

# **FFI RAPPORT**

**ALDRINGSSTUDIER-IV, PBXN-109 MED RS-  
RDX ALDRET I 12 MND VED 60°C**

NEVSTAD Gunnar Ove

**FFI/RAPPORT-2005/03753**



**ALDRINGSSTUDIER-IV, PBXN-109 MED RS-RDX  
ALDRET I 12 MND VED 60°C**

NEVSTAD Gunnar Ove

FFI/RAPPORT-2005/03753

**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-2005/03753	2) SECURITY CLASSIFICATION UNCLASSIFIED	3) NUMBER OF PAGES 50
1a) PROJECT REFERENCE FFI-V/2911/130	2a) DECLASSIFICATION/DOWNGRADING SCHEDULE -	
4) TITLE ALDRINGSSTUDIER-IV, PBXN-109 MED RS-RDX ALDRET I 12 MND VED 60°C  Ageing Studies IV, Properties of PBXN-109 containing RS-RDX aged at 60°C for 12 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 12 months before used in PBXN-109. Two different RS-RDX class 1 and one class 5 charges were used to produce two PBXN-109 batches with the purpose to test if shock sensitivity does depend on crystal age.  PBXN-109 containing RS-RDX aged at 60°C for 12 months gave in Intermediate Scale Gap test an increase in sensitivity of 2-3 cards for the first charge. For the second one no change in shock sensitivity was observed compared to PBXN-109 made from virgin RDX. For PBXN-109 containing aged RS-RDX average critical diameter was slightly smaller than for 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.  Observed changes in shock sensitivity and critical diameter of PBXN-109 containing aged RS-RDX are small. The observed variation in properties of PBXN-109 have other explanations than that RS-RDX crystals change properties due to ageing. The size of changes are within the accuracy of used test methods.		
9) DATE 2005-11-29	AUTHORIZED BY This page only Bjarne Haugstad	POSITION Director of Research

ISBN 82-464-1029-6

**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 råvarer	8
2.3	Fremstilling av PBXN-109	8
2.4	Viskositetsmålinger	8
2.5	Hardhetsmålinger	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	RS-RDX Ch. 167/03	12
3.2.2	RS-RDX Ch. 719/03	13
3.3	Intermediate Scale Gap Test	15
3.3.1	RS-RDX Ch. 167/03	15
3.3.2	RS-RDX Ch. 719/03	22
3.3.3	Sammenligning av resultater	28
3.4	Hardhetsmålinger	29
4	SAMMENDRAG	30
<b>APPENDIKS</b>		
A	KONTROLLRAPPORTER FOR BENYTTET RÅVARER	32
A.1	RS-RDX	32
A.2	Mykner DOA	33
A.3	HWC 94.5/4.5/1	34
B	MIKSEORDERER OG MIKSESKJEMA	35
B.1	Blandinger med RS-RDX Ch. 167/03	35
B.1.1	Blanding PBXN-109 167/03 G	35
B.1.2	Blanding PBXN-109 167/03 H	37
B.2	Blandinger med RS-RDX Ch. 719/03	39
B.2.1	Blanding PBXN-109 719/03 G	39
B.2.2	Blanding PBXN-109 719/03 H	41
C	RESULTAT FRA VISKOSITETSMÅLINGER	43

C.1	Blanding PBXN-109 167 G	43
C.2	Blanding PBXN-109 167 H	44
C.3	Blanding PBXN-109 719 G	45
C.4	Blanding PBXN-109 719 H	46
D	SAMMENHENG MELLOM BARRIERETYKKELSE OG TRYKK	47
	Litteratur	49



## ALDRINGSSTUDIER-IV, PBXN-109 MED RS-RDX ALDRET I 12 MND VED 60°C

### 1 INNLEDNING

Nyproduserte krystaller av RS-RDX (Reduced Sensitivity) anvendt i PBXN-109 gir produkter med mye lavere sjokkfølsomhet enn 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 med RS-RDX som aldres (7,8).

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

-Woolwich– nitrering med salpetersyre som gir type I RDX med lite eller ingen HMX.

-Bachman – nitrering i aceto-salpetersurt miljø som gir type II RDX med inntil 17% HMX.

I Norge benytter Dyno Nobel Bachman prosessen for produksjon av RDX. Og det er for RS-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 samt en felles klasse 5 Ch. 04/03, og testet med hensyn på sjokkfølsomhet og kritisk diameter. Et tilsvarende antall testemner 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. Formålet var å fremstille og teste PBXN-109 med disse krystallene når de var aldret i 6 mnd og 12 mnd. I referanse 13 ble krystaller aldret i 6 mnd ved 60°C benyttet til fremstilling av PBXN-109 som så ble testet med hensyn på sjokkfølsomhet og kritisk diameter.

Det er krystallene som etter at de har vært aldret i 12 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 derav 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 med RS-RDX aldret i 12 måneder ved 60°C som vil bli rapportert i denne rapporten.

## 2 EKSPERIMENTELT

### 2.1 RDX

Benyttet RDX ble levert av Dyno Nobel som vannfuktet. Etter tørking til konstant vekt ble den oppbevart ved 60°C i 12 måneder før den ble benyttet til fremstilling av PBXN-109. Kontrollrapport for benyttet krystaller er gitt i appendiks A.1.

### 2.2 Andre råvarer

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

PBXN-109 ble fremstilt i en 5-liters IKA blandemaskin under vakuüm etter prosedyre gitt i (14). 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 høyderregulator. 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 Hardhetsmålinger

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 4, og ble gjennomført i henhold til prosedyre beskrevet i STANAG 4488 (15) 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 overdragerer som funksjon av barrieretykkelsen. Kontrollrapport for benyttet overdragersprengstoff HWC 94.5/4.5/1 er gitt i appendiks A.3.

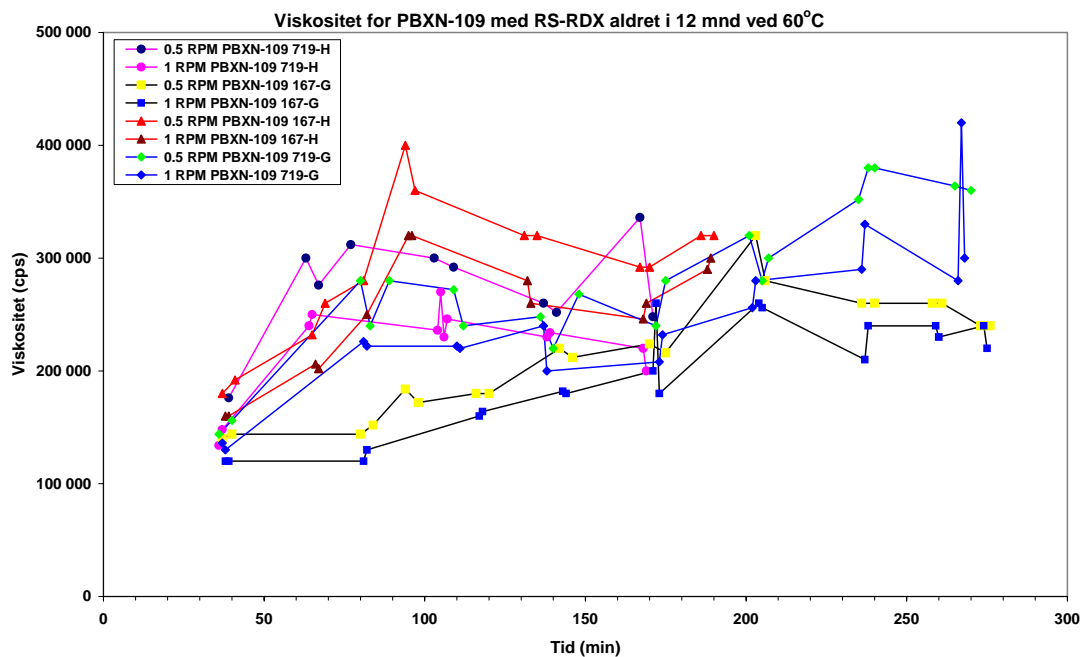
## 2.7 Kritisk diameter

Til bestemmelse av kritisk diameter (16) ble det benyttet koner med lengde 270 mm og diameter fra 30 til 3 mm. Til initiering ble det benyttet 20 g HWC 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 3x45x300 mm ble montert som vist i figur 3.5 og 3.7.

