

# **FFI RAPPORT**

## **ALDRINGSSTUDIER-III, PBXN-109 MED RS- RDX ALDRET I 6 MND VED 60°C**

NEVSTAD, Gunnar Ove

**FFI/RAPPORT-2004/04286**



**ALDRINGSSTUDIER-III, PBXN-109 MED RS-RDX  
ALDRET I 6 MND VED 60°C**

NEVSTAD, Gunnar Ove

FFI/RAPPORT-2004/04286

**FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT**  
**Norwegian Defence Research Establishment**  
Postboks 25, 2027 Kjeller, Norge



**FORSVARETS FORSKNING SINSTITUTT (FFI)**  
**Norwegian Defence Research Establishment**

**UNCLASSIFIED**

P O BOX 25  
 NO-2027 KJELLER, NORWAY  
**REPORT DOCUMENTATION PAGE**

**SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE**  
 (when data entered)

1) PUBL/REPORT NUMBER FFI/RAPPORT-2004/04286	2) SECURITY CLASSIFICATION UNCLASSIFIED	3) NUMBER OF PAGES 49
1a) PROJECT REFERENCE FFI-V/2911/130	2a) DECLASSIFICATION/DOWNGRADING SCHEDULE -	
4) TITLE ALDRINGSSTUDIER-III, PBXN-109 MED RS-RDX ALDRET I 6 MND VED 60°C  Ageing Studies III, Properties of PBXN-19 containing RS-RDX aged at 60°C for 6 months		
5) NAMES OF AUTHOR(S) IN FULL (surname first) NEVSTAD, Gunnar Ove		
6) DISTRIBUTION STATEMENT Approved for public release. Distribution unlimited. (Offentlig tilgjengelig)		
7) INDEXING TERMS IN ENGLISH: IN NORWEGIAN:		
a) <u>RS-RDX (Reduced Sensitivity)</u>	a) <u>RS-RDX</u>	
b) <u>PBXN-109</u>	b) <u>PBXN-109</u>	
c) <u>Gap Test</u>	c) <u>Gaptest</u>	
d) <u>Critical Diameter</u>	d) <u>Kritisk diameter</u>	
e) <u>Ageing</u>	e) <u>Aldring</u>	
THESAURUS REFERENCE:		
8) ABSTRACT Dry RS-RDX (Reduced Sensitivity) crystals produced by Dyno Nobel have been stored at 60°C for 6 months before they were used to produce PBXN-109. The storage was performed due to questions have been asked about the stability of RS-RDX with regard to retain its low shock sensitivity during ageing. We have used two different RS-RDX class 1 charges to test if shock sensitivity in Intermediate Scale Gap test does depend on the age of the crystals.  PBXN-109 containing RS-RDX aged at 60°C for 6 months gave two different results in Intermediate Scale Gap test. For the first charge, a reduction in sensitivity of 2-3 cards was obtained. For the second one an increase in sensitivity with 2-3 cards was observed. Both results compared with the properties of PBXN-109 from virgin RDX of the same charges.  Average critical diameter for PBXN-109 containing aged RS-RDX was for one RDX charges unchanged and for the other slightly smaller compared to PBXN-109 containing virgin RS-RDX. However, the changes in critical diameter were much smaller than the internal variation within a series of 5 shots.  PBXN-109 containing aged RS-RDX does not change properties with regard to shock sensitivity or critical diameter due to ageing of RS-RDX. Observed changes in properties of PBXN-109 must have other explanations than that ageing of the RS-RDX changes the properties.		
9) DATE 2004-12-13	AUTHORIZED BY This page only Jan Ivar Botnan	POSITION Director

ISBN 82-464-0906-9

**UNCLASSIFIED**

**SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE**  
 (when data entered)



**INNHold**

	<b>Side</b>	
1	INNLEDNING	7
2	EKSPERIMENTELT	8
2.1	RDX	8
2.2	Andre kjemikalier	8
2.3	Fremstilling av PBXN-109 prøveemner	8
2.4	Viskositetsmålinger	8
2.5	Mekaniske egenskaper	8
2.6	Intermediate Scale Gap test	8
2.7	Kritisk diameter	9
3	RESULTATER	10
3.1	Viskositet	10
3.2	Kritisk diameter	12
3.2.1	Blandinger med RS-RDX Ch. 167/03	12
3.2.2	Blandinger med RS-RDX Ch. 719/03	13
3.3	Intermediate Gap test	16
3.3.1	Tetthet til testet komposisjoner	16
3.3.2	RS-RDX Charge 167/03	16
3.3.3	RS-RDX Charge 719/03	22
3.3.4	Sammenligning av Gaptestresultater	28
3.4	Hardhetsmålinger	29
4	SAMMENDRAG	30
<b>APPENDIKS</b>		
A	KONTROLLRAPPORTER	32
A.1	RDX	32
A.2	DOA	33
A.3	HWC 94.5/4.5/1	34
B	MIKSEORDRER OG MIKSESKJEMAER	35
B.1	Blandinger med RS-RDX Ch. 167/03	35
B.2	Blandinger med RS-RDX Ch. 719/03.	39
C	RESULTAT FRA VISKOSITETSMÅLINGENE	43
D	SAMMENHENG MELLOM BARRIERETYKKELSE OG TRYKK	47
	Litteratur	48





## ALDRINGSSTUDIER-III, PBXN-109 MED RS-RDX ALDRET I 6 MND VED 60°C

### 1 INNLEDNING

Nyproduserte krystaller av RS-RDX (Reduced Sensitivity) gir når de benyttes i komposisjoner som PBXN-109, produkter med en sjokkfølsomhet som er mye lavere enn for tilsvarende produkter basert på standard RDX (1-6). For PBXN-109 oppnås en reduksjon i sjokkfølsomheten med en faktor 2 eller mer fra 25 kbar til 50-60 kbar ved bruk av RS-RDX i stedet for standard RDX. Imidlertid har det fra enkelte aktører blitt stilt spørsmål ved om sjokkegenskapene endres for produkter etter som de blir eldre (7,8).

RDX fremstilles kommersielt hovedsakelig via to prosesser (9-10):

- Woolwich prosess – nitrering med salpetersyre som gir type I RDX med lite eller ingen HMX.
- Bachman prosess – nitrering i aceto-salpetersurt miljø som gir type II RDX med inntil 17% HMX.

I Norge benytter Dyno Nobel sist nevnte prosess. Og det er for RDX produsert med Bachman prosessen det er rapportert endringer i produkttegenskaper ettersom produktene eldest (7,8).

For å undersøke om disse observasjonene er generelle eller kun knyttet til de spesifikke forholdene og produsentene som har levert krystallene til ovenfor nevnte studier, har vi gjennomført studier på PBXN-109 i Norge med RS-RDX produsert av Dyno Nobel. I referanse 11 ble PBXN-109 produsert av to forskjellige klasse 1 krystallpartier Ch. 167/03 og Ch. 719/03, og testet med hensyn på sjokkfølsomhet og kritisk diameter. Et like stort antall prøver som det som ble testet, ble lagt til akselerert aldring ved 70°C. Testing av disse ble gjennomført etter at de hadde oppnådd et aldringsnivå tilsvarende 20 års levetid (12). I tillegg ble krystaller fra begge klasse 1 chargene samt klasse 5 etter at de var tørket lagt til lagring ved 60°C.

Det er av disse krystallene som etter at de har vært aldret i 6 måneder ved 60°C vi nå har fremstilt PBXN-109 for testing. Hensikten er å undersøke om aldring av krystallene tilfører PBXN-109 andre egenskaper med hensyn på sjokkfølsomhet og andre egenskaper enn aldring av komposisjonen. Og der av som en effekt av at RS-RDX eldest at RS-RDX fremstilt ved Bachman prosessen skulle endre egenskaper over tid og gå over til å bli standard RDX.

Det er resultatene fra testing av PBXN-109 av RS-RDX aldret i 6 måneder ved 60°C som vil bli rapportert i denne rapporten. På et senere tidspunkt vil PBXN-109 bli produsert av de samme krystallpartiene når krystallene har vært lagret/aldret ved 60°C i 12 måneder.

## 2 EKSPERIMENTELT

### 2.1 RDX

Benyttet RDX ble levert av Dyno Nobel som vannfuktet. Etter tørking ble den oppbevart ved 60°C i 6 måneder før den ble benyttet til fremstilling av PBXN-109. Kontrollrapport for benyttet krystaller er gitt i appendiks A.1.

### 2.2 Andre kjemikalier

Mykningsmiddelet DOA (dioktyladipat) ble levert av Dyno Nobel. Kontrollrapport for DOA er gitt i appendiks A.2. Dantocol DHE (Bonding agent) er anskaffet fra produsent i Nederland. Øvrige råvarer ble anskaffet fra Nammo Raufoss.

### 2.3 Fremstilling av PBXN-109 prøveemner

PBXN-109 ble fremstilt i en 5-liters IKA blandemaskin under vakuum etter prosedyre gitt i (13). Støping ble gjennomført ved at ferdig blandet masse manuelt ble fylt i testrør og former for så å bli satt til vibrasjon i om lag 30 minutter. Herding ble fortatt i varmeskap ved 60°C i 6 døgn. Alle mikseordrer og mikseskjemaer er gitt i appendiks B.

### 2.4 Viskositetsmålinger

Viskositeten ble målt for samtlige blandinger med et Brookfield viskosimeter ved bruk av T-spindel og variabel høyderegulator. Under målingene ble prøvene oppbevart i et dobbelvegget begerglass, hvor vann med temperatur på 60°C sirkulerte for å holde konstant temperatur. Alle målingene ble foretatt med en T-D spindel og rotasjonshastigheter på 0.5 og 1.0 rpm ved 60°C. Alle resultatene er gitt i appendiks C og oppsummert i 3.1.

### 2.5 Mekaniske egenskaper

Shore A hardhet ble målt med ”Shore A Härtprüfer DIN 53505 ISO R 868 Type BS 61, Serien Nr.: 1605/97” fra BAREISS, etter 10 og 30 sekunder på endene av dog bone legemer eller legemer med samme tykkelse.

### 2.6 Intermediate Scale Gap test

Gap testen som vi har benyttet er beskrevet i referanse 5, og ble gjennomført i henhold til prosedyre beskrevet i STANAG 4488 (14) med unntak av tykkelsen på korta. I STANAG 4488 er korta spesifisert å skulle ha en tykkelse på 0.19+0.02/-0.01 mm. Våre kort har en tykkelse på 0.25 mm. Hentet fra STANAG 4488 gir appendiks D sammenhengen mellom sjokktrykket fra to 80 g overdragere og barrieretykkelsen. Kontrollrapport for benyttet overdragersprengstoff HWC 94.5/4.5/1 er gitt i appendiks A.3.

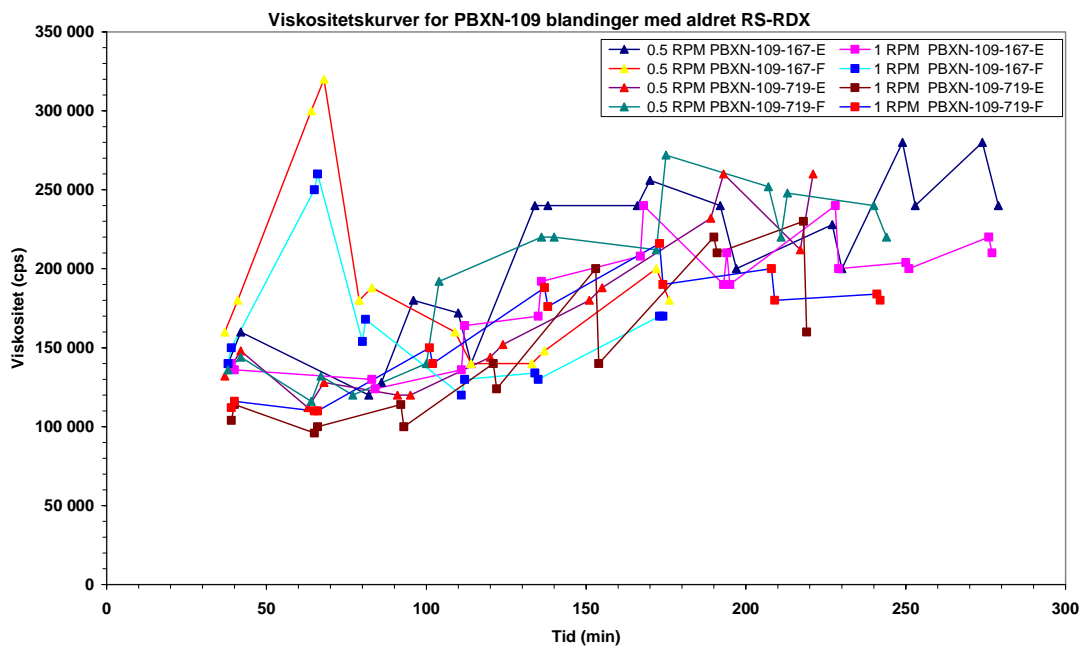
## 2.7 Kritisk diameter

Til bestemmelse av kritisk diameter (15) ble det benyttet koner med lengde 270 mm og diameter fra 30 til 3 mm. Til initiering ble det benyttet 20 g TNT samt detonator nr. 8. Mellom booster og kon var det et startemne av PBXN-109 med diameter 30 mm og lengde  $9 \pm 2$  cm for å gi konen den riktige detonasjonshastigheten. På konene i lengderetningen ble det limt en 2 mm tykk og 300 mm lang koppertråd. Vitneplater i stål (ST-52) med dimensjon 3x4.5x300 mm ble montert som vist i figur 3.5 og 3.7.

