



Hotdatabas

Teknisk prestanda

MATS HARTMANN

FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 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, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
Försvars- och säkerhetssystem
Grindsjöns forskningscentrum
147 25 Tumba

Tel: 08-55 50 30 00
Fax: 08-55 50 31 00

www.foi.se

FOI-R--2658--SE Teknisk rapport
ISSN 1650-1942 December 2008

Försvars- och säkerhetssystem

Mats Hartmann

Hotdatabas

Teknisk prestanda

| | |
|--|--|
| Titel | Hotdatabas - Teknisk prestanda |
| Title | Threat data base - Technical performance |
| Rapportnr/Report no | FOI-R--2658--SE |
| Rapporttyp Report Type | Teknisk rapport Technical report |
| Sidor/Pages | 47 p |
| Månad/Month | December/December |
| Utgivningsår/Year | 2008 |
| ISSN | ISSN 1650-1942 |
| Kund/Customer | Försvarsmakten |
| Forskningsområde Programme area | 5. Bekämpning och skydd 5. Strike and Protection |
| Delområde Subcategory | 51 VVS med styrda vapen 51 Weapons and Protection |
| Projektnr/Project no | E20523 |
| Godkänd av/Approved by | Patrik Lundberg |
| FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut | FOI, Swedish Defence Research Agency |
| Avdelningen för Försvars- och säkerhetssystem | Defence & Security, Systems and Technology |
| Grindsjöns forskningscentrum | |
| 147 25 Tumba | SE-147 25 Tumba |

Sammanfattning

Att känna den tekniska prestandan hos de stridsdelar som kan tänkas utgöra ett hot mot svensk trupp är viktigt av flera anledningar, t.ex. för att kunna systematisera hoten. En annan av dessa anledningar är att det möjliggör skapandet av en så kallad "hottrappa". Ur en hottrappa kan lämplig skyddsnivå väljas, vilken kan användas som kravspecifikation såväl för nya plattformar som för justeringar av befintlig materiel för att anpassa denna till aktuella hotmiljö.

Hotdatabasen är tänkt att sammanställa experimentellt framtagna och teoretiskt/statistiskt utvärderade prestandadata för olika ammunitionssorter. Denna första upplaga visar hur informationen är tänkt att presenteras och även det verktyg som skapar strukturen till databasrapporten beskrivs översiktligt.

Det är av största betydelse att den information som databasen innehåller kan hållas aktuell under lång tid då det är vanligt att olika ammunitionssorter används på olika platser i världen under årtionden, varför risken att informationen blir inaktuell är liten. Lika viktigt är det att regelbundet tillföra ny information om de ammunitionssorter som påträffas och som kan införskaffas för testning. Även information som har tagits fram av andra organisationer ska kunna införas i databasen när det är möjligt. Vid genomförande av experiment för att testa till exempel finkalibrig ammunition måste stor vikt läggas vid flera faktorer såsom korrekt identifiering av ammunition och målmaterial, kvalitet på mätresultat samt att säkerställa att projektilens snedställningsvinkel inte är för stor vid anslaget. För att möjliggöra detta byggs för närvarande en försöksanläggning för finkaliberammunition och FSP på FOI.

Så långt det har varit möjligt har det valts att spara all indata som rena textfiler, dels för att både mängd och typ av data kommer att variera i hög grad mellan de olika testade ammunitionssorterna, dels för att data ska vara tillgänglig under lång tid. Textfilerna läses idag av ett MATLAB-program som utvärderar V_{50} och sedan skriver resultaten med text, tabeller och diagram direkt som ett rapportmanus. Ett alternativ till textfilerna och MATLAB-programmet skulle kunna vara någon form av kommersiell databashanterare. Då finns dock risker med bristande kompatibilitet mellan versioner, svårigheter att utvärdera de experimentella resultaten och data sparade i binär, oläslig form.

Ett exempel, baserat på öppna data, på hur databasen kan komma att se ut ges där ett antal experimentella resultat har utvärderats med hjälp av MATLAB-programmet presenteras. De utvärderade resultaten presenteras som text, tabeller och grafer.

Exemplet visar att metodiken med textfiler som indata till ett kombinerat hanterings- och rapportgenereringsverktyg fungerar, samtidigt som den visar på ett antal områden där utvecklingspotential finns.

Nyckelord: hot, ammunition, finkaliber, FSP, teknisk prestanda, V_{50} , stridsdel, skydd, gränstjocklek

Summary

Knowing the technical performance of warheads that are potential threats to Swedish forces is important for many reasons, e.g. to be able to systematise the threats. An other reason is that it gives the opportunity to create a spectrum of threat levels. By using the spectrum one can then choose the appropriate protection level which can be used as specification of requirements for new platforms but also for adjusting existing material to suit it for the relevant threat environment.

The threat database is meant to compile experimentally developed and theoretically/statistically evaluated data of performance for different kinds of ammunition. In this first edition the plan on how to publish the information is presented and the tool to create the structure for the database report is briefly described.

It is of high importance that the information contained in the database is kept up to date for a long period of time since it is common that different kinds of ammunition is used in different parts of the world for decades, so the risk of information getting obsolete is small. It is equally important to continuously add new information about ammunition types that are found and possible to test. When applicable, information rendered by other organisations will also be added. When conducting experiment to test for example small arms ammunition, focus has to be put on several factors such as the correct identification of both ammunition and target material, the quality of the test results and securing that the projectile's yaw angle at impact is not too large. FOI is currently building a testing site to enable these kinds of experiment.

To the highest possible extent, all input has been saved as text files since both the amount and type of data will display great variation between the tested types of ammunition and since data is meant to be accessible for a long time. Today these are read by a MATLAB programme that evaluates V_{50} and delivers the results with text, tables and graphs as a report manuscript. An alternative solution to the MATLAB programme and the text files could be a commercial database manager, though that might increase the risk of insufficient compatibility between different versions, difficulties to evaluate the experimental results and input saved as binary, unreadable data.

An example based on open input on how the database might look like is given, where a number of experimental results are displayed that have been evaluated with the MATLAB programme. These results are presented with text, tables and graphs.

The study shows that the method using text files as input to a combined managing- and report generating tool works. It also points out several areas with development potential.

Keywords: threat, ammunition, small arms ammunition, FSP, technical performance, V_{50} , warhead, protection, ballistic limit

Innehåll

| | | |
|-----------|--|-----------|
| I | Introduktion till hotdatabasen | 7 |
| 1 | Introduktion | 9 |
| 1.1 | Vad är hotdatabasen? | 9 |
| 1.2 | Bakgrund | 9 |
| 1.3 | Databasen i korthet | 9 |
| 1.3.1 | Indatafält | 10 |
| 1.3.2 | Datahantering | 12 |
| 1.3.3 | Rapportframställning | 12 |
| 1.3.4 | Svårigheter | 13 |
| 1.3.5 | Kvarstående arbete | 13 |
| 1.4 | Framtiden | 14 |
| 1.5 | Finkaliberanläggningen | 15 |
| II | Exempel på hur hotdatabasen kan komma att se ut | 17 |
| 2 | Finkaliber och FSP | 21 |
| 2.1 | 20 mm FSP | 22 |
| 2.1.1 | Allmänna data | 22 |
| 2.1.2 | V_{50} -data | 22 |
| 2.1.3 | Utvärderade V_{50} -data | 36 |
| 2.2 | 7.62 mm APM2 | 38 |
| 2.2.1 | Allmänna data | 38 |
| 2.2.2 | Utvärderade V_{50} -data | 38 |
| 3 | Måldata | 41 |
| 3.1 | Armox 370T | 42 |
| 3.2 | Armox 370X | 42 |
| 3.3 | ELI Titanium Plate No. 67183 | 42 |
| 3.4 | ELI Titanium Plate No. 67184 | 42 |
| 3.5 | ELI Titanium Plate No. 67185 | 42 |
| 3.6 | ELI Titanium Plate No. 67186 | 42 |
| 3.7 | ELI Titanium Plate No. 67187 | 43 |
| 3.8 | ELI Titanium Plate No. 67188 | 43 |
| 3.9 | ELI Titanium Plate No. 67189A | 43 |
| 3.10 | ELI Titanium Plate No. 67190 | 43 |
| 3.11 | ELI Titanium Plate No. 67191 | 43 |
| 3.12 | ELI Titanium Plate No. 67192 | 44 |
| 3.13 | ELI Titanium Plate No. 67193 | 44 |
| A | Penetrationsdefinitioner | 45 |
| | Sakregister | 47 |

Del I

Introduktion till hotdatabasen

1 Introduktion

1.1 Vad är hotdatabasen?

Med hotdata menas här en samling tekniska prestanda hos ammunitionssorter som kan klassas som hot mot svensk trupp. Dessa data kan vara egenhändigt framtagna eller publicerade av andra. Sammanställningen av dessa data benämns hotdatabas. Då dataformatet och mängden data kommer variera kraftigt, allt från experimentella resultat till beskrivande texter och bilder, förefaller en databas av kommersiell typ inte vara tillämplig. Det krävs dock något slags verktyg som kan hantera all data.

I denna rapport ges ett exempel på hur databasen kan se ut, baserad enbart på data från öppna källor. Exemplet är skapat med hjälp av ett Matlab-program som läser datafilerna, skapar diagram, sparar text i \LaTeX -format och bilder som jpg-filer. \LaTeX -filerna läses sedan in i en \LaTeX -editor som genererar en pdf-fil i enlighet med FOI:s rapportmall.

1.2 Bakgrund

Inom ramen för FoT-beställningen har projektet "Metodik för verkansvärdering" givits uppgiften att skapa, driva och förvalta en hotdatabas. Databasen ska bestå av detaljerad teknisk prestanda för ammunitionssorter som kan tänkas utgöra ett hot mot svensk trupp, både i internationell tjänst och i det teriterioella försvaret. För att samla den här typen av information krävs väl genomförda experiment med bra instrumentering så att alla väsentliga parametrar kan mätas med tillräckligt hög noggrannhet. Dessutom krävs att projektet samarbetar med andra projekt som karaktäriserar stridsdelar av andra anledningar och försöker påverka försöken så att resultaten även är tillämpbara till detta ändamål.

Med hjälp av en sammanställning av olika ammunitionssorters prestanda i olika (skydds)material eller (skydds)konstruktioner bör det bli lättare att välja lämpliga skyddsnivåer för materiel. Det bör även bli mycket lättare att föreslå materielförändringar baserade på akuta behov från t.ex. utlandsstyrkan.

Dock krävs för att detta ska vara möjligt detaljerad information om de olika ammunitionssorternas tekniska prestanda. Denna information måste vara av hög kvalitet, så att användaren inte leds att undervärdera ett hot eller övervärdera skyddsprestandan hos ett system. För att säkerställa kvaliteten på data för finkaliber- och FSPförsök håller FOI på att bygga en försöksanläggning i vilken finkaliberammunitions prestanda i olika måltyper ska kunna testas på ett rationellt sätt. Läget för denna anläggning beskrivs i kapitel 1.5.

För att välja vilka ammunitionssorter som ska karaktäriseras kommer det krävas ett nära samarbete mellan alla intressenter som karterar förekomst av vapen/ammunition, identifierar och röjer upphittade ammunitionseffekter och arbetar med ballistiska skydd för svensk trupp.

1.3 Databasen i korthet

En av de grundläggande tankarna med databasen är att den ska samla högkvalitativa experimentella data och sammanställa dessa i t.ex. lättjämförda diagram eller tabeller. Till att börja med kommer data för finkaliberprojektiler och splittersi-

mulatorer redovisas¹, senare ska även data för RSV, EFP och splitterstridsdelar tillföras. Möjligen måste databasen då delas i en del per stidsdelstyp, men det återstår att se.

