

RAPPORT FRÅN STUDIEBESÖK VID NÅGRA EUROPEISKA
LABORATORIER I SEPTEMBER 1973

Algot Persson

DS 1973:20

22.10.1973

STIFTELSEN
SVENSK DETONIKFORSKNING
SWEDISH DETONIC RESEARCH FOUNDATION

VINTERVIKEN – 117 48 STOCKHOLM
SWEDEN

RAPPORT FRÅN STUDIEBESÖK VID NÅGRA EUROPEISKA
LABORATORIER I SEPTEMBER 1973

Algot Persson

DS 1973:20

22.10.1973

Sammanfattning

Under en bilresa genom Frankrike och Västtyskland hade författaren tillfälle att besöka Tysk-franska forskningsinstitutet i St. Louis, Ernst Mach institutet i Freiburg samt Messerschmitt-Bölkow-Blohm AG:s laboratorier i Schrobhausen. Författaren redogör i korthet för några av de forskningsprojekt som bedrivs vid dessa laboratorier. Största intresset ägnades stötvågs- och detonationsexperiment samt höghastighetsfotografering.

BESÖK VID TYSK-FRANSKA FORSKNINGSPINSTITUTET, I ST. LOUIS, I.S.L.

Genom tillmötesgående av dr. Rudi Schall som ordnade med nödiga formaliteter för mitt besök hade jag den 11 september 1973 tillfälle att besöka laboratorier i St. Louis. I.S.L. vars verksamhet bekostas av tyska och franska staten får närmast anses som ett tysk-franskt FOA. Vid laboratorier i St. Louis finns c:a 500 anställda och man bedriver forskning inom fysik, kemi m.fl. områden. Uppdragsgivarna är såväl militära som statliga civila institutioner och förvaltningar samt dessutom industrin. Institutionen leds av både en tysk direktör (dr. Rudi Schall) och en fransk direktör (generalingeniör Auriol). Jag inledde mitt besök med att hälsa på dessa båda herrar och för dem i korthet redogöra för Stiftelsen Svensk Detonik-forsknings organisation och forskningsinriktning. Då det knappast skulle vara möjligt för mig att besöka samtliga avdelningar inom denna stora organisation koncentrerade jag mitt intresse till de avdelningar där man sysslade med detonik- och stötvågsforskning.

Stötdata för olika keramiska material och för porösa material undersöktes med hjälp av en gaskanon. Projektilet bestod av en polyetendrivspegel med en Al-platta. Stötbelastningar mellan 1 - 50 kbar kunde uppnås. Stötförloppet registrerades med manganintryckgivare av folietyp. En särskild teknik s.k. reverberations-teknik möjliggjorde bestämning av såväl kompressions- som avlastningsadiabaten i materialet. Experimenten utfördes av dr. Samirant, som bland annat bestämt stötdata för en kombination av metall-keramik (Al-Aloxid) vilken fått användning vid konstruktion av ett lätt pansar mot handeldvapen. Speciellt intresse ägnades porösa materials stötdata.

Sambandet mellan det nödvändiga stöttryckets storlek och varaktighet för initiering av nya militära sprängämneskombinationer bestämdes genom acceleration av en metallplatta mot sprängämnet. Förloppet studerades med svepkamera. Denna avdelning förfogade över två stycken svepkameror av fransk tillverkning samt en röntgenblixtanläggning byggd vid ISL. Apparaturen var uppställd kring den betongbunker i vilken laddningarna detonades. I denna bunker, som var försedd med en skorsten vilken mynnade ut i en kammare med grova stenar, avfyrades upp till 800 g sprängämne. Ljudnivån vid avfyring av 200 g var anmärkningsvärt hög om man betänker att denna bunker låg c:a ett kvarter från bostadsområdet kring St. Louis huvudgata.

