

FFI RAPPORT

**EGENSKAPER TIL PBXN-109 ALDRET I 12
MND VED 60°C - PBXN-109 med RS-RDX
Ch. 719/03 v.78 krystaller**

NEVSTAD Gunnar Ove

FFI/RAPPORT-2006/02011

**EGENSKAPER TIL PBXN-109 ALDRET I 12 MND
VED 60°C - PBXN-109 med RS-RDX Ch. 719/03 v.78
krystaller**

NEVSTAD Gunnar Ove

FFI/RAPPORT-2006/02011

FORSVARETS FORSKNING SINSTITUTT
Norwegian Defence Research Establishment
Postboks 25, 2027 Kjeller, Norge

1) PUBL/REPORT NUMBER FFI/RAPPORT-2006/02011	2) SECURITY CLASSIFICATION UNCLASSIFIED	3) NUMBER OF PAGES 26
1a) PROJECT REFERENCE FFI-V/3393/130	2a) DECLASSIFICATION/DOWNGRADING SCHEDULE -	
4) TITLE EGENSKAPER TIL PBXN-109 ALDRET I 12 MND VED 60°C - PBXN-109 med RS-RDX Ch. 719/03 v.78 krystaller Properties of PBXN-109 Aged at 60°C for 12 Months. PBXN-109 Containing RS-RDX Ch. 719/03 v.78 Crystals		
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>Accelerated Ageing</u>	e) <u>Akselerert aldring</u>	
THESAURUS REFERENCE:		
8) ABSTRACT <p>Questions have been asked about the stability of RS-RDX with regard to shock sensitivity during the lifecycle of a PBX. To study if RS-RDX does change properties due to ageing, PBXN-109 was selected as our composition for an ageing study. RDX crystals were produced by Dyno Nobel. The study includes testing of virgin PBXN-109 and PBXN-109 aged at 60°C for 3, 6, 12 and 18 months. In addition to shock sensitivity determined by Intermediate Scale Gap Test, the test programme included testing of Critical Diameter and Shore A hardness.</p> <p>This report contains test results for PBXN-109 aged 12 mounts at 60°C. The obtained shock sensitivity and critical diameter were equal to the properties of virgin PBXN-109 containing RS-RDX. For PBXN-109 aged 12 months a shock sensitivity of 55 kbar and critical diameter of 7.5 mm was observed. The Shore A hardness has increased slightly after ageing at 60°C for 12 months both compared with the Shore A hardness properties of virgin and samples aged for 3 and 6 months.</p>		
9) DATE 2006-06-26	AUTHORIZED BY This page only Bjarne Haugstad	POSITION Director of Research

INNHOOLD

	Side	
1	INNLEDNING	7
2	EKSPERIMENTELT	8
2.1	Aldring	8
2.2	Intermediate Scale Gap Test	8
2.3	Hardhetsmålinger	8
2.4	Kritisk diameter	8
3	RESULTATER	10
3.1	Aldring	10
3.1.1	Vektendring av lagret Gaprør	10
3.1.2	Vektendring for aldret koner	10
3.1.3	Vektendring for legemer benyttet til hardhetsmålinger	11
3.2	Kritisk diameter	11
3.3	Intermediate Scale Gap Test.	15
3.4	Hardhet	21
4	SAMMENDRAG	24
	Litteratur	25

EGENSKAPER TIL PBXN-109 ALDRET I 12 MND VED 60°C - PBXN-109 med RS-RDX Ch. 719/03 v.78 krystaller

1 INNLEDNING

De senere år har RS-RDX (Reduced Sensitivity) eller I-RDX[®] (Insensitive) som tidligere franske SNPE nå EURENCO benytter, blitt viet stor oppmerksomhet grunnet sterkt forbedret sjokkegenskaper for produkter som PBXN-109 (1-6). Flere produsenter av RDX kan i dag levere RDX kvaliteter med tilsvarende egenskaper som EURENCOs I-RDX[®]. EURENCO som var først ute med å markedsføre sitt produkt har enerett på å benytte betegnelsen I-RDX[®]. Resterende produsentene samt NATO benytter derfor i dag RS-RDX betegnelsen på denne type RDX. I NATO har AC/326 SG 1 i samarbeid med MSIAC satt i gang arbeidet med å oppdatere STANAG 4022 for RDX slik at den i fremtiden vil inkludere RS-RDX (7-8). Dette arbeidet er planlagt fullført i 2006.