För finkaliberprojektiler används ofta V_{50} som prestandamått och det kommer bli en av de viktigaste datatyperna i databasen. Till V_{50} -värdena måste bör man dock även redovisa noggrannheten i värdet, lämpligen genom att ange ett spridningsmått. Spridningen beror av antalet skjutna skott, hastighetsvariationer mellan skotten och hur dessa matematiskt behandlas. Bara att välja vilken typ av statistisk fördelning man ska använda vid utvärdering av de experimentella resultaten kräver mycket omtanke. Se t.ex. rapporten² för en vidare diskussion om den statistiska behandlingen. Eftersom detta är viktigt även för hur resultaten som redovisas ska tolkas är intentionen att några kapitel med teorier och definitioner ska ingå som en naturlig del av den redovisning som sker av databasen.

I dagsläget är tanken att data till databasen ska sparas i separata filer för respektive projektil, i ascii-format som är läsbart utan specialprogram. Utöver de data som kan tabelleras behövs även figurer, foton och ritningar som även de sparas separat i mappar för respektive projektil. Dessa kan dock inte sparas i ascii-format.

1.3.1 Indatafält

I dagsläget kan det Matlab-program som läser in data från textfilerna hantera data som har följande rubriker:

- Name - här anges projektilens produktnamn.
- Type - här anges om projektilen är av någon speciell typ, t.ex AP eller API.
- Calibre - här anges projektilens kaliber som text.
- Diametre - här anges projektilens diameter (mm).
- Mass - här anges projektilens massa (g).
- Core mass - här anges projektilkärnans massa (g).
- Core mtl - här anges projektilkärnans material.
- Core hardness - här anges projektilkärnans hårdhet (BHn).
- Core diametre - här anges projektilkärnans diameter (mm).
- Manufacturer - här anges projektilens tillverkare.
- Production year - här anges tillverkningsårtalet.
- Batch - här anges från vilken batch projektilen kommer.
- Stamp - här anges vilka stämplor som finns på hylsbotten.
- Colour scheme - här anges hur projektilen är målad.
- Classification - här anges om och vid behov i vilken nivå och enligt vilket regelverk informationen är hemlig.

1. M. Hartmann, Lägesrapportering Hotdatabas, FOI Memo 2519, Augusti 2008
 2. A. Tyrberg, M. Nilsson, J. Ottosson, SOP - stopp- och gränshastighetsförsök med finkaliberprojektiler och splittersimulatorer v0.9, FOI-R-2321-SE

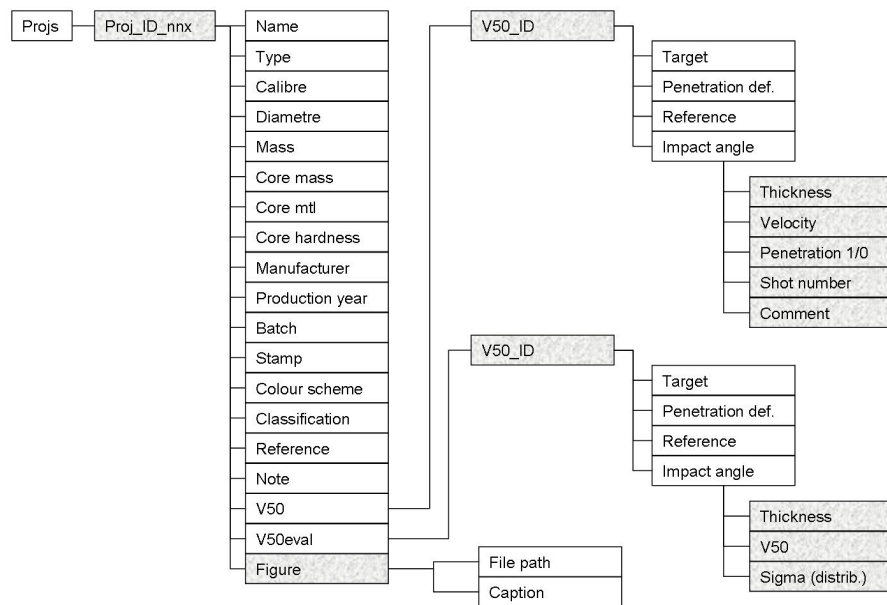
- Figure - här anges sökväg till figur som beskriver projektilen. Raden direkt under rubriken Figure innehåller den figurtext som ska redovisas tillsammans med figuren. Det är tillåtet att ha flera rubriker Figure.
- Reference - här anges källan eller källorna till den redovisade informationen.
- Note - här är det möjligt att lägga till en valfri beskrivning.
- V50 - här anges experimentella data för framtagning av V50. När rubriken V50 påträffas ska de följande sex raderna ha följande information.
 - V50_ID - ett unikt namn för denna V₅₀-serie. Detta måste vara den första av de sex raderna.
 - Target - här anges mot vilket mål testet har genomförts. Detta är en referens till en post i en liknade sammanställning med måldata.
 - Impact angle - här anges anslagsvinkeln (^o).
 - ExpReport - här anges en referens till den rapport där data ursprungligen publicerats.
 - Penetration definition - här anges hur penetration har definierats, se bilaga A.
 - N.o. data sets - här anges hur många dataset som finns redovisade på raderna nedanför. Data kan redovisas på ett av två sätt:
 - * Måltjocklek (mm), Anslagshastighet (m/s), Penetration eller inte penetration (1/0).
 - * Skottnummer, Måltjocklek (mm), Anslagshastighet (m/s), Penetration eller inte penetration (1/0), Kommentarstext.
- V50eval - här anges utvärderade V₅₀-data. När rubriken V50eval påträffas ska de följande sex raderna ha följande information.
 - V50_ID - ett unikt namn för denna utvärderade V₅₀-serie. Detta måste vara den första av de sex raderna.
 - Target - här anges mot vilket mål testet har genomförts. Detta är en referens till en post i en liknade sammanställning med måldata.
 - Impact angle - här anges anslagsvinkeln (^o), mätt från målytan.
 - ExpReport - här anges en referens till den rapport där data ursprungligen publicerats.
 - Penetration definition - här anges hur penetration har definierats, se bilaga A.
 - N.o. data sets - här anges hur många dataset som finns redovisade på raderna nedanför. Data kan endast redovisas på ett sätt:
 - * Måltjocklek (mm), V₅₀-hastighet (m/s), Spridningsmått (m/s).

Alla fält förutom namnet är valfria och huvudrubrikerna behöver inte ges i någon speciell ordning. Mycket av den allmänna projektilinformationen är till för att man med säkerhet ska ha identifierat vilken projektil som data behandlar. Genom att använda MATLAB till detta är det enkelt att t.ex. lägga till nya fältrubriker eller ändra formatet på indata vilket ger ett mycket flexibelt system. Det finns dessutom ett tilläggs paket till MATLAB med vilket man kan kompilera MATLAB-kod till C-kod, som i sin tur kan kompileras till fristående körbara program.

Programmet kontrollerar självt vilka filer som finns i den specificerade fil-mappen för projektildata och förutsätter att alla filer med rätt filändelse innehåller projektildata och läser dessa.

1.3.2 Datahantering

När informationen lästs in sparas den i en så kallad "Structure" i MATLAB. En structure är en flerdimensionell vektor där elementen är åtkomliga via fältidentifikatorer i ren text³. Det är inte nödvändigt att alla fält på en nivå är identiska med de andra, varigenom mängden information kan variera från projektil till projektil. Figur 1.1 visar översiktligt hur data lagras internt i MATLAB. Vid rapportgenereringen skapas flera datafält, dels med nya utvärderade data och dels med data samlade för att underlätta skapandet av diagram.



Figur 1.1: Datastruktur i MATLAB-structure "Projs", för den datamängd som kan läsas in från indatafiler. Gråmarkeringen redovisar de dataposter det kan finnas många av.

Varje projektil identifieras unikt med ett ProjID som är identiskt med filnamnet på filen som innehåller projektilinformationen.

Den flexibla strukturen och möjligheten att använda fältidentifikatorer som variabler möjliggör att data kan sorteras och väljas ut nästan utan begränsningar.

1.3.3 Rapportframställning

MATLAB-programmet skapar automatiskt ett rapportmanus som ska kunna färdigställas med små ytterligare arbetsinsatser.

I samband med rapportframställningen, d.v.s. databasens tilltänkta leveransformat, ges möjligheten att definiera ett antal flaggor som påverkar hur rapporten kommer att se ut. Dessa flaggor hanterar i dagsläget:

- Vilken högsta sekretessklass som redovisade data får ha.
- Om experimentella rådata för framtagning av V_{50} ska redovisas i tabellform eller inte.

³ MATLAB 6.5, Hjälpfunktion, Getting Started: Programming with MATLAB: Structures

- Om experimentella rådata för fram tagning av V_{50} ska redovisas grafiskt eller inte.
- Om utvärderade V_{50} ska redovisas i tabellform eller inte.

Först skapas en filmapp, namngiven med bl.a. dagens datum. I denna mapp sparas alla filer som utgör rapportmanuset. Därefter skapas en s.k. parameterfil som används som indata till FOI:s rapportmall i \LaTeX -format.

Därefter skrivs tillgängliga data för varje projektil (som tillåts enligt sekretessgränserna), i den ordning som redovisas i stycket om indatafält. Om data saknas för någon rubrik skrivs inte rubriken. \LaTeX -formatet är textfiler med styrkommandon och har stora likheter med programvarukällkod, vilket möjliggör att filerna kan läsas med alla program som kan läsa textfiler. Innehållet är dessutom läsbar, men inte snyggt formaterat, direkt i filerna. Till sammans med innehållet skrivs även styrkommandon för att skapa ett sakregister.

Om tabellerade data ska redovisas skrivs dessa tabeller. MATLAB genererar figurer och sparar dessa som bildfiler i filmappar. Dessa mappar ges samma namn som filen med projektldata. Sökvägen till och filnamnet på respektive bild skrivs därefter in i rapportmanuset automatiskt. På detta sätt kommer diagram och liknande alltid vara uppdaterade med all tillgänglig information. Om diagrammen sparas manuellt finns det stor risk att det glöms bort att uppdatera dem då ny data tillkommer eller om t.ex. utvärderingssättet för V_{50} ändras.

Nu kan rapportmanuset läsas in i en \LaTeX -editor, finjusteras (t.ex. anges i detta läge FOI:s rapportnummer och liknande), för att sedan sparas i pdf-format, granskas, tryckas och levereras i rapportform.

1.3.4 Svårigheter

En svårighet som kommer att dyka upp är hur man ska välja vilka olika poster som ska behandlas som om de vore identiska. Det kan t.ex. vara projektiler eller målmaterial från olika partier som har liknande men inte helt identiska egenskaper. Om de är helt unikt identifierade kommer de att klassas som unika objekt. I många fall kan man basera jämförelsen på namnfältet istället för det unika ID-fältet. I andra fall, när det faktiskt är olika enheter som trots det ska jämföras, t.ex. pansarstål av liknande kvalitet från olika tillverkare blir det betydligt svårare att automatisera jämförelsen. Möjligen går det att skapa en separat lista med jämförelsepar som används för att hjälpa rapportgenereringsprogrammet att skapa rapporten med lämpliga figurer och jämförelser.

Då V_{50} utvärderats för en projektil i ett målmaterial med flera tjocklekar måste dessa data sammanbindas i redovisningen. Det återstår att välja hur dessa data ska bäst sammanbindas, med bitvis räta linjer eller i enlighet med någon funktion som anpassas till tillgängliga data. I dagsläget används bitvis räta linjer, dock finns inga data som kan redovisa detta i databasexemplet.

