

MATS HARTMANN, ANDREAS TYRBERG



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1350 anställda varav ungefär 950 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömningen av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.

Mats Hartmann, Andreas Tyrberg

Simuleringar av nedskjutningen av DC-3:an

Utgivare FOI - Totalförsvarets forskningsinstitut Vapen och skydd 147 25 Tumba	Rapportnummer, ISRN FOI-R--1969--SE	Klassificering Underlagsrapport
	Forskningsområde 5. Bekämpning och skydd	
	Månad, år Mars 2006	Projektnummer E2042
	Delområde 51 VVS med styrda vapen	
	Delområde 2	
Författare/redaktör Mats Hartmann Andreas Tyrberg	Projektledare Mats Hartmann	
	Godkänd av	
	Uppdragsgivare/kundbeteckning Försvarsmakten	
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig	
Rapportens titel Simuleringar av nedskjutningen av DC-3:an		
Sammanfattning <p>FOI har stöttat haveriutredningen av den DC-3:a som sköts ned den 13 juni 1952 genom att bland annat identifiera skador på det bärgade planet och genomföra simuleringar av beskjutningen. Denna rapport redovisar de simuleringar som genomförts och översiktligt de modeller som använts.</p> <p>De splitterträffar som simuleringarna visar på stämmer väl överens med de skador som identifierats på det bärgade planet. Sannolikheten att besättningsmännen träffades av splitter i samband med attacken har uppskattats. Simuleringarna visar att det är låg sannolikhet att alla ombord skulle skadas av splitterträffar. Det är dessutom så att av de fyra besättningsmän som inte återfunnits är tre av dem bland de personer som har minst sannolikhet att träffas av splitter.</p> <p>Flygplans rörelsemöjligheter i luften är stora vilket medför att simuleringarna inte kan ge något entydigt svar på antalet attacker från den MIG 15 som antas utföra angreppet, trots att planet är träffat både på över- och undersidan.</p>		
Nyckelord verkansvärdering, DC-3, MIG 15, AVAL, nedskjutning, splitX,		
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Svenska	
ISSN 1650-1942	Antal sidor: 18 s.	
Distribution enligt missiv	Pris: Enligt prislista	

Issuing organization FOI – Swedish Defence Research Agency Weapons and Protection SE-147 25 Tumba	Report number, ISRN FOI-R--1969--SE	Report type Base data report
	Programme Areas 5. Strike and protection	
	Month year March 2006	Project no. E2042
	Subcategories 51 Weapons and Protection	
	Subcategories 2	
Author/s (editor/s) Mats Hartmann Andreas Tyrberg	Project manager Mats Hartmann	
	Approved by	
	Sponsoring agency Swedish armed forces	
	Scientifically and technically responsible	
Report title (In translation) Simulations of the attack on the DC-3		
Abstract <p>FOI has supported the investigation of the DC-3 attacked June 13, 1952, by identifying damages on the salvaged plane and conducting simulations of the attack. This report shows the simulations and outlines the models used.</p> <p>The points where the simulated fragments hit the plane are in good agreement with the identified damages. The probability of crew members being hit by fragments during the attack is estimated. These estimations show a low probability that all onboard would be hit by fragments. Among the four crew members not found are three of the crew members that has the lowest probability of being hit by fragments according to the simulations.</p> <p>A plane has great manoeuvrability in the air, which results in an inability of the simulations to give an unambiguous statement on the number of attacks conducted by the MIG 15, despite the DC-3 was hit both on the top and bottom sides.</p>		
Keywords assessment, DC-3, MIG 15, AVAL, attack, splitx		
Further bibliographic information	Language Swedish	
ISSN 1650-1942	Pages 18 p.	
	Price acc. to pricelist	

Innehållsförteckning

Inledning	4
Genomfört simuleringsarbete.....	4
Målbeskrivningen	4
Ammunitionen	5
Undersökning av splitter T063.....	5
Ammunitionsbeskrivning för simuleringarna	7
Splitterstridsdelarna	7
Tändrör.....	9
Beväpning MIG 15	9
Simulerade fall.....	10
Skada 01	10
Skada 02.....	11
Skada 04.....	11
Skada 37.....	12
Skadorna 38-52	12
Skada 53.....	14
Skadorna på fenan.....	14
Totalbild av skador från spränggranater	15
Angreppsriktningar	17
Resultatsammanfattning.....	17
Referenser	18

Inledning

Som direktstöd till Försvarsmakten, utöver milstolperedovisningarna, har FOI:s projekt "Verkansvärdering och metoder" och "Värdering av vapenverkan och plattformars sårbarhet" medverkat i haveriutredningen av DC-3:an och stöttat FOI:s projekt "Utredningsuppdrag av skottskador i flygplan DC-3 TP79 reg nr 79001" (Försvarsmaktsbeställning FM-464-U271204). Medverkan har bestått av att beskriva mål och stridsdelar samt att genomföra simuleringar av attacken som ledde till DC-3:ans försvinnande 1952. Då detta arbete inte var planerat har resurserna varit starkt begränsade.

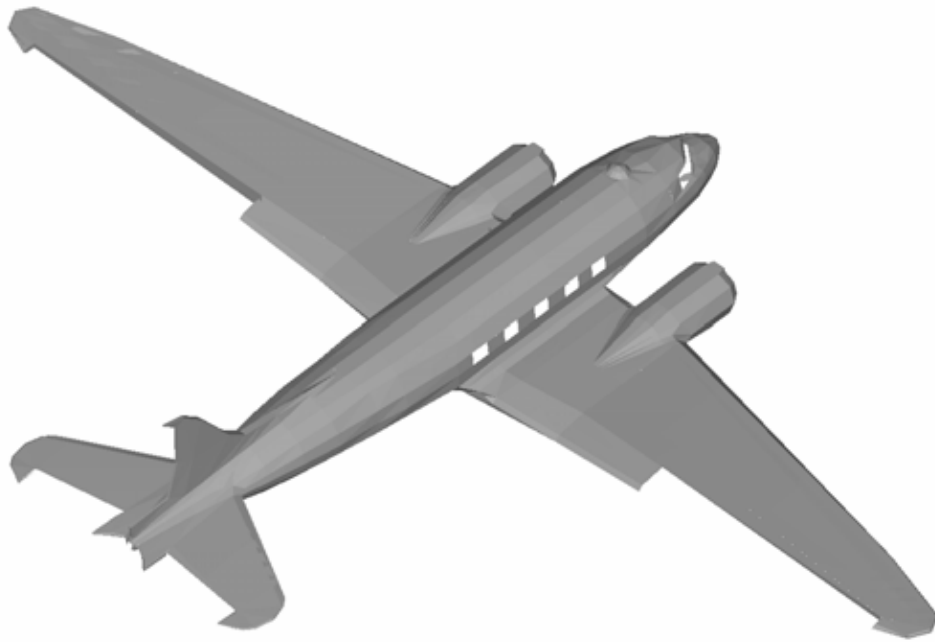
Då syftet med simuleringarna i först hand har varit att testa olika teorier om nedskjutningen, gällande angreppsriktning och ammunition, ansågs det tillräckligt att beskriva den yttre geometrin och ett fåtal komponenter inuti planet. De resultat man då kan få ut ur simuleringarna är var på planet splitter från granaterna träffar och om det är många splitter som träffar inom ett begränsat område. Dessa resultat kan sedan jämföras med de skador som dokumenterats på det bärgade planet. För att ha någonstans att börja krävs dock att troliga detonationspunkter kan återfinnas på planet. Därefter görs simuleringar av angreppet genom att skjuta mot den troliga detonationspunkten från olika riktningar och studera spridningen av splitter. Man har då även möjligheten följa de splitter som går genom flygplanskroppen för att se om det är sannolikt eller inte att besättningen träffats direkt av splitter.