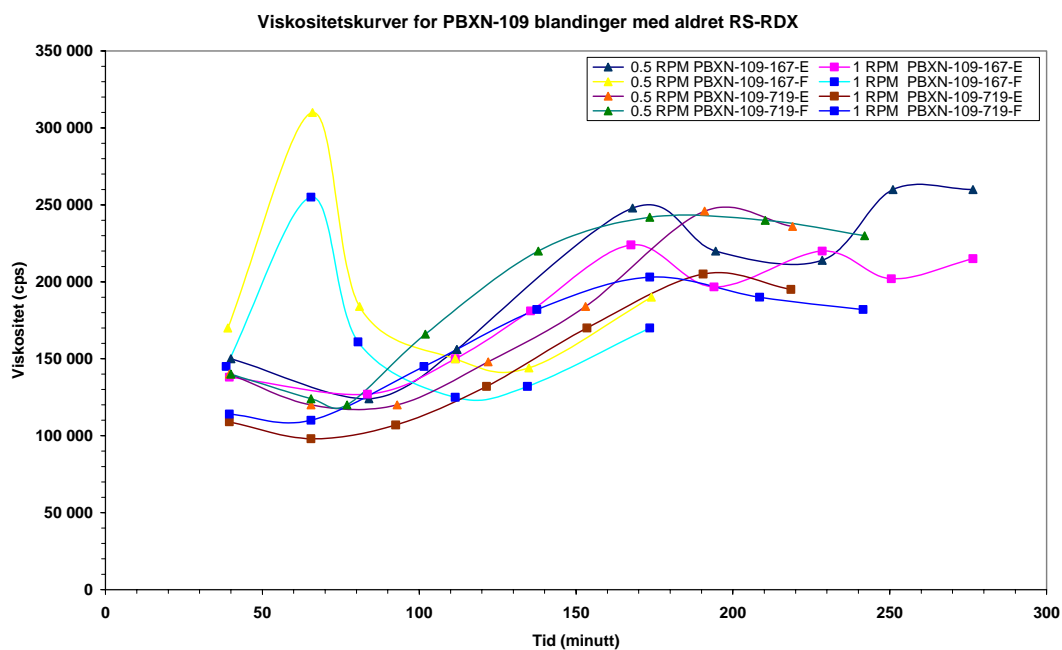
### 3 RESULTATER

#### 3.1 Viskositet

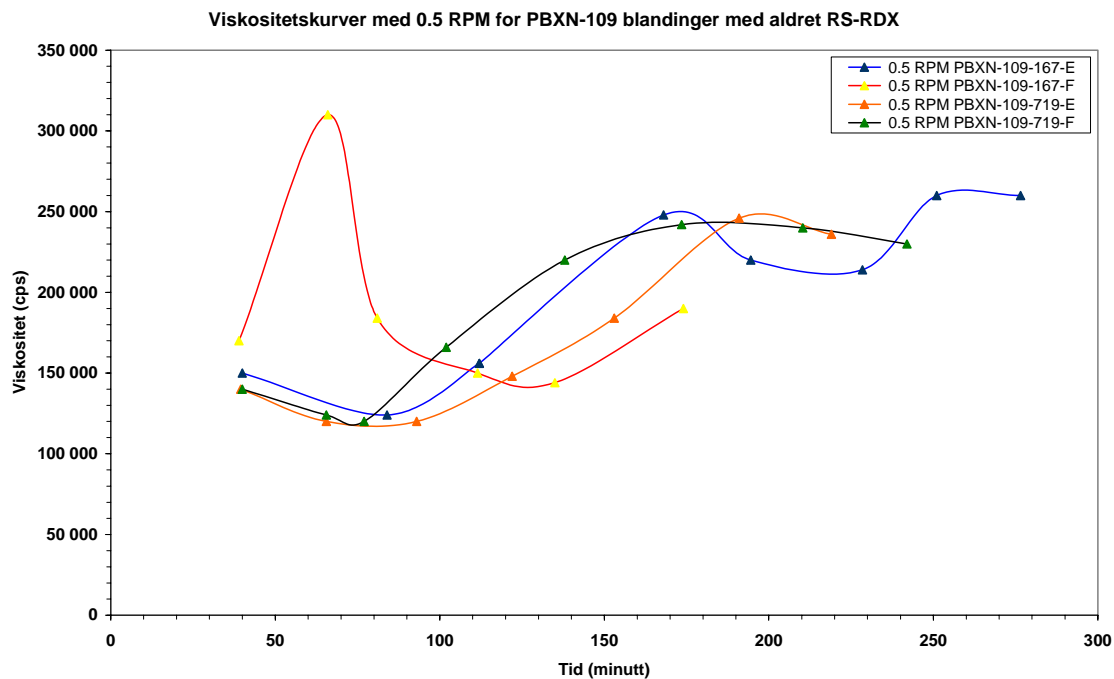
Det ble fremstilt 4 blandinger, to for hvert krystallparti. Viskositeten er målt for samtlige blandinger med en T-D spindel ved 60°C. Figur 3.1 gir samtlige viskositetskurver ut fra målte resultater gitt i appendiks C. I figur 3.2 er de samme kurvene vist etter at nærliggende målinger



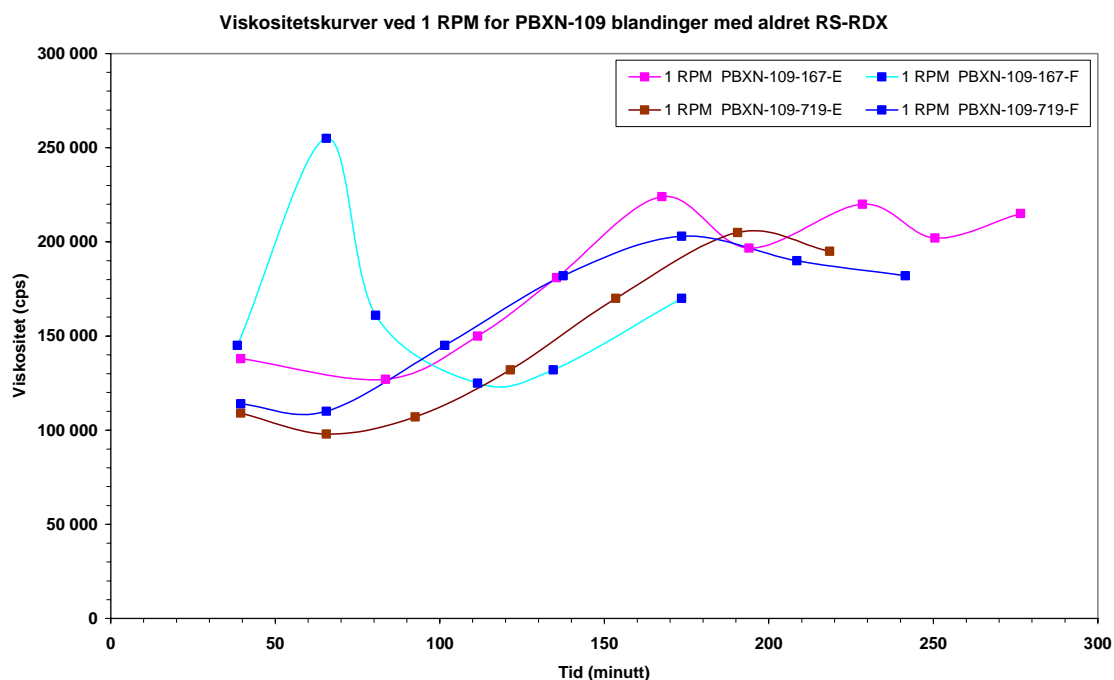
Figur 3.1 Viskositetskurver for samtlige blandinger



Figur 3.2 Midlet viskositetskurver for samtlige blandinger.



Figur 3.3 Midlet viskositetskurver målt med en spindelhastighet på 0.5 rpm.



Figur 3.4 Midlet viskositetskurver målt med en spindelhastighet på 1 rpm.

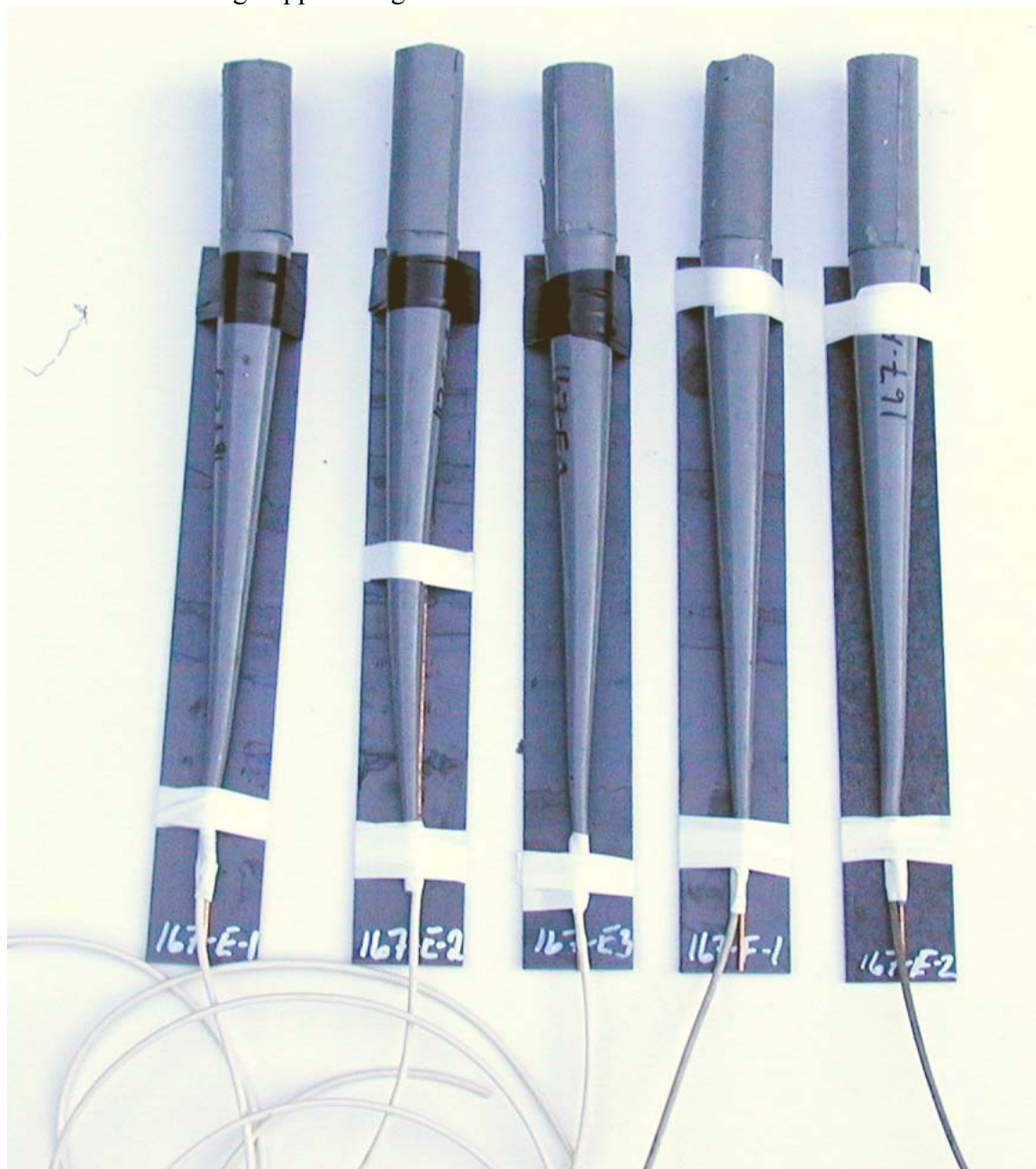
er midlet. Oppnådde viskositet både ved en rotasjonshastighet på 0.5 rpm (figur 3.3) og 1 rpm (figur 3.4) er av samme størrelse som vi målte for ikke aldrea krystaller (11). Imidlertid ligger viskositeten for E og F blandinger i det nedre nivået for de 8 blandingene fremstilt med ikke aldrea RS-RDX (11). Den noe høyere viskositeten for blandingen med RS-RDX Ch. 167-F er forårsaket av dårlig sirkulasjon på vannet og dermed lavere temperatur på blandingen. Alle blandingene var lett støpbare med pot-life langt over 5 timer, og de herdet uten noen

problemer. Kvaliteten på de støpte legemene var god (tabell 3.3).

## 3.2 Kritisk diameter

### 3.2.1 Blandinger med RS-RDX Ch. 167/03

Fra de to blandingen med RS-RDX Ch. 167/03 krystaller ble det støpt 5 koner til bruk for bestemmelse av kritisk diameter. Figur 3.5 viser et bilde av konene etter at startemner er pålimt og de var plassert på vitneplater. Mellom vitneplaten og sprengstoffet er det på sprengstoffet limt en 300 mm lang kopperstreng.



Figur 3.5 Bilde av skuddene benyttet til bestemmelse av kritisk diameter for RS-RDX Ch. 167/03 .

I figur 3.6 er det gitt et bilde av vitneplatene fra samtlige 5 skudd. Fra bildet ser man at det er

Komposisjon	Blanding Nr.- Skudd Nr.	Lengde på rest sprengstoff kon (mm)	Konsumert lengde av kon (mm)	Kritisk diameter (mm)	Gjennomsnitt kritisk diameter (mm)
PBXN-109	167-E-1	35	228	7.2	7.6
	167-E-2	35	227	7.3	
	167-E-3	41	218	8.2	
	167-F-1	41	218	8.2	
	167-F-2	20+	228	7.2	

Tabell 3.1 Resultater fra testing av kritisk diameter for RS-RDX Ch. 167/03.