För tidsintervallbestämning hade man en tidsintervallmätare med 32 kanaler och digitalutskrift (fabr. Thomson CSF). All röntgenblyxtapparat som användes vid ISL var tillverkad i den avdelning som stod under ledning av dr. Thomer. Jag fick också tillfälle att träffa dr. Thomer som demonstrerade sin avdelning där man förutom stötgeneratorer även tillverkade röntgenblixtrör av fältemissionstyp, det senare av dr. Thomers egen konstruktion. Röntgenblyxtapparat användes bl.a. i applikationer med riktad sprängverkan och vid studier av detonationsförloppet i nya sprängämnen. Man hade studerat detonationsvågen i ett sprängämne bestående av polyuretanskum innehållande pentylpulver. Denna produkt hade utvecklats på I.S.L. av dr. Kegler. Sprängämnet kunde tillverkas och fås att detonera med olika täthet mellan 0.2 - 1.0. Blandning, jäsning och härdning gick på 40 sekunder enligt dr. Kegler som redovisat denna typ av sprängämne i rapport I.S.L. RT 10/72. Lämpligt användningsområde torde vara sprängformning. Institutionen har sedan flera år tillbaka studerat olika typer av stötvågor och stötvågsverkan. Speciellt hade man under några år på uppdrag av statliga myndigheter ägnat sig åt ljudbangars uppkomst och verkan. Såväl en mindre som en större simulator hade konstruerats för dessa försök vilka utfördes vid en experimentplats i trakten av Mulhouse c:a 5 mil från St. Louis. Tiden medgav inte något besök på denna plats men dr. Bobin som var en av det team som sysslade med stötvågsforskning hade ett särskilt rum med bildmontage om dessa simulatorers konstruktion, utveckling och prestanda. Dr. Bobin beskrev mätmetodik och modellförsök. En översikt av dessa arbeten ges i I.S.L. N.B 1/71 och 2/71. (Se förteckning av rapporter). Laboratoriet arbetade inte längre med studier av ljudbangar utan hade övergått till att undersöka stötvågor utbredning i tunnlar. Dr. Bobin hade utarbetat dataprogram för beräkning av stötvågens utbredning från en detonerande laddning då även hänsyn togs till ojämnheter i tunnelväggen. (Se rapporten).

BESÖK VID ERNST MACH INSTITUTET I FREIBURG.

Ernst Mach institutet i Freiburg sorterar under Fraunhofer Gesellschaft som bedriver fysikalisk forskning med statliga medel i anslutning till universiteten. I Freiburg har institutet c:a 50 anställda under ledning av dr. Reichenbach. Man bedriver forskning inom området stötvågsfysik med huvudinriktning på stötvågor och detonationsvågor i gaser.

Dr W. Heilig, som jag tidigare lärt känna på konferenserna i höghastighetsfotografi, var vänlig nog att guida mig runt i laboratorierna vid Eckerstrasse 4 i Freiburg. Utanför Freiburg i Wintersweiler hade laboratoriet en anläggning för detonationsexperiment och ett större stötrör av den kaliber man finner vid Fortifikationsförvaltningens anläggning på Botele udd.

Ernst Mach institutet har ett nära samarbete med Fortifikationsförvaltningen i Stockholm och har deltagit i försöken med en storskaledetonation i en bergtunnel på Trängslets skjutfält i Älvdalen.

Dr. Heilig var själv sysselsatt med att studera uppkomsten av Machvågor i vatten. Försöken utfördes i liten skala i en vattentank. Dr. Heilig hade inte så stor erfarenhet av tryckmätning i vatten och hade tydligen en del problem med tryckgivarnas respons. I en mindre stötvågsanläggning arbetade dr. Gürke med modellstudier av stötvågsutbredning i samband med detonerande sprängämne i bergum. Dessa försök hade anknytning till det av Fortifikationsförvaltningens projekt som innefattade experimentet i Älvdalen.

Fullskaleförsök hade även utförts i Schweiz. I en större stötrörsanläggning med tillhörande Cranz Schardin kamera för 24 bilder studerades hur olika hinder i stötvågens väg verkar dämpande på vågen. Dr. Heilig visade ett stort antal utmärkta upptagningar av stötvågsförlopp. Cranz-Schardin anläggningen var av hög kvalité. Den sfäriska spegeln hade en brännvidd av 3.5 m.

Gnistgapen var av typen med kapillärkanal i keramik. Tryckmätare av typen kvartsgivare (av Kiestlers fabr.) fanns inmonterade på olika ställen i stötrör och mätkammare. Trycktidförloppet registrerades förutom på oscilloscop även på en transient recorder av delvis egen konstruktion bestående av ett magnetiskt kärnminne från Honeywell med A/D eller D/A omvandlare samt svepkretsar som konstruerats vid institutets elektronikavdelning. Elektroniken vid samtliga stötrörsanläggningar var imponerande och antalet mätgivare stort. Stöttrycket bestämdes parallellt med fotograferingen, dels genom registrering av trycktidförloppet, dels genom gångtidsmätningar. Vid ett av stötrören hade man dessutom en Mach-Zender interferometer med vilken tryckgradienterna bakom stötvågorna kunde bestämmas. Ytterligare stötrör med en diameter av c:a 20 cm var under uppbyggnad. Enbart stötröret med kompressionskammare och tillhörande hydrauler beräknades kosta c:a 250.000 D-mark. Ett flertal studenter och doktorander var sysselsatta med experiment i institutet.