Genomfört simuleringsarbete

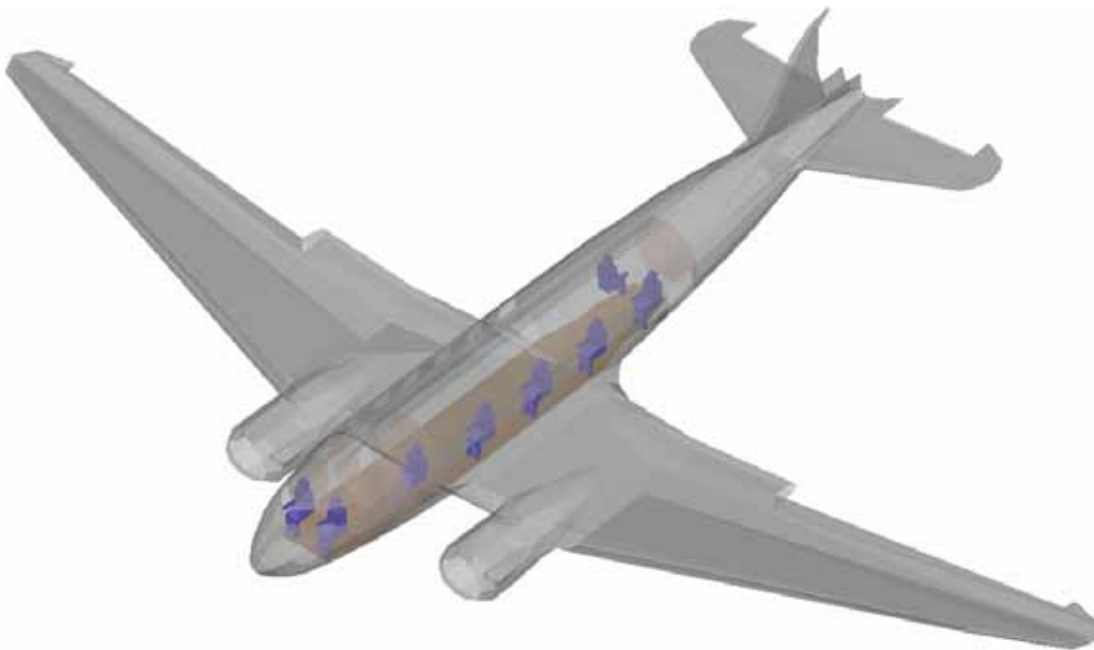
Målbeskrivningen

Den beskrivning av flygplanet som har använts för simuleringarna är väldigt enkel. Den består av flygplanets yttre geometri, innergolv och innerväggar. Dessutom finns personal utplacerad i planet.

Planet är i modellen uppbyggt av aluminium. För att beskriva skrovets och vingarnas form har knappt 1800 triangulära element ritats och givits materialegenskaper och tjocklek.



Figur 1: Planets yttre geometri.



Figur 2: Planet med personalen synlig.

Ammunitionen

Undersökning av splitter T063

Splitter T063 är ett relativt stort splitter som hittades på golvet under planet, efter det att planet förts till Muskö, man vet alltså inte var i planet det låg.

Det förefaller vara tillverkat av stål, då det är angripet av rost. På insidan av den smalare delen av splittret syns rester av gängor (ca 5 mm). Godstjockleken har uppmätts till ca 6 mm vid den tjockaste delen.

Till det yttre ser splittret ut att härstamma från en cylinder med en fördjupning i den raka sidan och med en konisk topp.

Med hjälp av en hålmall har den ursprungliga diametern uppskattats till ca 23 mm. vilket överensstämmer med kalibern till ett av vapnen på MIG 15.

Vinkeln mellan den raka delen och den koniska toppen har uppskattats till 29°, vilket överensstämmer med den i ritningen uppmätta vinkeln 31° vid projektilens bakre ände. I den bakre delen, vid spårlysladdningen ska godstjockleken som mest vara ca 6 mm.

Följaktligen är det sannolikt att splittret härstammar från en 23 mm slsgr (spårlysspränggranat) och att det utgjorde en del av inkapslingen av spårlyssatsen (längst ned i Figur 6). Placeringen bakom sprängladdningen gör att uppsplittringen av projektilhöljet inte kan bli optimal vilket är en trolig orsak till att ett så pass stort splitter som detta kunde hittas.



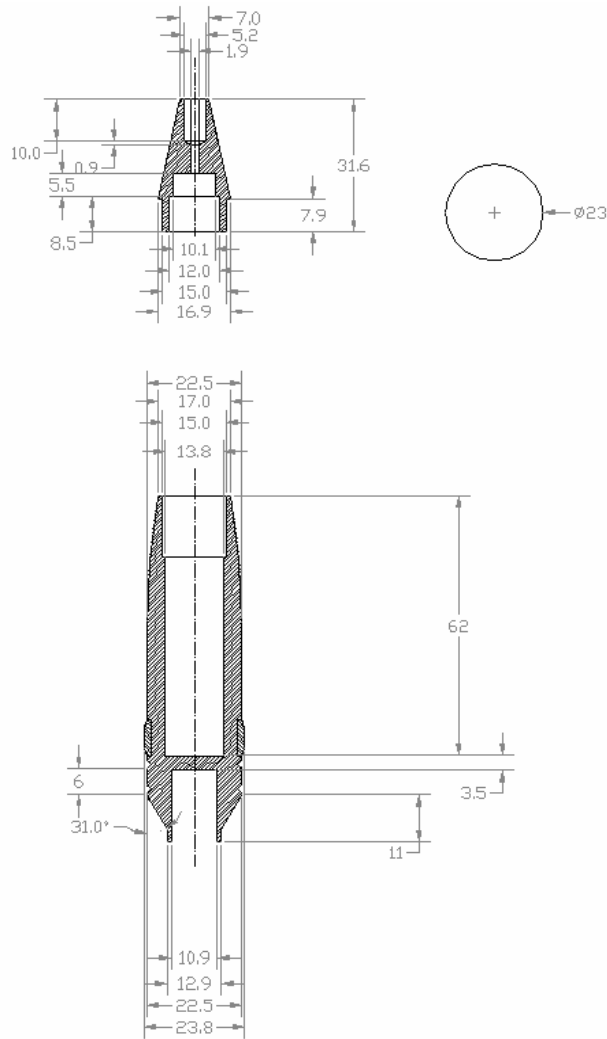
Figur 3: Splitter T063, utsida



Figur 4: Splitter T063, insida



Figur 5: Splitter T063, stående



Figur 6: 23 mm slsgr [1].