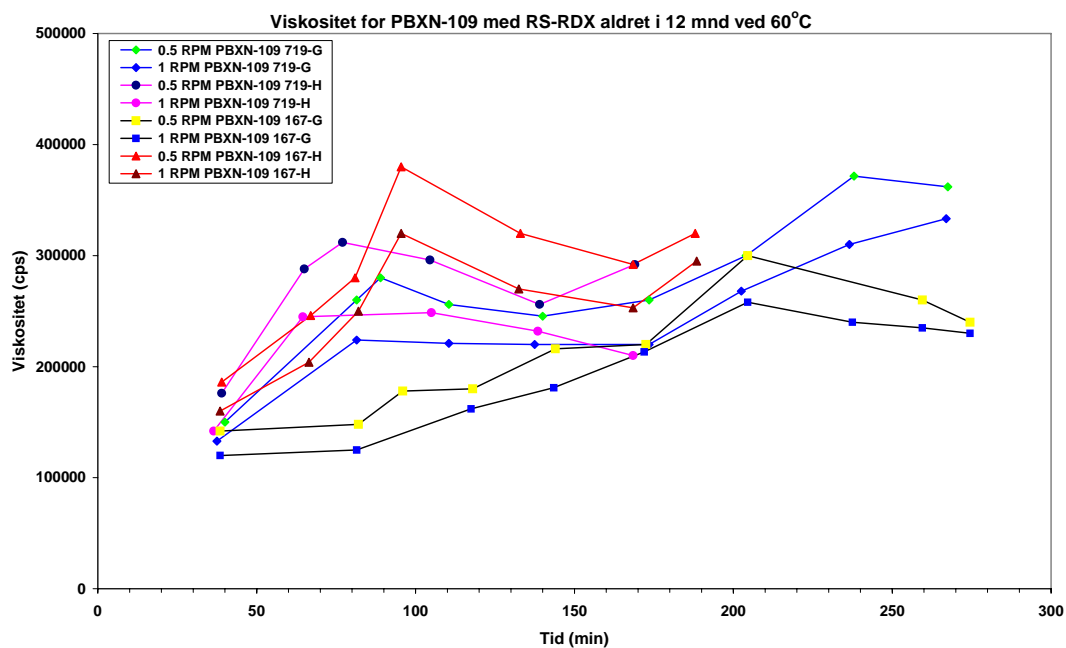
### 3 RESULTATER

#### 3.1 Viskositet

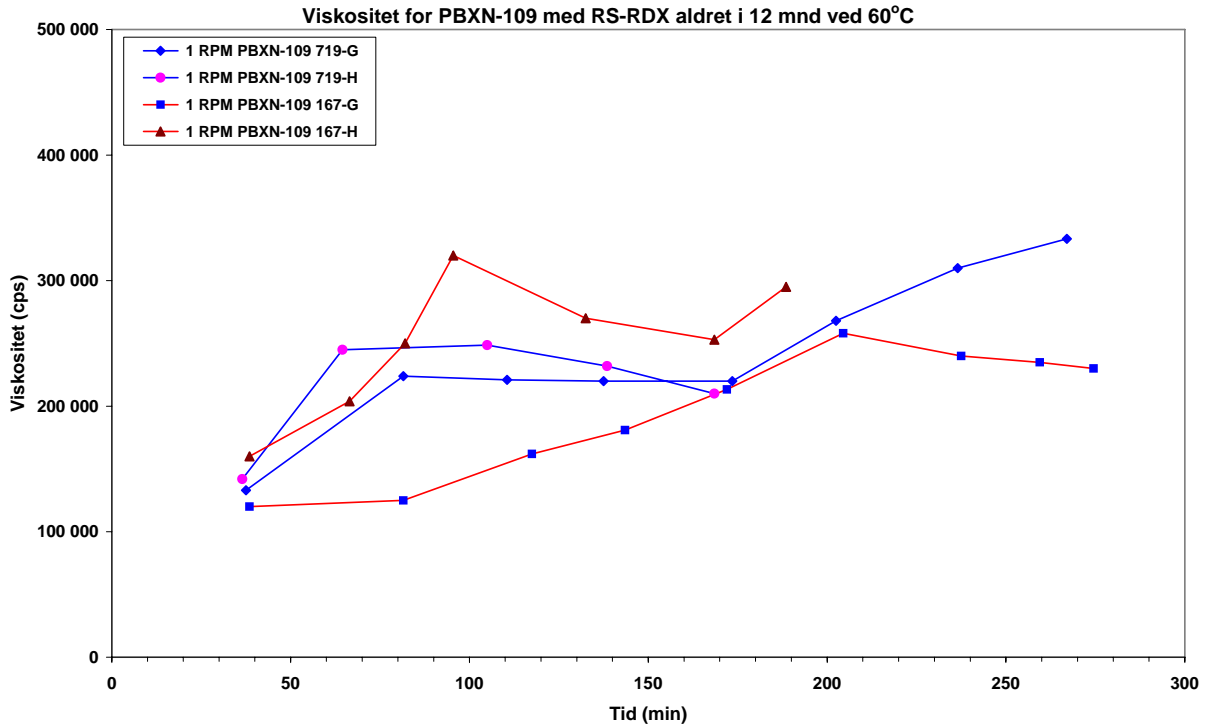
Viskositeten ble målt for samtlige blandinger med et Brookfield viskosimeter med T-D spindel ved to hastigheter, 0.5 rpm og 1 rpm.. De målte enkelt resultatene er gitt i appendiks C for hver blanding. Figur 3.1 viser plott av viskositeten som funksjon av tiden fra herder ble tilsatt for



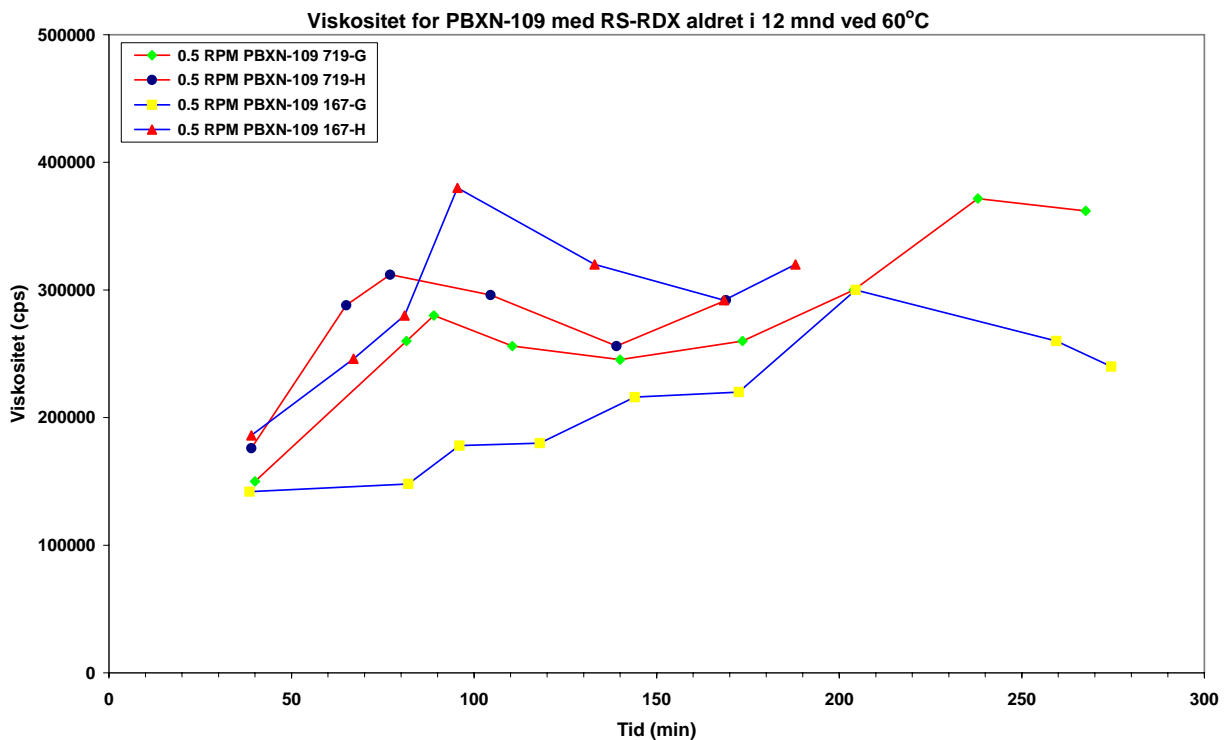
Figur 3.1 Viskositetskurver for samtlige blandinger målt med spindelhastighet 0.5 og 1 rpm.



Figur 3.2 Midlet viskositetskurver for samtlige blandinger målt med spindelhastighet 0.5 og 1 rpm.



Figur 3.3 Midlet viskositetskurver for samtlige blandinger målt med spindelhastighet 1 rpm.



Figur 3.4 Midlet viskositetskurver for samtlige blandinger målt med spindelhastighet 0.5 rpm.

samtlige målinger, mens figur 3.2 viser de midlede resultater for de samme blandinger.

Viskositeten for blandingen med RS-RDX aldret i 12 mnd ved 60°C er ikke ulike viskositeten for blandingen som ble fremstilt av ikke aldret RS-RDX (11). For begge typer har blandingene en viskositet som gjør det lett å støpe testlegemer av god kvalitet. I tillegg har alle blandingene en pot-life som vil gi mange timer til rådighet for utstøping av massen.

## 3.2 Kritisk diameter

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

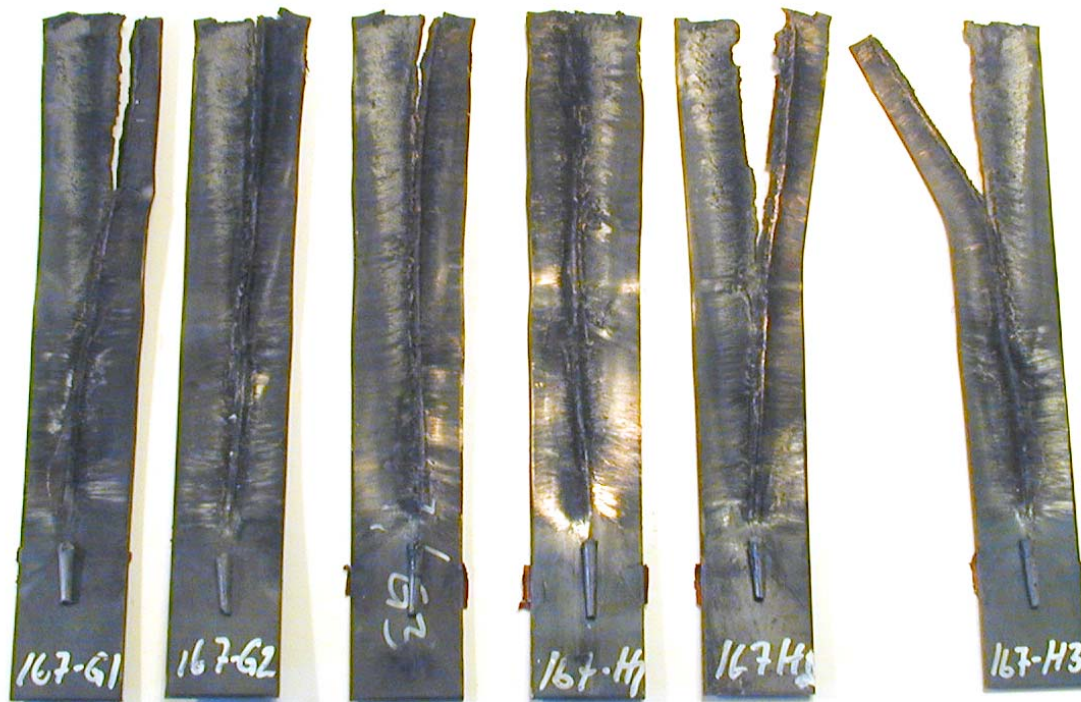
Kritisk diameter ble bestemt ved bruk av sprengstoffkoner og vitneplater. Figur 3.5 viser



Figur 3.5 Bilde av testenhetene benyttet for bestemmelse av kritisk diameter for PBXN-109 med RS-RDX Ch. 167/03 og Ch. 04/03 aldret i 12 mnd ved 60°C.

benyttet testenheter etter at startemner samt overdrager var limt sammen med sprengstoffkonene. For bedre å synliggjøre hvor detonasjonen terminerte er det limt en

koppertråd mellom sprengstoffkonen og vitneplaten. De hvite ledningen har som funksjon å lette arbeidet med å finne igjen restene av sprengstoffkonene. Figur 3.6 viser vitnepaltene samt rester av sprengstoffkonene etter at omsetning er gjennomført.