Figur 3.6 Bilde av vitneplater og rester av sprengstoff benyttet for bestemmelse av kritisk diameter for RS-RDX Ch. 167/03.

oppnådd om lag samme kritisk diameter for samtlige skudd. Tabell 3.1 gir de eksakte tallene for kritisk diameter som varierer fra 7.2 mm til 8.2 mm med et gjennomsnitt på 7.6 mm. For ikke aldra PBXN-109 RS-RDX Ch.167/03 ble det oppnådd en gjennomsnittelig kritisk diameter på 8.3 mm (11). Årsaken til forskjellen er at for sist nevnte serie ga et av skuddene en kritisk diameter på 10.3 mm, mens for skuddene i tabell 3.1 ligger alle på 7-8 mm.

### 3.2.2 Blandinger med RS-RDX Ch. 719/03

Også for PBXN-109 blandingen med RS-RDX Ch. 719/03 ble det testet 5 koner. Figur 3.7 viser oppsett av skuddene på vitneplatene før fyring. Figur 3.8 viser igjenfunnet rester av sprengstoff konene samt vitneplatene for samtlige skudd. Fra vitneplatene ser man att skudd nr. 4 (med 719-F-1) har en noe større kritisk diameter enn de 4 andre skuddene. Tabell 3.2 gir samtlige

resultater og viser at kritisk diameter varierer fra 7.0 mm til 11.5 mm med et gjennomsnitt på 8.4 mm. Sammenlignet med resultatet fra ikke aldra RDX (11) hvor kritisk diameter varierte fra 6.4



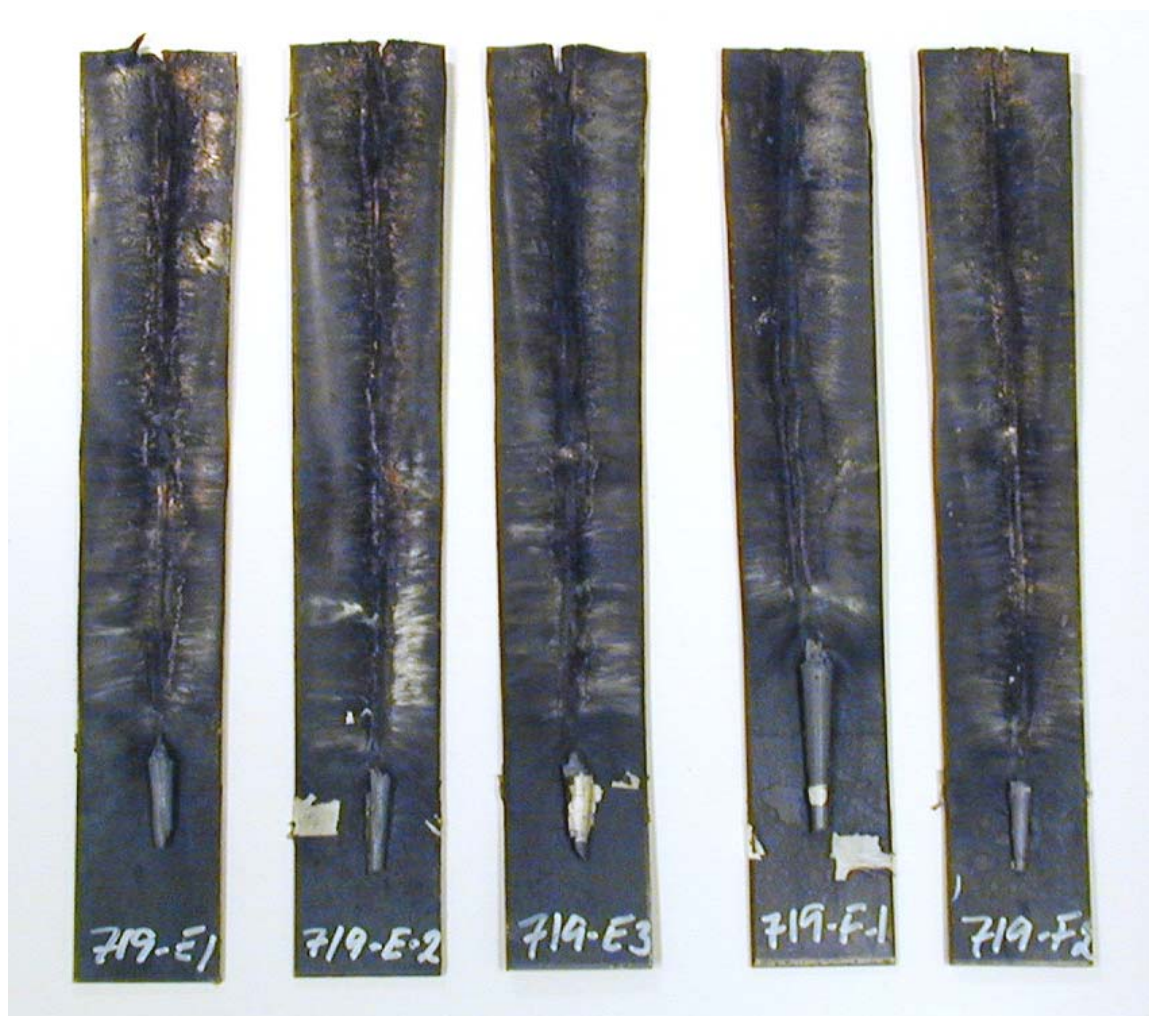
Figur 3.7 Skuddene med RS-RDX Ch. 719/03 som ble testet for bestemmelse av kritisk diameter.

Komposisjon	Blanding Nr.- Skudd Nr.	Lengde på rest sprengstoff kon (mm)	Konsumert lengde av kon (mm)	Kritisk diameter (mm)	Gjennomsnitt kritisk diameter (mm)
PBXN-109	719-E-1	35+	215	8.5	8.4
	719-E-2	33	229	7.1	
	719-E-3	35+	221	7.9	
	719-F-1	62+	185	11.5	
	719-F-2	29	230	7.0	

+Mangler noe av tuppen.

Tabell 3.2 Resultater fra bestemmelse av kritisk diameter for aldra RS-RDX Ch. 719/03.





Figur 3.8 Bilde av vitneplatene og rester av sprengstoff benyttet for bestemmelse av kritisk diameter for RS-RDX Ch. 719/03.

mm til 10.0 mm med et gjennomsnitt på 8.2 mm er resultatet innenfor feilgrensene av samme størrelsesorden for PBXN-109 med aldri og ikke aldri RS-RDX Ch. 719/03.

For begge krystallpartiene er oppnådde resultater for kritisk diameter på 8 mm vesentlig større enn kritisk diameter for PBXN-109 av standard RDX. PBXN-109 av standard RDX bestemt med samme metode ble målt til 3.5 mm i (6). Kritisk diameter for PBXN-109 av aldri RS-RDX, aldri PBXN-109 (12) og fersk PBXN-109 av de samme krystallpartiene varierer med mindre enn  $\pm 1$  mm. En variasjon som er mindre enn normalvariasjonen innen en og samme serie. Det er derfor ingen indikasjoner på at RS-RDX av den type som er benyttet i disse studiene endrer egenskaper ved aldring.

### 3.3 Intermediate Gap test

#### 3.3.1 Tetthet til testet komposisjoner

Fra de 4 blandingen to for hver av krystall chargene ble det fylt 20 Gaptestrør. Tabell 3.3 gir data for rørene både med og uten sprengstoff. Oppnådde tettheter på sprengstoffyllingene er gjennomgående høy, noe høyere for rørene med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03 enn for rørene med PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03.

Rør nr.	Vekt (g)	Indre diameter topp (cm)	Indre diameter bunn (cm)	Høyde (cm)	Volum (cm <sup>3</sup> )	PBXN-109 Lot Nr.	Vekt med sprengstoff (g)	Vekt sprengstoff (g)	Tetthet (g/cm <sup>3</sup> )
70	895.41	3.960	3.960	19.988	246.178	167-E	1303.37	407.96	1.657
71	870.81	3.965	3.980	20.027	248.218	167-E	1284.55	413.74	1.667
72	895.24	3.940	3.942	19.984	243.773	167-E	1300.23	404.99	1.661
73	892.56	3.945	3.945	19.974	244.146	167-E	1296.72	404.16	1.655
74	897.63	3.946	3.948	19.969	244.332	167-E	1306.12	408.49	1.672
75	888.52	3.962	3.966	19.984	246.626	167-E	1298.38	409.86	1.662
76	892.27	3.950	3.952	19.979	244.950	167-F	1301.00	408.73	1.669
77	900.03	3.952	3.944	20.016	245.031	167-F	1305.13	405.10	1.653
78	897.64	3.940	3.940	19.961	243.369	167-F	1301.41	403.77	1.659
79	908.34	3.938	3.940	19.987	243.562	167-F	1315.68	407.34	1.672
80	935.19	3.915	3.910	20.003	240.488	719-E	1327.95	392.76	1.633
81	843.83	4.000	4.005	19.972	250.397	719-E	1257.55	413.72	1.652
82	851.59	3.990	4.000	19.986	245.163	719-E	1265.48	413.89	1.688
83	852.40	4.002	3.910	19.956	251.336	719-E	1263.82	411.42	1.637
84	856.11	4.004	4.005	19.966	247.986	719-E	1266.56	410.45	1.655
85	861.12	3.960	4.000	19.943	250.071	719-E	1270.00	408.88	1.635
86	858.55	3.989	3.998	19.975	248.069	719-F	1267.90	409.35	1.650
87	861.74	3.980	3.968	20.010	251.250	719-F	1277.43	415.69	1.654
88	849.81	4.003	3.997	20.004	250.497	719-F	1264.22	414.41	1.654
89	852.96	3.996	4.000	19.964	249.033	719-F	1265.43	412.47	1.656

Tabell 3.3 Data for Gaptestrør uten og med sprengstoffylling.

#### 3.3.2 RS-RDX Charge 167/03

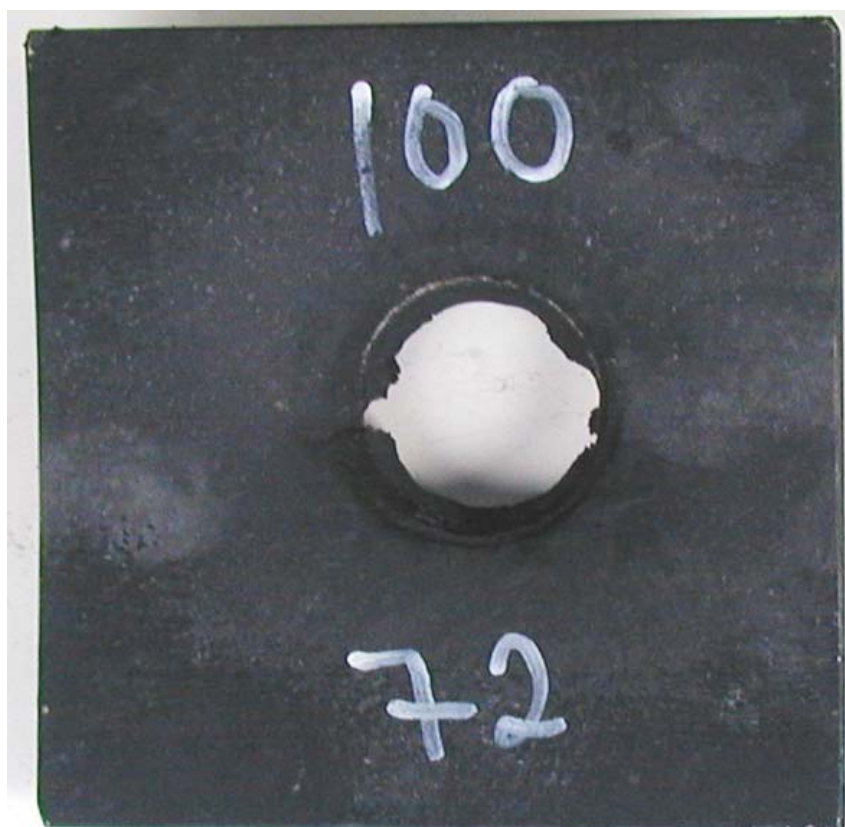
10 rør med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03 av høy tetthet ble fyrt med to ulike barrieretykkelser 100 og 105 kort. Figurene 3.9 til 3.18 viser bilder av vitneplatene samt eventuelle gjenfunnet rester for ikke omsatte skudd. Tabell 3.4 summerer opp resultatet for samtlige skudd, og figur 3.19 viser plott med reaksjonen for hver enkelt skudd.