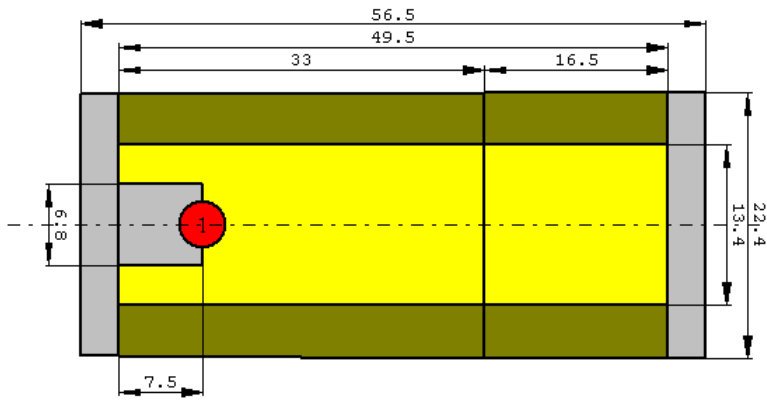
Ammunitionsbeskrivning för simuleringarna

För simuleringarna har två ammunitionsbeskrivningar tagits fram; 23 mm slsgr (spårljusspränggranat) samt 37 mm slsgr. Båda beskrivningarna består av splitterstridsdel samt tändrör.

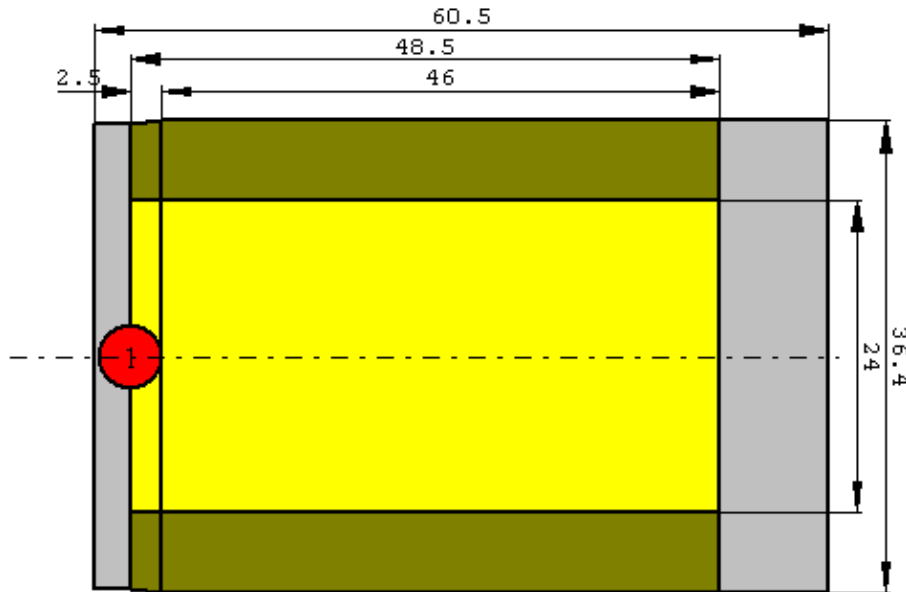
Splitterstridsdelarna

Idealt används den verkliga ammunitionen för att karakterisera splitteregenskaperna. I detta fall fanns inte denna möjlighet och därför beräknades splitterstridsdelarnas egenskaper med hjälp av programmet SplitX 5.0. Programmet används för att beräkna splittrens utkastningsvinklar, hastigheter samt massor.

Geometriskt underlag samt materialdata för ammunitionen är hämtade från [1]. Figur 7 och Figur 8 redovisar de antagna geometrierna som använts vid beräkningarna.



Figur 7: Antagen geometri för 23 mm slsgr. Alla mått i mm.

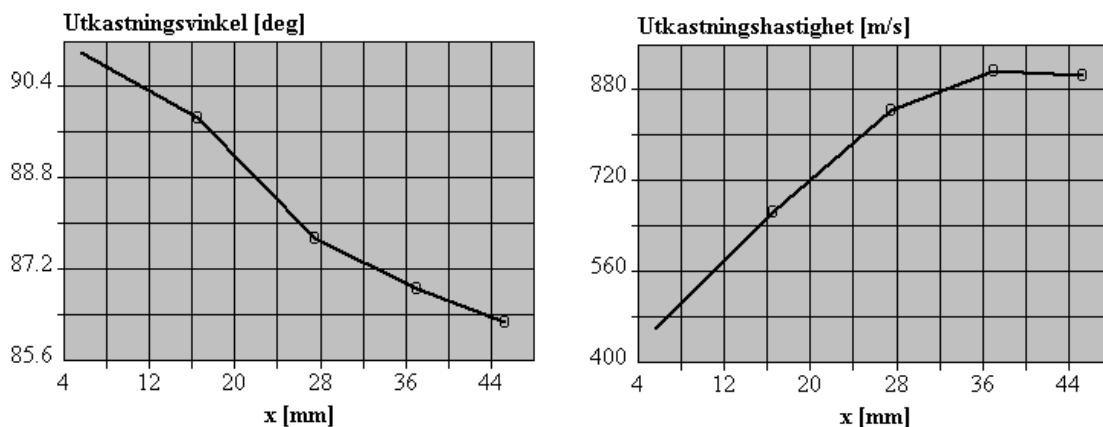


Figur 8: Antagen geometri för 37 mm slsgr. Alla mått i mm.