1.3.5 Kvarstående arbete

Utöver att skapa motsvarande hantering för andra stridsdelstyper än finkaliber och FSP finns det en del ytterligare funktioner som bör skapas. En av dessa är att inläsning och därefter skrivning av textkommentarer kan ge önskat resultat då vissa tecken, som används som specialtecken i MATLAB eller \LaTeX , används. Här behöver hanteringen kompletteras så att programmet hittar dessa tecken och hanterar dem på speciellt sätt, så att den slutliga utskriften blir den önskat. Även layouten på sakregisteret bör förbättras.

Den statistiska databehandlingen av experimentella data kan behöva justeras, om man finner att någon annan metod ger bättre resultat än den som används. Att byta utvärderingsmetod, när den väl är definierad, är inte någon stor operation i programmet.

I de diagram och tabeller som redovisas i databasexemplet i denna rapport har alla mål definierats via sin tjocklek. Databasen måste även kunna hantera ytvikt istället för tjocklek, då detta är ett lämpligare mått för vissa måltyper. Ett sätt att hantera detta är att enbart ange ytvikt, vilket skulle medföra att man för homogena material får räkna om tjockleken via densiteten till en ytvikt. Dock skulle detta kräva att densiteten måste anges för homogena material, något som kanske inte alltid är fallet då externt producerade data används. Det förekommer ännu en viss variation i layouten för diagrammen, något som bör justeras så att de olika diagramtyperna blir lättare att känna igen och därigenom även att tyda.

De figurer som redovisar sammanställningen av V_{50} -data för respektive projektil bör, när så är tillämplig, kompletteras med en eller flera y-axlar som relaterar en viss hastighet med ett visst skjutavstånd för något eller några vapen som använder just den aktuella projektilen.

Ett grafiskt användargränssnitt bör skapas, både för inmatning av nya data och för rapportframställning. Detta skulle underlätta användandet och minska risken för felaktigheter i indatafilerna. Rent praktiskt fungerar databasen redan idag, men rapportgenereringen sker med hjälp av parametersättning direkt i MATLAB-programmet.

1.4 Framtiden

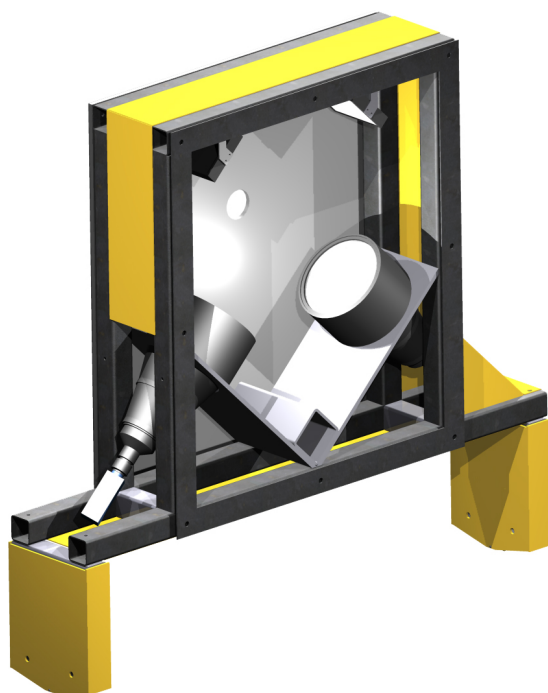
En av de grundläggande tankarna med att inte utnyttja en databashanterare av kommersiell typ, som sparar data binärt, är att informationen ska vara tillgänglig under mycket lång tid. Behovet av detta kan lätt tydliggöras med att vissa ammunitionssorter används under lång tid. Det används fortfarande flera finkaliberprojektiler som designades före och under andra världskriget. Då data till databasen sparas i rena textfiler är de läsbara utan speciella program. Det är t.o.m. möjligt att skriva ut dem på arkivpapper och arkivera fullt läsbara sidor. Att det dessutom kan vara kostsamt och svårt att införskaffa ammunitionen är ytterligare ett argument för att hålla informationen tillgänglig.

Det är både möjligt och troligt att formatet på och leveransen av databasen kommer att ändras under de första åren, innan de bästa formerna har hittats. Olika användare har olika behov av information och möjligen ska flera varianter med varierande detaljeringsnivå skapas. Vidare kan ett lämpligt sätt att sprida informationen vara via t.ex. ISUS, men då måste databasen eventuellt delas eller omformateras på annat sätt. Planering för ett möte mellan FM, FOI och FMV för att diskutera dessa frågor pågår och det kommer troligen att hållas under december 08 eller januari 09.

Ytterligare stridsdelstyper (RSV, EFP, splitterstridsdelar) ska i framtiden hanteras på liknande sätt.

1.5 Finkaliberanläggningen

För att kunna genomföra högkvalitativa karakteriseringar av finkaliberammunition, FSP och målmaterial/mål typer byggs för närvarande en försöksanläggning för detta ändamål. Den grundläggande designen har redovisats tidigare⁴, då förhoppningen fortfarande var att en befintlig triggutrustning skulle kunna återanvändas. Det har under året visat sig att det var nödvändigt att bygga ett nytt triggsystem. Systemet har designats och delarna har nyligen levererats monterats. I närtid ska även ett par adaptrar för att fästa lasrarna i de justerbara fästena tillverkas. När alla nya delar är monterade och sammankopplade ska en första omgång provskott skjutas för att i första hand se att kamerorna, se figur 1.2 som visar ett kamerapar, tar tillräckligt bra bilder av projektilen vid rätt tillfällen. Därefter måste den automatiska bildbehandlingen, som ska beräkna snedställningsvinkeln ”yaw”, testas och trimmas in. När anläggningen är i drift ska det gå att göra t.ex. V_{50} skjutningar på ett rationellt sätt med hög kvalitet. Om snedställningsvinkeln vid ett skott är för stor ska resultat kunna förkastas. Det ska även vara möjligt att variera avståndet mellan vapnet och målet för på så sätt hitta det avstånd som ger den minsta snedställningsvinkeln.

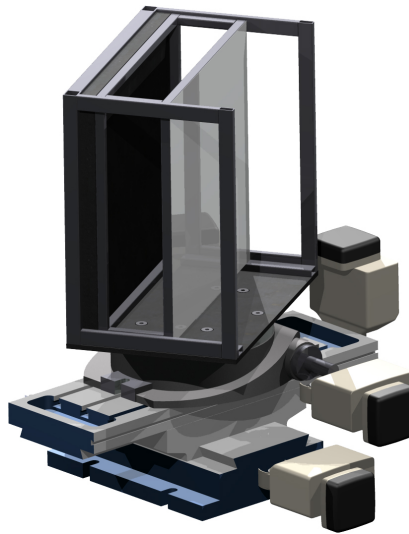


Figur 1.2: Illustration av ett kamerapar där optikskyddet tagits bort.

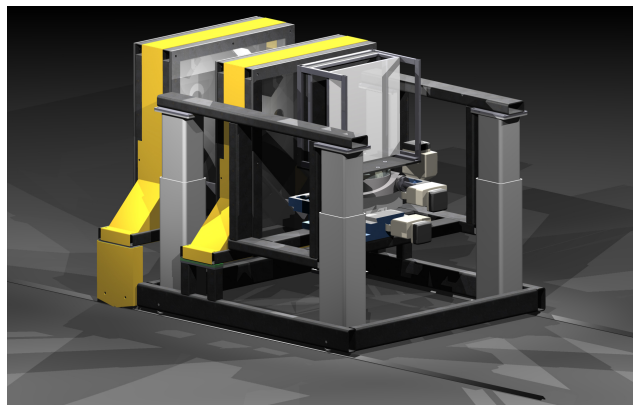
Målet kan redan idag förflyttas och vridas halvautomatiskt med hjälp av ett vridbord monterat i måltanken, se figur 1.3.

Redan idag är två kamerapar och målhållaren placerade i måltanken, i enlighet med figur 1.4. Det som inte är monterat är lasrarna och mottagarna till laserridåerna, se figur 1.5. Laserridåerna ska användas för att mäta projektilens hastighet och passagetidpunkt och därigenom möjliggöra att kamerorna tar bilder vid rätt tidpunkter.

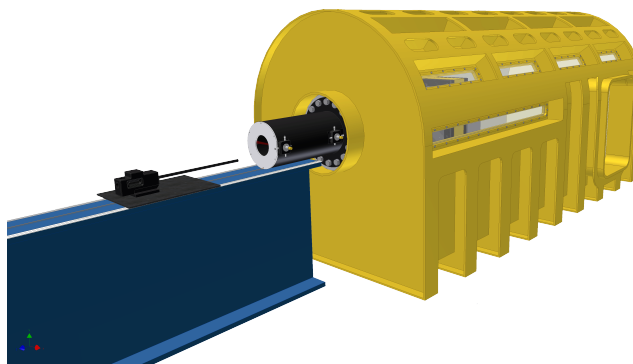
4. I. Eriksson, M. Elfsberg, Lägesrapport avseende utrustning för rationell uppmätning av projektilsnedställning, FOI-R-1957-SE, 2006



Figur 1.3: Illustration av vridbord med målplåten vriden.



Figur 1.4: Illustration av den del av finkaliberanläggningen som är placerad inne i måltanken.



Figur 1.5: Illustration av finkaliberanläggningen inklusive vapnet monterat på sin balk.

Del II

**Exempel på hur hotdatabasen
kan komma att se ut**

Resterande del av rapporten redovisar hur databasen kan komma att se ut. Den är genererad direkt från MATLAB-programmet och ingen layout-korrigerings har genomförts. De data som utnyttjats för att skapa innehållet är öppet publicerade och har här utnyttjats för att fylla exemplet med relevanta data. Förslag på förbättringar, t.e.x vilka typer av data som ska redovisas och hur, mottages tacksamt av författaren.

2 Finkaliber och FSP

2.1 20 mm FSP

2.1.1 Allmänna data

Kaliber: 20 mm.

Vikt: 53.78 g.

Kärnmaterial: Stål.

Anteckningar: Endast externt producerade uppgifter.