Figur 3.6 Bilde av vitneplater med rester av sprengstoffkoner for PBXN-109 med RS-RDX Ch. 167/03 og Ch. 04/03.

Komposisjon	Blanding Nr.- Skudd Nr.	Lengde på rest sprengstoffkon (mm)	Konsumert lengde av kon (mm)	Kritisk diameter (mm)	Gjennomsnitt kritisk diameter (mm)
PBXN-109	167-G1	26+	229	7.1	<b>7.2</b>
	167-G2	26	230	7.0	
	167-G3	33	226	7.4	
	167-H1	35	225	7.5	
	167-H2	26+	228	7.2	
	167-H3	32	230	7.0	

+Mangler noe av tuppen.

Tabell 3.1 Resultater fra bestemmelse av kritisk diameter for PBXN-109 med RS-RDX Ch. 167/03 og Ch. 04/03.

Resultatet med en kritisk diameter på 7.2 mm er som for nyprodusert 8.3 mm (11) og aldret i 6 mnd 7.6 mm (13). Dette viser en meget svak reduksjon for gjennomsnittsdiameter, men ikke større enn at det er innenfor feilmarginene på  $\pm 1$  mm. Kritisk diameter for PBXN-109 inneholdende standard RDX ble i referanse 6 bestemt til 3.5 mm.

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

I figur 3.7 er det gitt et bilde av testlegemene etter at de er limt sammen og montert på



vitneplatene. Figur 3.8 viser et bilde av vitneplatene med rester av sprengstoffkonene.



Figur 3.7 Bilde av testenhetene benyttet for bestemmelse av kritisk diameter for PBXN-109 med RS-RDX Ch 719/03 og Ch. 04/03 aldret ved 60°C i 12 mnd.

Fra figur 3.8 ser man at for fem av skuddene ble det igjenfunnet rester av sprengstoffkonene. Disse har største diameter som er mindre enn kritisk diameter. Resten av konene er dessuten noe kortere enn lengden som tilsvarer kritisk diameter. I de fleste tilfeller er det en overreaksjon på noe mm i lengderetning. Imidlertid siden stigningen er 1:10 utgjør 10 mm i lengderetning kun 1 mm i kritisk diameter.





Figur 3.8 Vitneplater og rester av sprengstoffkoner for PBXN-109 inneholdende RS-RDX Ch. 719/03 og Ch. 04/03 aldret i 12 mnd ved 60°C.

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-G1	28	235	6.5	7.2
	719-G2	34	227	7.3	
	719-G3	32	230	7.0	
	719-H1		227	7.3	
	719-H2	45+	214	8.6	
	719-H3	27	236	6.4	

+Mangler noe av tuppen.

Tabell 3.2 Resultat fra bestemmelse av kritisk diameter for PBXN-109 inneholdende RS-RDX Ch. 719/03 og Ch. 04/03 aldret i 12 mnd ved 60°C.

Resultatet for kritisk diameter på 7.2 mm er litt mindre enn 8.4 mm for PBXN-109 med 6 mnd aldret krystaller (13) og 8.2 mm for PBXN-109 inneholdende nyprodusert krystaller (11). Imidlertid har vi for de andre seriene noen enkelt resultater som trekke opp gjennomsnitt så for majoriteten av skuddene er det liten eller ingen forskjell.

### 3.3 Intermediate Scale Gap Test

#### 3.3.1 RS-RDX Ch. 167/03

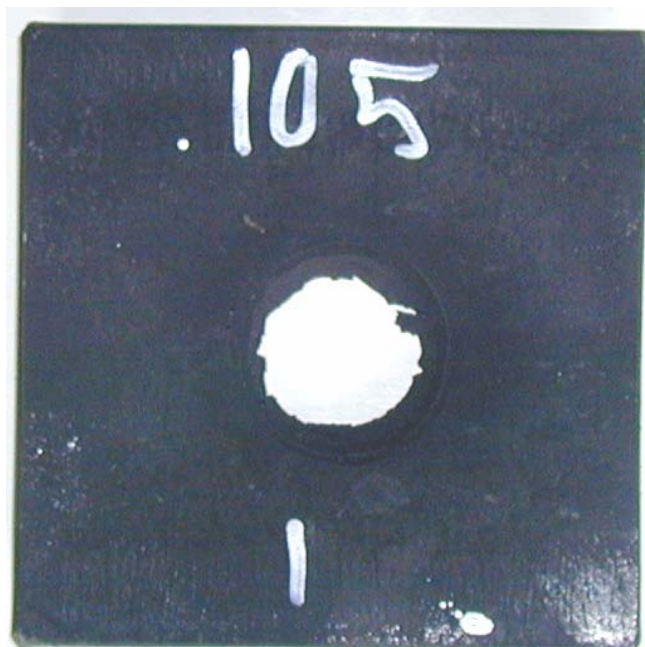
Til å bestemme sjokkfølsomheten ble 10 Gaptest rør fylt med masse fra blanding G og H.

Rør nr.	Vekt (g)	Indre diameter Topp (cm)	Indre diameter Bunn (cm)	Høyde (cm)	Volum (cm <sup>3</sup> )	PBXN-109 Lot Nr.	Vekt rør +Sprengstoff (g)	Nettovekt Sprengstoff (g)	Tetthet (g/cm <sup>3</sup> )
1	892.60	3.963	3.964	19.979	246.50	167/03-G	1298.62	404.02	1.639
2	881.68	3.945	3.958	19.998	245.25	167/03-G	1284.59	402.91	1.643
3	923.59	3.959	3.959	19.980	245.96	167/03-G	1326.12	402.53	1.637
4	885.17	3.953	3.966	19.937	245.49	167/03-G	1290.39	405.22	1.651
5	885.38	3.970	3.950	19.987	246.17	167/03-G	1291.48	406.10	1.650
6	877.29	3.969	3.967	19.960	246.83	167/03-G	1281.61	404.32	1.638
7	912.04	3.947	3.954	19.984	244.95	167/03-H	1315.47	403.43	1.647
8	915.64	3.950	3.955	19.979	245.14	167/03-H	1321.49	405.85	1.656
9*	921.01	3.953	3.953	19.998	245.43	167/03-H	1321.07	400.06	1.630
10	906.30	3.942	3.940	19.979	243.71	167/03-H	1308.90	402.60	1.652

\* Mangler noe i bunn.

Tabell 3.3 Data for Gap test rør fylt med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03 blandinger før og etter de ble fylt.

Resultatet med hensyn på tetthet på fyllingene etter herding og maskinering er gitt i tabell 3.3. Rørene i tabell 3.3 har en gjennomsnittlig tetthet på sprengstoffet på  $\rho = 1.644 \text{ g/cm}^3$ . TMD for PBXN-109 er  $1.66 \text{ g/cm}^3$ . Gjennomsnittlig tetthet er med andre ord 99.0% av TMD. Rør nr. 9 med tetthet  $1.63 \text{ g/cm}^3$  har reelt sett noe høyere tetthet siden det mangler noe masse i bunn.

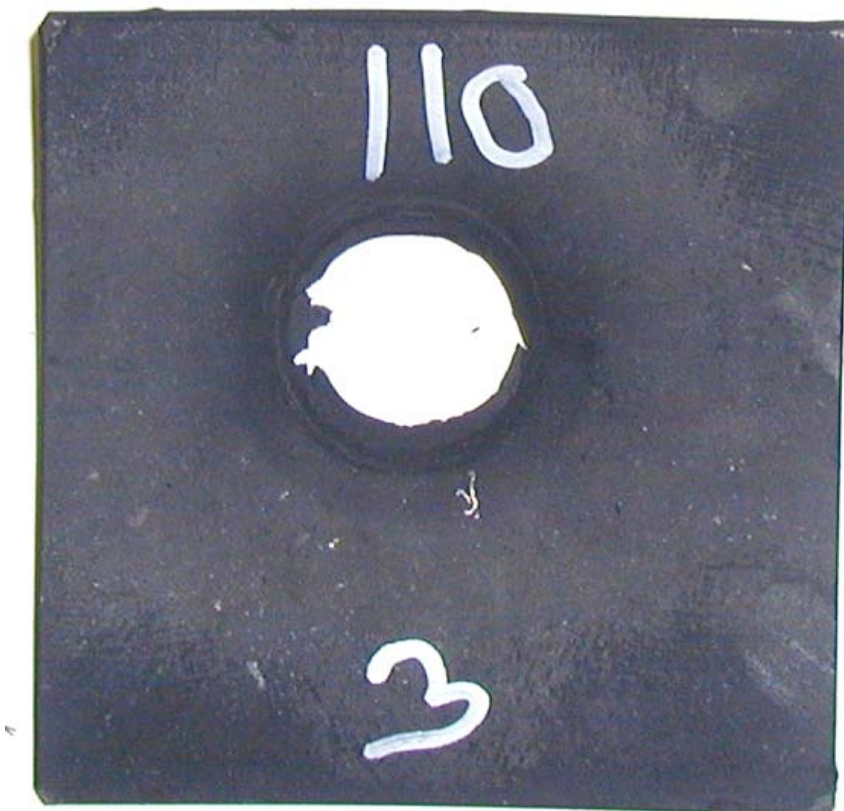


Figur 3.9 Skudd 1, rør 1 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03, 105 kort, omsatt.

I figur 3.9 til 3.18 er det gitt bilder av vitneplater og eventuelle rester av testenheten etter at testen er gjennomført. Resultatene for serien med klasse 1 RS-RDX Ch. 167/03 og klasse 5 RS-RDX Ch. 04/03 er oppsummert i tabell 3.4 og i figur 3.19.



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



Figur 3.11 Skudd 3, rør 3 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03, 110 kort, omsatt.





Figur 3.12 Skudd 4, rør 5 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03, 115 kort, ikke omsatt.



Figur 3.13 Skudd 5, rør 6 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03, 115 kort, ikke omsatt.