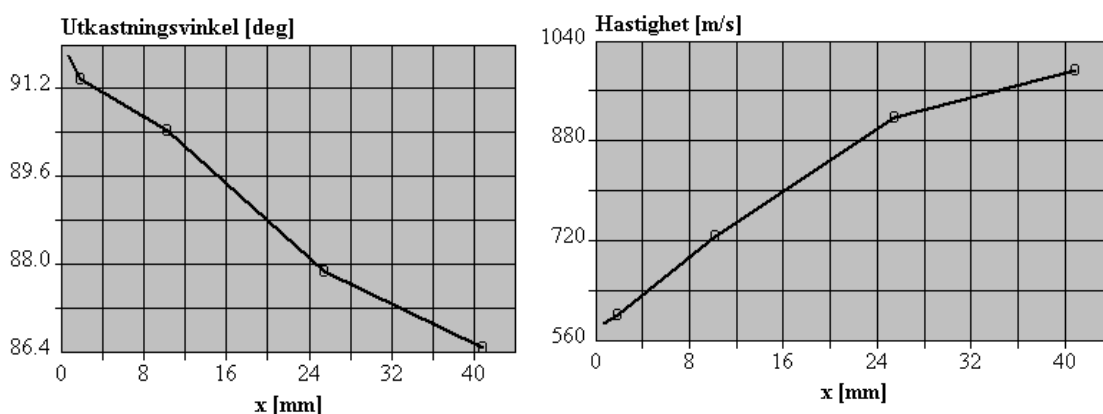
Sprängämnet i både 23 mm och 37 mm slsgr är flegmatiserad hexal [1] (består av hexogen och aluminium). Det var inom denna studies ramar inte möjligt att ta fram sprängämnesdata för hexal varför det mer välkända sprängämnet CompB (består av hexogen, trotyl och vax) användes för att beräkna splitteregenskaperna. Denna approximation torde dock endast ha en begränsad inverkan på splitterberäkningarna och ingen nämnvärd inverkan på splittersimuleringarna.

Höljerna modellerades som bestående av materialet Steel M42A1. Det finns endast ett begränsat antal höljesmaterial som är tillräckligt karakteriserade för att kunna användas för att beräkna splitteregenskaper och det valda höljesmaterial påminner mest om materialdata för höljerna som finns rapporterat i [1]. Höljesmaterialet påverkar framförallt hur många och hur stora splitter som bildas vid detonation. Det bör därför påpekas att det framräknade splitterantal (och därför splitterstorlekarna) kan skilja sig något från den verkliga ammunitionen.

Figur 9 och Figur 10 redovisar beräknade splitterutkastningsvinklar samt hastigheter som en funktion av x-koordinaten på stridsdelen (läget mäts från vänster till höger i Figur 7 och Figur 8):



Figur 9: Beräknade splitteregenskaper för 23 mm slsgr



Figur 10: Beräknade splitteregenskaper för 37 mm slsgr

Det är framförallt splittrens utkastningsvinklar samt hastigheter som inverkar på de simuleringar som genomförts i denna studie. I båda fallen ser man att den huvudsakliga utkastningsriktningen är ca 90 grader från granatkroppen, d.v.s. nästan rakt ut åt sidan.

Tändrör samt inkapslingen av spårljussatsen är inte med i splitterberäkningarna. Dessa delar ger upphov till ett fåtal stora och relativt långsamma splitter. Splittren från tändröret utbreder sig främst i projektilens rörelseriktning och delarna från spårljussatsens inkapsling utbreder sig mot projektilens rörelseriktning. Dessa delar är geometriskt komplexa och består av flera delar som inte ligger i direkt kontakt med huvudladdningen vilket gör det ytterst svårt att beräkna hur dessa delar fragmenteras. Prov på den verkliga ammunitionen skulle kunna genomföras för att karakterisera dessa delar men har inte rymts inom denna studie.

Tändrör

Tändrör i både 23 mm slsgr och 37 mm slsgr är ett mekaniskt anslagsrör som troligen fungerar genom s.k. slagstift-hammartändning. Denna typ av anslagsrör har hög känslighet och fungerar även då granatspetsen inte träffar målet. Det geometriska ritningsunderlaget samt bilderna från provskjutningarna i [1] indikerar att tändröret till 23 mm slsgr har en normal tändtid, dvs att tändkedjan inte innehåller någon fördröjning. Tändröret i ammunitionsbeskrivningen av 23 mm slsgr består därför av ett anslagsrör utan fördröjning. Tändröret i 37 mm slsgr innehåller troligen en fördröjningsats men bilderna från skjutproven i [1] indikerar ändå en kort tändtid. Tändröret i ammunitionsbeskrivningen till 37 mm slsgr består därför av ett anslagsrör med en kort fördröjning.

Beväpning MIG 15

MIG 15 har en 37 mm och två 23 mm automatkanoner. Till båda vapentyperna var normalt flera ammunitionstyper (spårljuspansarprojektiler, slpprj, pansarprojektiler, pprj, och spårljusspränggranater, slsgr) blandade [1].

37 mm akan var normalt laddad enligt följande mönster (P = slpprj, S = slsgr):

P S S S P S S S P o.s.v.

23 mm akan var normalt laddad enligt följande mönster (P = pprj, S = slsgr):

P S S P S S S P S S S P S S P o.s.v.

Simulerade fall

Med tanke på den beväpning som fanns på MIG 15 är det tänkbart att fyra olika projektiler/granater träffat flygplanet. Pansarprojektilerna bör gå rätt igenom ett mål med så lågt ballistiskt skydd som ett flygplan har, om de inte träffar någonting stort ombord på planet.

Spränggranaterna däremot sprider ut en mängd splitter vilket gör att de har möjlighet att skada många delar med varje granat. Därför kommer simuleringarna att inriktas mot spränggranaterna. Till att börja med simuleras ett antal fall med bekämpning med en 23 mm slsgr och därefter simuleras något fall även med en 37 mm slsgr för att belysa skillnaderna i verkan mellan de olika granaterna. De skador som upptäckts på planet och som klassificerats som brisadpunkter tros enbart vara skador av 23 mm slsgr.

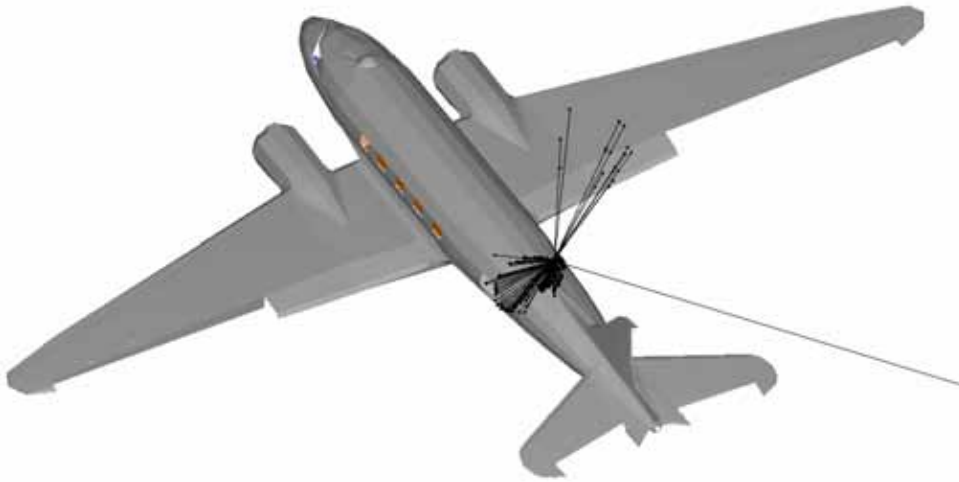
För simuleringarna måste angreppsriktning och anslagshastighet för stridsdelen ansättas. Hur angreppsriktningen ansatts framgår av respektive fall nedan. Anslagshastigheten är ansatt till 600 m/s. Det motsvarar en bekämpning på relativt nära håll om båda flygplanen har ungefär samma hastighet, eller på ökande avstånd beroende på hur mycket snabbare MIG 15 är än DC-3. Hur resultaten beror av den ansatta hastigheten redovisas i simuleringarna av skadorna 38-52, där även 37 mm granaten används. De verkliga skadorna finns redovisade i [2].