Referenser: MIL-DTL 46593B (MR) Detail specification projectile, calibers .22, .30, .50 and 20MM Fragment-Simulating



Figur 2.1: Principskiss 20 mm FSP

2.1.2 V_{50} -data

Tabell 2.1 och figur 2.2 redovisar experimentella resultat från referens¹. Den penetrationsdefinition som använts är: Protection

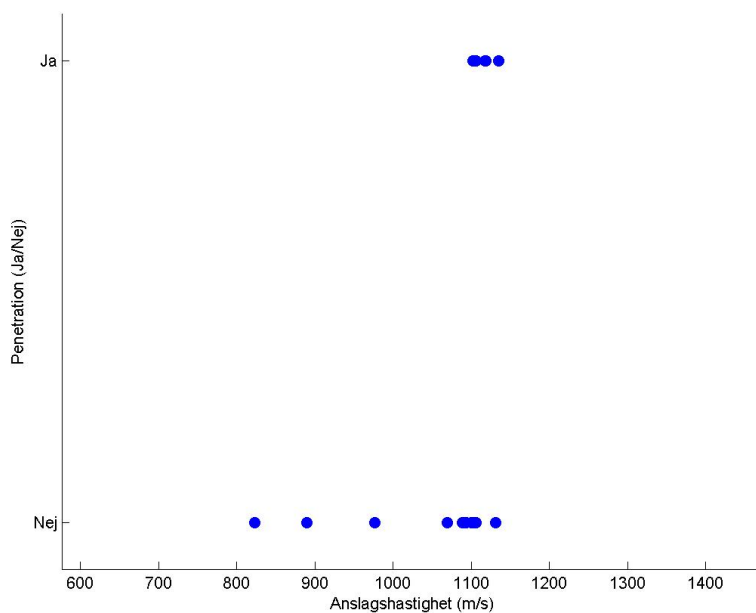
Tabell 2.1: Resultat för 20 mm FSP mot ELI Titanium Plate No. 67190 vid 90° anslagsvinkel.

| Skott-nummer | Tjocklek (mm) | Anslags-hastighet (m/s) | Penetration | Kommentar |
|---------------------------|---------------|-------------------------|-------------|---------------------------------|
| 4011 | 28.55 | 823 | Nej | 2 mm bulge |
| 5645 | 28.55 | 890 | Nej | 2 mm bulge |
| 4012 | 28.55 | 977 | Nej | 5 mm bulge |
| 4013 | 28.55 | 1069 | Nej | 8 mm bulge with cracks |
| 4015 | 28.55 | 1089 | Nej | 10 mm bulge with cracks |
| 5644 | 28.55 | 1093 | Nej | 7 mm bulge with cracks |
| 4016 | 28.55 | 1100 | Nej | 11 mm bulge with spall, disk 50 |
| 4024 | 28.55 | 1102 | Nej | 9 mm bulge with cracks |
| Fortsätter på nästa sida. | | | | |

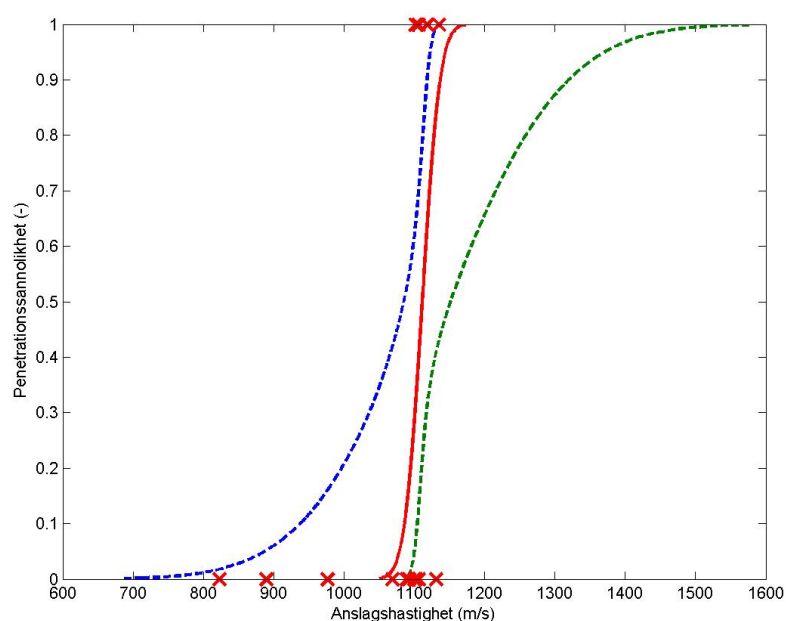
1. Effect of Annealing Temperature on the Ballistic Limit Velocity of Ti-6Al-4V ELI (Table B-1), M. S. Burkins, W. W. Love, J. R. Wood, Army Research Laboratory, ARL-MR-359, August 1997

Tabell 2.1: (fortsättning från föregående sida)

| Skott-nummer | Tjocklek (mm) | Anslags-hastighet (m/s) | Penetration | Kommentar |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------|---------------------------------|
| 4014 | 28.55 | 1102 | Ja | Spall |
| 4017 | 28.55 | 1106 | Nej | 9 mm bulge with cracks |
| 5643 | 28.55 | 1106 | Ja | Spall |
| 4019 | 28.55 | 1118 | Ja | Spall |
| 4010 | 28.55 | 1119 | Ja | Spall |
| 4020 | 28.55 | 1131 | Nej | 12 mm bulge with spall, disk 50 |
| 4023 | 28.55 | 1135 | Ja | Spall |
| 5624 | 28.55 | 1135 | Ja | Spall |

Figur 2.2: Experimentella resultat för 20 mm FSP mot 28.55 mm ELI Titanium Plate No. 67190 vid 90° anslagsvinkel.

V_{50} för 20 mm FSP mot 28.55 mm ELI Titanium Plate No. 67190 har utvärderats till $V_{50} = 1111 \text{ m/s}$ med $\sigma = 20 \text{ (m/s)}$ (95% konfidensintervall). Detta redovisas grafiskt med den röda linjen i figur 2.3, där den blåa respektive den gröna linjen utgör nedre och övre sannolikhetsgränsen för penetration med konfidensintervallet. Gränserna för låg sannolikhet för perforation har utvärderats till $683 \leq V_1 \leq 1085$ respektive $791 \leq V_{0.1} \leq 1093 \text{ (m/s)}$.



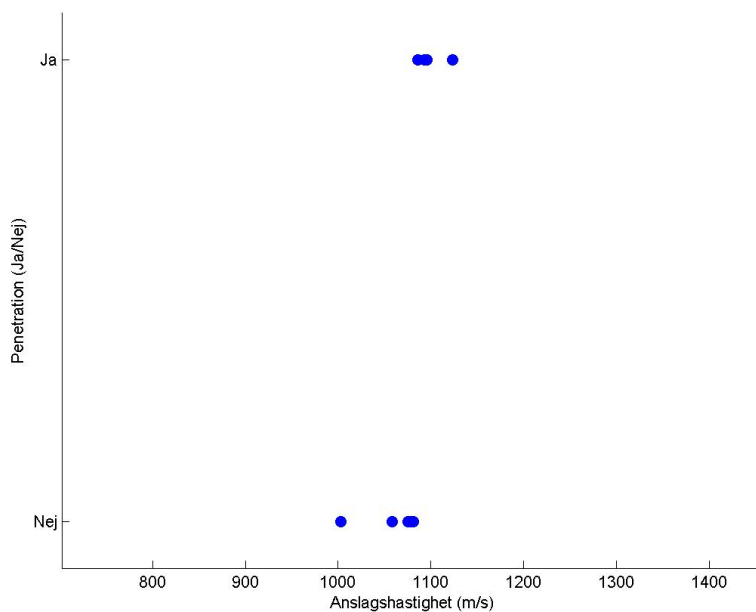
Figur 2.3: Utvärdering av V_{50} för 20 mm FSP med 90° anslagsvinkel mot 28.55 mm ELI Titanium Plate No. 67190 samt sannolikhetsgränser med 95% konfidensintervall.

Tabell 2.2 och figur 2.4 redovisar experimentella resultat från referens². Den penetrationsdefinition som använts är: Protection

Tabell 2.2: Resultat för 20 mm FSP mot ELI Titanium Plate No. 67193 vid 90° anslagsvinkel.

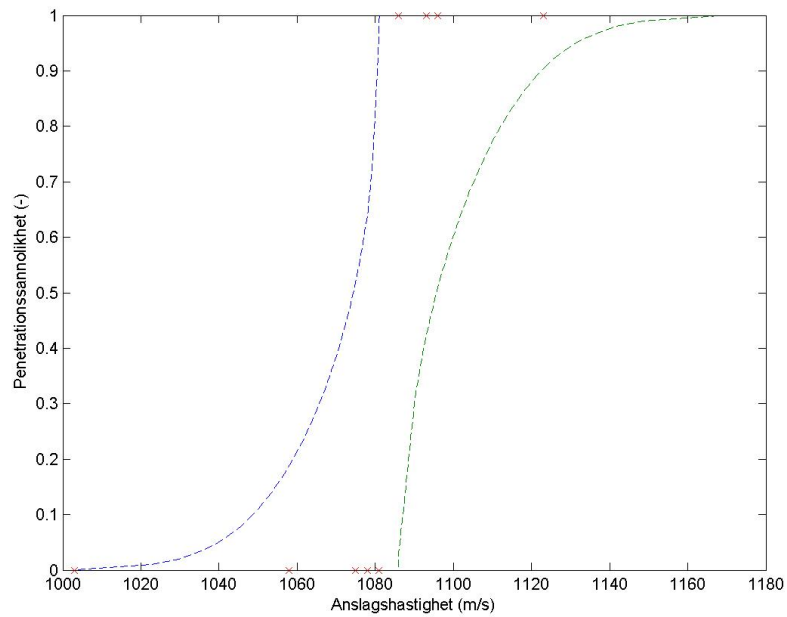
| Skott-nummer | Tjocklek (mm) | Anslagshastighet (m/s) | Penetration | Kommentar |
|--------------|---------------|------------------------|-------------|---------------------------------|
| 4021 | 28.22 | 1003 | Nej | 2 mm bulge |
| 4025 | 28.22 | 1058 | Nej | 2 mm bulge |
| 4027 | 28.22 | 1075 | Nej | 5 mm bulge |
| 4031 | 28.22 | 1078 | Nej | 8 mm bulge with cracks |
| 4026 | 28.22 | 1081 | Nej | 10 mm bulge with cracks |
| 4029 | 28.22 | 1086 | Ja | 7 mm bulge with cracks |
| 4028 | 28.22 | 1093 | Ja | 11 mm bulge with spall, disk 50 |
| 4022 | 28.22 | 1096 | Ja | 9 mm bulge with cracks |
| 4030 | 28.22 | 1123 | Ja | Spall |

2. Effect of Annealing Temperature on the Ballistic Limit Velocity of Ti-6Al-4V ELI (Table B-2), M. S. Burkins, W. W. Love, J. R. Wood, Army Research Laboratory, ARL-MR-359, August 1997



Figur 2.4: Experimentella resultat för 20 mm FSP mot 28.22 mm ELI Titanium Plate No. 67193 vid 90° anslagsvinkel.

V_{50} för 20 mm FSP mot 28.22 mm ELI Titanium Plate No. 67193 kan inte utvärderas till ett specifikt värde då det inte finns någon zon med blandade experimentella resultat (ZMR). I detta fall gäller att $1081 \leq V_{50} \leq 1086$ (m/s). I figur 2.5, redovisar den blåa respektive den gröna linjen nedre och övre sannolikhetsgränsen för penetration med konfidsintervallet (95%). Gränserna för låg sannolikhet för perforation har utvärderats till $1003 \leq V_1 \leq 1086$ respektive $1023 \leq V_{0.1} \leq 1086$ (m/s).



Figur 2.5: Sannolikhetsgränser för penetration med 95% konfidensintervall för 20 mm FSP med 90° anslagsvinkel mot 28.22 mm ELI Titanium Plate No. 67193.