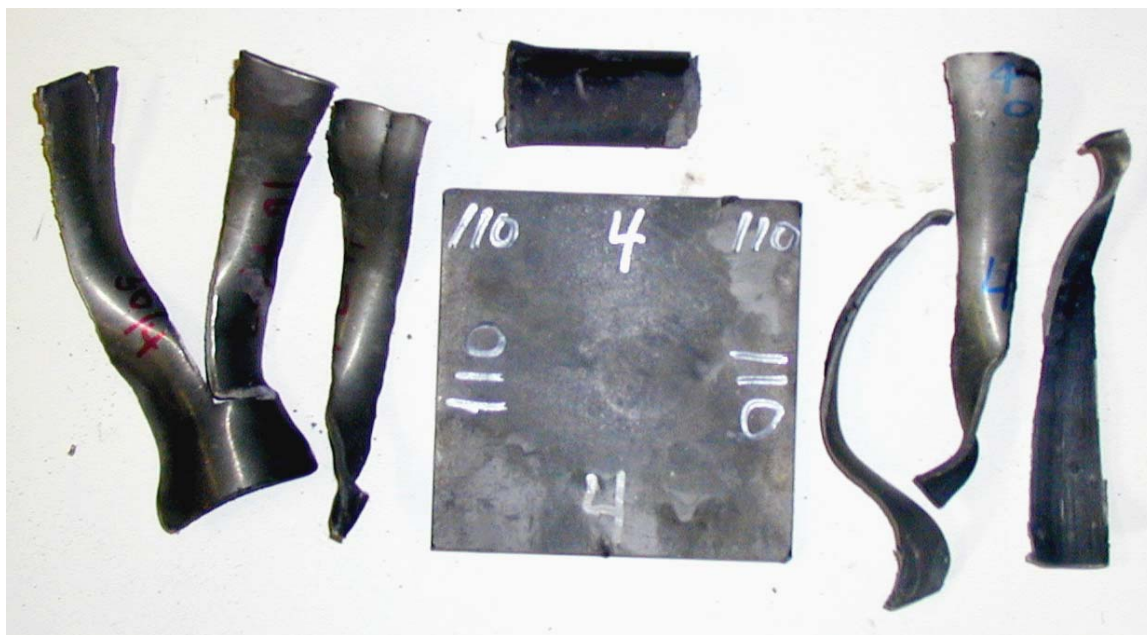


Figur 3.14 Skudd 6, rør 7 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03, 115 kort, ikke omsatt.



Figur 3.15 Skudd 7, rør 8 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03, 110 kort, ikke omsatt.





Figur 3.16 Skudd 8, rør 4 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03, 110 kort, ikke omsatt.



Figur 3.17 Skudd 9, rør 9 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03, 110 kort, ikke omsatt.

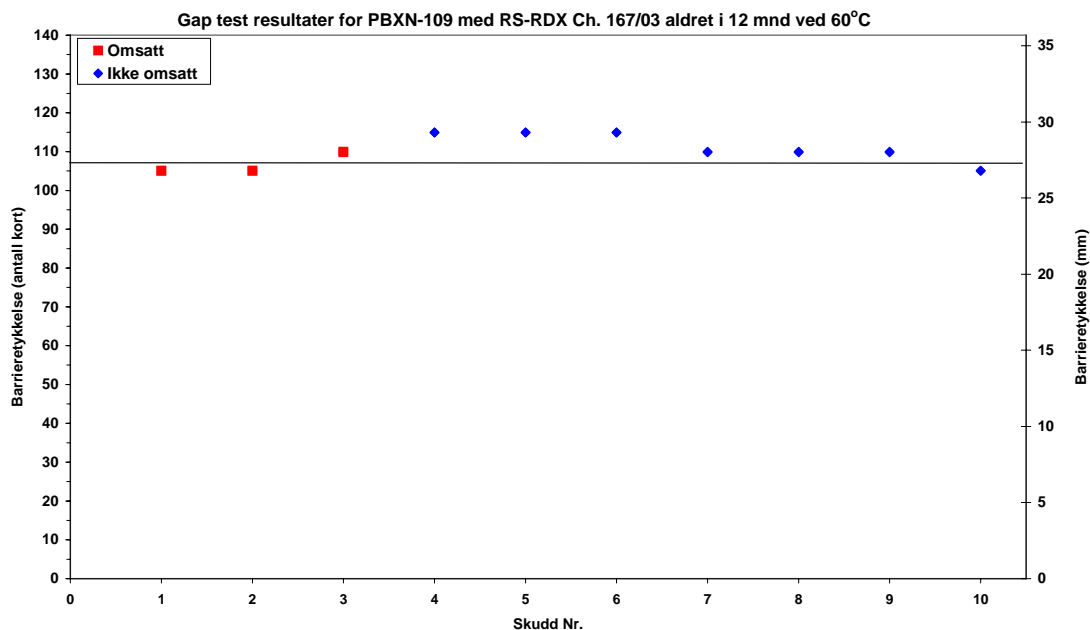


Figur 3.18 Skudd 10, rør 10 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 167/03, 105 kort, ikke omsatt.

Skudd Nr.	Rør Nr.	Antall kort	Avstand (mm)	Reaksjon
1	1	105	27	Omsatt
2	2	105	27	Omsatt
3	3	110	28	Omsatt
4	5	115	29.5	Ikke omsatt
5	6	115	29.5	Ikke omsatt
6	7	115	29.5	Ikke omsatt
7	8	110	28	Ikke omsatt
8	4	110	28	Ikke omsatt
9	9	110	28	Ikke omsatt
10	10	105	27	Ikke omsatt

Tabell 3.4 Resultater i Intermediate Scale Gap Test for PBXN-109 med RS-RDX Ch. 167/03 og Ch. 04/03 aldret i 12 mnd ved 60°C.

Serien er litt skjev, med et av tre rør ikke omsatt med barrieretykkelse på 105 kort og med et av fire rør omsatt med barrieretykkelse 110 kort. Totalt har vi derfor vurdert en barrieretykkelse på 107 kort som den sannsynlige barrieretykkelsen vi må ha for å ha en sannsynlighet på 50% for omsetning. I (11) ble denne verdien målt til 105 kort for PBXN-109 av nyproduserte krystaller og i (13) til 103 kort med krystaller aldret i 6 mnd ved 60°C. Registrert endring i sjokkfølsomheten er derfor ikke større enn variasjonen mellom ulike testserier av samme materiale.



Figur 3.19 Resultater i Intermediate Scale Gap Test for PBXN-109 med RS-RDX Ch. 167/03 aldrete i 12 mnd ved 60°C.

### 3.3.2 RS-RDX Ch. 719/03

Fra blandingene PBXN-109 G og H med RS-RDX Ch. 719/03 klasse 1 og RS-RDX Ch. 04/03 klasse 5 ble 10 rør fylt og herdet. Tabell 3.5 gir resultatene med hensyn på oppnådd tetthet.

Rør nr.	Vekt (g)	Indre diameter Topp (cm)	Indre diameter Bunn (cm)	Høyde (cm)	Volum (cm <sup>3</sup> )	PBXN-109 Lot Nr.	Vekt rør + Sprengstoff (g)	Nettovekt Sprengstoff (g)	Tetthet (g/cm <sup>3</sup> )
11	915.54	3.963	3.958	20.002	246.41	719/03-G	1320.41	404.87	1.644
12	892.71	3.960	3.963	19.983	246.30	719/03-G	1300.87	408.16	1.657
13	908.87	3.955	3.956	19.951	245.16	719/03-G	1312.14	403.27	1.645
14*	911.33	3.962	3.958	20.001	246.34	719/03-G	1314.45	403.12	1.639
15	895.15	3.963	3.960	19.960	246.02	719/03-G	1299.96	404.81	1.645
16	889.85	3.965	3.963	20.000	246.82	719/03-G	1295.20	405.35	1.642
17	926.34	3.952	3.944	19.994	244.76	719/03-H	1328.90	402.56	1.645
18	891.28	3.953	3.965	19.993	246.12	719/03-H	1294.64	403.36	1.639
19	883.34	3.945	3.962	19.978	245.25	719/03-H	1285.50	402.16	1.640
20	909.99	3.960	3.961	19.967	245.98	719/03-H	1316.24	406.25	1.652

\* Mangler noe i bunn.

Tabell 3.5 Data for Gap test rør fylt med PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03 blandinger før og etter de ble fylt.

Tetthet for fyllingene er gjennomsnittlig  $\rho=1.645 \text{ g/cm}^3$  eller 99.1 % av TMD. Det er i samme størrelsesorden som for fyllingene med Ch. 167/03 i 3.3.1. Figurene 3.20 til 3.29 viser bilder av samtlige vitneplater etter testing og med eventuelle igjen funnet rester av rør og sprengstoff for de skudd som ikke gikk til full omsetning. I tabell 3.6 er resultatene for serien oppsummert og i





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



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

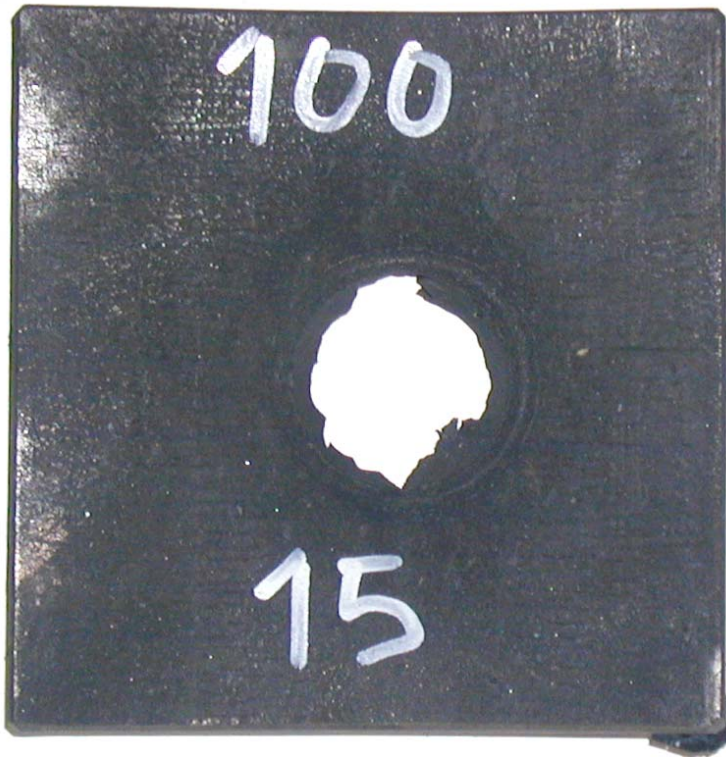


Figur 3.22 Skudd 13, rør 13 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03, 105 kort, ikke omsatt.

