabell 2*:

Tabell 2. Författarens egna framtagna för- och nackdelar med kompositmaterial.

Fördelar	Nackdelar
<ul style="list-style-type: none"> • Starkt och slittåligt 	<ul style="list-style-type: none"> • Känsligt för slag och punktbelastning
<ul style="list-style-type: none"> • Vikten, viktminskning av annars tunga konstruktioner. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inget bra ballistiskt skydd
<ul style="list-style-type: none"> • Har bra utmattningshållfasthet 	<ul style="list-style-type: none"> • Hållfasthet i en riktning, svag i andra riktningar.
<ul style="list-style-type: none"> • Reparerbart material 	<ul style="list-style-type: none"> • Dess beständighet mot miljö (värme och kyla)
<ul style="list-style-type: none"> • Formbart vilket är bra för utformning av material till flygplansskrov 	
<ul style="list-style-type: none"> • Beroende på vad man vill att kompositen skall ha för egenskaper kan valet av fiber och matris ge olika materialegenskaper. Något som inte går att göra med andra material som exempelvis metaller. 	

Kompositmaterial i en flygplansvinge är mycket starkt och hållfast i dragriktningen på fibern men är svagt i tvärs riktning vilket innebär att om en punktbelastning uppkommer på materialet kan det leda till att materialet inte klara av att ta upp den energi som det utsätts för och går då sönder.

Materialet är däremot mycket effektivt vad gäller viktreducering och minskning av en flygplanskonstruktion vilket medför att flygplanet kan utnyttja det man sparar på i vikt till att förse flygplanet med exempelvis fler robotar, ammunition, annan utrustning som kan hjälpa piloten och flygplanet i sitt lösande av uppgift. En viktreducering innebär också att flygplanet i luft kan uppträda på ett annat sätt än vad tidigare tyngre metallflygplan kunde och kan vara det som krävs för att överleva i en krigssituation.

Trender inom utvecklingen av flygplan har sedan en tid tillbaks varit att få ett så lätt flygplan som möjligt men samtidigt bibehålla skyddsnivån genom att använda sig av skyddskomplement som exempelvis kan vara motmedelssystem eller en konstruktion av flygplanet så att man undgår upptäckt.

3.1 Slutsats

Vid genomförande av internationella insatser kan Flygvapnet komma att möta hot av slag man tidigare inte stött på. Det är inte viktmässigt hållbart att förändra och utrusta ett flygplan med ytterligare ballistiskt skydd, utrusta det med ytterliga motmedelssystem eller skapa nya typer av flygplan för att möta de hot som kan förekomma.

Något som tidigare nämnts som däremot går att förändra för att snabbt och effektivt få ett resultat är flygtaktiken vid start och landning för att undvika skottskador på flygplanen.

En ökad överlevnadsförmåga kan uppnås genom en förändrad flygtaktik vilket innebär att flygplanen helt enkelt inte befinner sig inom motståndarens räckvidd eller anpassar start- och landningsförfarande för att minska exponeringstiden för motståndaren att kunna påverka flygplanet. En framgångsfaktor är att flygplanet har en hög hastighet vid ut- och inflygning för att minska exponeringstiden och samtidigt förändra inflygningssättet så att det inte blir en rutinmässig vana som motståndaren enkelt kan lista ut.

Tidigare nämnt är flygplanskonstruktionen av kompositmaterial är inte gjorda för att stå emot finkalibriga projektiler då konstruktionen är designad för att vara så lätt som möjligt men samtidigt klara av de påfrestningar samt den belastning som konstruktion och material kan

tänkas utsättas för. Kompositmaterial är inte ett effektivt ballistiskt skydd mot finkalibriga projektiler. Materialet hinner inte ta upp den inkommande projektilens hastighet vilket innebär att projektilen går rakt igenom materialet.

4 Svar på frågeställning

Svensk flygtaktik bör anpassas utefter det hot som förekommer på den plats som operationen genomförs.

För att undvika att flygplan blir beskjutna av finkalibrig eld vid start- och landningsförfarandet bör exponeringstiden för motståndaren att kunna påverka flygplanet minska.

De taktiska anpassningarna för att uppnå största möjliga skydd för flygplanen är bland annat att starta med efterbrännkammare i kombination med att utnyttja hela flygbanan, för att så snabbt som möjligt komma upp i rätt hastighet som flygplanet måste ha för att kunna påbörja kraftig stigning och på så vis undgå fientlig eld.

Genomförande av start och landning i mörker, utan belysning på flygplanet, i syfte att reducera motståndarens möjligheter till att se flygplanet och kunna avge eld mot det. Alternativt vid landningsförfarandet är att genomföra inflygning med hög hastighet för att minska exponeringstiden för motståndaren att påverka flygplanet.

5 Avslutning

5.1 Sammanfattning

Syftet med uppsatsen är att analysera hur hotbilden som kan förekomma i internationella insatser skiljer sig från det Försvarsmakten och Flygvapnet dagligen stöter på nationellt.

Hotet i uppsatsen beskrivs som den påverkan motståndaren kan göra med finkalibriga projektiler mot kompositmaterialet på flygplan vid genomförandet av start och landning samt vad det får för konsekvenser på materialet.

För att svara på frågeställningen användes en beskrivande metod i syfte att ta reda på hur projektilerna påverkar kompositmaterialet, hur genomförandet av start och landning genomförs, hur en flygbas är uppbyggd och för att läsaren skall få förståelse i vad uppsatsen handlar om beskrivs alla de ingående delarna för att sedan kunna diskutera och dra slutsatser utifrån det jag kommit fram till.

Vidare diskuteras hur flygtaktiken bör anpassas eller förändras för att klara av att möta det nya hotet och vilka alternativ till start och landning som kan innebära att motståndaren inte kan påverka flygplanen.