En undersökning av stötvågor i gaser som starkt skiljer sig från det ideala tillståndet, t.ex. freon hade nyligen utförts. I sådana gaser kan man bl.a. observera speciella vågsystem bakom den trippelpunkt som uppstår vid Mach reflexion. Lägsta möjliga tryck för att kunna göra slirbilsregistrering i olika gaser fanns även på programmet.

Den aeroballistiska avdelningen förfogade över två stycken gaskanoner som tillverkats på institutet. I den större av dem kunde projektiler accelereras upp till en hastighet mellan 2-7 km/sek. Kompressionsrummet var koniskt och kompressionskolven av polyeten drevs fram med krutladdning.

Drivgasen var helium. I anslutning till kanonen fanns en observationskammare med flera fönster för fotografering av projektilerna och gasströmningen runt dessa, medelst slirbildsteknik. Vid mitt besök pågick en undersökning av hypersnabba stålprojektilers inträngning i stålplattor. För att kunna fotografera verkan av den stötvåg som uppstod vid beskjutning av glas och förhindra att målblocket splittrades upp hade detta ingjuts i en glasklar plast, Silgel (tillverkare Wachen Chemie, München). En mindre gaskanon kunde accelerera projektiler (t.ex. kullagerkulor) av endast någon mm:s diameter till en hastighet av 5 km/s sekund.

Förutom här beskrivna experiment har man även ägnat sig åt detonationsvågors fortplantning i gasblandningar vid olika tryck. Man visade stort intresse för boken "Detonics of High Explosives" och den forskning som bedrivs i Vinterviken.

BESÖK VID MESSERSCHMITT-BÖLKOW-BLOHM, SCHROBENHAUSEN, BAYERN.

Den avdelning av det stora företaget Messerschmitt-Bölkow-Blohm (M.B.B.) som jag besökte betecknades "Unternehmensbereich Apparatenbau", och var belägen vid Schrobhausen. Förutom avdelningar för försäljning, produktion och drift fanns här en utvecklingsavdelning under ledning av dr. M. Held. Denna avdelning sysslar i mycket stor utsträckning med utveckling och konstruktion av strids-spetsar t.ex. för riktad sprängverkan, och har en teknisk, en kemisk, en fysikalisk och en elektronisk sektion.

Den fysikaliska avdelningen under dr. Ludwig hade en mycket förnämlig utrustning för höghastighetsfotografi vilken jag fick tillfälle att studera. Senaste nyförvärv var en bildsvepkamera av fabr. Cordin typ 300 som är kontinuerligt skrivande och har dubbla filmbanor. Den var under inkörning och vissa problem med lämplig slutare för eliminering av eftersvärtning av filmningen återstod att lösa. Dr. Held var mycket angelägen om att höghastighetskamerorna ständigt skulle vara igång för att man snabbt skulle kunna lösa uppdykande problem med projektiler, detonerande laddningar eller vapendelar. Därför handhades varje utrustning av en man som ständigt var sysselsatt med sin apparatur antingen med mätning eller med förbättring av sin mätteknik.

För studier av t.ex. konens kollaps i R.S.V. laddningar eller s.k. P-laddningar, en typ laddningar där konen blir till en sammanhängande projektil med hög hastighet, användes i stor utsträckning en kombinerad svep- och framingkamera (Beckman Whitley typ 220). En väl utvecklad mätteknik för studier av snedinitiering av laddningar användes (har publicerats i de senaste proceedings från höghastighetskonferenserna).

Hycam- och Lowcamutrustning med tillhörande synkroniserings- och styrutrustning av fabrikat Weinberger och med rikhaltig belysningsutrustning m.fl. tillbehör användes för olika applikationer. Genom att fotografera via ett spegelsystem användes Hycamkameran för att studera så snabba projektiler som från s.k. P-laddningar med förbluffande gott resultat. Jag fick se en film som visade ett stort antal applikationer med Hycam och Lowcam. Av klipprummet att döma så var dessa kameror flitigt i användning. Många filmmetrar ägnades att studera R.S.V. laddningars genomträngning av pansarplåt och bestämning av metallfragmentens rörelser med s.k. impact flash teknik, vilket i korthet innebär att man på filmen registrerade de ljusblixtar som erhålles då snabba metallfragment träffar en plåtyta.