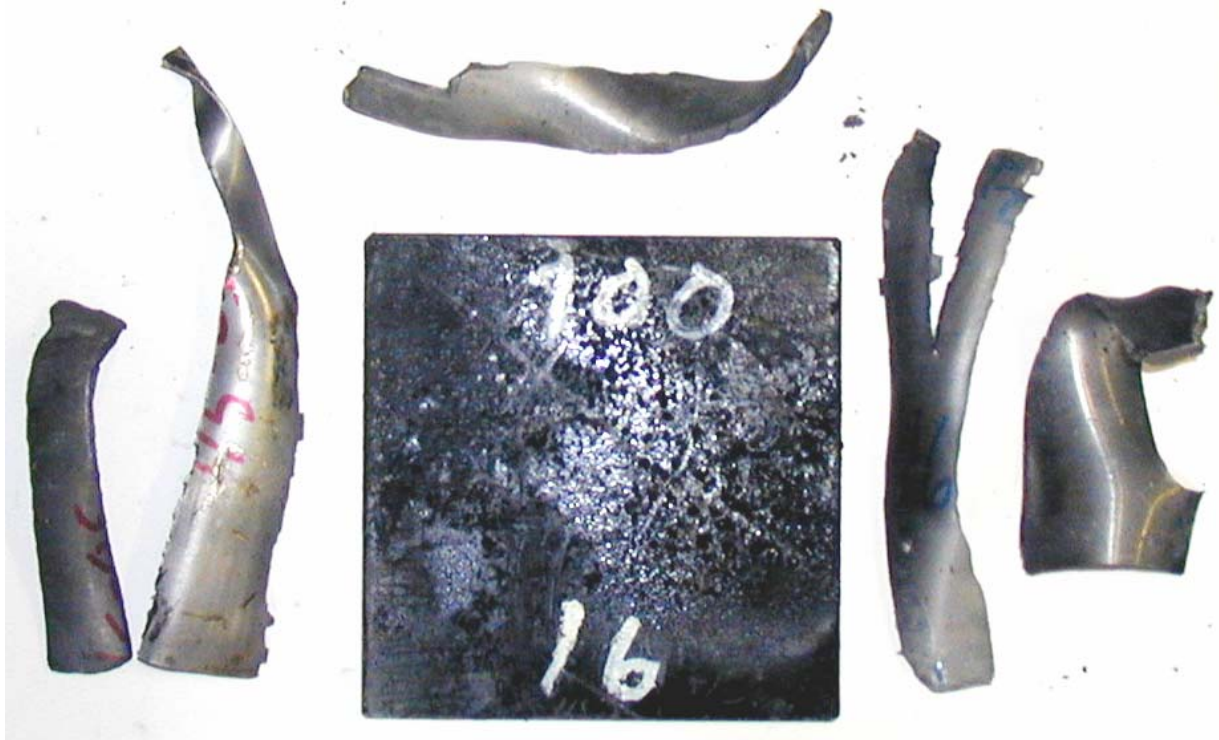


Figur 3.23 Skudd 14, rør 14 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03, 100 kort, ikke omsatt.





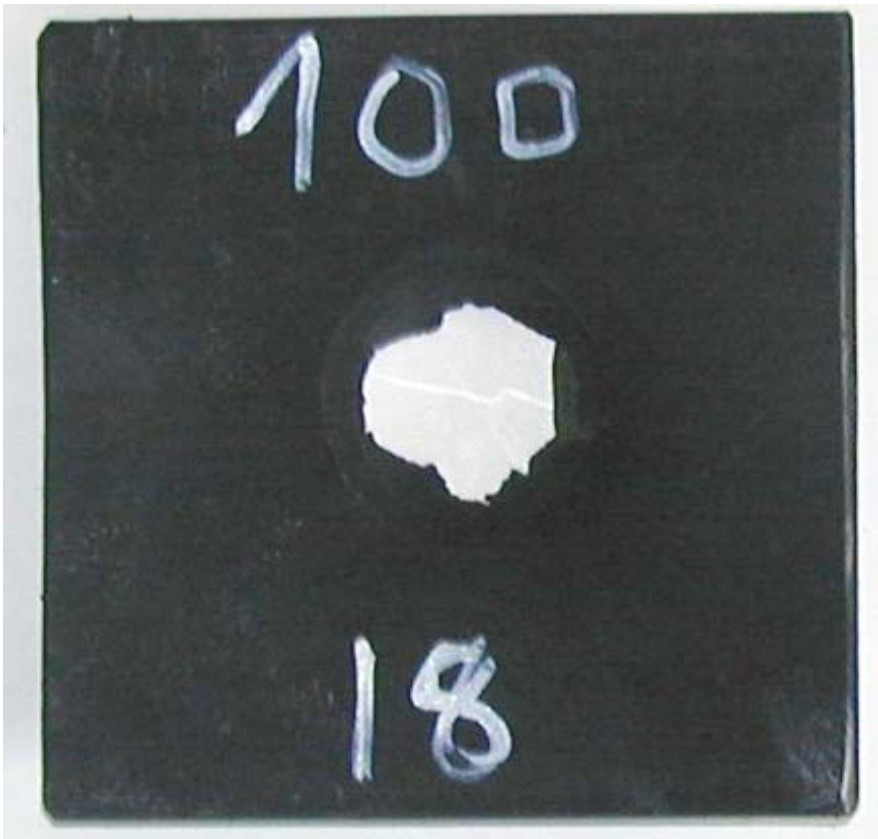
Figur 3.24 Skudd 15, rør 15 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03, 100 kort, omsatt.



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



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

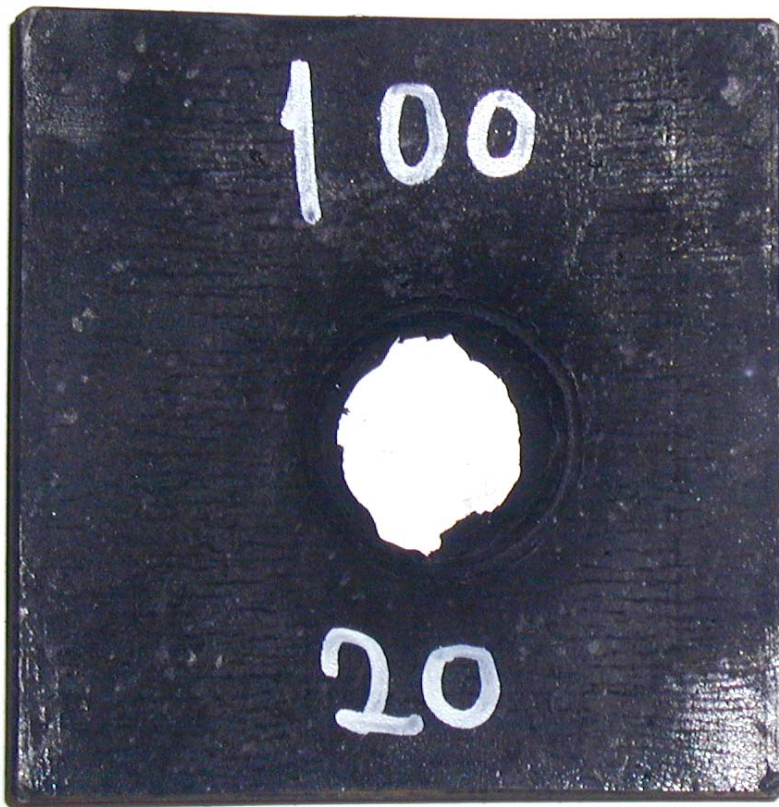


Figur 3.27 Skudd 18, rør 18 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03, 100 kort, omsatt.





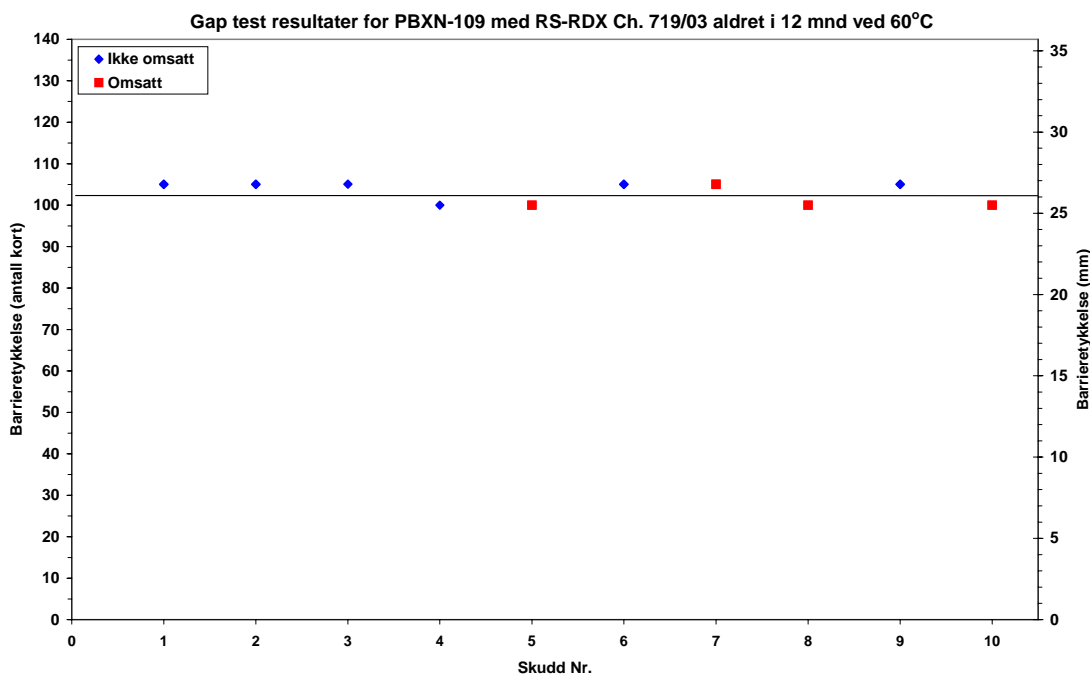
Figur 3.28 Skudd 19, rør 19 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03, 105 kort, ikke omsatt.



Figur 3.29 Skudd 20, rør 20 med PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03, 100 kort, omsatt.

Skudd Nr.	Rør Nr.	Antall kort	Avstand (mm)	Reaksjon
11	11	105	27	Ikke omsatt
12	12	105	27	Ikke omsatt
13	13	105	27	Ikke omsatt
14	14	100	25.5	Ikke omsatt
15	15	100	25.5	Omsatt
16	16	105	27	Ikke omsatt
17	17	105	27	Omsatt
18	18	100	25.5	Omsatt
19	19	105	27	Ikke omsatt
20	20	100	25.5	Omsatt

Tabell 3.6 Resultater i Intermediate Scale Gap Test for PBXN-109 med RS-RDX Ch. 719/03 aldret i 12 mnd ved 60°C.