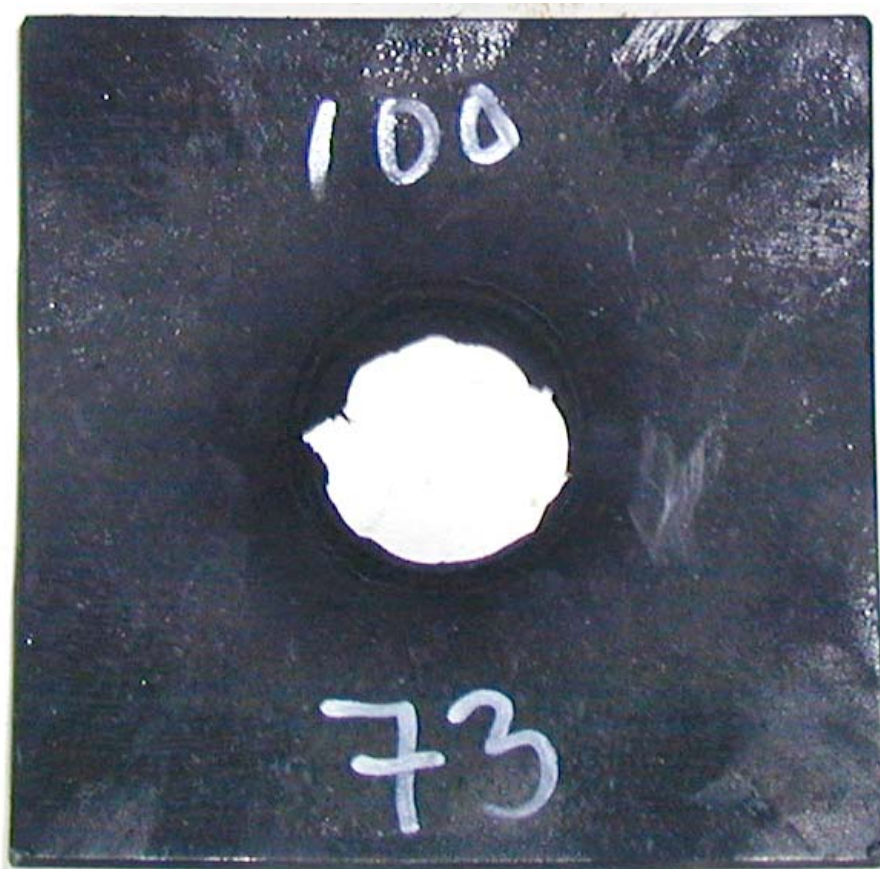
Figur 3.9 Skudd 1, rør 70 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03, 105 kort, ikke omsatt.



Figur 3.10 Skudd 2, rør 71 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03, 105 kort, ikke omsatt.



Figur 3.11 Skudd 3, rør 72 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03, 100 kort, omsatt.



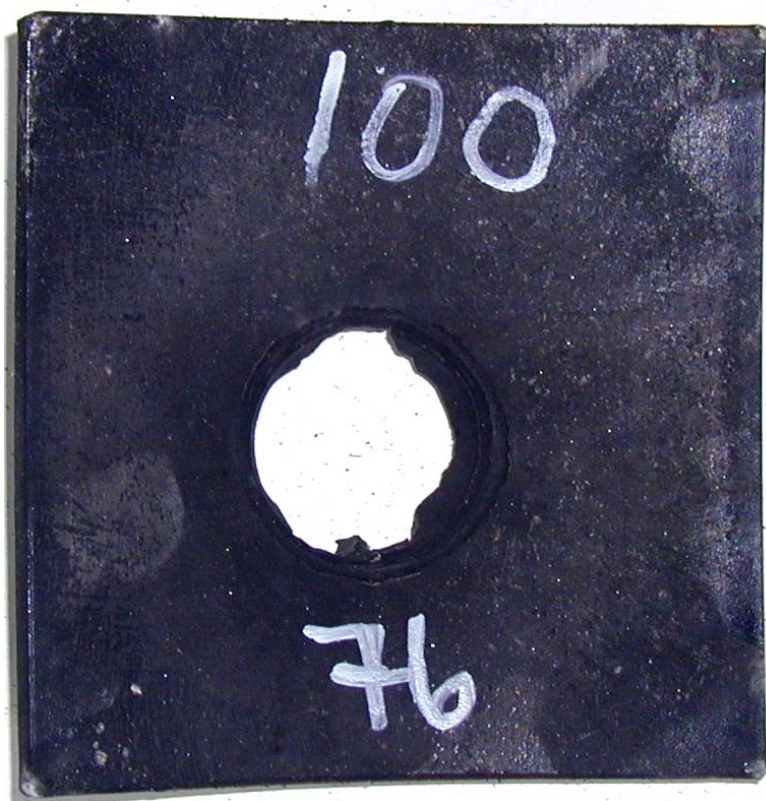
Figur 3.12 Skudd 4 rør 73 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03, 100 kort, omsatt.



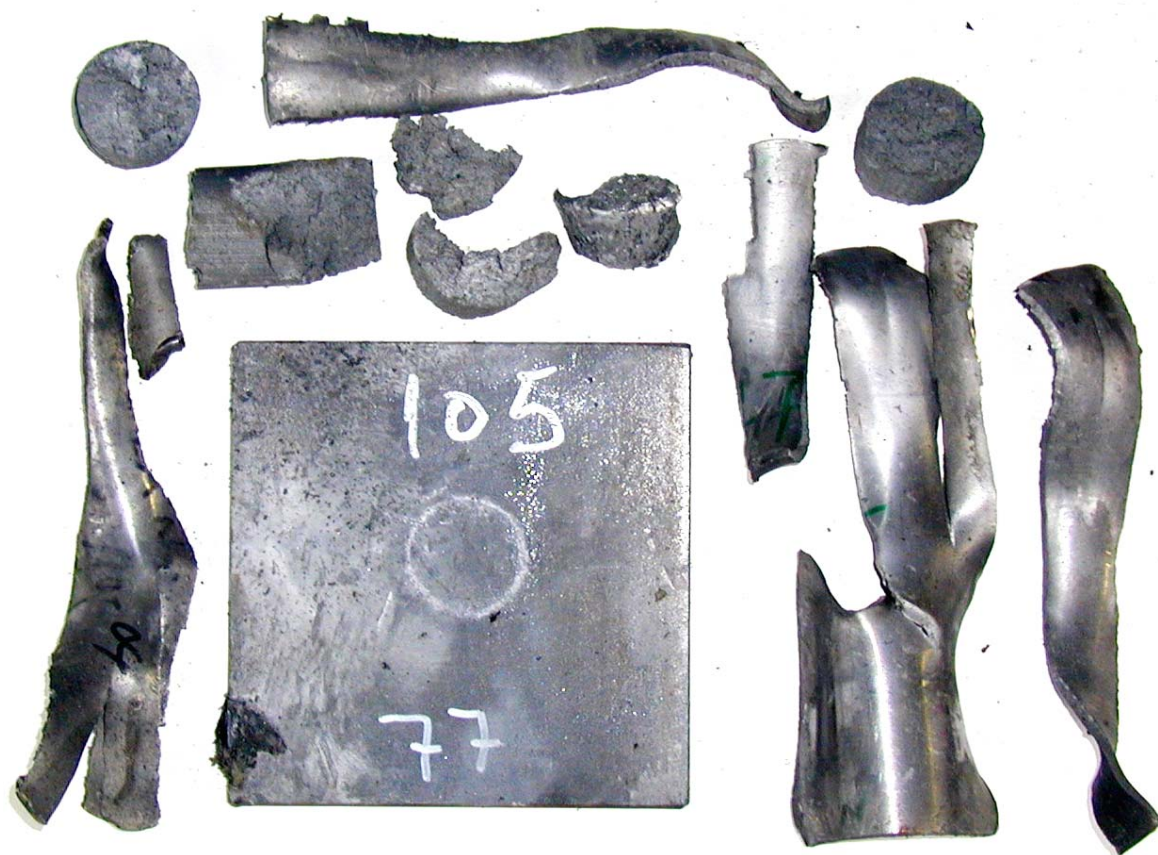
Figur 3.13 Skudd 5, rør 74 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03, 105 kort, ikke omsatt.



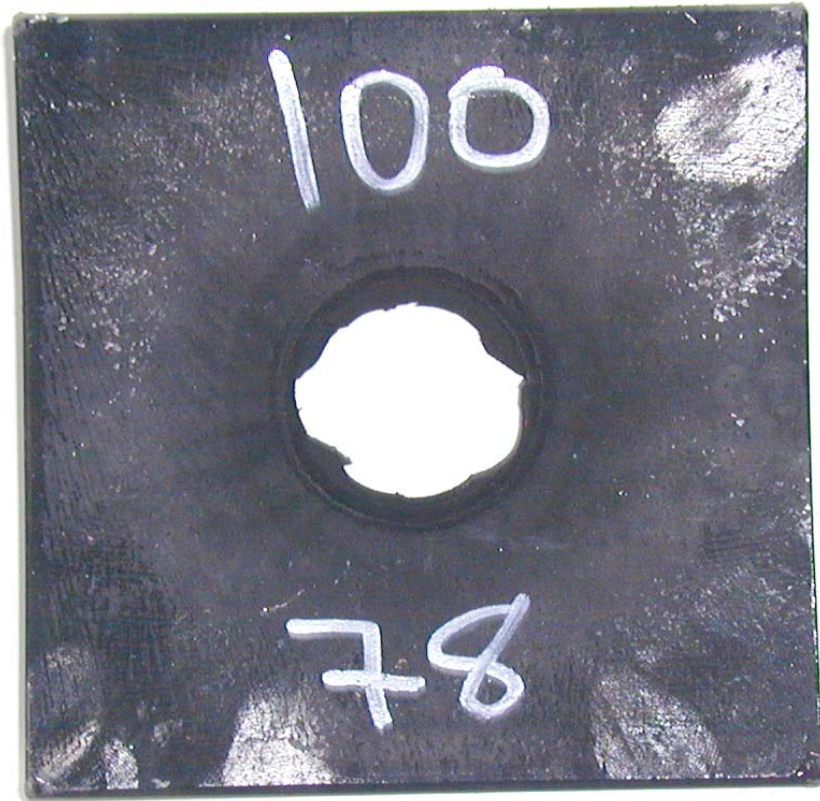
Figur 3.14 Skudd 6, rør 75 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03, 105 kort, ikke omsatt.



Figur 3.15 Skudd 7, rør nr. 76 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03, 100 kort, omsatt.



Figur 3.16 Skudd 8, rør 77 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03, 105 kort, ikke omsatt.



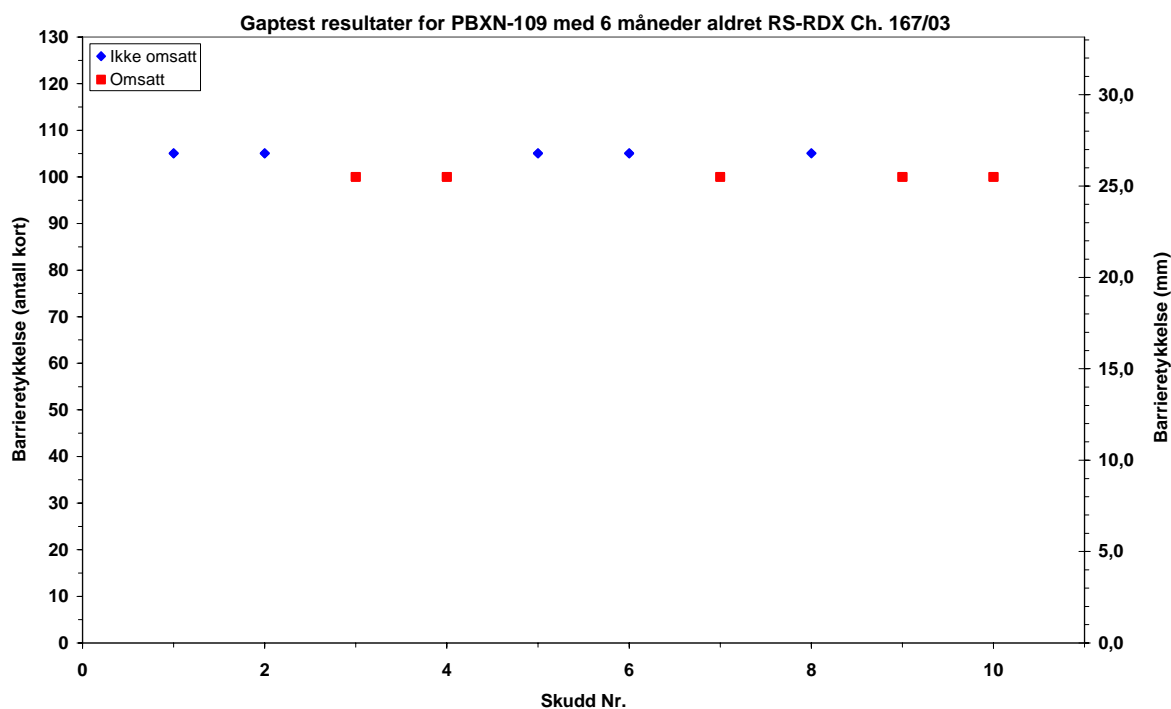
Figur 3.17 Skudd 9, rør nr 78 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03, 100 kort, omsatt.



Figur 3.18 Skudd 10, rør nr. 79 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03, 100 kort, omsatt.

Skudd Nr.	Rør Nr.	Antall kort	Avstand (mm)	Reaksjon
1	70	105	27	Ikke omsatt
2	71	105	27	Ikke omsatt
3	72	100	25.5	Omsatt
4	73	100	25.5	Omsatt
5	74	105	27	Ikke omsatt
6	75	105	27	Ikke omsatt
7	76	100	25.5	Omsatt
8	77	105	27	Ikke omsatt
9	78	100	25.5	Omsatt
10	79	100	25.5	Omsatt

Tabell 3.4 Resultater i Gaptest for PBXN-109 med RS-RDX Ch.167/03 aldret ved 60°C i 6 måneder



Figur 3.19 Resultater i Gaptest for PBXN-109 med RS-RDX Ch.167/03 aldret ved 60°C i 6 måneder.