Nyproduserte krystaller av RS-RDX gir ved anvendelse i komposisjoner som PBXN-109, produkter med en sjokkfølsomhet som er signifikant lavere enn for tilsvarende produkter basert på standard RDX (1-6). Ved bruk av RS-RDX i stedet for standard RDX i PBXN-109 oppnås en reduksjon i sjokkfølsomheten med en faktor 2 eller mer, fra 25 kbar til 50-60 kbar. Imidlertid har det fra enkelte aktører blitt stilt spørsmål ved om sjokkegenskapene endres for produkter etter som de blir eldre (9,10).

RDX fremstilles kommersielt hovedsakelig via to prosesser (7-8):

- 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 RDX produsert med Bachman prosessen det er rapportert endringer for i produktens egenskaper ettersom produktene eldest (9,10).

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 nyprodusert, 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 har vi gjennomført studier der tørre krystaller (klasse 1 og klasse 5) har vært aldring ved 60°C i henholdsvis 6 og 12 måneder før de ble benyttet til produksjon av PBXN-109 (13,14). Resultatene fra disse studiene viser kun små endringer i sjokkfølsomhet for PBXN-109 grunnet aldring.

I denne studien har vi valgt å aldre PBXN-109 testlegemer i stedet for de inngående krystallene ved 60°C i inntil 18 måneder. 18 måneder ved 60°C tilsvarer konservativt beregnet en levetid ved 25°C på om lag 32 år (15). Studert komposisjonen inneholder RS-RDX klasse 1 Ch.719/03 v.78 og klasse 5 Ch.15/03. Ved programmets start ble det støpt testlegemer som testes ved $t=0$, og så etter 3, 6, 12 og 18 måneder oppbevaring ved 60°C. Testene som blir utført er sjokkfølsomhet ved bruk av Intermediate Scale Gap Test, kritisk diameter ved bruk av sprengstoffkon og vitneplate samt Shore A hardhet. I tillegg vil eventuelle endringer i vekt bli registrert. Fremstilling av samtlige testenheter er beskrevet i referanse 16 sammen med testresultater for ikke aldret PBXN-109 og prøver aldret i 3 måneder. I referanse 17 er resultatene for prøver aldret i 6 mnd rapportert.

Denne rapporten inneholder testresultater for prøver av PBXN-109 inneholdende RS-RDX klasse 1 Ch.719/03 v.78 og klasse 5 Ch.15/03 som etter herding har vært aldret i 12 måneder ved 60°C.

2 EKSPERIMENTELT

2.1 Aldring

Etter at testemnene (sprengstoffkoner og Gaptestrør) var herdet og maskinert ble de pakket inn i aluminiumfolie og lagt til aldring ved 60°C. Gaprørene ble aldret i tørken, mens konene for bestemmelse av kritisk diameter og emnene til hardhetsmålinger ble lagret i et varmeskap ved 60°C. Alle enheter ble før de ble lagt til aldring veid både før og etter innpakning. Etter aldring ble de veid innpakket og etter at de var pakket ut.

2.2 Intermediate Scale Gap Test

Benyttet test ble gjennomført som beskrevet i STANAG 4488 (18) med unntak av tykkelsen på korta. Våre kort har en tykkelse på 0.25 mm, mens i (18) er kravet til tykkelsen på korta 0.19+0.02/-0.01 mm. Sammenhengen mellom barrieretykkelse og sjokktrykk generert fra to 80 g overdragere er gitt i (18). Kontrollrapport for benyttet overdragersprengstoff HWC 94.5/4.5/1 er gitt i Appendiks A.3. i referanse 16.

2.3 Hardhetsmålinger

Shore A hardhet ble målt med ”Shore A Harteprufer DIN 53505 ISO R 868 Type BS 61, Serien Nr.: 1605/97” fra BAREISS etter 10 og 30 sekunder på endene av dog bones legemer eller legemer med samme tykkelse, 11-12 mm.

2.4 Kritisk diameter

Til bestemmelse av kritisk diameter (19) ble det benyttet koner med lengde 270 mm og diameter

fra 30 mm til 3 mm. Etter at støpemassen var ferdig herdet ble støpeformen fjernet og en 2 mm tykk kobbertråd limt på konen i lengderetningen. Til initiering ble det benyttet detonator nr. 8 samt en 15 g booster HWC 94.5/4.5/1 med diameter 20 mm. Mellom booster og testlegemet ble det benyttet en sylindrisk ladning med diameter 30 mm og lengde 80-120 mm av samme blanding som testlegemet. Den sist nevnte ladningen ble benyttet for at konen skal bli initiert med riktig detonasjonshastighet. Vitneplater med dimensjon 3x45x300 mm i stål (ST-52) ble montert som vist i figur 3.1.