Simuleringsprogrammet AVAL (Assessment of Vulnerability And Lethality) har möjlighet att kontrollera funktionen hos system i målet, t.ex. kan bränslesystemet nämnas. Om ett system är beroende av andra systems funktion kan även det beroendet hanteras. I de nu utförda simuleringarna har inga sådana funktioner utnyttjats, då målbeskrivningen inte innehåller tillräckligt med information. En mer detaljerad beskrivning av planet skulle kunna innefatta detaljer så som hydraulledningar, kablage, reglage, bränsleledningar och motorerna uppdelade i komponenter.

Skada 01

Den här skadan antas härröra från en spränggranat då hålet är relativt stort. Utöver hålet i skrovplåten har även ett spant gått av. Skadan återfinns på skrovets högra ovansida vilket betyder att angriparen måste ha befunnit sig ovanför och på höger sida av planet.

Vid simuleringen, se Figur 11, fås ett tiotal splitter som träffar högra vingen samt, vid variation av den slumpmässiga delen av splitterspridningen, några enstaka som träffar den vänstra vingen. Man får även ganska många träffar på insidan av den bakre dörren och området runt den, vilket stämmer bra överens med de skador som fallskärmsdörren uppvisar. Det förefaller vara stor risk att personen som sitter precis framför toaletten träffas av splitter i detta fall. Skadorna på planets vänstra sida, i och vid fallskärmsdörren, har troligen orsakats av brisaden vid skada 01.

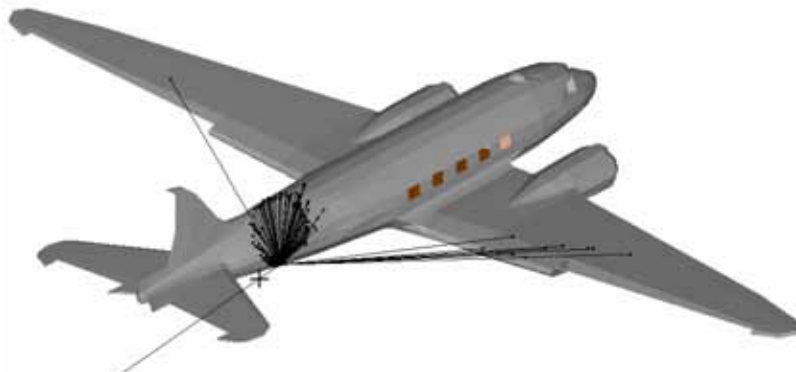


Figur 11: Splitterspridning från simulering av skada 01.

Skada 02

Denna skada består av ett litet hål på utsidan och betydligt större på insidan av flygplanets skrov och ytterligare ett stort hål i väggen mellan toaletten och kabinen. Toalettväggen har även ett fåtal splitterskador.

Storleken på hålet på skrovets utsida tyder på att ingen detonation skett här och att planet då kan ha träffats av en pansarprojektil, som sedan slitit sönder innerväggen och även orsakat hålet i toalettväggen. Trots detta antagande har simuleringar med en spränggranat på denna plats genomförts. Figur 12 visar ett simuleringsresultat som ges om en fungerande spränggranat orsakat skada 02. Resultaten tyder på att skadebilden på planet inte överensstämmer med skador från en spränggranat.



Figur 12: Splitterspridning från simulering för att utröna om skada 02 kan vara orsakad av en spränggranat.

Skada 04

Skada 04 är en skada orsakad av en spränggranat som har träffat planet något under golvnivån, precis framför toalettväggen. Här har troligen innergolvet och tvärbalkarna som bär upp golvet begränsat splittersvärmens rörelse relativt nära brisadpunkten, något som inte syns i simuleringsresultatet.

Även här tyder simuleringarna på att höger vinge kan träffas av ett tiotal splitter och att vänster vinge eventuellt kan träffas av enstaka splitter. Skadorna på planet undersida, i närheten av brisadpunkten, har sannolikt orsakats av brisaden vid skada 04.



Figur 13: Splitterspridning från en simulering av skada 04. Notera att det i modellen saknas balkar och innergolv som verkligheten bör ha minskat splittertätheten i kabinen kraftigt.

Skada 37

Skada 37 består av ett antal splitterskador i hjulhuset för höger landningshjul. Det har inte kunnat hittas någon brisadpunkt för granaten, varför den har gissats. Vid simuleringarna som visas i Figur 14, saknas balkar och annat i vingen som borde ha bromsat upp splinter mycket närmre brisadpunkten än vad Figur 14 visar.



Figur 14: Splitterutbredning vid simulering av skada 37. Notera att modellen saknas balkar och bränsletankar i vingarna varför splittren inte bromsas så snabbt som de borde.

Skadorna 38-52

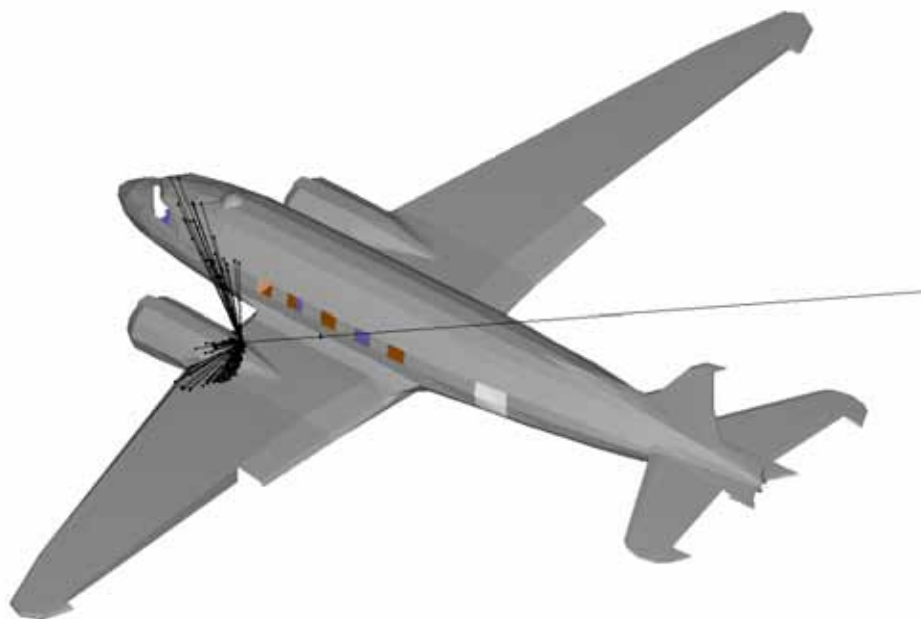
Skadorna 38-52 är ett antal splitterslag strax bakom dörren fram på vänster sida av flygplanet. De flesta verkar vara skador som orsakats av något (troligen splitter) som gått utifrån och in i planet.