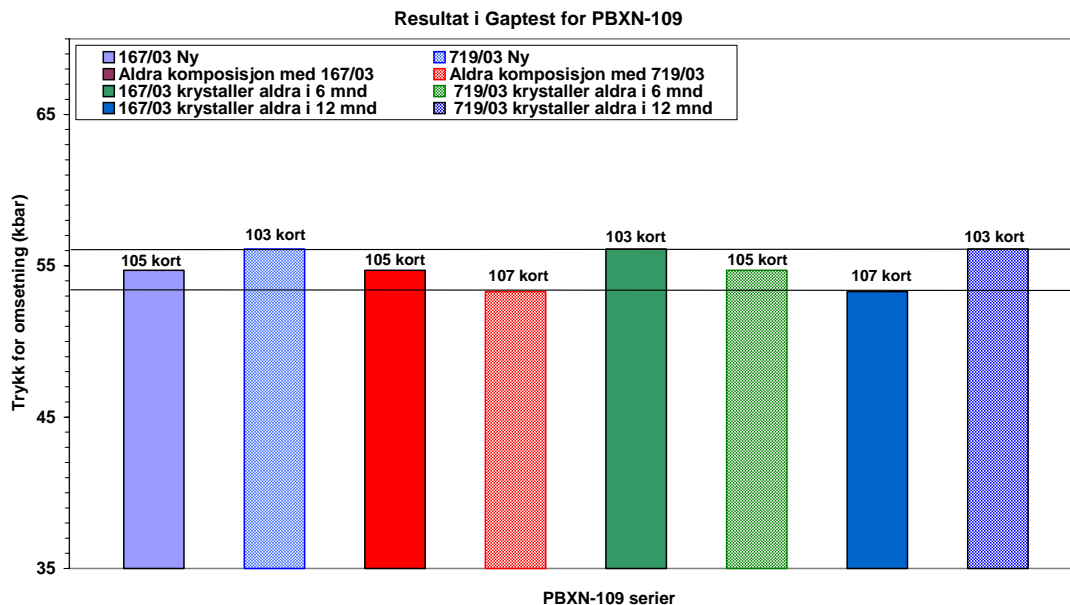


Figur 3.30 Plott av resultatene i Intermediate Scale Gap test for PBXN-109 med RS-RDX Ch. 719/03 og Ch. 04/03 aldret ved 60°C i 12 måneder.

Figur 3.30 er et plott av reaksjonen for enkelt skuddene gitt. Med en barrieretykkelse på 105 kort ble 6 rør testet og kun et gikk til full omsetning. Mens vi med en barrieretykkelse på 100 kort testet 4 rør og 3 gikk til full omsetning. Ut fra disse resultatene er 50% sannsynlighet for omsetning satt til en barrieretykkelse på 103 kort. For PBXN-109 med nyproduserte krystaller fra samme lotter ble barrieretykkelsen bestemt til 103 kort (11) og for krystaller aldret i 6 mnd ved 60°C var nødvendig med en tykkelse på 105 kort (13).

### 3.3.3 Sammenligning av resultater

Med to klasse 1 krystaller Ch. 167/03 og Ch.719/03 og klasse 5 Ch. 04/03 er det gjennomført 4 testserier i Gap test med hver av de to klasse 1 krystallene. Aldring har vært gjennomført på krystallene og komposisjonen PBXN-109. Figur 3.31 oppsummerer resultatene for alle 4 seriene i Intermediate Scale Gap test.



Figur 3.31 Plott som viser grenseverdier og resultatet vi har oppnådd for testet PBXN-109 komposisjoner.

Den første serien er PBXN-109 produsert fra ikke aldra krystaller. Serie 2 (rød) er PBXN-109 som var aldrert i 21 uker ved 70°C som tilsvarer en levetid på 20 år. Serie 3 (grøn) og 4 er PBXN-109 produsert fra krystaller aldrert i henholdsvis 6 og 12 mnd ved 60°C. For alle seriene ligger resultatet i Intermediate Scale Gap test et sted mellom 103 og 107 kort. Observerte variasjoner for PBXN-109 komposisjonenes sjokkfølsomhet med krystaller fra samme lotter aldrert eller ikke viser ingen innvirkning av alder. Observerte variasjoner er små sammenlignet med sjokkfølsomheten observert for standard krystaller med barrieretykkelse på 42 mm og et trykk på 25 kbar. Det er derfor ingen trend i våre resultater som tilsier at RS-RDX krystaller av den typen vi har benyttet endre egenskaper ved aldring og gå over til standard RDX .

### 3.4 Hardhetsmålinger

Massen benyttet til måling av viskositet ble for alle 4 blandingene etter avsluttet målinger herdet. Disse i tillegg til overskuddet fra H-blandingen 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 3.7 og for PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03 gitt i tabell 3.8. 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 med de samme krystallene (11). Imidlertid er forskjellene mellom hardheten for de to klasse 1 krystallene mindre for aldra krystaller enn ikke aldra, men på samme nivå som for aldra PBXN-109 dvs 1-2 enheter. Kravet i referanse 14 til hardhet for PBXN-109 er Shore A 30 sekund på minimum 30. Dette kravet er tilfredsstillt for alle prøvene som har vært målt.

Blanding nr.	Shore	Emne nr.				Gjennomsnitt	
		1	2	3	4	A <sub>10s</sub>	A <sub>30s</sub>
<b>PBXN-109-167G (Viskmasse)</b>	A <sub>10s</sub>	54.8	55.7	53.9	49.7	53.5	
	A <sub>30s</sub>	52.6	52.9	51.1	47.6		51.1
<b>PBXN-109-167H</b>	A <sub>10s</sub>	52.8	55.0	52.8		53.5	
	A <sub>30s</sub>	49.3	52.2	50.1			50.5
<b>PBXN-109-167H (Viskmasse)</b>	A <sub>10s</sub>	53.5	54.5			54.0	
	A <sub>30s</sub>	51.1	51.7				51.4
						<b>53.7</b>	<b>51.0</b>

Tabell 3.7 Shore A hardhets resultater etter herding for PBXN-109 blandinger med RS-RDX Ch.167/03 krystaller aldret i 12 mnd ved 60°C.

Blanding nr.	Shore	Emne nr.				Gjennomsnitt	
		1	2	3	4	A <sub>10s</sub>	A <sub>30s</sub>
<b>PBXN-109-719H (Viskmasse)</b>	A <sub>10s</sub>	50.8	51.0	51.3	50.5	50.9	
	A <sub>30s</sub>	48.1	48.0	48.7	47.5		48.1
<b>PBXN-109-719H</b>	A <sub>10s</sub>	51.7	49.5	50.9	52.0	51.0	
	A <sub>30s</sub>	48.7	46.2	47.6	48.9		47.9
<b>PBXN-109-719G (Viskmasse)</b>	A <sub>10s</sub>	51.5	53.2	52.7	50.2	51.9	
	A <sub>30s</sub>	48.9	50.5	49.9	47.5		49.2
						<b>51.3</b>	<b>48.4</b>

Tabell 3.8 Shore A hardhets resultater etter herding for PBXN-109 blandinger med RS-RDX Ch.719/03 krystaller aldret i 12 mnd ved 60°C.

#### 4 SAMMENDRAG

PBXN-109 har vært fremstilt fra to RS-RDX klasse 1 charger i blanding med klasse 5. Alle krystallene var aldret i 12 måneder ved 60°C før bruk. Formålet med fremstillingen var å undersøke om aldring av inngående krystaller 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 fremstilt med krystaller fra de samme partiene som ikke har gjennomgått noen aldring. Oppnådde tettheter for sprengstoffyllingene til Gaptest er akseptabel.

Kritisk diameter for PBXN-109 med krystaller aldret i 12 mnd viser en svak reduksjon for både RS-RDX Ch. 167/03 og RS-RDX CH. 719/03. 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 aldret RS-RDX. For RS-RDX Ch. 719/03 er det ikke observert noen endring. Dette tilsier at aldring av krystallene ikke er hovedårsaken til observert variasjon i sjokkfølsomheten til PBXN-109 med benyttet RS-RDX krystaller.



Målt hardhet på  $52.5 \pm 2$  for Shore A<sub>10s</sub> og  $50 \pm 2$  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. Blandingene med RS-RDX Ch.167/03 har en noe høyere hardhet enn blandingsene med RS-RDX Ch. 719/03.

## APPENDIKS

## A KONTROLLRAPPORTER FOR BENYTTET RÅVARER

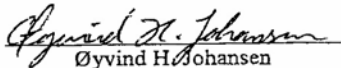

## RS-RDX

**DYNO**

Forsvarsprodukter

**Kontrollrapport**

etter EN 10204 – 2.3

Kjøper / Mottaker Forsvarets Forskningsinstitutt Avdeling for våpen og materiell V/Gunnar Nevstad DOMPA 2007 Kjeller		Bestillingsnummer V/Gunnar Nevstad		Rapportnummer RD-12/04		
Produsent Dyno Nobel ASA N-3476 Sætre Norge		Bestillingsdato 22/03-04		Kontroll dato 22/03-04		
Lot nummer		Produksjonsdato 19/03-04		Offentlig oppdragsnummer		
Sprengstofftype RS-RDX		Menge 50 kg		Leveringsbetingelser/Teknisk underlag		
<b>Analyseresultater</b>						
	Surhet	Smeltepunkt	HMX innhold	Acetonu løselig	Aske	Fremmed legemer
KRAV	≤ 0.02 %	≥ 190 °C	≤ 12 %	≤ 0.05 %	≤ 0.03 %	≤ 5
RESULTAT						
Ch 167/03	0,000	203,2	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, gjennom US sikt	20	50	100	200	Laser	
					90% pkt	50% pkt
RESULTAT						
Ch 167/03	100	88	41	8		
Ch 719/03	100	80	30	9		
Ch 04/03					9,2µm	4,65µm
 Øyvind H. Johansen FoU Sjef		 Jørn D. Kristiansen Forsker				

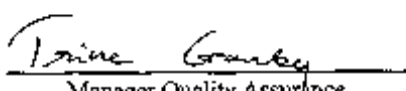

Figur App. 1 Kontrollrapport for benyttet RDX krystaller.

**Mykner DOA**

Benyttet mykner DOA ble levert av Dyno Nobel og kontrollrapport er gitt i figur App.2.