Tabell 2.3 och figur 2.6 redovisar experimentella resultat från referens³. Den penetrationsdefinition som använts är: Protection

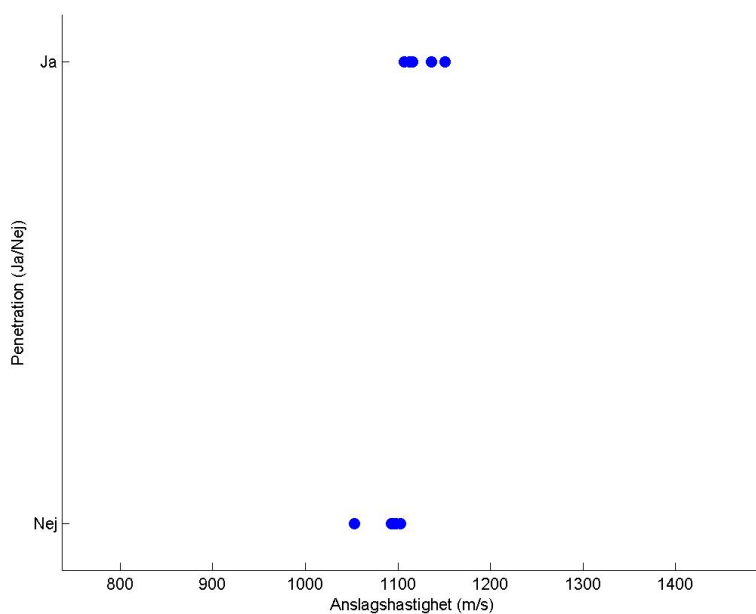
Tabell 2.3: Resultat för 20 mm FSP mot ELI Titanium Plate No. 67192 vid 90° anslagsvinkel.

| Skott-nummer | Tjocklek (mm) | Anslagshastighet (m/s) | Penetration | Kommentar |
|---------------------------|---------------|------------------------|-------------|---------------------------------|
| 4285 | 28.27 | 1053 | Nej | 2 mm bulge |
| 4286 | 28.27 | 1093 | Nej | 2 mm bulge |
| 4293 | 28.27 | 1096 | Nej | 5 mm bulge |
| 4288 | 28.27 | 1098 | Nej | 8 mm bulge with cracks |
| 4292 | 28.27 | 1103 | Nej | 10 mm bulge with cracks |
| 4291 | 28.27 | 1107 | Ja | 7 mm bulge with cracks |
| 4290 | 28.27 | 1113 | Ja | 11 mm bulge with spall, disk 50 |
| 4289 | 28.27 | 1116 | Ja | 9 mm bulge with cracks |
| Fortsätter på nästa sida. | | | | |

3. Effect of Annealing Temperature on the Ballistic Limit Velocity of Ti-6Al-4V ELI (Table B-3), M. S. Burkins, W. W. Love, J. R. Wood, Army Research Laboratory, ARL-MR-359, August 1997

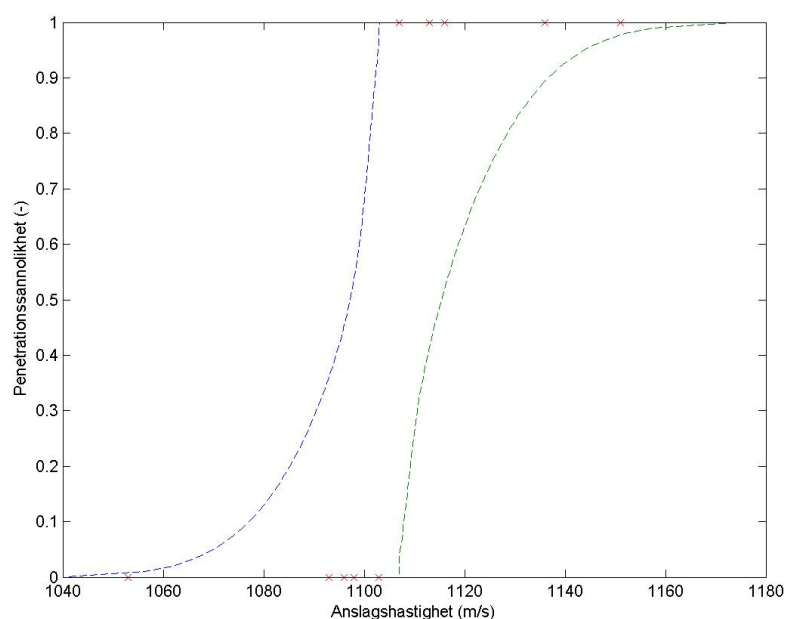
Tabell 2.3: (fortsättning från föregående sida)

| Skott-nummer | Tjocklek (mm) | Anslags-hastighet (m/s) | Penetration | Kommentar |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------|------------------------|
| 4287 | 28.27 | 1136 | Ja | Spall |
| 4284 | 28.27 | 1151 | Ja | 9 mm bulge with cracks |



Figur 2.6: Experimentella resultat för 20 mm FSP mot 28.27 mm ELI Titanium Plate No. 67192 vid 90° anslagsvinkel.

V_{50} för 20 mm FSP mot 28.27 mm ELI Titanium Plate No. 67192 kan inte utvärderas till ett specifikt värde då det inte finns någon zon med blandade experimentella resultat (ZMR). I detta fall gäller att $1103 \leq V_{50} \leq 1107$ (m/s). I figur 2.7, redovisar den blåa respektive den gröna linjen nedre och övre sannolikhetsgränsen för penetration med konfidsintervallet (95%). Gränserna för låg sannolikhet för perforation har utvärderats till $1041 \leq V_1 \leq 1107$ respektive $1056 \leq V_{0.1} \leq 1107$ (m/s).



Figur 2.7: Sannolikhetsgränser för penetration med 95% konfidensintervall för 20 mm FSP med 90° anslagsvinkel mot 28.27 mm ELI Titanium Plate No. 67192.

Tabell 2.4 och figur 2.8 redovisar experimentella resultat från referens⁴. Den penetrationsdefinition som använts är: Protection

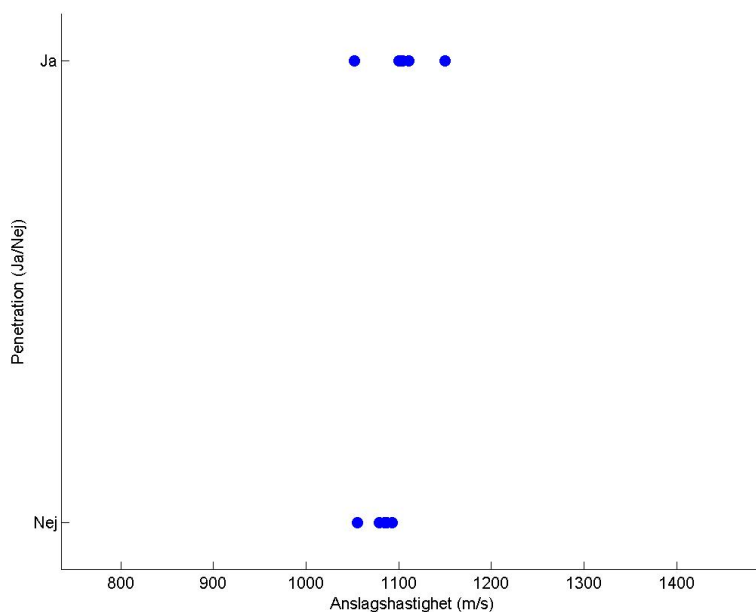
Tabell 2.4: Resultat för 20 mm FSP mot ELI Titanium Plate No. 67191 vid 90° anslagsvinkel.

| Skott-nummer | Tjocklek (mm) | Anslags-hastighet (m/s) | Penetration | Kommentar |
|---------------------------|---------------|-------------------------|-------------|---------------------------------|
| 4295 | 28.45 | 1052 | Ja | 2 mm bulge |
| 4296 | 28.45 | 1055 | Nej | 2 mm bulge |
| 4297 | 28.45 | 1079 | Nej | 5 mm bulge |
| 4299 | 28.45 | 1085 | Nej | 8 mm bulge with cracks |
| 4302 | 28.45 | 1087 | Nej | 10 mm bulge with cracks |
| 4300 | 28.45 | 1093 | Nej | 7 mm bulge with cracks |
| 4301 | 28.45 | 1100 | Ja | 11 mm bulge with spall, disk 50 |
| 4310 | 28.45 | 1100 | Ja | 9 mm bulge with cracks |
| Fortsätter på nästa sida. | | | | |

4. Effect of Annealing Temperature on the Ballistic Limit Velocity of Ti-6Al-4V ELI (Table B-4), M. S. Burkins, W. W. Love, J. R. Wood, Army Research Laboratory, ARL-MR-359, August 1997

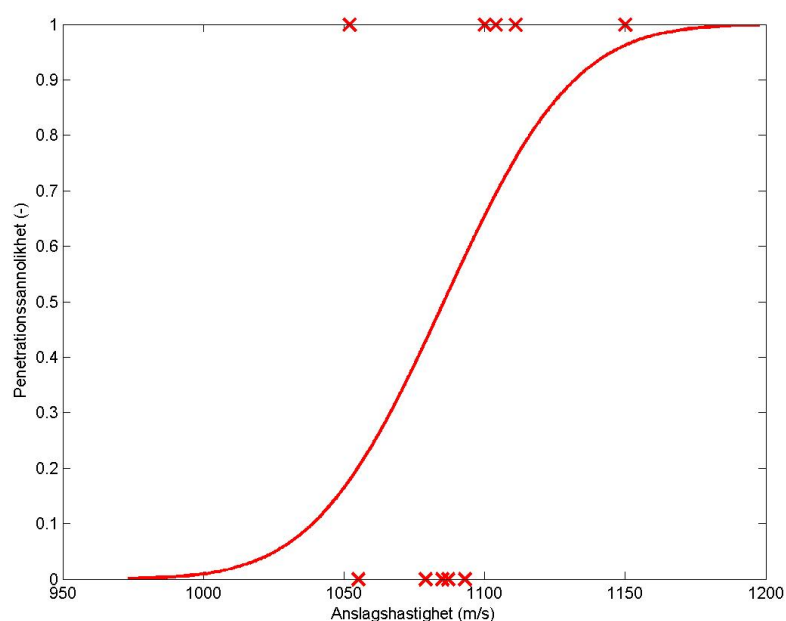
Tabell 2.4: (fortsättning från föregående sida)

| Skott-nummer | Tjocklek (mm) | Anslags-hastighet (m/s) | Penetration | Kommentar |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------|------------------------|
| 4298 | 28.45 | 1104 | Ja | Spall |
| 4309 | 28.45 | 1111 | Ja | 9 mm bulge with cracks |
| 4294 | 28.45 | 1150 | Ja | Spall |



Figur 2.8: Experimentella resultat för 20 mm FSP mot 28.45 mm ELI Titanium Plate No. 67191 vid 90° anslagsvinkel.

V_{50} för 20 mm FSP mot 28.45 mm ELI Titanium Plate No. 67191 har utvärderats till $V_{50} = 1085 \text{ m/s}$ med $\sigma = 36 \text{ (m/s)}$ (95% konfidensintervall). Detta redovisas grafiskt med den röda linjen i figur 2.9, där den blåa respektive den gröna linjen utgör nedre och övre sannolikhetsgränsen för penetration med konfidensintervallet. Gränserna för låg sannolikhet för perforation kan inte utvärderas med tillgängliga data.



Figur 2.9: Utvärdering av V_{50} för 20 mm FSP med 90° anslagsvinkel mot 28.45 mm ELI Titanium Plate No. 67191 samt sannolikhetsgränser med 95% konfidensintervall.