För noggran bestämning av detonationshastigheten i små laddningar hade man ett s.k. 10 linjers rasteroscilloscop i vilken strålen avlänkades med samma hastighet i såväl fram som återgående riktning. Samtidigt som den avlänkades vertikalt med en trappstegsgenerator. Denna avlänkingsgenerator var konstruerad vid M.B.B. och tillverkades av firma Spitzenberger och Spies.

Mätsonderna utfördes på glasskivor eller kopparlaminat genom katodförångning respektive etsning. Mätnoggranheten var 1 % även över mycket små sträckor (10 mm). Mätmetoden ansågs vida överträffa tidigare använd metodik med kontinuerlig mätning genom resistansgivare.

Studium av gasdetonationer vid olika tryck och blandningsförhållanden var ett annat pågående projekt förmodligen med militärt syfte.

Dr. Held var väl förtrogen med "Detonics of High Explosives". Han visade även stort intresse för de arbeten om sönderbrytningsförloppet runt detonerande laddningar som utförts i Vinterviken och jag avslutade mitt besök med att diskutera modellförsök och uppkomst av skjuvbrott med dr. Held och hans medarbetare.

RAPPORTER SOM ERHÅLLITS VID MITT BESÖK VID I.S.L.

1. C. Thery,
M. Froböse, m.fl. Schwache Stosswellen: Übersicht über die im I.S.L. auf dem Gebiet des Flugzeugknalle durchgeführten Arbeiten (1961-70). I.S.L. Bibliographische Notiz 1/71.
2. P. Rigaud Allgemeine Übersicht über die Wirkung von Stosswellen auf Lebewesen (Vortrag im Rahmen der GALF-Tagung von 29-30 Mai 1970). I.S.L. Bibliographische Notiz 2/71.
3. F. Verdier,
F. Wecken Berechnung der Detonation einer Sprengladung in einem Tunnel. 1. Teil. I.S.L. Bericht 1/72.
4. L. Bobin Berechnung der Detonation einer Sprengladung in einem Tunnel. 2. Teil. I.S.L. Bericht 7/73.
5. C. Kronenberger,
L. Bobin Reflexion eines Druckstosses am offenen Ende eines Stollens. 2 Teil: Untersuchung der Teilweisen Sperrung des Ausganges durch Ringförmige Hindernisse oder Kegel. I.S.L. Bericht 12/71.
6. L. Bobin Ausbreitung von Stosswellen in Stollen. 4. Teil: Berechnung unter Berücksichtigung der Wandrauigkeit. I.S.L. Bericht 17/72.

RAPPORTER ERHÅLLNA FRÅN ERNST MACH INSTITUTET.

1. F. Schultz-Grunow,
W.G. Struck
Zellenstruktur von Detonationswellen.
Bericht Nr 5/69.
Ernst Mach Institut, Freiburg i. Br.,
Eckerstrasse 4.
2. F. Schultz-Grunow
Gasdynamic Theory of Spinning Detonation.
Bericht Nr 4/73.
Ernst Mach Institut, Freiburg i. Br.,
Eckerstrasse 4.
3. W. Heilig
Zur Ausbreitung von Stosswellen in einem
Kanal mit rechtwinkliger Abzweigung -
Theorie und Messungen.
Bericht Nr 6/72.
Ernst Mach Institut, Freiburg i Br.,
Eckerstrasse 4.
4. G. Gürke
Modellversuche zur Blastwellenausbreitung
in einem Stollen System spezieller geome-
trischer Anordnung.
Bericht Nr E2/73.
Ernst Mach Institut, Freiburg i Br.,
Eckerstrasse 4.

Deutsch-Französisches Forschungsinstitut
Saint-Louis
7858 WEIL AM RHEIN
Postfach 1560
Deutsche Bundesrepublik

Institut Franco-Allemand de Recherches de
Saint-Louis
68 SAINT-LOUIS
12, rue de l'Industrie
Frankrike

Ernst Mach Institut
FREIBURG i. Br.
Eckerstrasse 4
Deutsche Bundesrepublik

Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH
8898 SCHROBENHAUSEN
Postfach
Deutsche Bundesrepublik