3 RESULTATER

3.1 Aldring

Alle prøver testet i denne rapporten har vært aldret i 12 mnd ved 60°C innpakket i aluminiumsfolie. Gaptestrørene var lagret i tørken i et større skap hvor luften kontinuerlig blir utskiftet. De mindre testlegemene benyttet til måling av hardhet og kritisk diameter var lagret i et mindre varmeskap.

3.1.1 Vektendring av lagret Gaprør

Rørene testet etter 12 mnd var rør 11 til 20. Disse rørene hadde sprengstoffyllinger før aldring med en gjennomsnittlig tetthet på $\rho = 1.652 \text{ g/cm}^3$ (99.37 % av TMD) (16). Tabell 3.1 viser vektendring for rør med sprengstoffylling etter avsluttet aldring. Endringene i vekt er minimale og viser en svak nedgang. Endringene er av størrelsesorden innenfor nøyaktigheten til benyttet vekt.

Rør nr	Vekt (g)	Volum (cm ³)	Vekt rør + Sprengstoff (g)	Tetthet (g/cm ³)	Vekt innpakket (g)	Vekt etter 12 mnd aldring (g)			
						Innpakket	Rør + Sprengstoff	Endring innpakket	Endring utpakket
11	853.31	249.873	1267.06	1.656	1274.63	1274.51	1267.02	-0.12	-0.04
12	847.16	250.813	1263.29	1.659	1270.81	1270.68	1263.24	-0.13	-0.05
13	853.24	250.035	1268.84	1.662	1275.78	1275.65	1268.77	-0.13	-0.07
14	837.80	251.414	1251.78	1.647	1257.61	1257.49	1251.70	-0.12	-0.08
15	846.05	250.261	1258.53	1.648	1265.19	1265.08	1258.48	-0.11	-0.05
16	856.87	249.772	1270.19	1.655	1276.35	1276.27	1270.09	-0.08	-0.10
17	892.16	244.766	1295.55	1.648	1302.34	1302.21	1295.43	-0.13	-0.12
18	854.68	248.897	1266.59	1.655	1272.39	1272.28	1266.53	-0.11	-0.06
19	862.92	248.797	1272.61	1.647	1279.76	1279.64	1272.51	-0.12	-0.10
20	847.36	250.712	1260.25	1.647	1266.33	1266.22	1259.84	-0.11	-0.41

Tabell 3.1 Vekt og vektendring for rør 11-20 med PBXN-109 i Gaprør før og etter aldring ved 60°C i 12 mnd..

3.1.2 Vektendring for aldret koner

Samtidig med at aldring av gaptestrør ble satt i gang ble også koner for bestemmelse av kritisk diameter lagt til aldring. Etter 12 mnd ble aldringen av 6 koner fra 5 forskjellige blandinger stanset. Etter avkjøling til romtemperatur ble de veid innpakket og så som rene ladninger. Tabell 3.2 viser vekten før og etter aldring og endringen i vekten av både de rene konene og de innpakkede. Endringene er minimale og innenfor nøyaktigheten til vekten.

Blanding /kon nr.	Vekt ved start 280105		Etter 12 mnd (290106)		Endring i vekt	
	Kon (g)	+ innpakning (g)	+ innpakning (g)	Kon (g)	Innpakket (g)	Kon (g)
L1-2	132.95	137.35	137.34	132.94	-0.01	-0.01
L4-1	131.85	136.52	136.50	131.84	-0.02	-0.01
L4-2	126.48	130.93	130.94	126.47	+0.01	-0.01
L6-1	118.25	122.65	122.64	118.25	-0.01	0.00
L7-1	140.28	144.47	144.46	140.27	-0.01	-0.01
L9-4	134.80	139.22	139.22	134.79	0.00	-0.01

Tabell 3.2 Resultat med hensyn på vektendringer for koner aldret i 12 mnd ved 60°C.

3.1.3 Vektendring for legemer benyttet til hardhetsmålinger

Vekt og endringer i vekt for emna benyttet til måling av Shore A hardhet er gitt i tabell 3.3.

Blanding	Vekt (g)		
	010205	020206	Endring (g)
L1 Blanding	234.72	234.65	-0.07
L3 Viskos	197.53	197.47	-0.06
L5 Viskos	167.34	167.29	-0.05

Tabell 3.3 Resultat med hensyn på vektendringer for hardhetsemner aldret i 12 mnd ved 60°C.

3.2 Kritisk diameter

Konene i tabell 3.2 ble etter utpakking og veiing pålimt startemner samt boosterer. I tillegg ble en kopper streng limt på i konenes lengderetning. Kopperstrengen er benyttet for bedre synliggjøre reaksjonslengden på vitneplaten. Ved en detonasjon blir kopper avsatt på vitneplaten. Figur 3.1 viser konene benyttet til bestemmelse av kritisk diameter etter av sprengstoffet var montert på vitneplanene for samtlige skudd.