Tabell 2.5 och figur 2.10 redovisar experimentella resultat från referens⁵. Den penetrationsdefinition som använts är: Protection

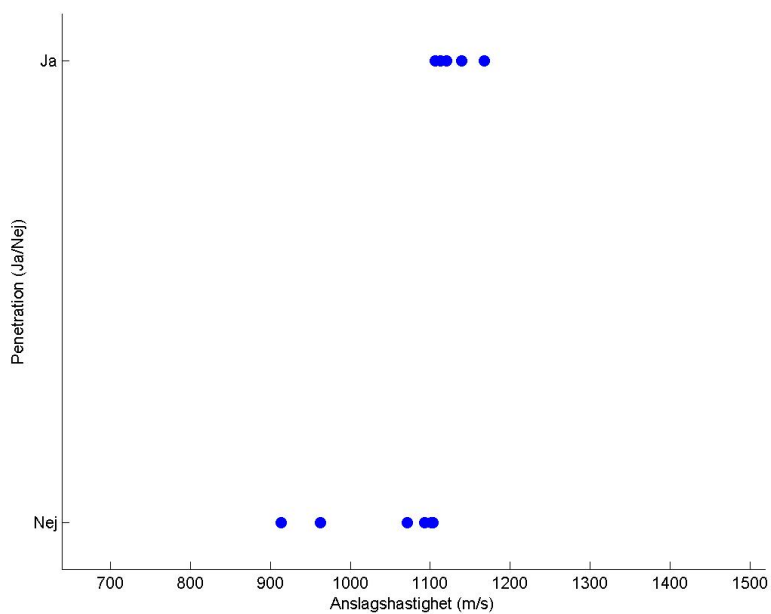
Tabell 2.5: Resultat för 20 mm FSP mot ELI Titanium Plate No. 67188 vid 90° anslagsvinkel.

| Skott-nummer | Tjocklek (mm) | Anslags-hastighet (m/s) | Penetration | Kommentar |
|---------------------------|---------------|-------------------------|-------------|---------------------------------|
| 4263 | 28.27 | 913 | Nej | 2 mm bulge |
| 4264 | 28.27 | 963 | Nej | 2 mm bulge |
| 4265 | 28.27 | 1071 | Nej | 5 mm bulge |
| 4271 | 28.27 | 1093 | Nej | 8 mm bulge with cracks |
| 4272 | 28.27 | 1101 | Nej | 10 mm bulge with cracks |
| 4267 | 28.27 | 1103 | Nej | 7 mm bulge with cracks |
| 4270 | 28.27 | 1106 | Ja | 11 mm bulge with spall, disk 50 |
| 4269 | 28.27 | 1113 | Ja | 9 mm bulge with cracks |
| Fortsätter på nästa sida. | | | | |

5. Effect of Annealing Temperature on the Ballistic Limit Velocity of Ti-6Al-4V ELI (Table B-5), M. S. Burkins, W. W. Love, J. R. Wood, Army Research Laboratory, ARL-MR-359, August 1997

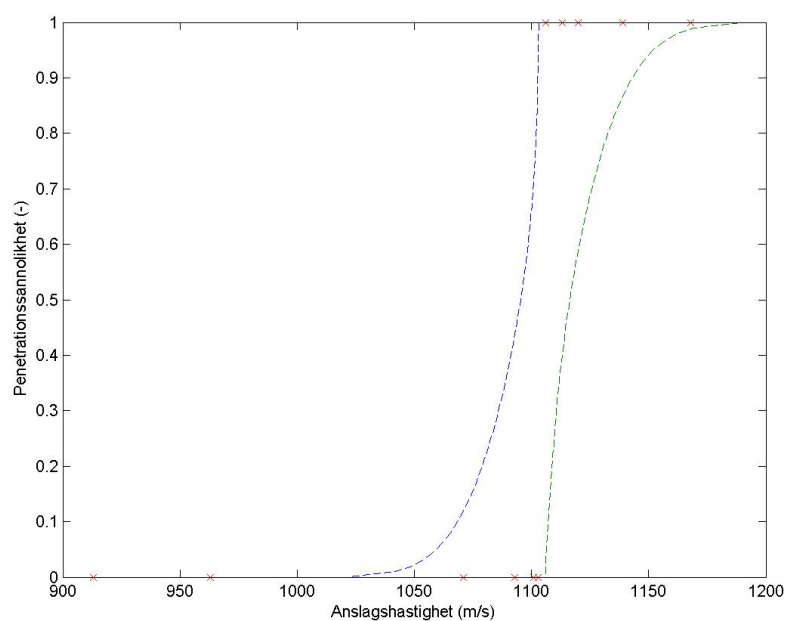
Tabell 2.5: (fortsättning från föregående sida)

| Skott-nummer | Tjocklek (mm) | Anslags-hastighet (m/s) | Penetration | Kommentar |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------|------------------------|
| 4268 | 28.27 | 1120 | Ja | Spall |
| 4266 | 28.27 | 1139 | Ja | 9 mm bulge with cracks |
| 4262 | 28.27 | 1168 | Ja | Spall |



Figur 2.10: Experimentella resultat för 20 mm FSP mot 28.27 mm ELI Titanium Plate No. 67188 vid 90° anslagsvinkel.

V_{50} för 20 mm FSP mot 28.27 mm ELI Titanium Plate No. 67188 kan inte utvärderas till ett specifikt värde då det inte finns någon zon med blandade experimentella resultat (ZMR). I detta fall gäller att $1103 \leq V_{50} \leq 1106$ (m/s). I figur 2.11, redovisar den blåa respektive den gröna linjen nedre och övre sannolikhetsgränsen för penetration med konfidsintervall (95%). Gränserna för låg sannolikhet för perforation har utvärderats till $1022 \leq V_1 \leq 1106$ respektive $1042 \leq V_{0.1} \leq 1106$ (m/s).



Figur 2.11: Sannolikhetsgränser för penetration med 95% konfidensintervall för 20 mm FSP med 90° anslagsvinkel mot 28.27 mm ELI Titanium Plate No. 67188.

Tabell 2.6 och figur 2.12 redovisar experimentella resultat från referens⁶. Den penetrationsdefinition som använts är: Protection

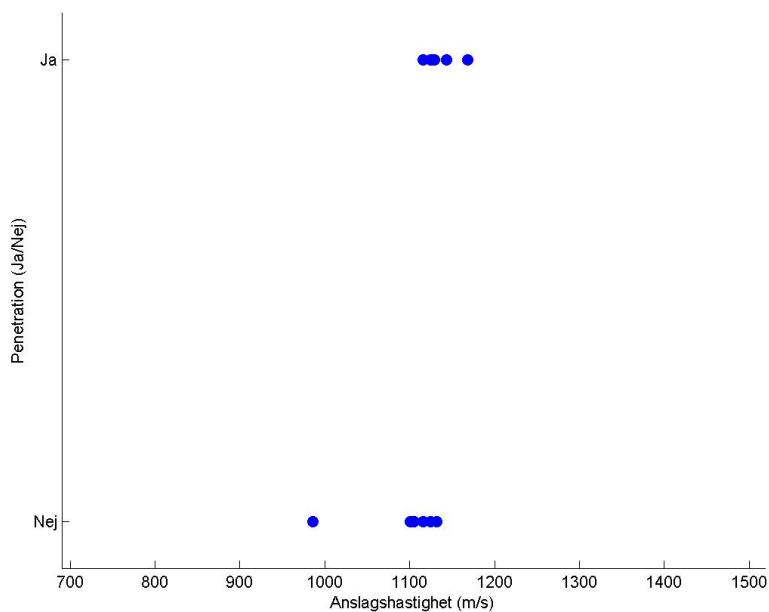
Tabell 2.6: Resultat för 20 mm FSP mot ELI Titanium Plate No. 67187 vid 90° anslagsvinkel.

| Skott-nummer | Tjocklek (mm) | Anslagshastighet (m/s) | Penetration | Kommentar |
|---------------------------|---------------|------------------------|-------------|---------------------------------|
| 4235 | 28.47 | 986 | Nej | 2 mm bulge |
| 4236 | 28.47 | 1101 | Nej | 2 mm bulge |
| 4242 | 28.47 | 1105 | Nej | 5 mm bulge |
| 4247 | 28.47 | 1116 | Nej | 8 mm bulge with cracks |
| 4246 | 28.47 | 1116 | Ja | 10 mm bulge with cracks |
| 4238 | 28.47 | 1125 | Nej | 7 mm bulge with cracks |
| 4244 | 28.47 | 1125 | Ja | 11 mm bulge with spall, disk 50 |
| 4239 | 28.47 | 1128 | Ja | 9 mm bulge with cracks |
| Fortsätter på nästa sida. | | | | |

6. Effect of Annealing Temperature on the Ballistic Limit Velocity of Ti-6Al-4V ELI (Table B-6), M. S. Burkins, W. W. Love, J. R. Wood, Army Research Laboratory, ARL-MR-359, August 1997

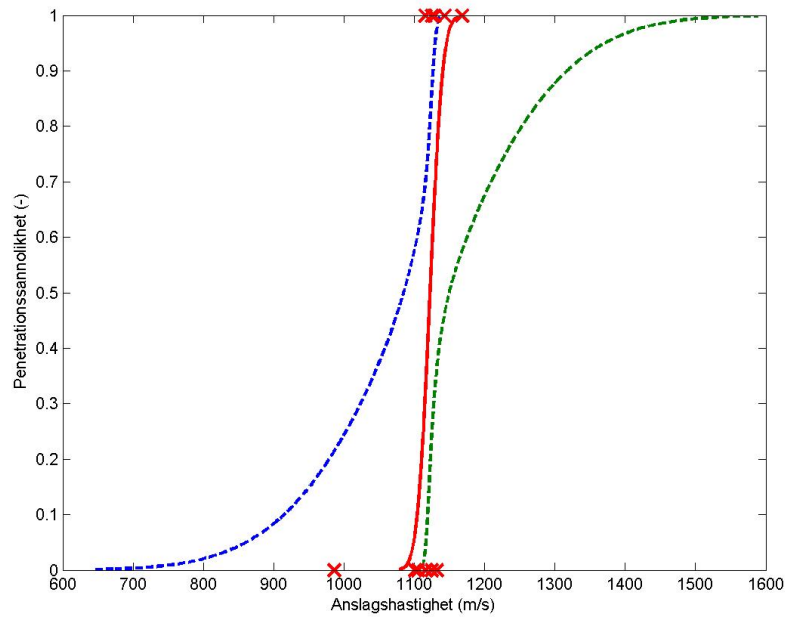
Tabell 2.6: (fortsättning från föregående sida)

| Skott- nummer | Tjocklek (mm) | Anslags- hastighet (m/s) | Penetration | Kommentar |
|------------------|------------------|--------------------------------|-------------|---------------------------|
| 4245 | 28.47 | 1129 | Ja | Spall |
| 4240 | 28.47 | 1132 | Nej | 9 mm bulge with cracks |
| 4237 | 28.47 | 1143 | Ja | Spall |
| 4243 | 28.47 | 1168 | Ja | Spall |



Figur 2.12: Experimentella resultat för 20 mm FSP mot 28.47 mm ELI Titanium Plate No. 67187 vid 90° anslagsvinkel.

V_{50} för 20 mm FSP mot 28.47 mm ELI Titanium Plate No. 67187 har utvärderats till $V_{50} = 1123 \text{ m/s}$ med $\sigma = 14 \text{ (m/s)}$ (95% konfidensintervall). Detta redovisas grafiskt med den röda linjen i figur 2.13, där den blåa respektive den gröna linjen utgör nedre och övre sannolikhetsgränsen för penetration med konfidensintervallet. Gränserna för låg sannolikhet för perforation har utvärderats till $643 \leq V_1 \leq 1108$ respektive $758 \leq V_{0.1} \leq 1112 \text{ (m/s)}$.



Figur 2.13: Utvärdering av V_{50} för 20 mm FSP med 90° anslagsvinkel mot 28.47 mm ELI Titanium Plate No. 67187 samt sannolikhetsgränser med 95% konfidensintervall.