Resultatet i Gaptest for aldra RS-RDX Ch. 167/03 er entydig. Alle skudd med 100 kort gikk til detonasjon, mens ingen med en barrieretykkelse på 105 kort ble omsatt. Dette gir en 50% sannsynlighet for omsetning på 103 kort eller 26 mm noe som svarer til et trykk på  $55 \pm 1$  kbar.

### 3.3.3 RS-RDX Charge 719/03

10 rør med PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03 av høy tetthet ble fyrt med tre ulike barrieretykkelser 100, 105 og 110 kort. Figurene 3.20 til 3.29 viser bilder av vitneplatene samt eventuelle gjenfunnet rester for ikke omsatte skudd. Tabell 3.5 summerer opp resultatet for





Figur 3.20 Skudd 11, rør 80 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03 105 kort, omsatt.



Figur 3.21 Skudd 12, rør 81 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03 105 kort, ikke omsatt.



Figur 3.22 Skudd 13, rør 82 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03 105 kort, ikke omsatt.



Figur 3.23 Skudd 14, rør 83 med PBXN-109 RS-RDX Ch.719/03 100 kort, ikke omsatt.



Figur 3.24 Skudd 14, rør 84 med PBXN-109 RS-RDX Ch.719/03 105 kort, omsatt.



Figur 3.25 Skudd 16, rør 85 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03 100 kort, omsatt.



Figur 3.26 Skudd 17, rør 86 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03 105 kort, omsatt.



Figur 3.27 Skudd 18, rør 87 med PBXN-109 RS-RDX Ch.719/03 110 kort, ikke omsatt.



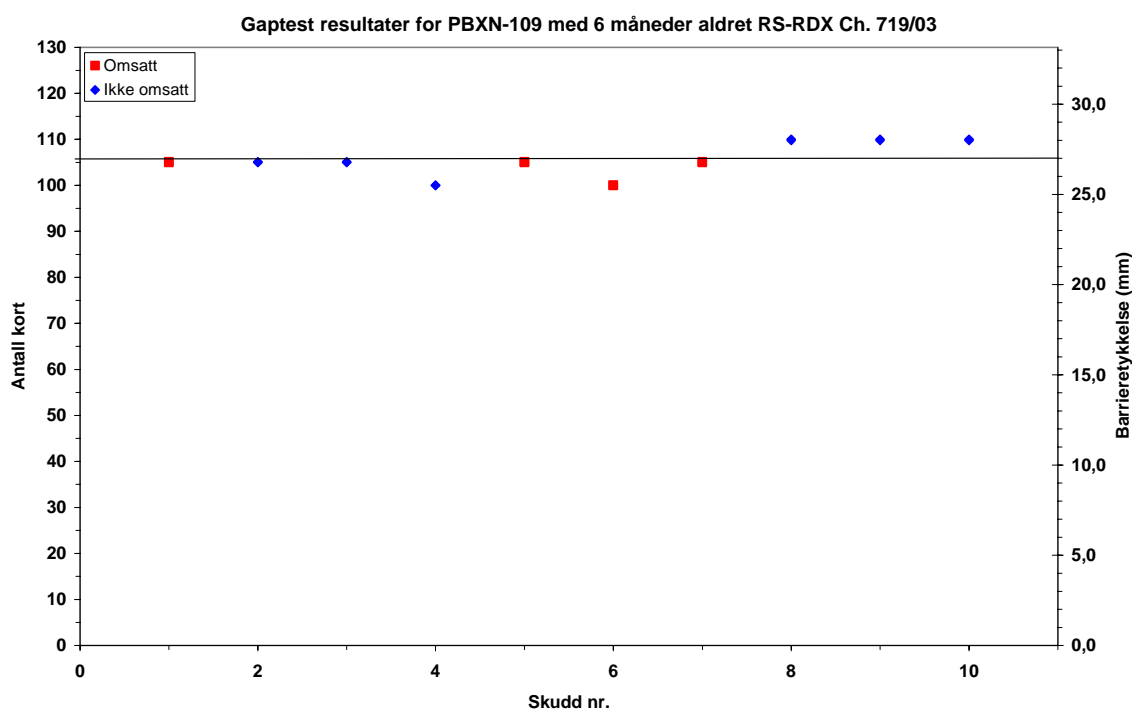
Figur 3.28 Skudd 19, rør 88 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03 110 kort ikke omsatt.



Figur 3.29 Skudd 20, rør 89 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03 110 kort, ikke omsatt.

Skudd Nr.	Rør Nr.	Antall kort	Avstand (mm)	Reaksjon
11	80	105	27	Omsatt
12	81	105	27	Ikke omsatt
13	82	105	27	Ikke omsatt
14	83	100	25.5	Ikke omsatt
15	84	105	27	Omsatt
16	85	100	25.5	Omsatt
17	86	105	27	Omsatt
18	87	110	28	Ikke omsatt
19	88	110	28	Ikke omsatt
20	89	110	28	Ikke omsatt

Tabell 3.5 Resultat for Gaptest for PBXN-109 med RS-RDX Ch. 719/03 aldret i 6 måneder ved 60°C.



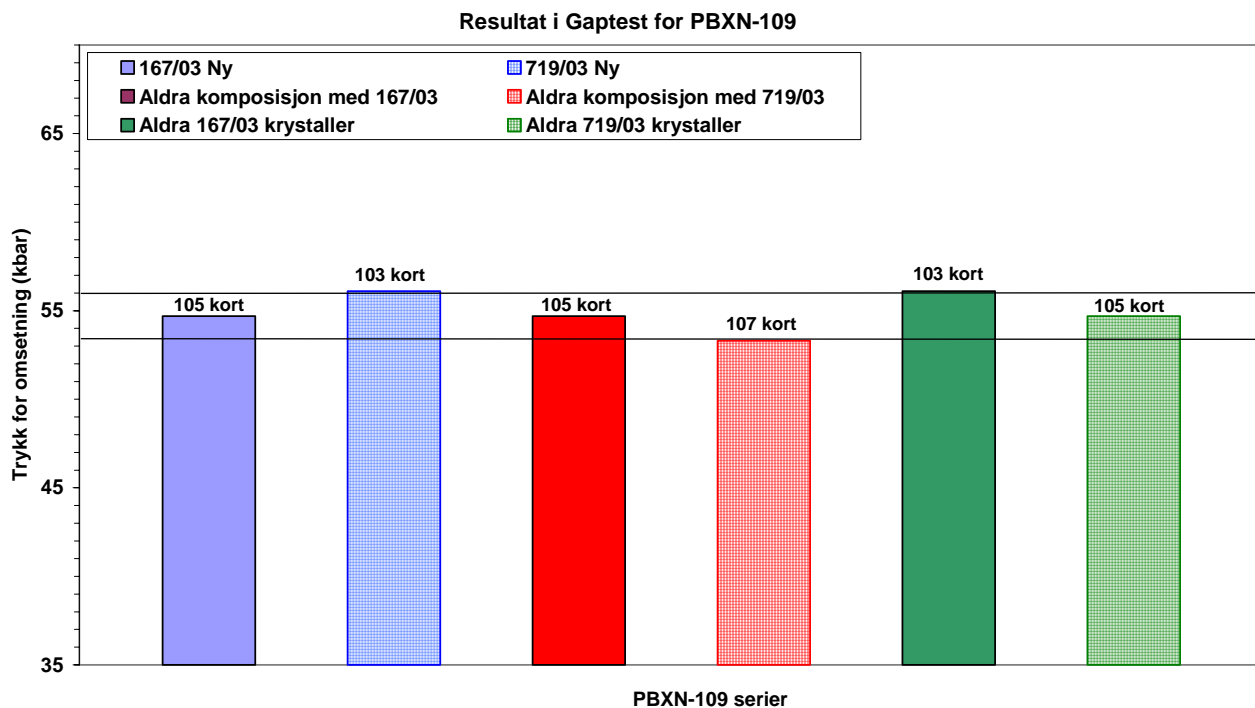
Figur 3.30 Resultat fra Gaptest for PBXN-109 med RS-RDX Ch. 719/03 aldret i 6 måneder ved 60°C.

samtlig skudd og figur 3.30 viser plott med reaksjonen for hver enkelt skudd. Reaksjonen for serien er noe mer variert ved de ulike barrieretykkelsene enn for Ch. 167/03, og gir en 50% sannsynlighet for omsetning på 105 kort eller 26-27 mm som er ekvivalent med et trykk på  $53 \pm 2$  kbar.

### 3.3.4 Sammenligning av Gaptestresultater

Til denne tid har det blitt testet 3 serier av hvert krystallparti. Første serien som ble testet inneholdt ny RS-RDX, serie 2 PBXN-109 aldret ved 70°C i 21 uker og den siste som inneholdt

RS-RDX som var lagret tørt ved 60°C i 6 måneder. Resultatene er vist i figur 3.31 i form av stolpediagram hvor stolpene er plottet som funksjon av sjokktrykket som er nødvendig for å oppnå en 50% sannsynlighet for detonasjon.



Figur 3.31 Plott som viser grenseverdier i Gaptest for de seks seriene som er testet.

Fra figur 3.31 fremgår at det er liten variasjon i følsomheten for de testa komposisjonene. Det er ingen klar trend i resultatene som skulle indikerer at aldring av enten PBXN-109 som komposisjon eller inngående krystaller gir endringer i sjokkfølsomheten til PBXN-109. For seriene med RS-RDX Ch. 167/03 krystaller er følsomheten stabil eller redusert ved aldring. For seriene med Ch. 719/03 krystaller er det registrert en liten økning i følsomheten både for aldra komposisjon og krystaller. Det er derfor samlet sett ingen trend i resultatene som tilsier at RS-RDX av benyttet type skal endre egenskaper og gå over til standard RDX kvalitet ved aldring. Observerte variasjoner i følsomheten til PBXN-109 i Intermediate Scale Gap test må tilskrives andre effekter enn endringer i RDX egenskapene.

### 3.4 Hardhetsmålinger

Massen benyttet til måling av viskositet ble for alle 4 blandingene etter avsluttet målinger herdet. Disse i tillegg til overskuddet fra F-blanding som det ble støpt blokker av, ble etter herding kappet i skiver med tykkelse 11-12 mm og benyttet til bestemmelse av hardhet. Resultatene for hardhet er for PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03 gitt i tabell 3.6 og for PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03 gitt i tabell 3.7. Prøvene med RS-RDX Ch. 167/03 har gjennomgående noe høyere hardhet enn prøvene med RS-RDX Ch. 719/03. Dette er den samme trenden som ble observert for ikke aldra PBXN-109 av de samme krystallene (11). Imidlertid er forskjellene

Blanding nr.	Shore	Emne nr.				Gjennomsnitt	
		1	2	3	4	A <sub>10s</sub>	A <sub>10s</sub>
PBXN-109-167E (Viskmasse)	A <sub>10s</sub>	51.0	54.3	55.0	50.9	52.8	
	A <sub>30s</sub>	48.8	52.0	52.8	48.7		50.5
PBXN-109-167F	A <sub>10s</sub>	54.8	54.8	54.3	53.8	54.4	
	A <sub>10s</sub>	51.8	51.5	51.0	50.5		51.2
PBXN-109-167F (Viskmasse)	A <sub>10s</sub>	52.5	53.0	52.5		52.7	
	A <sub>10s</sub>	49.8	50.3	50.0			50.0
						<b>53.3</b>	<b>50.6</b>

Tabell 3.6 Shore A hardhetsresultater etter herding for PBXN-109 blandinger med aldra RS-RDX Ch. 167/03 krystaller.

Blanding nr.	Shore	Emne nr.			Gjennomsnitt	
		1	2	3	A <sub>10s</sub>	A <sub>10s</sub>
PBXN-109-719E (Viskmasse)	A <sub>10s</sub>	46	53.2	50.6	49.9	
	A <sub>30s</sub>	43.8	51.1	48.3		47.7
PBXN-109-719F	A <sub>10s</sub>	49.3	53.3	55	52.5	
	A <sub>10s</sub>	47.0	50.4	52.3		49.9
PBXN-109-719F (Viskmasse)	A <sub>10s</sub>	53.3	51.8		52.3	
	A <sub>10s</sub>	50.9	48.8			49.9
					<b>51.6</b>	<b>49.2</b>

Tabell 3.7 Shore A hardhetsresultater etter herding for PBXN-109 blandinger med aldra RS-RDX Ch. 719/03 krystaller.

mellom de to krystall chargene mindre for aldra krystaller enn ikke aldra, men på samme nivå som for aldra PBXN-109 dvs 1-2 enheter. Kravet til hardhet gitt i referanse 13: Shore A 30 sekund på minimum 30 er tilfredsstilt med god margin for samtlige prøver i tabellene 3.6 og 3.7.

#### 4 SAMMENDRAG

PBXN-109 har vært fremstilt fra to charger RS-RDX klasse 1 i blanding med klasse 5 aldre i 6 måneder ved 60°C for å undersøke om dette gir andre egenskaper til PBXN-109 med hensyn på sjokkfølsomhet og andre egenskaper som en effekt av at RS-RDX skulle endre egenskaper over tid å bli standard RDX.

Prosesseringsegenskapene med hensyn på støpbarhet og viskositet er ikke endret i forhold til blandinger med krystaller fra de samme partiene som ikke har gjennomgått noen aldring. Oppnådde tettheter for sprengstoffyllingene til Gaptest var god.