I uppsatsen har jag kommit fram till att kompositmaterialets förmåga att motstå finkalibrig eld är mycket låg vilket innebär att projektilen deformeras och slår igenom materialet.

Vidare har jag kommit fram till att vid genomförandet av start och landning bör exponeringstiden för motståndaren att påverka flygplanet minskas för att undgå träff. Hur det skall genomföras beror helt på hotet och läget.

De mest optimala förslagen är att flygplanet har en hög hastighet vid ut- och inflygning för att minska exponeringstiden för motståndaren och ständigt förändra inflygningssättet så att det inte blir en rutinmässig vana som motståndaren enkelt kan lista ut.

5.2 Vidare forskning

Intressanta områden att genomföra vidare forskning på och undersökning inom är flygplansmaterialsområdet. Hur olika flygplansmaterial påverkas av finkalibrig eld.

Jämförelser mellan komposit- och metallmaterial i flygplanskonstruktioner och vilken typ av material som passar sig bäst ur skyddssynpunkt eller viktsynpunkt.

Undersöka framtidens flygplan, dess konstruktioner, de moderniteter som flygplanet utrustas med och om de kommer stå emot framtidens utmaningar och hot.

Andra intressanta områden att utveckla och forska vidare om är de hot som finns vid internationella insatser som inte belyst i uppsatsen och hur de kan tänkas påverka flygplan, personal m.m. Vad innebär framtidens hot? Vad innebär det för flygtaktiken om den lågteknologiska motståndaren kommer över mörkerhjälpmedel, sensorer och radar.

6 Litteratur och källförteckning

6.1 Litteratur

Andersson, K., Axberg, S., Eliasson, P., Harling, S., Holmberg, L., Lidén, E., Reberg, M., Silfverskiöld, S., Sundberg, U., Tornérhielm, L., Vretblad, B., Westerling, L., 2009: *Lärobok i Militärteknik, vol. 4: Verkan och skydd*. Stockholm: Försvarshögskolan.

Andersson, Lennart, 2008: *Svenska flygbaser*. Försvaret och det kalla kriget (FOKK) publikation nr 13, Svensk Flyghistorisk Förening.

Ball, Robert E., 2003: *The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design, Second Edition*. American Institute of Aeronautics and Astronautics.

Bruzelius, N., Bull, P., Bäck, L., Eklund, J., Heilert, K., Liwång, H., Svensson, P., Svantesson, C-G., 2010: *Lärobok i Militärteknik, vol. 5: Farkostteknik*. Stockholm: Försvarshögskolan.

Ejvegård, Rolf, 2003: *Vetenskaplig metod*. Tredje upplagan, Studentlitteratur.

Försvarsmakten, 2011: *Flygoperationell Manual för Försvarsmakten Gemensam (FOM-A Gemensam)*, Februari – Maj 2011. Stockholm.

Försvarsmakten, 2005: *Doktrin för luftoperationer*. Stockholm: Sörman Information & Media AB.

Försvarsmakten, 2005: *Doktrin för markoperationer*. Stockholm: Sörman Information & Media AB.

Smedberg, Marco, 1998: *Om luftkriget – Från luftballonger till systemflygplan*. Stockholm, Page One Publishing AB.

Åström, Tomas B. 1997: *Manufacturing of Polymer Composites*. Chapman & Hall.

6.2 Rapporter

Björnemark, Jonathan, 2010: *Armén vs Flygvapnet* - Uppföljning och hantering av materiella brister inom den tekniska tjänsten.

Dickman, Ola & Larsson, Fritz, september 1993, ”*Termoplast- eller hårdplastkompositer i flygplanstillämpningar?*” FOA Rapport A 20055-2.5

Hammarberg, Angelica, 2010: *Att göra mål* – en jämförande studie mellan Flygvapnets och Forsmarks sätt att sätta upp mål för säkerhetsarbete.

Larsson nr 1:

Larsson, Fritz, januari 1990, ”*UTVECKLINGSLÄGET BETRÄFFANDE ARMERINGSFIBRER OCH ARMERINGSTEKNIK FÖR POLYMERBASERADE KOMPOSITER* Konsekvenser för flygplansstrukturer” FOA Rapport C 20777-2.5

Larsson nr 2:

Larsson, Fritz, oktober 1990, ”*FRAMSTÄLLNING AV SKADETÅLIGA FLYGPLANSSTRUKTURER*” C 20820-2.5

Westin, Jonas, augusti 2009, ”*Utökat ballistiskt skydd mot finkalibriga projektiler på ytstridsfartyg*”.

6.3 Internetkällor

Försvarmakten, JAS 39 Gripen (6.5.2011, 14:47)

<http://www.forsvarsmakten.se/sv/Materiel-och-teknik/Flyg/Stridsflygplan-JAS-39-C/>

Försvarmakten, insatsen i Libyen (26.5.2011, 23:04)

<http://www.forsvarsmakten.se/sv/Internationella-insatser/Libyen-UP/>

Saab Group, JAS 39 Gripen (6.5.2011, 14:39)

[http://www.saabgroup.com/en/Air/Gripen-Fighter-System/Gripen-for-Sweden/Background/Gripen Fact Sheet \(in Swedish\) \[pdf\]](http://www.saabgroup.com/en/Air/Gripen-Fighter-System/Gripen-for-Sweden/Background/Gripen Fact Sheet (in Swedish) [pdf])

Sakkunnig om start- och landningsförfarande, Fänrik Klas Boudrie, Flygskolan Malmen (110509). Intervjumaterial finns hos författaren.

Utbildningsmaterial, 2010: *OP/TA Material och skadebedömning*. EXOVA.

Bilaga 1



Bilden visar en typisk utformning av en flygbas.