Tabell 2.7 och figur 2.14 redovisar experimentella resultat från referens⁷. Den penetrationsdefinition som använts är: Protection

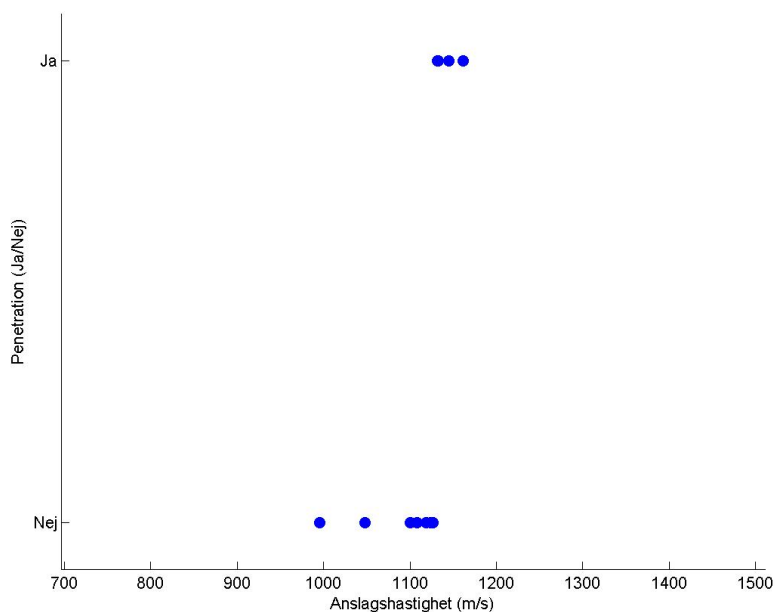
Tabell 2.7: Resultat för 20 mm FSP mot ELI Titanium Plate No. 67186 vid 90° anslagsvinkel.

| Skott-nummer | Tjocklek (mm) | Anslagshastighet (m/s) | Penetration | Kommentar |
|---------------------------|---------------|------------------------|-------------|---------------------------------|
| 4274 | 28.3 | 996 | Nej | 2 mm bulge |
| 4275 | 28.3 | 1048 | Nej | 2 mm bulge |
| 4276 | 28.3 | 1100 | Nej | 5 mm bulge |
| 4280 | 28.3 | 1108 | Nej | 8 mm bulge with cracks |
| 4278 | 28.3 | 1119 | Nej | 10 mm bulge with cracks |
| 4279 | 28.3 | 1124 | Nej | 7 mm bulge with cracks |
| 4281 | 28.3 | 1127 | Nej | 11 mm bulge with spall, disk 50 |
| 4277 | 28.3 | 1132 | Ja | 9 mm bulge with cracks |
| Fortsätter på nästa sida. | | | | |

7. Effect of Annealing Temperature on the Ballistic Limit Velocity of Ti-6Al-4V ELI (Table B-7), M. S. Burkins, W. W. Love, J. R. Wood, Army Research Laboratory, ARL-MR-359, August 1997

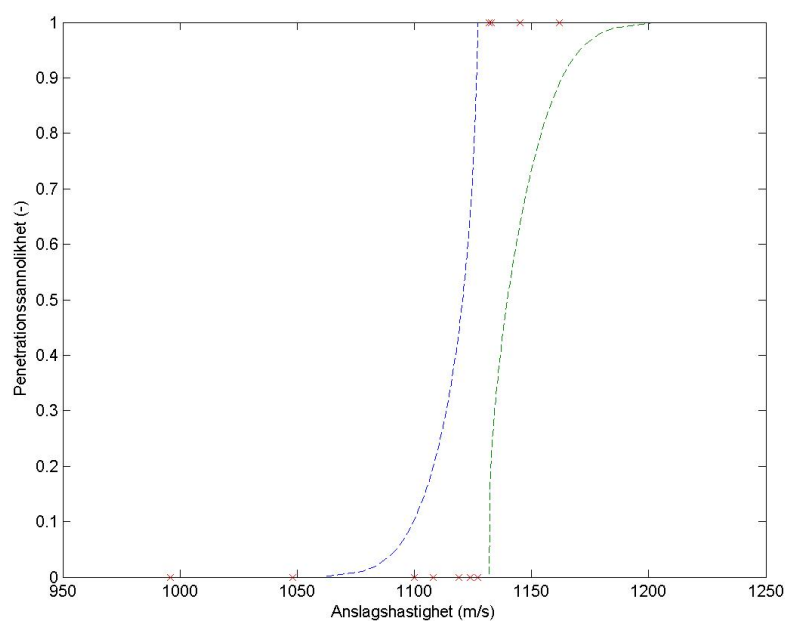
Tabell 2.7: (fortsättning från föregående sida)

| Skott-nummer | Tjocklek (mm) | Anslags-hastighet (m/s) | Penetration | Kommentar |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------|------------------------|
| 4282 | 28.3 | 1133 | Ja | Spall |
| 4283 | 28.3 | 1145 | Ja | 9 mm bulge with cracks |
| 4273 | 28.3 | 1162 | Ja | Spall |



Figur 2.14: Experimentella resultat för 20 mm FSP mot 28.3 mm ELI Titanium Plate No. 67186 vid 90° anslagsvinkel.

V_{50} för 20 mm FSP mot 28.3 mm ELI Titanium Plate No. 67186 kan inte utvärderas till ett specifikt värde då det inte finns någon zon med blandade experimentella resultat (ZMR). I detta fall gäller att $1127 \leq V_{50} \leq 1132$ (m/s). I figur 2.15, redovisar den blåa respektive den gröna linjen nedre och övre sannolikhetsgränsen för penetration med konfidsintervallet (95%). Gränserna för låg sannolikhet för perforation har utvärderats till $1061 \leq V_1 \leq 1132$ respektive $1078 \leq V_{0.1} \leq 1132$ (m/s).



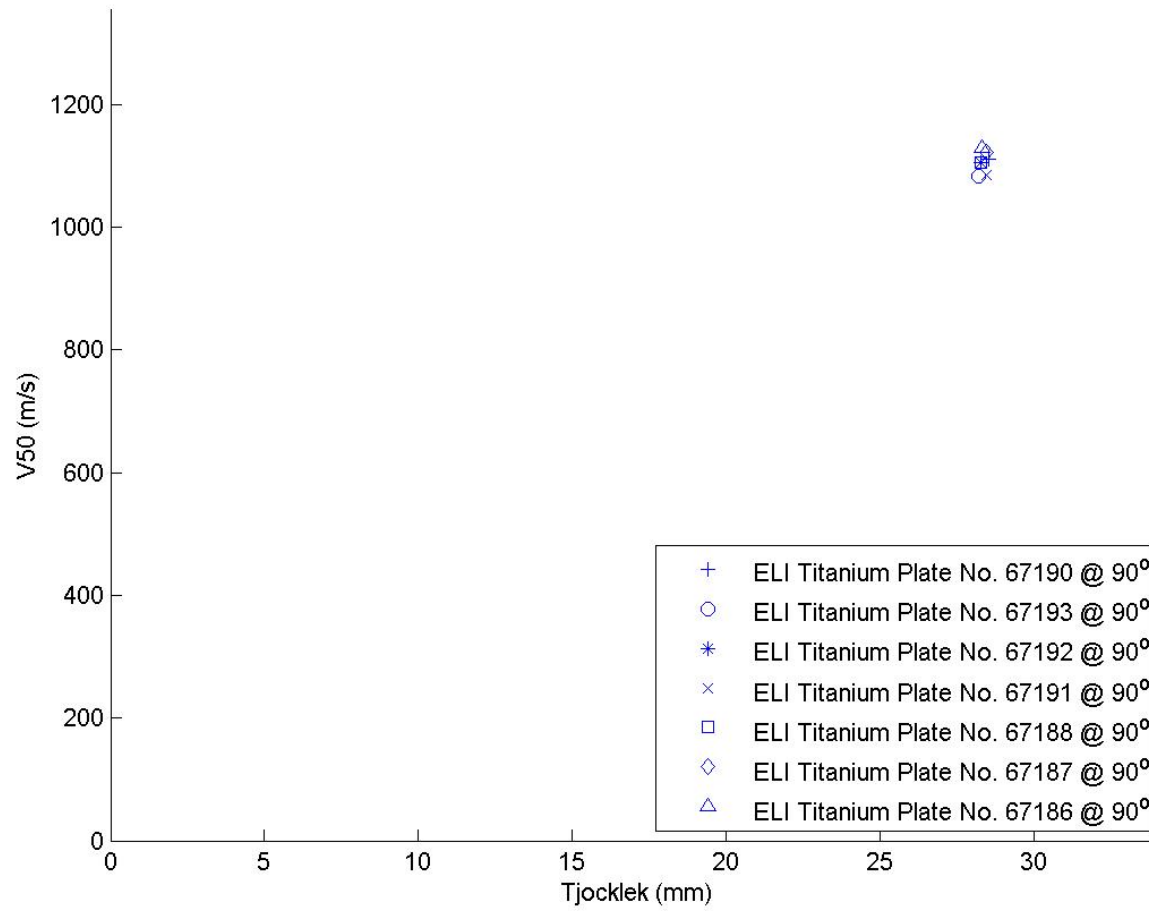
Figur 2.15: Sannolikhetsgränser för penetration med 95% konfidensintervall för 20 mm FSP med 90° anslagsvinkel mot 28.3 mm ELI Titanium Plate No. 67186.

2.1.3 Utvärderade V_{50} -data

Tabell 2.8: V_{50} för 20 mm FSP

| Mål | Tjocklek (mm) | Anslagsvinkel ($^\circ$) | V_{50} (m/s) | σ (m/s) |
|------------------------------|---------------|----------------------------|------------------------------|----------------|
| ELI Titanium Plate No. 67190 | 28.55 | 90 | 1111 | 20 |
| ELI Titanium Plate No. 67193 | 28.22 | 90 | $1081 \leq V_{50} \leq 1086$ | |
| ELI Titanium Plate No. 67192 | 28.27 | 90 | $1103 \leq V_{50} \leq 1107$ | |
| ELI Titanium Plate No. 67191 | 28.45 | 90 | 1085 | 36 |
| ELI Titanium Plate No. 67188 | 28.27 | 90 | $1103 \leq V_{50} \leq 1106$ | |
| ELI Titanium Plate No. 67187 | 28.47 | 90 | 1123 | 14 |
| ELI Titanium Plate No. 67186 | 28.3 | 90 | $1127 \leq V_{50} \leq 1132$ | |

I figur 2.16 redovisas samtliga utvärderade V_{50} för 20 mm FSP. För de fall då V_{50} inte kunnat utvärderas till ett unikt värde har mittenvärdet i intervallet använts.



Figur 2.16: V_{50} samanställning för 20 mm FSP

2.2 7.62 mm APM2

2.2.1 Allmänna data

Kaliber: 7.62 x 51.