Kritisk diameter for PBXN-109 med aldra krystaller er uendret for RS-RDX CH. 719/03 og viser en svak reduksjon for RS-RDX Ch. 167/03. Endringen er imidlertid mye mindre enn



variasjonen innen en og samme serie.

I Intermediate Scale Gap test gir blandingene med RS-RDX Ch. 167/03 en svak reduksjon i følsomheten. Det er oppnådd en reduksjon på 2-3 kort sammenlignet med blandingene av ikke aldra RS-RDX. For RS-RDX Ch. 719/03 er motsatt effekt observert. Følsomheten for PBXN-109 har økt med 2-3 kort i forhold til blandingene med ikke aldra RS-RDX. Dette tilsier at aldring av krystallene ikke er hovedårsaken til observert variasjon i sjokkfølsomheten til PBXN-109 med disse RS-RDX krystallene.

Målt hardhet på  $52.5 \pm 1$  for Shore A<sub>10s</sub> og  $50 \pm 1$  for Shore A<sub>30s</sub> er på nivå med hva vi har målt for andre blandinger av PBXN-109, og godt innenfor kravet på Shore A<sub>30s</sub> >30. Forskjellen i hardhet mellom blandinger med RS-RDX Ch. 167/03 og RS-RDX Ch. 719/03 er mindre for aldra RS-RDX enn ikke aldra, imidlertid er rekkefølgen den samme. Blandingene med RS-RDX Ch. 167/03 har en noe høyere hardhet enn blandingene med RS-RDX Ch. 719/03.

## APPENDIKS

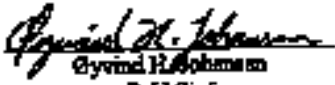

## A KONTROLLRAPPORTER

## A.1 RDX

**DYNO**

Forsvaretsprodusenter

Kontrollrapport  
etter BN 10204-2.3

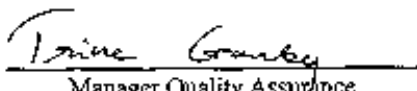

Kjøper / Mottaker Forsvarets Forskningsdirektorat Avdeling for våpen og materialer V/Gunnar Nørvold DØMFA 2007 Kjeller		Bestillingssnummer V/Gunnar Nørvold		Rapportnummer RD-12/04		
		Bestillingsdato 22/03-04		Kontroll dato ... 22/03-04		
Prosjekt Dyso Nohol ASA N-3478 Sætra Norge		Produksjonsdato 19/03-04		Offisiell oppdragsnummer		
Lot nummer		Menge 50 kg				
Sprangstofftype RS-RDX		Leveringsforholdene / Teknisk utvalgte				
Analyseresultater						
	Sørbet	Smeltep unkt	HMX innhold	Arcetone innhold	Aster	Fremmed legemiddel
KRAV	≤ 0,02 %	≥ 190 °C	≤ 12 %	≤ 0,05 %	≤ 0,03 %	≤ 5
RESULTAT						
Ch 167/03	0,000	203,3	0,30	0,00	OK	0
Ch 719/03	0,000	201,9	0,20	0,00	OK	0
Ch 04/03	0,000	201,4	1,4	0,00	OK	0
Kornfordeling i prosent UB vikt	20	50	100	200	Lasse	
					90% vikt	50% vikt
RESULTAT						
Ch 167/03	100	88	41	8		
Ch 719/03	100	80	30	9		
Ch 04/03					9,2µm	4,65µm
 Gyvinde H. Johansen PoU Sjef		 Jørn D. Kristiansen Funker				

Figur App. 1 Kontrollrapport for benyttet RDX.

## A.2 DOA

**DYNO**  
Defence Products

**INSPECTION CERTIFICATE B**  
in accordance with EN 10204 - 3.1 B

Buyer Dyno Nobel ASA Defence Products N-3476 Sætre		Order No. 3-3921 Receiving date 20.01.00	Certificate No. 033 Inspection date 25.01.00	
Supplier Boregaard Industries Limited 1701 Sarpsborg Norway		Manufacturing date		
Lot No.		Quantity 3800 kg		
Product Di-(2-Ethylhexyl) Adipate		Specification DOD-D-23443		
<b>RESULTS</b>				
Specification	Specific gravity 25/25 °C	Moisture	Acidity	Saponification No.
	0,921-0,929	Max. 0,1 %	Max. 0,01 %	300-304 mgKOH/g
RESULT	0,923	0,07	0,002	303
Specification	Flash point	Fire point	Kinematic viscosity at 38 °C	
	Min. 196 °C	Min. 216 °C	8,09-8,76 mm <sup>2</sup> /s	
RESULT	204	228	8,14	
 Trine Granby Manager Quality Assurance				
 <b>DYNO</b> Defence Products Manager QA				

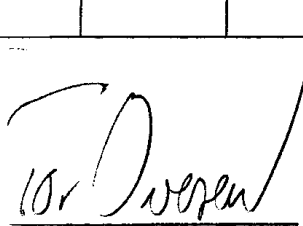
Figur App. 2 Kontrollrapport for benyttet DOA mykner.

### A.3 HWC 94.5/4.5/1

Figur App 3 viser kontrollrapporten for HWC-sprengstoffet benyttet til overdrager i gjennomføringen av Intermediate Scale Gap test.

**DYNO**  
Forsvarsprodukter

**KONTROLLRAPPORT B**  
etter EN 10204 - 3.1 B

Kjøper/Mottaker Forsvarets Forskningsinstitutt Avd. for våpen og matriell Postboks 25, 2007 Kjeller			Bestillingsnummer Pr. tlf. Bestillingsdato 12.05.04		Rapportnummer 218 Kontrolldato 24.05.04	
Produsent Dyno Nobel ASA N-3476 Sætre NORWAY			Produksjonsdato 04-05.04		Offentlig oppdragsnummer	
Lot nummer			Mengde 20 kg			
Sprengstofftype <b>RDX/VOKS/GRAFITT, 94,5/4,5/1</b>			Leveringsbetingelser/Teknisk underlag			
Analyseresultater for loten						
	Sammensetning			HMX i RDX	Surhet	Fuktighet og flyktige bestanddel
	RDX	Voks	Grafitt			
KRAV	94,5 ± 0,0%	4,5 ± 0,5 %	1,0 ± 0,2%	4 -15 %	≤ 0,02 %	≤ 0,1%
RESULTAT 08/02	94,7	4,4	0,9	6,1	0,00	0,01
	Uløste partikler på USSS No. 60	Vacuum stabilitet	Volumvekt	Kornfordeling, USSS No.		
				> 12	> 18	< 100
KRAV	Ingen	≤ 1,2 ml/g	0,86 - 0,93g/ml	0 %	≤ 2 %	≤ 1 %
RESULTAT 08/02	ingen	0,05	0,88	0	0	0,8
 <b>DYNO</b> Defence Products Manager QA Kvalitetssjef						

Figur App. 3 Kontrollrapport for overdragersprengstoffet HWC.

**B MIKSEORDER OG MIKSESKJEMAER****B.1 Blandinger med RS-RDX Ch. 167/03**

**MIKSEORDRE  
FOR  
SPRENGSTOFF/DRIVSTOFF**

Dato for utstedelse 11/5/2004	Utsteder GON	Batch nr. PBXN-109-167-E
Herdetemperatur 60°C	Herdetid 6 DØGN	RDX lagret ved 60°C i 6 mnd

Nr.	Ingrediens	Lot Nr.	Vekt %	Vekt (g)
1	HTPB R45-HT LO	301085	7.346	257.11
2	DOA (7.346 wt.%)	Best.3-3921	7.346	257.11
3	AO-2246	9H120	0.100	3.50
4	N,N 2-Hydroxyethyl dimethyl-hydantoin	J0417041	0.26	9.10
5	Triphenylbismuth (TPB)	152.4.04976	0.02	0.70
6	RS-RDX, kl. 1, Dyno	167/03	60.8	2128.00
7	RDX, kl. 5, Dyno	04/03	3.2	112.00
8	Al-pulver (type II)	3-3	20.000	700.00
9	Isophorone Diisocyanate (IPDI)	BA 30696393	0.9465	33.13
10	TOTAL VEKT			3500.65

**REKVIRERTE PRØVER:**

<input checked="" type="checkbox"/>	Spesifikk vekt	<input checked="" type="checkbox"/>	Card Gap test: rør...stk
<input checked="" type="checkbox"/>	Viskositet Brookfield	<input type="checkbox"/>	Detonasjons hastighet.....mm.....stk
<input type="checkbox"/>	Strekprøving	<input type="checkbox"/>	Oppvarmingstest.....stk
<input type="checkbox"/>	Plate Dent	<input type="checkbox"/>	Beskytningstest.....stk
<input checked="" type="checkbox"/>	Shore A Hardness	<input type="checkbox"/>	Burning Tube test.....stk

**MERKNADER:**

*Noen prøver til testing av kritiskdiameter støpes av resten*

Dato for miksing 29-10-04	Klokkeslett herdar tilsatt: 11 <sup>00</sup>	Klokkesett ferdigmikset: 11 <sup>30</sup>	Operatør: GON
------------------------------	---	--	------------------

Figur App. 4 Mikseordre for blanding PBXN-109-167-E.

## MIKSESKJEMA

<b>Dato for miksing</b> 29-10-04	<b>Operatør</b> GON	<b>Batch nr.</b> PBXN-109-167-E
<b>Produkt type</b> PBXN-109 Dyno RS-RDX		

Merknader/Prosedyre	Klokke- slett start	Miksetid (min)	Vakuum (mbar)		TEMPERATUR °C		
			Krav	Målt	I oljen	I kjelen	Ønsket i kjelen
<b>Tilsett</b> HTPB, Dantocol, DOA, AO-2246, TPB	7 <sup>55</sup>	45	10	10	86	15.1 43.6	75±3
<b>Tilsett</b> 2/3 RDX kl.1	8 <sup>40</sup>	5 20	-- 10	-- 10	82	43.2 54.3	75±3
<b>Tilsett</b> ½ Al-pulver	9 <sup>05</sup>	5 15	-- 10	-- 10	80	54.1 58.3	75±3
<b>Tilsett</b> Rest Al-pulver	9 <sup>25</sup>	5 10	-- 10	-- 10	80	52.3 59.1	75±3
<b>Tilsett</b> Rest kl. 1 RDX	9 <sup>40</sup>	5 15	-- 10	-- 10	80	55.1 60.0	75±3
<b>Tilsett</b> ½ RDX kl. 5	10 <sup>00</sup>	5 10	-- 10	-- 10	80	57.8 61.3	75±3
<b>Tilsett</b> Rest RDX kl. 5	10 <sup>15</sup>	5 10	-- 10	-- 10	80	53.5 61.6	75±3
<b>Tilsett</b> Nedskraping	10 <sup>30</sup>	30	10	10	80	55.1 62.8	60±3
<b>Tilsett</b> <b>IPDI</b>	11 <sup>00</sup>	5 10	-- 10	-- 10	80	58.8 59.6	60±3
<b>Tilsett</b> Nedskraping	11 <sup>15</sup>	15	10	10	80	57.6 58.3	60±3

VISKOSITET .....°C .....cP      SPINDEL ..... RPM .....

VISKOSITET .....°C .....cP      SPINDEL ..... RPM .....

VISKOSITET .....°C .....cP      SPINDEL ..... RPM .....

VISKOSITET .....°C .....cP      SPINDEL ..... RPM .....

**MERKNADER:**


---

Viskositeten målt på eget skjema . . . . .

---

Figur App. 5 Mikseskjema forblending PBXN-109-167-E.

**MIKSEORDRE  
FOR  
SPRENGSTOFF/DRIVSTOFF**

Dato for utstedelse 11/5/2004	Utsteder GON	Batch nr. PBXN-109-167-F
Herdetemperatur 60°C	Herdetid 6 DØGN	RDX lagret ved 60°C i 6 mnd

Nr.	Ingrediens	Lot Nr.	Vekt %	Vekt (g)
1	HTPB R45-HT LO	301085	7.346	293.84
2	DOA (7.346 wt.%)	Best.3-3921	7.346	293.84
3	AO-2246	9H120	0.100	4.00
4	N,N 2-Hydroxyethyl dimethyl-hydantoin	J0417041	0.26	10.40
5	Triphenylbismuth (TPB)	152.4.04976	0.02	0.80
6	RS-RDX, kl. 1, Dyno	167/03	60.8	2432.00
7	RDX, kl. 5, Dyno	04/03	3.2	128.00
8	Al-pulver (type II)	3-3	20.000	800.00
9	Isophorone Diisocyanate (IPDI)	BA 30696393	0.9465	37.86
10				
TOTAL VEKT				4000.74

**REKVIRERTE PRØVER:**

<input checked="" type="checkbox"/>	Spesifikk vekt	<input checked="" type="checkbox"/>	Card Gap test: rør...4...stk
<input checked="" type="checkbox"/>	Viskositet Brookfield	<input type="checkbox"/>	Detonasjons hastighet.....mm.....stk
<input type="checkbox"/>	Strekprøving	<input type="checkbox"/>	Oppvarmingstest.....stk
<input type="checkbox"/>	Plate Dent	<input type="checkbox"/>	Beskytningstest.....stk
<input checked="" type="checkbox"/>	Shore A Hardness	<input type="checkbox"/>	Burning Tube test.....stk

**MERKNADER:**

*Noen prøver til kritisk diameter testing støpes av resten*

Dato for miksing 29-10-04	Klokkeslett herdar tilsatt: 15 <sup>15</sup>	Klokkesett ferdigmikset: 15 <sup>45</sup>	Operatør: GON
------------------------------	---	--	------------------

Figur App. 6 Mikseordre for blanding PBXN-109-167-F.

