

# RAPPORT RÖRANDE METALLPROVER TAGNA FRÅN MS ESTONIA.

Lars Ekbohm 2001-01-10

På uppdrag av föreningen SEA, förmedlat genom Odd Lundqvist och Lennart Berglund, 2000-12-27, har följande forskningsrapporter rörande prover tagna från Estonia granskats:

1. Materialprüfungsamt des Landes Brandenburg.  
Rapport Nr 1.3/00/3664, daterad 29.09.2000
2. Materialprüfungsamt des Landes Brandenburg.  
Rapport Nr 1.1/00/3669, daterad 24.11.2000
3. Institut für Materialprüfung und Werkstofftechnik GmbH  
Rapport nr 20130-02 daterad 09.10.2000
4. Southwest Research Institute, San Antonio Texas.  
Brev av December 5, 2000.

Ovan angivna rapporter har beställts hos respektive institut av Jutta Rabe, TOPSTORY GmbH. Proverna är uttagna av dykare i augusti 2000 och härrör från det hål, som finns nära bogen på MS Estonia.

---

## Rapporterna 1 & 2 från Materialprüfungsamt des Landes Brandenburg.

Dessa båda rapporter omfattar samma material; del 2 utgör en komplettering av del 1.

I del 1 sida 11 konstateras: "Den metallografiska undersökningen visar att i mikroproven tagna i de deformerade delarna av mikrostrukturen invid brottytan skett en omfattande nedbrytning av de ursprungliga strukturbeståndsdelarna. Dessa plasiska förändringarna i mikroområdet indikerar extremt kraftiga shockpåkänningar, på det sätt som hade blivit följden av att de utsatts för detonerande ämnen." Och vidare: Vid mikrohardhetsmätningarna har hardhetsvärdena jämförts med de för stål St 37-2 (SS1311). Hardhetsvärdena hos detta stål ligger i området HV 105 till HV 145. Det lägsta hardhetsvärde hos de mätta proven är HV 281, vilket är avsevärt högre än hardheten hos det opåverkade materialet."

I dessa rapporter konstateras sammanfattningsvis beträffande mikrostrukturen:

- förekomst av parallella skjuvband, (mekaniska tvillingar även kallade Neumannband)
- markant hardhetsstegring i hela provbiten.
- deformation av perliten nära brottytan ledande till förstöring (krossande) av cementitlameller i denna.
- plastisk formförändring i mikroskala. (vågformigt anordnade strukturbeståndsdelar.)

I rapporten konstateras att sådana strukturförändringar är karakteriska för stål, som utsatts för en detonation och detta leder till slutsatsen, att hastigheten vid deformationen måste ha varit i detonationsområdet. Den lägre hastighetsgränsen för detta är omkring 1000 m/s.

Rapporten från Institut für Materialprüfung und Werkstofftechnik GmbH

Denna rapport omfattar en undersökning av den kraftigast deformerade zonen vid brottytan, se rapport 1.3/003664, GO22. I området, där den kraftigast deformerade strukturen (perliten) konstaterats, sker vid en snabb och kraftig deformation, lokalt i mikroområdet en upphettning, som kan nå 720°C. Vid denna temperatur omvandlas Perliten, till austenit, som, vid den snabba avkylningen, härdas (bildar martensit). Den bildade martensiten har en annan atomstruktur och kan därför påvisas genom s. k. röntgendiffraktion. I rapporten visas att martensit har bildats, vilket betyder att en deformationshastighet på  $10^3 - 10^5$  /s måste ha förelegat.

Brev från Southwest Research Institute, San Antonio Texas. December 5, 2000.

Institutet redovisar endast preliminära resultat. Här konstateras närvaron av deformations-tvillingar (Neumannband). Man konstaterar vidare att sådana tvillingar endast bildas i det ferritiska stålet vid hög deformationshastighet. Man saknar dock data om stålets sammansättning för att kunna avgöra vilken deformationshastighet, som erfordras vid 45°F. Observationen av deformationstvillingar stämmer med den plastiska skjuv-deformationen längs brottytan samt det "kronbladsliknande" utseendet av kanterna runt hålet.

EFTER ATT HA TAGIT DEL AV DE MIKROFOTON OCH MÅTNINGAR, SOM PRESENTERAS I RAPPORTERNA KAN KONSTATERAS ATT:  
SLUTSATERNÄ OM ATT HÅLET BILDATS GENOM EN DETONATION ÄR I ÖVERENSTÄMMELSE MED MIN EGEN UPPFATTNING.

Vallentuna 2001-01-10



Lars Ekblom

## REFERENSER MED HÄNVISNING TILL DE IAKTTAGNA STRUKTURFÖRÄNDRINGARNA.

Den kraftiga ökningen i hårdhet hos stålet, utan att ferritkornens form nämnvärt ändrats, har bl. a. visats ske i aluminium av Torbjörn Svensson i en FOA-reprint 1981/82:07. Anledningen till den markanta skillnaden i hårdhet, som uppkommer vid shock-deformation jämfört med normal deformation, är mängden felbyggnader i kristallgittret s.k. dislokationer, som bildas. En shock-deformation ger mer än dubbelt så många dislokationer som vanlig deformation vid samma deformationsgrad.

Bildning av deformationstvillingar har bl.a. visats av Åke Persson i FOA-rapport från 1977 "Fragmentation examination as a tool for diagnostics of inbore premature firing accidents". Sådana tvillingar bildas i olegerad ferrit endast vid höga deformationshastigheter > 1000 /s eller vid mycket låga temperaturer.

Torkel Arvidsson och Lars Eriksson beskriver effekten av shock-deformation i en FOA reprint 1974/75:16: "Fragmentation, structure and mechanical properties of some steels and pure aluminium after shock loading."

Lars Ekbohm et. al. redovisar i FOA-rapport C 20658-2.1 (1987) den extrema deformation, som sker då en pansarbrytande projektil tränger in i ett mål av pansarplåt. Den kraftiga deformationen kan jämföras med den "krossning" av perlit, som sker vid shock-deformation.

---

Lars-(Bertil) Ekbohm  
Granitvägen 16  
18635 Vallentuna  
Tel 08-511 71239 E-mail: [lars.ekbohm@swipnet.se](mailto:lars.ekbohm@swipnet.se)

Bergsingeniör, KTH  
Tekn Lic. metallografi och Tekn. Dr. metallografi, KTH

Har arbetat som materialforskare vid Sv. Metallverken, ASEA, Västerås och Mekanförbundet.  
Från 1962 laborator och överingeniör vid FOA.  
62-73 med plutoniums metallfysikaliska egenskaper.  
73-77 med materialforskning  
77-79 i expertgrupp vid Korrosionsinstitutet. Slutdeponering av kärnbränsle, KBS 3.  
79-90 materialforskning, främst stridsdelar och pansar.  
90-00 doc. KTH i pulvermetallurgi. Kurser, handledare doktorander, försök i rymden.