Figur 3.1 Skuddene for bestemmelse av kritisk diameter før testing og etter at booster og startemne samt kopperstreng er montert.

I figur 3.2 viser et bilde av vitneplater og igjenfunnet restene av sprengstoffkonene for samtlige skudd i denne serien. Tabell 3.2 gir en oppsummering av oppnådde resultater med hensyn på kritisk diameter.



Figur 3.2 Vitneplater og rester av sprengstoffkoner etter omsetning av skuddene.

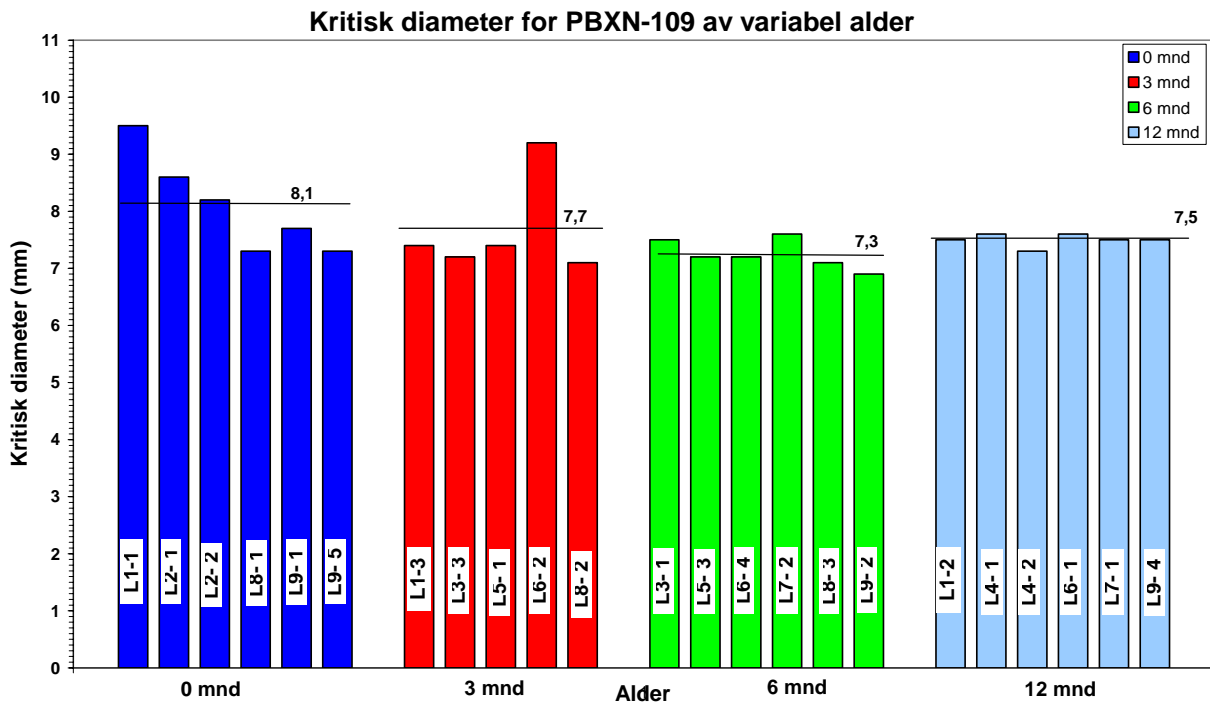
Komposisjon	Blanding Nr./ Kon Nr.	Lengde rest sprengstoffkon (mm)	Konsumert lengde av kon (mm)	Kritisk diameter (mm)	Gjennomsnitt kritisk diameter (mm)
PBXN-109	L1-2	40	225	7.5	7.5±0.1
	L4-1	36	224	7.6	
	L4-2	35	227	7.3	
	L6-1	34	224	7.6	
	L7-1	31	225	7.5	
	L9-4	34	225	7.5	

Tabell 3.4 Resultater fra bestemmelsen av kritisk diameter for prøver aldret i 12 mnd ved 60°C

Resultater i tabell 3.4 viser en gjennomsnittlig kritisk diameter på 7.5 ± 0.1 mm. For ikke aldra komposisjon ble kritisk diameter målt til 8.1 ± 0.9 mm, og for koner aldret i 3 mnd ble den gjennomsnittlig målt til 7.7 ± 0.9 mm (16) og 6 mnd 7.3 ± 0.3 mm (17). Sammenlignet med resultatet for ikke aldra viser resultatet for konene aldret i 12 mnd ved 60°C en svak reduksjon i kritisk diameter, men resultatet ligger innenfor observert variasjon.