## MIKSESKJEMA

Dato for miksing 29-10-04	Operatør GON	Batch nr. PBXN-109-167-F
Produkt type PBXN-109 Dyno RS-RDX		

Merknader/Prosedyre	Klokke- slett start	Miksetid (min)	Vakuum (mbar)		TEMPERATUR °C		
			Krav	Målt	I oljen	I kjelen	Ønsket i kjelen
Tilsett HTPB, Dantocol, DOA, AO-2246, TPB	12 <sup>10</sup>	45	10	10	80	27.6 49.4	75±3
Tilsett 2/3 RDX kl.1	12 <sup>55</sup>	5 20	-- 10	-- 10	80	48.0 53.7	75±3
Tilsett ½ Al-pulver	13 <sup>20</sup>	5 15	-- 10	-- 10	80	53.8 57.4	75±3
Tilsett Rest Al-pulver	13 <sup>40</sup>	5 10	-- 10	-- 10	80	54.8 60.5	75±3
Tilsett Rest kl. 1 RDX	13 <sup>55</sup>	5 15	-- 10	-- 10	80	57.2 59.9	75±3
Tilsett ½ RDX kl. 5	14 <sup>15</sup>	5 10	-- 10	-- 10	80	59.3 61.9	75±3
Tilsett Rest RDX kl. 5	14 <sup>30</sup>	5 10	-- 10	-- 10	80	58.3 61.8	75±3
Tilsett Nedskraping	14 <sup>45</sup>	30	10	10	80	58.9 62.6	60±3
Tilsett IPDI	15 <sup>15</sup>	5 10	-- 10	-- 10	80	57.6 61.1	60±3
Tilsett Nedskraping	15 <sup>30</sup>	15	10	10	80	58.4 57.5	60±3

VISKOSITET .....°C .....cP      SPINDEL ..... RPM .....

VISKOSITET .....°C .....cP      SPINDEL ..... RPM .....

VISKOSITET .....°C .....cP      SPINDEL ..... RPM .....

VISKOSITET .....°C .....cP      SPINDEL ..... RPM .....

**MERKNADER:**


---

Viskositeten målt på eget skjema . . . . .

---

Figur App. 7 Mikseskjema for blanding PBXN-109-167-F.



**B.2 Blandinger med RS-RDX Ch. 719/03.**

**MIKSEORDRE  
FOR  
SPRENGSTOFF/DRIVSTOFF**

Dato for utstedelse 12/5/2004	Utsteder GON	Batch nr. PBXN-109-719-E
Herdetemperatur 60°C	Herdetid 6 DØGN	RDX lagret ved 60°C i 6 mnd

Nr.	Ingrediens	Lot Nr.	Vekt %	Vekt (g)
1	HTPB R45-HT LO	301085	7.346	257.11
2	DOA (7.346 wt.%)	Best.3-3921	7.346	257.11
3	AO-2246	9H120	0.100	3.50
4	N,N 2-Hydroxyethyl dimethyl-hydantoin	J0417041	0.26	9.10
5	Triphenylbismuth (TPB)	152.4.04976	0.02	0.70
6	RS-RDX, kl. 1, Dyno	719/03	60.8	2128.00
7	RDX, kl. 5, Dyno	04/03	3.2	112.00
8	Al-pulver (type II)	3-3	20.000	700.00
9	Isophorone Diisocyanate (IPDI)	BA 30696393	0.9465	33.13
10				
TOTAL VEKT				3500.65

**REKVIRERTE PRØVER:**

<input checked="" type="checkbox"/>	Spesifikk vekt	<input checked="" type="checkbox"/>	Card Gap test: rør...stk
<input checked="" type="checkbox"/>	Viskositet Brookfield	<input type="checkbox"/>	Detonasjons hastighet.....mm.....stk
<input type="checkbox"/>	Strekprøving	<input type="checkbox"/>	Oppvarmingstest.....stk
<input type="checkbox"/>	Plate Dent	<input type="checkbox"/>	Beskytningstest.....stk
<input checked="" type="checkbox"/>	Shore A Hardness	<input type="checkbox"/>	Burning Tube test.....stk

**MERKNADER:**

Noen prøver til testing av kritiskdiameter støpes av resten

Dato for miksing 30-10-04	Klokkeslett herdar tilsatt: 12 <sup>15</sup>	Klokkesett ferdigmikset: 12 <sup>45</sup>	Operator: GON
------------------------------	---	--	------------------

Figur App. 8 Mikseordre for blanding PBXN-109-719-E.

## MIKSESKJEMA

<b>Dato for miksing</b> 30-10-04	<b>Operatør</b> GON	<b>Batch nr.</b> PBXN-109-719-E
<b>Produkt type</b> PBXN-109 Dyno RS-RDX		

Merknader/Prosedyre	Klokke- slett start	Miksetid (min)	Vakuum (mbar)		TEMPERATUR °C		
			Krav	Målt	I oljen	I kjelen	Ønsket i kjelen
<b>Tilsett</b> HTPB, Dantocol, DOA, AO-2246, TPB	9 <sup>10</sup>	45	10	10	88	15.6 45.1	75±3
<b>Tilsett</b> 2/3 RDX kl.1	9 <sup>55</sup>	5 20	-- 10	-- 10	89	43.5 56.6	75±3
<b>Tilsett</b> ½ Al-pulver	10 <sup>20</sup>	5 15	-- 10	-- 10	88	55.2 60.2	75±3
<b>Tilsett</b> Rest Al-pulver	10 <sup>40</sup>	5 10	-- 10	-- 10	86	54.9 61.7	75±3
<b>Tilsett</b> Rest kl. 1 RDX	10 <sup>55</sup>	5 15	-- 10	-- 10	84	57.7 61.4	75±3
<b>Tilsett</b> ½ RDX kl. 5	11 <sup>15</sup>	5 10	-- 10	-- 10	83	55.3 62.6	75±3
<b>Tilsett</b> Rest RDX kl. 5	11 <sup>30</sup>	5 10	-- 10	-- 10	82	58.5 62.2	75±3
<b>Tilsett</b> Nedskraping	11 <sup>45</sup>	30	10	10	82	56.9 60.0	60±3
<b>Tilsett</b> IPDI	12 <sup>15</sup>	5 10	-- 10	-- 10	82	55.6 56.8	60±3
<b>Tilsett</b> Nedskraping	12 <sup>30</sup>	15	10	10	82	55.2 60.0	60±3

VISKOSITET	.....°C	.....cP	SPINDEL	..... RPM	.....
VISKOSITET	.....°C	.....cP	SPINDEL	..... RPM	.....
VISKOSITET	.....°C	.....cP	SPINDEL	..... RPM	.....
VISKOSITET	.....°C	.....cP	SPINDEL	..... RPM	.....
VISKOSITET	.....°C	.....cP	SPINDEL	..... RPM	.....

### MERKNADER:

---

Viskositeten målt på eget skjema .

---

Figur App. 9 Mikseskjema for blanding PBXN-109-719-E.

**MIKSEORDRE  
FOR  
SPRENGSTOFF/DRIVSTOFF**

Dato for utstedelse 12/5/2004	Utsteder GON	Batch nr. PBXN-109-719F
Herdetemperatur 60°C	Herdetid 6 DØGN	RDX lagret ved 60°C i 6 mnd

Nr.	Ingrediens	Lot Nr.	Vekt %	Vekt (g)
1	HTPB R45-HT LO	301085	7.346	257.11
2	DOA (7.346 wt.%)	Best.3-3921	7.346	257.11
3	AO-2246	9H120	0.100	3.50
4	N,N 2-Hydroxyethyl dimethyl-hydantoin	J0417041	0.26	9.10
5	Triphenylbismuth (TPB)	152.4.04976	0.02	0.70
6	RS-RDX, kl. 1, Dyno	719/03	60.8	2128.00
7	RDX, kl. 5, Dyno	04/03	3.2	112.00
8	Al-pulver (type II)	3-3	20.000	700.00
9	Isophorone Diisocyanate (IPDI)	BA 30696393	0.9465	33.13
10				
TOTAL VEKT				3500.65

**REKVIRERTE PRØVER:**

<input checked="" type="checkbox"/>	Spesifikk vekt	<input checked="" type="checkbox"/>	Card Gap test: rør.. <sup>4</sup> ..stk
<input checked="" type="checkbox"/>	Viskositet Brookfield	<input type="checkbox"/>	Detonasjons hastighet.....mm.....stk
<input type="checkbox"/>	Strekprøving	<input type="checkbox"/>	Oppvarmingstest.....stk
<input type="checkbox"/>	Plate Dent	<input type="checkbox"/>	Beskytningstest.....stk
<input checked="" type="checkbox"/>	Shore A Hardness	<input type="checkbox"/>	Burning Tube test.....stk

**MERKNADER:**

*Noen prøver til testing av kritiskdiameter støpes av resten*

Dato for miksing 1-11-04	Klokkeslett herdar tilsatt: 11:30	Klokkesett ferdigmikset: 12:00	Operatør: GON
-----------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	------------------

Figur App. 10 Mikseordre for blanding PBXN-109-719-F.

## MIKSESKJEMA

<b>Dato for miksing</b> 1-11-04	<b>Operatør</b> GON	<b>Batch nr.</b> PBXN-109-719-F
<b>Produkt type</b> PBXN-109 Dyno RS-RDX		

Merknader/Prosedyre	Klokke- slett start	Miksetid (min)	Vakuum (mbar)		TEMPERATUR °C		
			Krav	Målt	I oljen	I kjelen	Ønsket i kjelen
<b>Tilsett</b> HTPB, Dantocol, DOA, AO-2246, TPB	8 <sup>25</sup>	45	10	10	86	14.9 45.3	75±3
<b>Tilsett</b> 2/3 RDX kl.1	9 <sup>10</sup>	5 20	-- 10	-- 10	80	44.3 53.9	75±3
<b>Tilsett</b> ½ Al-pulver	9 <sup>35</sup>	5 15	-- 10	-- 10	80	52.8 57.8	75±3
<b>Tilsett</b> Rest Al-pulver	9 <sup>55</sup>	5 15	-- 10	-- 10	80	51.4 56.9	75±3
<b>Tilsett</b> Rest kl. 1 RDX	10 <sup>10</sup>	5 20	-- 10	-- 10	80	55.5 59.3	75±3
<b>Tilsett</b> ½ RDX kl. 5	10 <sup>30</sup>	5 10	-- 10	-- 10	81	57.2 60.4	75±3
<b>Tilsett</b> Rest RDX kl. 5	10 <sup>35</sup>	5 10	-- 10	-- 10	80	57.0 62.5	75±3
<b>Tilsett</b> Nedskraping	11 <sup>00</sup>	30	10	10	80	58.6 60.9	60±3
<b>Tilsett</b> <b>IPDI</b>	11 <sup>30</sup>	5 10	-- 10	-- 10	80	57.0 59.9	60±3
<b>Tilsett</b> Nedskraping	11 <sup>45</sup>	15	10	10	80	57.7 59.9	60±3

VISKOSITET	.....°C	.....cP	SPINDEL	..... RPM	.....
VISKOSITET	.....°C	.....cP	SPINDEL	..... RPM	.....
VISKOSITET	.....°C	.....cP	SPINDEL	..... RPM	.....
VISKOSITET	.....°C	.....cP	SPINDEL	..... RPM	.....
VISKOSITET	.....°C	.....cP	SPINDEL	..... RPM	.....

### MERKNADER:

\_\_\_\_\_

Viskositeten målt på eget skjema.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Figur App. 11 Mikseskjema for blanding PBXN-109-719-F.

## C RESULTAT FRA VISKOSITETSMÅLINGENE

Viskositeten for samtlige blandinger er målt ved 60°C, og resultatene er gitt i tabellene App. 1 til 4.

Brookfield RV serie viskosimeter		Spindel Nr. : <b>T-D</b>	Herder tilsatt: <b>11:00</b>	Blanding Nr.: <b>PBXN-109 167-E</b>
<b>29-10-04</b> Klokkeslett	Tid (min)	Hastighet (RPM)	Brookfield avlesning	Viskositet (cps)
11:38	38	0.5	3.5	140 000
11:39	39	1	7.0	140 000
11:40	40	1	6.8	136 000
11:42	42	0.5	4.0	160 000
12:22	82	0.5	3.0	120 000
12:23	83	1	6.5	130 000
12:24	84	1	6.2	124 000
12:26	86	0.5	3.2	128 000
12:36	96	0.5	4.5	180 000
12:50	110	0.5	4.3	172 000
12:51	111	1	6.8	136 000
12:52	112	1	8.2	164 000
12:54	114	0.5	4.5	140 000
13:14	134	0.5	6.0	240 000
13:15	135	1	8.5	170 000
13:16	136	1	9.6	192 000
13:18	138	0.5	6.0	240 000
13:46	166	0.5	6.0	240 000
13:47	167	1	10.4	208 000
13:48	168	1	12.0	240 000
13:50	170	0.5	6.4	256 000
14:12	192	0.5	6.0	240 000
14:13	193	1	9.5	190 000
14:14	194	1	10.5	210 000
14:15	195	1	9.5	190 000
14:17	197	0.5	5.0	200 000
14:47	227	0.5	5.7	228 000
14:48	228	1	12.0	240 000
14:49	229	1	10.0	200 000
14:50	230	0.5	5.0	200 000
15:09	249	0.5	7.0	280 000
15:10	250	1	10.2	204 000
15:11	251	1	10.0	200 000
15:13	253	0.5	6.0	240 000
15:34	274	0.5	7.0	280 000
15:36	276	1	11.0	220 000
15:37	277	1	10.5	210 000
15:39	279	0.5	6.0	240 000

Tabell App. 1 Målt viskositet for blanding PBXN-109-167-E.