**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 0,921-0,929	Moisture Max. 0,1 %	Acidity Max. 0,01 %	Saponification No. 300-304 mgKOH/g
RESULT	0,923	0,07	0,002	303
Specification	Flash point Min. 196 °C	Fire point Min. 216 °C	Kinematic viscosity at 38 °C 8,09-8,76 mm <sup>2</sup> /s	
RESULT	204	228	8,14	
 Manager Quality Assurance				
				

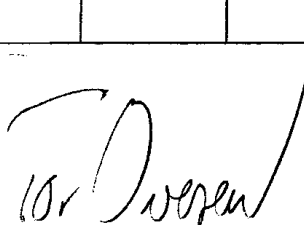
Figur App. 2 KONTROLLrapport for benyttet DOA.

**HWC 94.5/4.5/1**

Figur App.3 viser kontrollrapporten for sprengstoffet benyttet til overdragere for Intermediate Scale Gap Test og bestemmelse av kritisk diameter.

**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		Menge 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 bestanddeler
	RDX	Voks	Grafit			
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 benyttet sprengstoff til overdragere.

**B MIKSEORDER OG MIKSESKJEMA****B.1 Blandinger med RS-RDX Ch. 167/03****B.1.1 Blanding PBXN-109 167/03 G**

**MIKSEORDRE  
FOR  
SPRENGSTOFF/DRIVSTOFF**

Dato for utstedelse 30/4/2004	Utsteder GON	Batch nr. PBXN-109-167-G
Herdetemperatur 60°C	Herdetid 6 DØGN	RDX lagret ved 60°C i 12 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
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 30-4-05	Klokkeslett herdar tilsatt: 10 <sup>55</sup>	Klokkesett ferdigmikset: 11 <sup>25</sup>	Operatør: GON
-----------------------------	---	--	------------------

*Figur App. 4 Mikseordre for blanding PBXN-109 167/03 G.*

**MIKSESKJEMA**

Dato for miksing 30-4-05	Operatør GON	Batch nr. PBXN-109-167-G
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	7 <sup>50</sup>	45	10	10	92	22.9 47.9	75±3
Tilsett 2/3 RDX kl.1	8 <sup>35</sup>	5 20	-- 10	-- 10	90	46.8 58.4	75±3
Tilsett ½ Al-pulver	9 <sup>00</sup>	5 15	-- 10	-- 10	90	58.2 64.6	75±3
Tilsett Rest Al-pulver	9 <sup>20</sup>	5 15	-- 10	-- 10	90	58.7 66-6	75±3
Tilsett Rest kl. 1 RDX	9 <sup>40</sup>	5 20	-- 10	-- 10	90	62.3 68.5	75±3
Tilsett ½ RDX kl. 5	9 <sup>55</sup>	5 10	-- 10	-- 10	88	65.1 68.5	75±3
Tilsett Rest RDX kl. 5	10 <sup>10</sup>	5 10	-- 10	-- 10	85	65.7 67.9	75±3
Tilsett Nedskraping	10 <sup>25</sup>	30	10	10	90	64.1 60.6	60±3
Tilsett <b>IPDI</b>	10 <sup>55</sup>	5 10	-- 10	-- 10	87	57.4 57.4	60±3
Tilsett Nedskraping	11 <sup>10</sup>	15	10	10	85	55.1 61.5	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. 5 Mikseskjema for blanding PBXN-109 167/03 G.

## B.1.2 Blanding PBXN-109 167/03 H

**MIKSEORDRE  
FOR  
SPRENGSTOFF/DRIVSTOFF**

Dato for utstedelse 11/5/2004	Utsteder GON	Batch nr. PBXN-109-167-H
Herdetemperatur 60°C	Herdetid 6 DØGN	RDX lagret ved 60°C i 12 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				
<b>TOTAL VEKT</b>				4000.74

**REKVIRERTE PRØVER:**

<input checked="" type="checkbox"/>	Spesifikk vekt	<input checked="" type="checkbox"/>	Card Gap test: rø... <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 kritisk diameter testing støpes av resten*

Dato for miksing 30-4-05	Klokkeslett herdar tilsatt: 15:05	Klokkesett ferdigmikset: 15:35	Operatør: GON
-----------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	------------------

*Figur App. 6 Mikseordre for blanding PBXN-109-167H med RS-RDX lagret ved 60°C i et år.*

## MIKSESKJEMA

Dato for miksing 30-4-05	Operatør GON	Batch nr. PBXN-109-167H
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>00</sup>	45	10	10	78	31.8 50.3	75±3
Tilsett 2/3 RDX kl.1	12 <sup>45</sup>	5 20	-- 10	-- 10	91	49.1 60.5	75±3
Tilsett ½ Al-pulver	13 <sup>10</sup>	5 15	-- 10	-- 10	90	59.1 67.1	75±3
Tilsett Rest Al-pulver	13 <sup>30</sup>	5 15	-- 10	-- 10	90	62.3 69.2	75±3
Tilsett Rest kl. 1 RDX	13 <sup>50</sup>	5 20	-- 10	-- 10	90	66.0 66.9	75±3
Tilsett ½ RDX kl. 5	14 <sup>05</sup>	5 10	-- 10	-- 10	87	64.1 68.5	75±3
Tilsett Rest RDX kl. 5	14 <sup>20</sup>	5 10	-- 10	-- 10	82	65.1 67.9	75±3
Tilsett Nedskraping	14 <sup>35</sup>	30	10	10	82	65.8 61.3	60±3
Tilsett <b>IPDI</b>	15 <sup>05</sup>	5 10	-- 10	-- 10	80	57.9 60.4	60±3
Tilsett Nedskraping	15 <sup>20</sup>	15	10	10	80	58.2 59.3	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. 7 Mikseskjema for blanding PBXN-109167/03H.



**B.2 Blandinger med RS-RDX Ch. 719/03****B.2.1 Blanding PBXN-109 719/03 G**

**MIKSEORDRE  
FOR  
SPRENGSTOFF/DRIVSTOFF**

Dato for utstedelse 12/5/2004	Utsteder GON	Batch nr. PBXN-109-719-G
Herdetemperatur 60°C	Herdetid 6 DØGN	

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 010505	Klokkeslett herdar filsatt: 11 <sup>00</sup>	Klokkeslett ferdigmikset: 11 <sup>30</sup>	Operator: GON
----------------------------	---	---	------------------

*Figur App. 8 Mikseordre for blanding PBXN-109 719/03 G*

## MIKSESKJEMA

Dato for miksing 01-05-2005	Operatør GON	Batch nr. PBXN-109-719-G
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	7 <sup>55</sup>	45	10	10	90	20.6 48.0	75±3
Tilsett 2/3 RDX kl.1	8 <sup>40</sup>	5 20	-- 10	-- 10	88	47.0 59.1	75±3
Tilsett ½ Al-pulver	9 <sup>05</sup>	5 15	-- 10	-- 10	88	57.6 61.5	75±3
Tilsett Rest Al-pulver	9 <sup>25</sup>	5 15	-- 10	-- 10	88	57.0 66.9	75±3
Tilsett Rest kl. 1 RDX	9 <sup>45</sup>	5 10	-- 10	-- 10	88	63.5 66.7	75±3
Tilsett ½ RDX kl. 5	10 <sup>00</sup>	5 10	-- 10	-- 10	88	64.7 68.0	75±3
Tilsett Rest RDX kl. 5	10 <sup>15</sup>	5 10	-- 10	-- 10	84	65.1 68.4	75±3
Tilsett Nedskraping	10 <sup>30</sup>	30	10	10	90	64.9 59.0	60±3
Tilsett <b>IPDI</b>	11 <sup>00</sup>	5 10	-- 10	-- 10	84	55.5 58.4	60±3
Tilsett Nedskraping	11 <sup>15</sup>	15	10	10	80	56.8 60.5	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-109 719/03 G.

## B.2.2 Blanding PBXN-109 719/03 H

**MIKSEORDRE  
FOR  
SPRENGSTOFF/DRIVSTOFF**

Dato for utstedelse 12/5/2004	Utsteder GON	Batch nr. PBXN-109-719-H
Herdetemperatur 60°C	Herdetid 6 DØGN	

Nr.	Ingrediens	Lot Nr.	Vekt %	Vekt (g)
1	HTPB R45-HT LO	301085	7.346	283.57
2	DOA (7.346 wt.%)	Best.3-3921	7.346	283.57
3	AO-2246	9H120	0.100	3.86
4	N,N 2-Hydroxyethyl dimethyl-hydantoin	J0417041	0.26	10.03
5	Triphenylbismuth (TPB)	152.4.04976	0.02	0.772
6	RS-RDX, kl. 1, Dyno	719/03	60.8	2347.0
7	RDX, kl. 5, Dyno	04/03	3.2	123.52
8	Al-pulver (type II)	3-3	20.000	772.04
9	Isophorone Diisocyanate (IPDI)	BA 30696393	0.9465	36.54
10				
TOTAL VEKT				3860.90

**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 testing av kritiskdiameter støpes av resten*

Dato for miksing 01-05-2005	Klokkeslett herdar tilsatt: 15:05	Klokkesett ferdigmikset: 15:35	Operatør: GON
--------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	------------------

Figur App. 10 Mikseordre for blanding PBXN-109 719/03H med RS-RDX aldret i lår ved 60°C

## MIKSESKJEMA

Dato for miksing 01-05-2005	Operatør GON	Batch nr. PBXN-109-719 H
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>00</sup>	45	10	10	89	30.0 50.5	75±3
Tilsett 2/3 RDX kl.1	12 <sup>45</sup>	5 20	-- 10	-- 10	88	50.0 60.8	75±3
Tilsett ½ Al-pulver	13 <sup>10</sup>	5 15	-- 10	-- 10	88	58.5 64.9	75±3
Tilsett Rest Al-pulver	13 <sup>30</sup>	5 15	-- 10	-- 10	88	59.8 66.0	75±3
Tilsett Rest kl. 1 RDX	13 <sup>50</sup>	5 10	-- 10	-- 10	88	62.7 66.4	75±3
Tilsett ½ RDX kl. 5	14 <sup>05</sup>	5 10	-- 10	-- 10	88	65.2 67.0	75±3
Tilsett Rest RDX kl. 5	14 <sup>20</sup>	5 10	-- 10	-- 10	86	65.0 65.9	75±3
Tilsett Nedskraping	14 <sup>35</sup>	30	10	10	88	64.0 58.3	60±3
Tilsett <b>IPDI</b>	15 <sup>05</sup>	5 10	-- 10	-- 10	84	55.0 61.1	60±3
Tilsett Nedskraping	15 <sup>20</sup>	15	10	10	85	59.1 60.3	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.