Det medför troligen att en granat då briserat på eller i närheten av vänster motor. Vänster motor visar även tecken på brandskador vilket styrker antagandet att någonting har hänt där. Tyvärr har ingen detonationspunkt för någon granat som kan ha orsakat dessa skador identifierats, vilket försvårar simuleringen. Även här har man tvingats gissa en brisadpunkt.

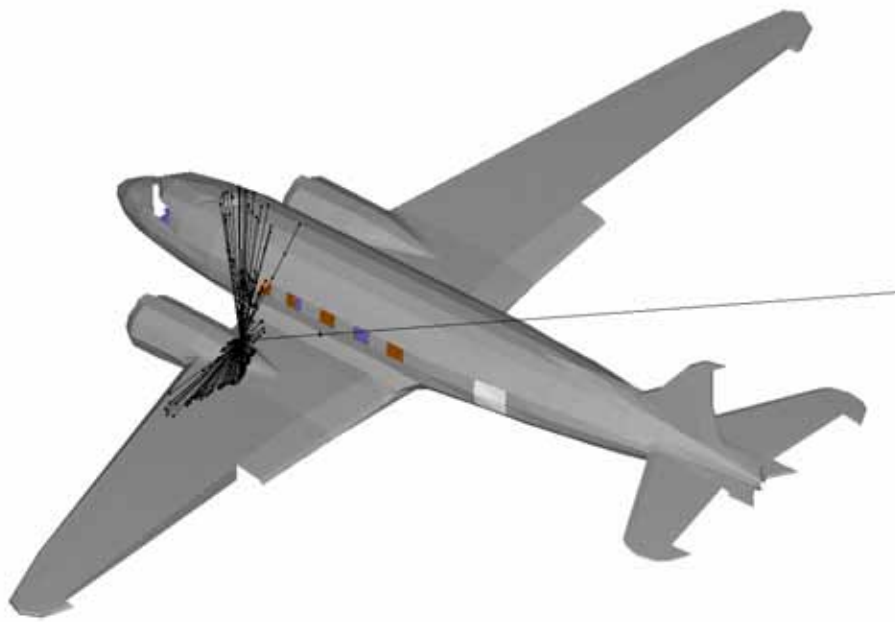
Vid simuleringen antas att granaten kommer uppifrån och från planets högra sida för att träffa i bakkant av motorgondolen på vänster motor. Figur 15 visar att området vid och bakom lastdörren träffas av 15-20 splitter, vid simulering med 23 mm granaten, vilket stämmer väl överens med antalet skador identifierade på flygplanskroppen. Vid vänster motor är skadorna så omfattande att man inte kan se om eller hur många splitter som träffat det området. Det samma gäller för stora delar av vänster innervinge.

När samma fall istället simuleras med en 37 mm slsgr blir det inga märkbara kvalitativa eller kvantitativa skillnader i dessa enkla simuleringar, granaten ger däremot större splitter, med högre penetrationsförmåga, som kan orsaka mer skada där de träffar, vilket inte tagits hänsyn till i simuleringarna. Vid simuleringarna med 37 mm granaten har även granatens rotationshastighet varierats utan synbara skillnader i resultaten.

En parameter som däremot ger stora skillnader i resultaten är granatens anslagshastighet relativt planet. Figur 16 visar splitterspridningen under samma förutsättningar som Figur 15 men med anslagshastigheten sänkt till 200 m/s. Man ser då tydligt att splittersvärmen träffar längre bak på flygplanskroppen, trots att granatens träffpunkt är den samma. Det beror på att huvuddelen av splitterna kastas ut i nära rät vinkel från granatens längdaxel om granaten står still. Hur splitterna rör sig relativt flygplanet beror alltså både på granatens hastighet relativt planet och på den utkastningshastighet splitterna får ut från granatkroppen.



Figur 15: Splitterspridning vid simulering av skadorna 38-52 med 23 mm slsgr.

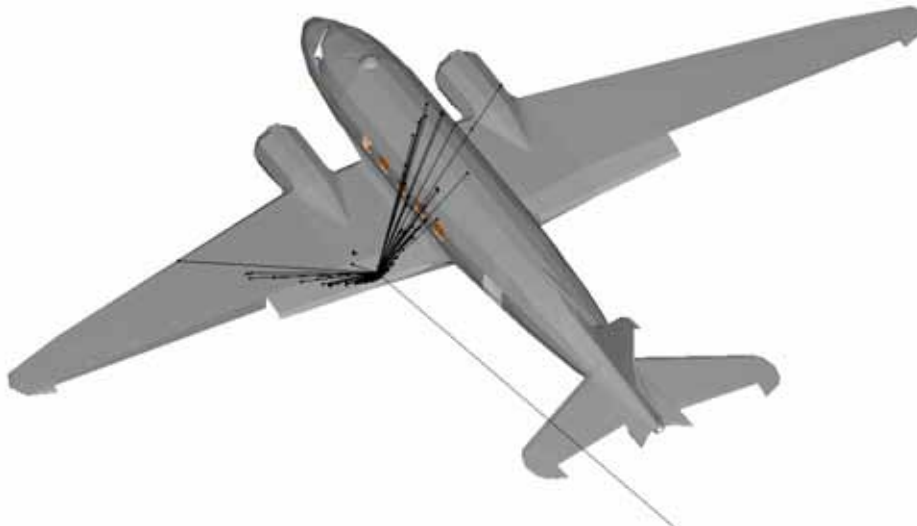


Figur 16: Motsvarande resultat som i Figur 15, men med anslagshastigheten sänkt från 600 m/s till 200 m/s.

Skada 53

Skada 53 är en samling splitterskador i vänster vinges balkar och tvärsnitt. Vingen är svårt skadad och det är enbart i balkar och skott man idag kan se splitterhålen. Det finns alltså ingen given plats för granatislaget.

Ett tänkbart scenario som kan orsaka skador som liknar dem man hittat på planet kan se ut som Figur 17. Notera att vingen i simuleringsmodellen saknar balkar, tvärstag och bränsletank, varför splitter kan gå en längre sträcka än i verkligheten.