Brookfield RV serie viskosimeter		Spindel Nr. : <b>T-D</b>	Herder tilsatt: <b>15:15</b>	Blanding Nr.: <b>PBXN-109 167-F</b>
<b>29-10-04</b> Klokkeslett	Tid (min)	Hastighet (RPM)	Brookfield avlesning	Viskositet (cps)
15:52	37	0.5	4.0	160 000
15:53	38	1	7.0	140 000
15:54	39	1	7.5	150 000
15:56	41	0.5	4.5	180 000
16:19	64	0.5	7.5	300 000*
16:20	65	1	12.5	250 000*
16:21	66	1	13.0	260 000*
16:23	68	0.5	8.0	320 000*
16:34	79	0.5	4.5	180 000
16:35	80	1	7.7	154 000
16:36	81	1	8.4	168 000
16:38	83	0.5	4.7	188 000
17:04	109	0.5	4.0	160 000
17:06	111	1	6.0	120 000
17:07	112	1	6.5	130 000
17:09	114	0.5	3.5	140 000
17:28	133	0.5	3.5	140 000
17:29	134	1	6.7	134 000
17:30	135	1	6.5	130 000
17:32	137	0.5	3.7	148 000
18:07	172	0.5	5.0	200 000
18:08	173	1	8.5	170 000
18:09	174	1	8.5	170 000
18:11	176	0.5	4.5	180 000

\*Dårlig sirkulasjon på vannet.

Tabell App. 2 Målt viskositet for blanding PBXN-109-167-F.

Brookfield RV serie viskosimeter		Spindel Nr. : <b>T-D</b>	Herder tilsatt: <b>12:15</b>	Blanding Nr.: <b>PBXN-109-719-E</b>
<b>30-10-04</b> Klokkeslett	Tid (min)	Hastighet (RPM)	Brookfield avlesning	Viskositet (cps)
12.:52	37	0.5	3.3	132 000
12:54	39	1	5.2	104 000
12:55	40	1	5.7	114 000
12:57	42	0.5	3.7	148 000
13:18	63	0.5	2.8	112 000
13:20	65	1	4.8	96 000
13:21	66	1	5.0	100 000
13:23	68	0.5	3.2	128 000
13:46	91	0.5	3.0	120 000
13:47	92	1	5.7	114 000
13:48	93	1	5.0	100 000
13:50	95	0.5	3.0	120 000
14:15	120	0.5	3.6	144 000
14:16	121	1	7.0	140 000
14:17	122	1	6.2	124 000
14:19	124	0.5	3.8	152 000
14:46	151	0.5	4.5	180 000
14:48	153	1	10.0	200 000
14:49	154	1	7.0	140 000
14:50	155	0.5	4.7	188 000
15:24	189	0.5	5.8	232 000
15:25	190	1	11.0	220 000
15:26	191	1	10.5	210 000
15:28	193	0.5	6.5	260 000
15:52	217	0.5	5.3	212 000
15:53	218	1	11.5	230 000
15:54	219	1	8.0	160 000
15:56	221	0.5	6.5	260 000

*Tabell App. 3 Målt viskositet for blanding PBXN-109-719-E.*

Brookfield RV serie viskosimeter		Spindel Nr. : <b>T-D</b>	Herder tilsatt: <b>11:30</b>	Blanding Nr.: <b>PBXN-109-719-F</b>
<b>1-11-04</b> Klokkeslett	Tid (min)	Hastighet (RPM)	Brookfield avlesning	Viskositet (cps)
12:08	38	0.5	3.4	136 000
12:09	39	1	5.6	112 000
12:10	40	1	5.8	116 000
12:12	42	0.5	3.6	144 000
12:34	64	0.5	2.9	116 000
12:35	65	1	5.5	110 000
12:36	66	1	5.5	110 000
12:37	67	0.5	3.3	132 000
12:47	77	0.5	3.0	120 000
13:10	100	0.5	3.5	140 000
13:11	101	1	7.5	150 000
13:12	102	1	7.0	140 000
13:14	104	0.5	4.8	192 000
13:46	136	0.5	5.5	220 000
13:47	137	1	9.4	188 000
13:48	138	1	8.8	176 000
13:50	140	0.5	5.5	220 000
14:22	172	0.5	5.3	212 000
14:23	173	1	10.8	216 000
14:24	174	1	9.5	190 000
14:25	175	0.5	6.8	272 000
14:57	207	0.5	6.3	252 000
14:58	208	1	10.0	200 000
14:59	209	1	9.0	180 000
15:01	211	0.5	5.4	220 000
15:03	213	0.5	6.2	248 000
15:30	240	0.5	6.0	240 000
15:31	241	1	9.2	184 000
15:32	242	1	9.0	180 000
15:34	244	0.5	5.5	220 000

Tabell App. 4 Målt viskositet for blanding PBXN-109-719-F.

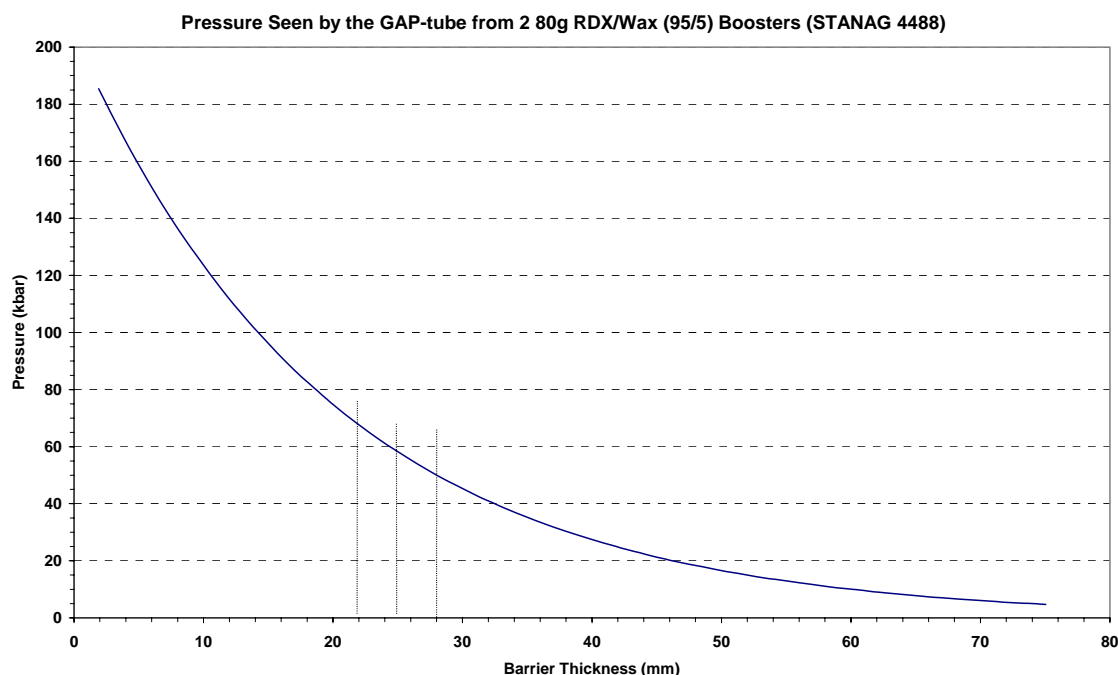


## D SAMMENHENG MELLOM BARRIERETYKKELSE OG TRYKK

STANAG 4488 (14) gir sammenhengen mellom barrieretykkelse og trykket som testrørene blir utsatt for ved detonasjon av 2 overdragere hver på 80.0 g RDX/voks/grafitt (94.5/4.5/1). Tabell App. 5 er en gjengivelse av disse dataene. Figur App. 12 er en grafisk gjengivelse av de samme dataene.

Antall kort	Barriere tykkelse (mm)	Trykk (kbar)	Antall kort	Barriere tykkelse (mm)	Trykk (kbar)	Antall kort	Barriere tykkelse (mm)	Trykk (kbar)
10	1.90	185.4	170	32.30	40.4	285	54.15	13.5
20	3.80	168.6	175	33.25	38.5	290	55.10	12.9
30	5.70	153.2	180	34.20	36.7	295	56.05	12.3
40	7.60	139.3	185	35.15	35.0	300	57.00	11.7
50	9.50	126.7	190	36.10	33.4	305	57.95	11.1
60	11.40	115.1	195	37.05	31.8	310	58.90	10.6
70	13.30	104.7	200	38.00	30.3	315	59.95	10.1
80	15.20	95.2	205	38.95	28.9	320	60.80	9.7
90	17.10	86.5	210	39.90	27.6	325	61.75	9.2
100	19.00	78.7	215	40.85	26.3	330	62.70	8.8
105	19.95	75.0	220	41.80	25.1	335	63.65	8.4
110	20.90	71.5	225	42.75	23.9	340	64.60	8.0
115	21.85	68.2	230	43.70	22.8	345	65.55	7.6
120	22.80	65.0	235	44.65	21.7	350	66.50	7.2
125	23.75	62.0	240	45.60	20.7	355	67.45	6.9
130	24.70	59.1	245	46.55	19.7	360	68.40	6.6
135	25.65	56.4	250	47.50	18.8	365	69.35	6.3
140	26.60	53.7	255	48.45	18.0	370	70.30	6.0
145	27.55	51.2	260	49.40	17.1	375	71.25	5.7
150	28.50	48.8	265	50.35	16.3	380	72.20	5.4
155	29.45	46.6	270	51.30	15.6	385	73.15	5.2
160	30.40	44.4	275	52.25	14.8	390	74.15	5.0
165	31.35	42.3	280	53.20	14.1	395	75.05	4.7

*Tabell App. 5 Tabellen viser sammenhengen mellom barrieretykkelse og utøvet trykk fra overdragerene (NB korttykkelsen i tabellen er forskjelling fra den vi har benyttet!).*



*Figur App. 12 Figuren viser sjokktrykk som funksjon av barrieretykkelse i Intermediate Scale Gap test.*

## Litteratur

- (1) S. Lecume, C. Boutry and C. Spycykerelle (2004): Structure of Nitramines Crystal Defects Relation with Shock Sensitivity, 35<sup>th</sup> International Annual Conference of ICT, Karlsruhe, Tyskland, 29 June - 2 July.
- (2) S. Lecume, J. Aviles, L. Donnio, A. Freche, C. Spycykerelle (2001): Two RDX Qualities for PBXN-109 Formulation, Sensitivity Comparison, EUROMURAT 2001, Insensitive Munitions & Energetic Materials Technology Symposium, Bordeaux, France, 8-11 October.
- (3) Ian J. Lochert, Mark D. Franson and Brian L. Hamshere (2003): Assessment of Australian Insensitive RDX, Insensitive Munitions & Energetic Materials Symposium, Orlando FL, USA, 10-13 March.
- (4) Nevstad Gunnar Ove (2002): Fremstilling og testing av PBXN-109 med Fransk I-RDX, FFI/RAPPORT-2002/3206, Ugradert.
- (5) Nevstad Gunnar Ove (2002): Testing av sjokkfølsomhet av Dyno I-RDX, FFI/RAPPORT-2002/03607, Ugradert.
- (6) Nevstad Gunnar Ove (2003): Egenskaper til PBXN-109 fremstilt fra forskjellige CXM-7 blandinger, FFI/RAPPORT-2003/02698, Ugradert.
- (7) C. Spycykerelle, A. Freche, G. Eck and C. Boutry (2004): Ageing of I-RDX<sup>®</sup> and Compositions Based on I-RDX<sup>®</sup>, 35<sup>th</sup> International Annual Conference of ICT,

Karlsruhe, Tyskland, 29 June - 2 July.

- (8) Lori A. Nock (2004): Reduced Sensitivity RDX US and International Efforts, 39th Annual Gun & Ammunition/Missiles & Rockets Conference & Exhibition, Baltimore, MD, US, 13-16 April.
- (9) Frédéric Peugeot and Duncan Watt: (2004): RS-RDX Technical Meeting Report, NIMIC L-103, February.
- (10) Ruth Doherty and Duncan Watt (2004): Insensitive Munitions - Coming of Age, 35<sup>th</sup> International Annual Conference of ICT, Karlsruhe, Tyskland, 29 June -2 July.
- (11) Nevstad Gunnar Ove (2004): PBXN-109 med RS-RDX, aldringsstudier I, 2004/02630, Ugradert.
- (12) Nevstad Gunnar Ove (2004): PBXN-109 med RS-RDX, aldringsstudier II, prøver aldret ved 70°C i 21 uker, 2004/04113, Ugradert.
- (13) Naval Surface Weapons Center, White Oak Laboratory, Silver Spring Maryland 20910 (1984): Material Specification for Explosive, Plastic-Bonded, Cast PBXN-109, WS 23147B, Code Ident 53711.
- (14) North Atlantic Council (2001): Ratification draft 1 - STANAG 4488 (Edition 1) "Explosive, Shock Sensitivity Tests" NATO/PfP, Unclassified Document AC/310-D/189, 7 September.
- (15) Hartmut Badners and Carl-Otto Leiber (1992): Method for the Determination of the Critical Diameter of High Velocity Detonation by Conical Geometry, *Propellants, Explosives, Pyrotechnics* **17**, 77-81.