---

## C RESULTAT FRA VISKOSITETSMÅLINGER

### C.1 Blanding PBXN-109 167 G

Brookfield RV serie viskosimeter		Spindel Nr. : <b>T-D</b>	Herder tilsatt: <b>10:55</b>	Blanding Nr.: <b>PBXN-109 167-G</b>
<b>30/4-05</b> Klokkeslett	Tid (min)	Hastighet (RPM)	Brookfield avlesning	Viskositet (cps)
11:32	37	0.5	3.5	140 000
11:33	38	1	6.0	120 000
11:34	39	1	6.0	120 000
11:35	40	0.5	3.6	144 000
12:15	80	0.5	3.6	144 000
12:16	81	1	6.0	120 000
12:17	82	1	6.5	130 000
12:19	84	0.5	3.8	152 000
12:29	94	0.5	4.6	184 000
12:33	98	0.5	4.3	172 000
12:51	116	0.5	4.5	180 000
12:52	117	1	8.0	160 000
12:53	118	1	8.2	164 000
12:55	120	0.5	4.5	180 000
13:17	142	0.5	5.5	220 000
13:18	143	1	9.1	182 000
13:19	144	1	9.0	180 000
13:21	146	0.5	5.3	212 000
13:45	170	0.5	5.6	224 000
13:46	171	1	10.0	200 000
13:47	172	1	13.0	260 000
13:48	173	1	9.0	180 000
13:50	175	0.5	5.4	216 000
14:18	203	0.5	8.0	320 000
14:19	204	1	13.0	260 000
14:20	205	1	12.8	256 000
14:21	206	0.5	7.0	280 000
14:51	236	0.5	6.5	260 000
14:52	237	1	10.5	210 000
14:53	238	1	12.0	240 000
14:55	240	0.5	6.5	260 000
15:13	258	0.5	6.5	260 000
15:14	259	1	12.0	240 000
15:15	260	1	11.5	230 000
15:16	261	0.5	6.5	260 000
15:28	273	0.5	6.0	240 000
15:29	274	1	12.0	240 000
15:30	275	1	11.0	220 000
15:39	276	0.5	6.0	240 000

Tabell App. 1 Viskositetsresultater for blanding PBXN-109 167 G.

**C.2 Blanding PBXN-109 167 H**

Brookfield RV serie viskosimeter		Spindel Nr. : <b>T-D</b>	Herder tilsatt: <b>15:05</b>	Blanding Nr.: <b>PBXN-109 167-H</b>
<b>30/4-05</b> Klokkeslett	Tid (min)	Hastighet (RPM)	Brookfield avlesning	Viskositet (cps)
15:42	37	0.5	4.5	180 000
15:43	38	1	8.0	160 000
15:44	39	1	8.0	160 000
15:46	41	0.5	4.8	192 000
16:10	65	0.5	5.8	232 000
16:11	66	1	10.3	206 000
16:12	67	1	10.1	202 000
16:14	69	0.5	6.5	260 000
16:26	81	0.5	7.0	280 000
16:27	82	1	12.5	250 000
16:39	94	0.5	10.0	400 000
16:40	95	1	16.0	320 000
16:41	96	1	16.0	320 000
16:42	97	0.5	9.0	360 000
17:16	131	0.5	8.0	320 000
17:17	132	1	14.0	280 000
17:18	133	1	13.0	260 000
17:20	135	0.5	8.0	320 000
17:52	167	0.5	7.3	292 000
17:53	168	1	12.3	246 000
17:54	169	1	13.0	260 000
17:55	170	0.5	7.3	292 000
18:11	186	0.5	8.0	320 000
18:13	188	1	14.5	290 000
18:14	189	1	15.0	300 000
18:15	190	0.5	8.0	320 000

*Tabell App. 2 Viskositetsresultater for blanding PBXN-109 167 H.*

**C.3 Blanding PBXN-109 719 G**

Brookfield RV serie viskosimeter		Spindel Nr. : <b>T-D</b>	Herder tilsatt: <b>11:00</b>	Blanding Nr.: <b>PBXN-109- 719-G</b>
<b>1/5-05</b> Klokkeslett	Tid (min)	Hastighet (RPM)	Brookfield avlesning	Viskositet (cps)
11:36	36	0.5	3.6	144 000
11:37	37	1	6.8	136 000
11:38	38	1	6.5	130 000
11:40	40	0.5	3.9	156 000
12:20	80	0.5	7.0	280 000
12:21	81	1	11.3	226 000
12:22	82	1	11.1	222 000
12:23	83	0.5	6.0	240 000
12:29	89	0.5	7.0	280 000
12:49	109	0.5	6.8	272 000
12:50	110	1	11.2	222 000
12:51	111	1	11.0	220 000
12:52	112	0.5	6.0	240 000
13:16	136	0.5	6.2	248 000
13:17	137	1	12.0	240 000
13:18	138	1	10.0	200 000
13:20	140	0.5	5.5	220 000
13:28	148	0.5	6.7	268 000
13:52	172	0.5	6.0	240 000
13:53	173	1	10.4	208 000
13:54	174	1	11.6	232 000
13:55	175	0.5	7.0	280 000
14:21	201	0.5	8.0	320 000
14:22	202	1	12.8	256 000
14:23	203	1	14.0	280 000
14:25	205	0.5	7.0	280 000
14:27	207	0.5	7.5	300 000
14:55	235	0.5	8.8	352 000
15:56	236	1	14.5	290 000
14:57	237	1	16.5	330 000
14:58	238	0.5	9.5	380 000
15:00	240	0.5	9.5	380 000
15:25	265	0.5	9.1	364 000
15:26	266	1	14.0	280 000
15:27	267	1	21.0	420 000
15:28	268	1	15.0	300 000
15:30	270	0.5	9.0	360 000

*Tabell App. 3 Viskositetsresultater for blanding PBXN-109 719 G.*

**C.4 Blanding PBXN-109 719 H**

Brookfield RV serie viskosimeter		Spindel Nr. : <b>T-D</b>	Herder tilsatt: <b>15:05</b>	Blanding Nr.: <b>PBXN-109-719-H</b>
<b>1/5-05</b> Klokkeslett	Tid (min)	Hastighet (RPM)	Brookfield avlesning	Viskositet (cps)
15:41	36	1	6.7	134 000
15:42	37	1	7.4	148 000
15:44	39	0.5	4.4	176 000
16:08	63	0.5	7.5	300 000
16:09	64	1	12.0	240 000
16:10	65	1	11.5	250 000
16:12	67	0.5	6.9	276 000
16:22	77	0.5	7.8	312 000
16:48	103	0.5	7.5	300 000
16:49	104	1	11.8	236 000
16:50	105	1	13.5	270 000
16:51	106	1	11.5	230 000
16:52	107	1	12.3	246 000
16:54	109	0.5	7.3	292 000
17:22	137	0.5	6.5	260 000
17:23	138	1	11.5	230 000
17:24	139	1	11.7	234 000
17:26	141	0.5	6.3	252 000
17:52	167	0.5	8.4	336 000
17:53	168	1	11.0	220 000
17:54	169	1	11.0	200 000
17:56	171	0.5	6.2	248 000

*Tabell App. 4 Viskositetsresultater for blanding PBXN-109 719 H.*

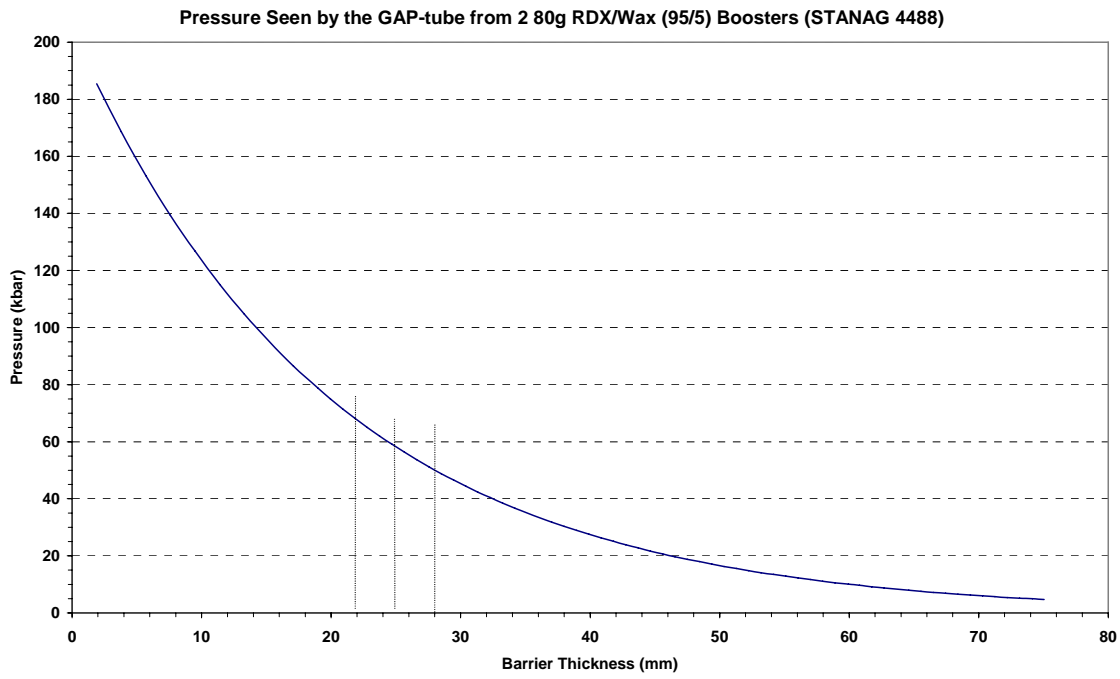


## D SAMMENHENG MELLOM BARRIERETYKKELSE OG TRYKK

STANAG 4488 (15) 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. Spyckerelle (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. Spyckerelle (2001): Two RDX Qualities for PBXN-109 Formulation, Sensitivity Comparision , 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. Spyckerelle, 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, 39<sup>th</sup> 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, FFI/RAPPORT-2004/02630, Ugradert.
- (12) Nevstad Gunnar Ove (2004): PBXN-109 med RS-RDX, aldringsstudier II, prøver aldret ved 70°C i 21 uker, FFI/RAPPORT-2004/04113, Ugradert.
- (13) Nevstad Gunnar Ove (2004): Aldringstudier III, PBXN-109 med RS-RDX aldret i 6 mnd ved 60°C, FFI/RAPPORT-2004/04286, Ugradert.
- (14) 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.
- (15) North Atlantic Council (2002): STANAG 4488 (Edition 1) "Explosive, Shock Sensitivity

Tests" NATO/PfP, Unclassified Document , NSA/0883-PPS/4488 12 September.

- (16) 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.