Figur 17: Splitterspridningen vid simulering av samlingskadan 53 i vänster vinge.

Skadorna på fenan

Skadorna 54 - 57 är fyra splitterhål i bakre fenan, med utgångshål på vänster sida, 57 och 58 är skador vid främre fästet till fenan och även balkarna i fästet är skadade av splitter. Skadorna på fästets främre vertikalbalk tyder på att den träffats bakifrån. Det finns även spår av andra längsgående skador genom nedkanten av fenans vertikala balkar, riktade framåt

Det finns ingen identifierad skada som anses vara en granats brisadpunkt och om en granat briserat i detta område borde det finnas fler skador på stabilisatorerna och fenan. En återstående möjlighet är då att planet träffats av en pansarprojektil (eller en spränggranat där tändaren inte fungerat) rakt bakifrån. Projektilen har då troligen gått rakt igenom nederkanten av fenan och splitterskadorna kan ha orsakats av delar av projektilen om den slagits sönder.

Totalbild av skador från spränggranater

För att få en uppfattning om den sammanlagda skadebilden som uppstår vid en bekämpning med spårljusspränggranater enligt ovan har en simulering genomförts där 100 granater träffar vid de fem olika skadepunkterna. I varje fall summeras skadorna från de fem träffpunkterna och medelvärden för de 100 simuleringarna kan redovisas. I Figur 18 redovisas de träffpunkter som använts i simuleringarna. Notera att träffarna på höger vinge är på undersidan, vid landningshjulet.

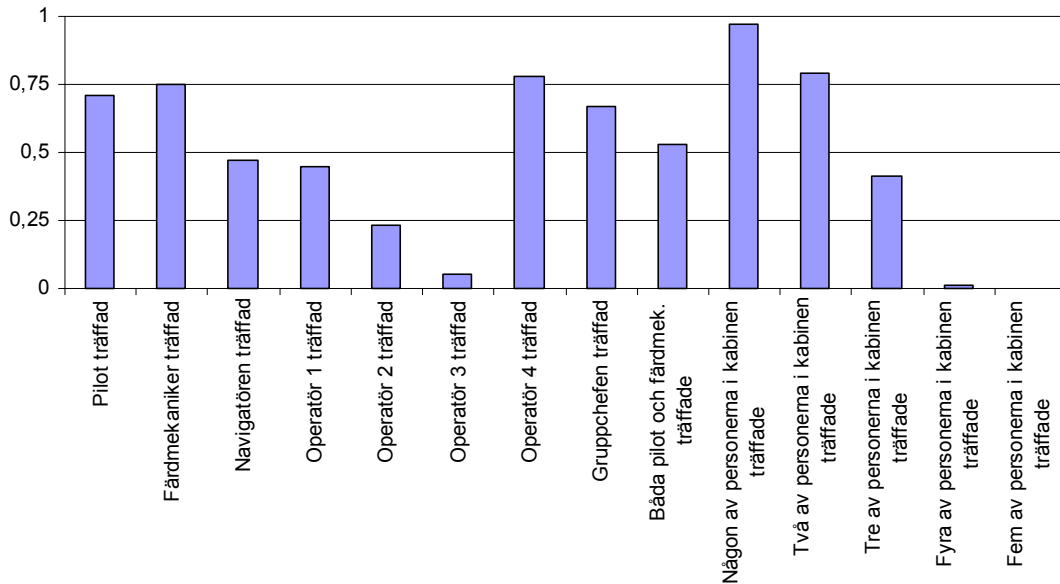


Figur 18: Träffpunkter för simulering av totalskada orsakad av spränggranater

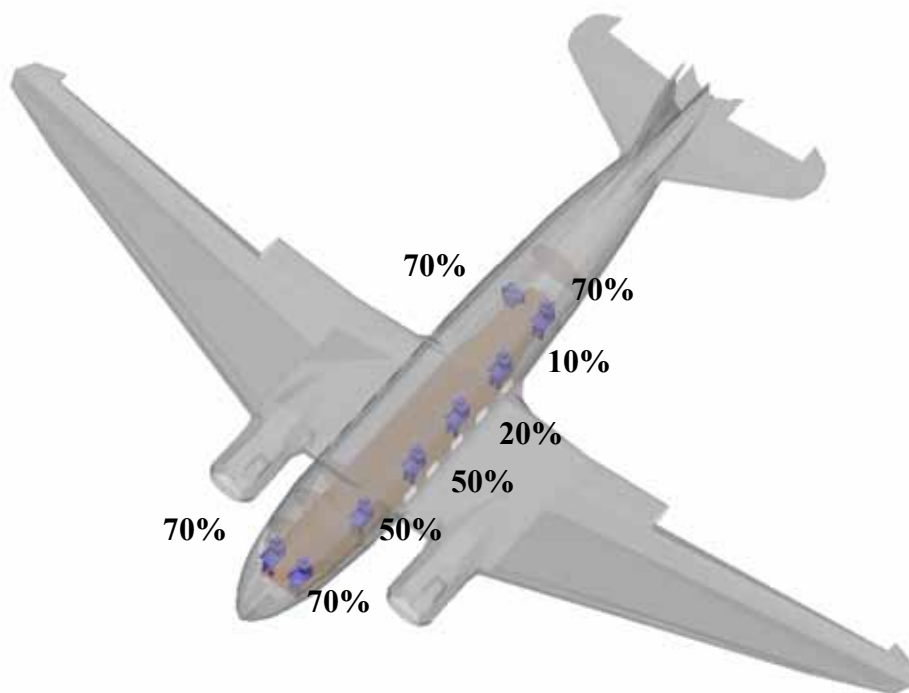
Resultaten visar i hur stor andel av de 100 simuleringarna olika händelser inträffade. Notera dock att på grund av att det saknas inredning och andra delar av planet bromsas splitter inte så mycket som de borde göra. Det medför att allt för många splitter med allt för hög hastighet kommer att träffa personalen. För att inte få ett felaktigt resultat på grund av en något felaktig träffpunkt varierar träffpunkterna något runt den ansatta träffpunkten.

Sammanställningen av simuleringensresultaten bör därför endast ses som en generell bild av vad som är troligt och vad som inte är troligt. De givna sannolikhetsvärdena stämmer alltså troligen inte.