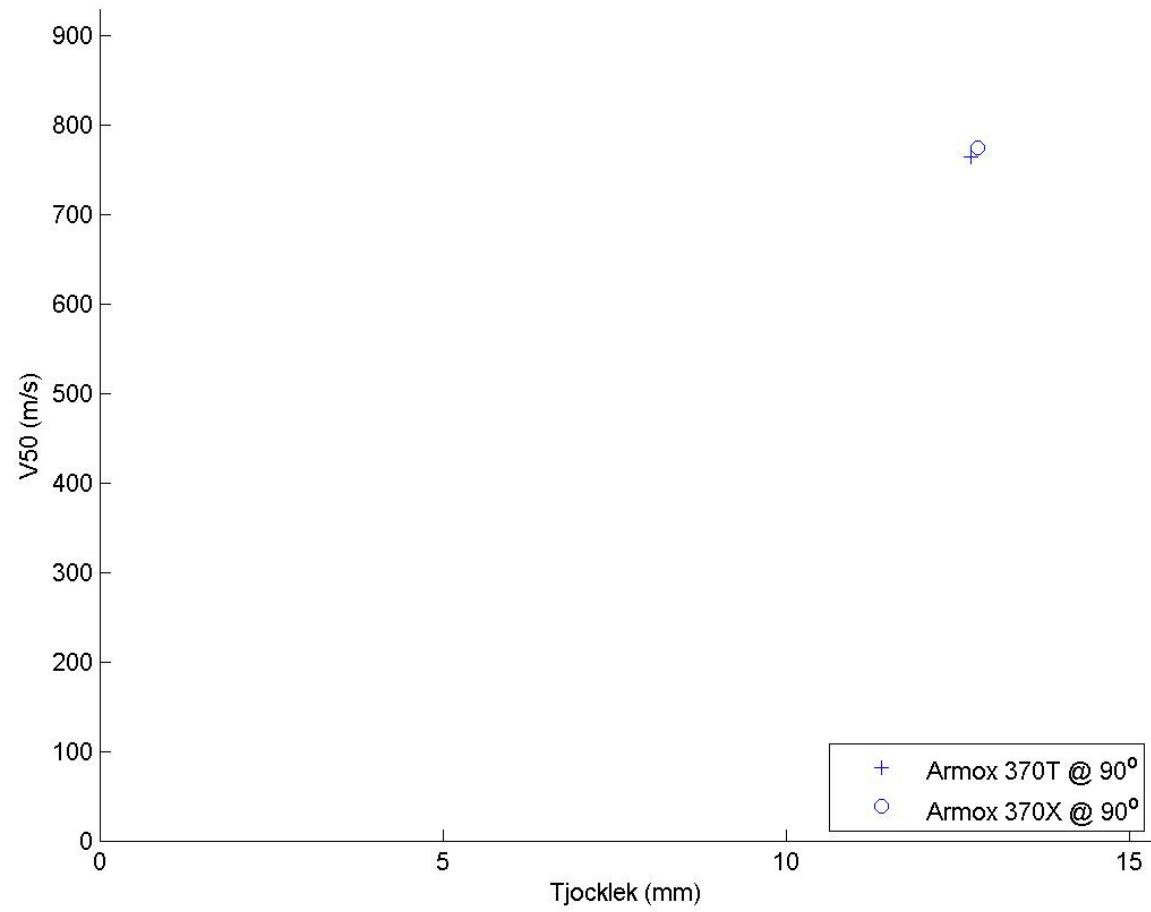
Anteckningar: Endast externt producerade uppgifter.

2.2.2 Utvärderade V_{50} -data

Tabell 2.9: V_{50} för 7.62 mm APM2

| Mål | Tjocklek (mm) | Anslags- vinkel (°) | V_{50} (m/s) | σ (m/s) |
|------------|------------------|------------------------|-------------------|-------------------|
| Armox 370T | 12.7 | 90 | 765 | 5 |
| Armox 370X | 12.8 | 90 | 775 | 5 |

I figur 2.17 redovisas samtliga redovisade V_{50} för 7.62 mm APM2.



Figur 2.17: V_{50} samanställning för 7.62 mm APM2

3 Måldata

3.1 Armox 370T

Tillverkare: SSAB.

3.2 Armox 370X

Tillverkare: SSAB.

3.3 ELI Titanium Plate No. 67183

Tillverkare: RMI.

Hårdhet (Brinell): 302.

Behandling: 1900 deg F - 30 min - AC + 1450 deg F - 30 min - AC.

Referens: M.S. Burkins, W. W. Love, J. R. Wood, Effect of Annealing Temperature on the Ballistic Limit Velocity of Ti-6Al-4V ELI, Table 2, Table B11, Army Research Laboratory, ARL-MR-359, August 1997

3.4 ELI Titanium Plate No. 67184

Tillverkare: RMI.

Hårdhet (Brinell): 321.

Behandling: 1900 deg F - 30 min - AC.

Referens: M.S. Burkins, W. W. Love, J. R. Wood, Effect of Annealing Temperature on the Ballistic Limit Velocity of Ti-6Al-4V ELI, Table 2, Table B10, Army Research Laboratory, ARL-MR-359, August 1997

3.5 ELI Titanium Plate No. 67185

Tillverkare: RMI.

Hårdhet (Brinell): 302.

Behandling: 1750 deg F - 30 min - AC.

Referens: M.S. Burkins, W. W. Love, J. R. Wood, Effect of Annealing Temperature on the Ballistic Limit Velocity of Ti-6Al-4V ELI, Table 2, Table B9, Army Research Laboratory, ARL-MR-359, August 1997

3.6 ELI Titanium Plate No. 67186

Tillverkare: RMI.

Hårdhet (Brinell): 293.

Behandling: 1650 deg F - 30 min - AC.

Referens: M.S. Burkins, W. W. Love, J. R. Wood, Effect of Annealing Temperature on the Ballistic Limit Velocity of Ti-6Al-4V ELI, Table 2, Table B7, Army Research Laboratory, ARL-MR-359, August 1997

3.7 ELI Titanium Plate No. 67187

Tillverkare: RMI.

Hårdhet (Brinell): 302.

Behandling: 1550 deg F - 2 hrs - AC.

Referens: M.S. Burkins, W. W. Love, J. R. Wood, Effect of Annealing Temperature on the Ballistic Limit Velocity of Ti-6Al-4V ELI, Table 2, Table B6, Army Research Laboratory, ARL-MR-359, August 1997

3.8 ELI Titanium Plate No. 67188

Tillverkare: RMI.

Hårdhet (Brinell): 286.

Behandling: VCF - 1550 deg F - 30 min - AC.

Referens: M.S. Burkins, W. W. Love, J. R. Wood, Effect of Annealing Temperature on the Ballistic Limit Velocity of Ti-6Al-4V ELI, Table 2, Table B5, Army Research Laboratory, ARL-MR-359, August 1997

3.9 ELI Titanium Plate No. 67189A

Tillverkare: RMI.

Hårdhet (Brinell): 293.

Behandling: 1650 deg F - 30 min - FC.

Referens: M.S. Burkins, W. W. Love, J. R. Wood, Effect of Annealing Temperature on the Ballistic Limit Velocity of Ti-6Al-4V ELI, Table 2, Table B8, Army Research Laboratory, ARL-MR-359, August 1997

3.10 ELI Titanium Plate No. 67190

Tillverkare: RMI.

Hårdhet (Brinell): 286.

Behandling: VCF - No anneal.

Referens: M.S. Burkins, W. W. Love, J. R. Wood, Effect of Annealing Temperature on the Ballistic Limit Velocity of Ti-6Al-4V ELI, Table 2, Table B1 Army Research Laboratory, ARL-MR-359, August 1997

3.11 ELI Titanium Plate No. 67191

Tillverkare: RMI.

Hårdhet (Brinell): 286.

Behandling: 1450 deg F - 30 min - WQ.

Referens: M.S. Burkins, W. W. Love, J. R. Wood, Effect of Annealing Temperature on the Ballistic Limit Velocity of Ti-6Al-4V ELI, Table 2, Table B4 Army Research Laboratory, ARL-MR-359, August 1997

3.12 ELI Titanium Plate No. 67192

Tillverkare: RMI.

Hårdhet (Brinell): 286.

Behandling: 1450 deg F - 30 min - AC.

Referens: M.S. Burkins, W. W. Love, J. R. Wood, Effect of Annealing Temperature on the Ballistic Limit Velocity of Ti-6Al-4V ELI, Table 2, Table B3, Army Research Laboratory, ARL-MR-359, August 1997

3.13 ELI Titanium Plate No. 67193

Tillverkare: RMI.

Hårdhet (Brinell): 293.

Behandling: 1350 deg F - 30 min - AC.

Referens: M.S. Burkins, W. W. Love, J. R. Wood, Effect of Annealing Temperature on the Ballistic Limit Velocity of Ti-6Al-4V ELI, Table 2, Table B2, Army Research Laboratory, ARL-MR-359, August 1997

A Penetrationsdefinitioner

När ammunition testas måste även till synes enkla parametrar definieras. En av dessa är vad som krävs för att man ska anse att genomslag har skett eller inte. Följande redovisning har tidigare presenterats¹ men passar även här.

TOP 2-2-710² beskriver metoder för att uppskatta fordons pansars skyddsförmåga mot angrepp från KE-projektiler och landminor. I standarden finns även en sammanställning av tre förekommande perforationskriterier:

- Army
Fullständig penetration (CP) sker om ljus kan passera genom hål eller sprickor i målet eller om projektilen fastnat i målet och kan ses från baksidan.
- Navy
Fullständig penetration (CP) sker om hela eller större delen av projektilen har passerat genom pansarmodulen. Navy-kriteriet har bäring på större stridsdelar, exempelvis granater.
- Protection
Protection är det kriterium som används i MIL-STD-662F, STANAG 2920 och STANAG 4164, det vill säga för att bestämma v50BL(P). Avgörande för bedömningen genomslag/icke-genomslag (CP/PP) är statusen hos vittnesplåten. Om det finns hål i vittnesplåten bedöms skottet ha gett upphov till genomslag oavsett vad som orsakat hålet - exempelvis kan fragment från målmaterialet slås loss även om projektilen inte perforerat skyddet.

1. A. Tyrberg, M. Nilsson, J. Ottosson, SOP - stopp- och gränshastighetsförsök med finkaliberprojektiler och splittersimulatorer v0.9, FOI-R-2321-SE

2. Ballistic tests of armor materials, US Army Test and Evaluation Command, Aberdeen, MD, TOP 2-2-710 (ADA137873), 1984.

Sakregister

- 20 mm FSP, 22
- V₅₀ sammanställning, 36
 - Allmänna data, 22
 - Experimentella V₅₀
 - mot ELI Titanium Plate No. 67186, 34
 - mot ELI Titanium Plate No. 67187, 32
 - mot ELI Titanium Plate No. 67188, 30
 - mot ELI Titanium Plate No. 67190, 22
 - mot ELI Titanium Plate No. 67191, 28
 - mot ELI Titanium Plate No. 67192, 26
 - mot ELI Titanium Plate No. 67193, 24
 - Utvärderade V₅₀
 - mot ELI Titanium Plate No. 67186, 35
 - mot ELI Titanium Plate No. 67187, 33
 - mot ELI Titanium Plate No. 67188, 31
 - mot ELI Titanium Plate No. 67190, 23
 - mot ELI Titanium Plate No. 67191, 29
 - mot ELI Titanium Plate No. 67192, 27
 - mot ELI Titanium Plate No. 67193, 25
- 7.62 mm APM2, 38
- Allmänna data, 38
- Armox 370T, 42
- Armox 370X, 42
- ELI Titanium Plate No. 67183, 42
 - ELI Titanium Plate No. 67184, 42
 - ELI Titanium Plate No. 67185, 42
 - ELI Titanium Plate No. 67186, 42
 - som mål för 20 mm FSP, 34, 35
 - ELI Titanium Plate No. 67187, 43
 - som mål för 20 mm FSP, 32, 33
 - ELI Titanium Plate No. 67188, 43
 - som mål för 20 mm FSP, 30, 31
 - ELI Titanium Plate No. 67189A, 43
 - ELI Titanium Plate No. 67190, 43
 - som mål för 20 mm FSP, 22, 23
 - ELI Titanium Plate No. 67191, 43
 - som mål för 20 mm FSP, 28, 29
 - ELI Titanium Plate No. 67192, 44
 - som mål för 20 mm FSP, 26, 27
 - ELI Titanium Plate No. 67193, 44
 - som mål för 20 mm FSP, 24, 25
- Penetration
- Definitioner, 45