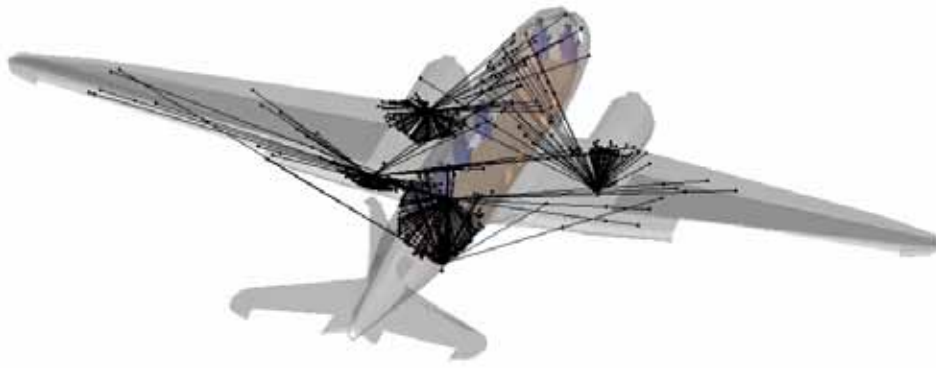
I Figur 19 är operatörerna i kabinen räknade framifrån. Det framgår att det är troligt att någon eller några ur personalen i kabinen träffades men att det är osannolikt att alla eller nästan alla träffades. Enligt Figur 19 är det ca 50% sannolikhet att båda pilot och färdmekaniker träffades. Med tanke på begränsningarna i modelleringen är det antagligen ett för högt värde. Figur 20 visar den beräknade träffsannolikheten för respektive besättningsman. Av de fyra besättningsmän som inte återfunnits tillhör tre de personer som enligt simuleringarna har minst risk att träffas av splitter, under förutsättningen att de satt i sina stolar.



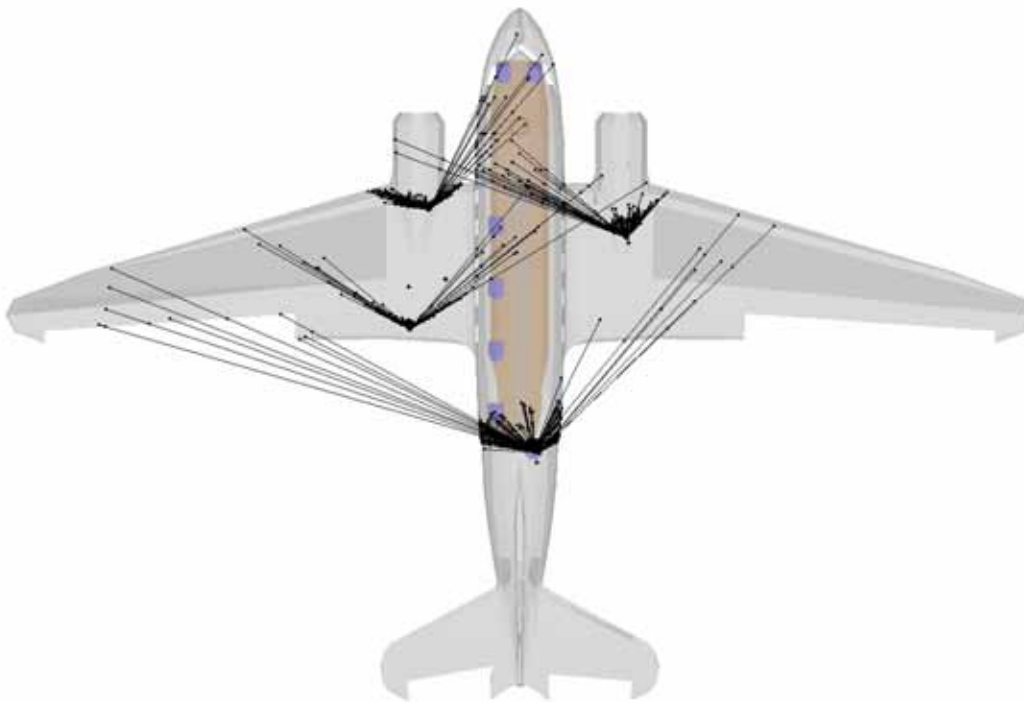
Figur 19: Sannolikhet att vissa händelser inträffar, enligt de genomförda simuleringarna. Notera att de verkliga värdena bör vara väsentligt lägre då flygplansmodellen saknar strukturer och inredning som kan bromsa splitter.



Figur 20: Sannolikhet att respektive besättningsman träffades av splitter, enligt de genomförda simuleringarna. Notera att de verkliga värdena bör vara väsentligt lägre då flygplansmodellen saknar strukturer och inredning som kan bromsa splitter.



Figur 21: Exempel på total splitterspridning från samtliga simulerade spränggranater.



Figur 22: Exempel på total splitterspridning från samtliga simulerade spränggranater.

Angreppsriktningar

Då det återfunnits träffpunkter både på ovansidan och på undersidan av planet leds tankarna lätt till att planet utsatts för minst två attacker. Dock har flygplan stora rörelsemöjligheter i flera riktningar och det är inte omöjligt att planet har gått från att visa ovansidan till att visa undersidan vid en undanmanöver. Att planet är träffat på både ovan- och undersidan är i sig alltså inget bevis för att planet utsatts för mer än en attack.

Resultatsammanfattning

Vid de skador som simulerats ovan har totalt ca 20 splinter träffat högra vingen vilket kan jämföras med de 16 splinterhål som har identifierats på vrakets vinge. Då splittergenerering hos naturligt fragmenterande granater är en stokastisk process är detta resultat helt tillfylllest. Dessutom finns viss osäkerhet i materialegenskaperna hos granaten, främst det så kallade fragmenteringstalet, vilket kan medföra att vapenbeskrivningen kan ge ett felaktigt antal splinter och/eller felaktiga splinterstorlekar. Det är troligt att man vid en djupare analys av simuleringsresultaten skulle finna att många fler splinter gått ut genom flygplansskrovet än vad man kan se spår av på vraket, på grund av att simuleringsprogrammet slutar följa splinter som inte har möjlighet att träffa någon

ytterligare komponent. Att alltför många splitter, enligt simuleringarna, klarar att tränga ut igenom skrovet beror till stor del på att endast den yttre aluminiumplåten är beskriven, inte inredning i planet, inte isolering eller innerskiktet av väggarna o.s.v, vilket medför att splitterbromsningen blir mindre än den borde vara.

De stora osäkerheterna i simuleringarna är de antagna anfallsriktningarna. Andra anfallsriktningar är möjliga om anslagshastigheten (som varierar med skjutavståndet) samtidigt ändras.

Baserat på de simuleringar som genomförts och de skador som hittats på flygplanet finns det stora möjligheter att delar besättningen kan ha klarat sig utan allvarliga skador orsakade direkt av beskjutningen, då splittersvärmarna är ganska samlade inuti planet. De områden där besättningen verkar löpt störst risk att träffas av splitter är längst bak i kabinen samt, med lägre risk, i förarkabinen.

Referenser

- [1] Rapport över undersökning av polskt flygplan typ MIG 15, FF H M58-98:21/58
- [2] Beskjutningsskador TP79.001 "DC-3", John Ottosson, FOI-R--1998--SE, maj 2006