I figur 3.3 har resultatene for samtlige koner som har vært testet fra samme råvarer/blandinger

både aldri og ikke aldri blitt plottet. Dersom man ser på enkelt resultater er det liten variasjon for majoriteten av disse.



Figur 3.3 Plott av kritisk diameter for PBXN-109 som har vært aldret inntil 12 mnd ved 60°C.

3.3 Intermediate Scale Gap Test.

10 av rørene som ble lagt til aldring i januar 2005 ble tatt ut og testet i Intermediate Scale Gap test. Tetthet for fyllingene var før aldring $\rho = 1.654 \text{ g/cm}^3$ (99.52 % av TMD) (16) og er ikke endret grunnet aldringen. I figurene 3.4 til 3.13 er det gitt bilder av vitneplater samt eventuelle igjenfunnet rester av rør og sprengstoffylling for samtlige rør testet.



Figur 3.4 Skudd 1, rør 11 med PBXN-109 aldret i 12 mnd ved 60°C, 105 kort, ikke omsatt.



Figur 3.5 Skudd 2, rør 12 med PBXN-109 aldret i 12 mnd ved 60°C, 105 kort, omsatt.



Figur 3.6 Skudd 3, rør 13 med PBXN-109 aldret i 12 mnd ved 60°C, 105 kort, omsatt.



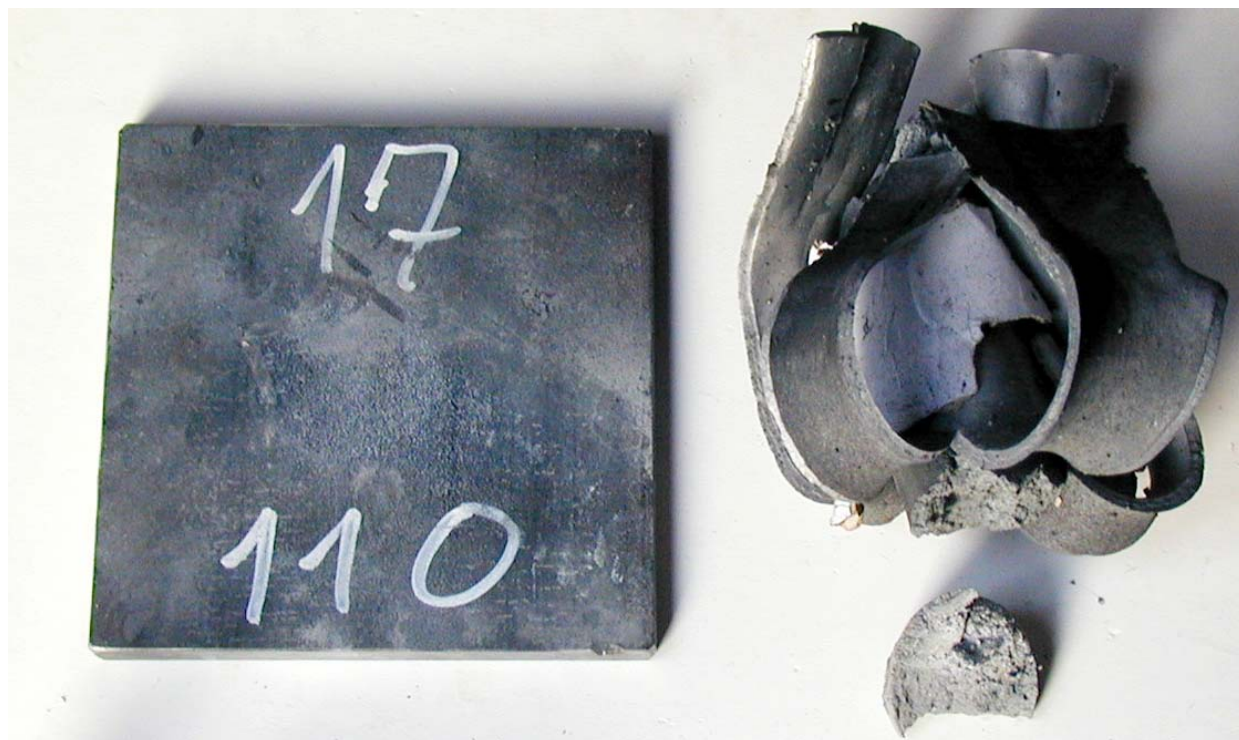
Figur 3.7 Skudd 5, rør 14 med PBXN-109 aldret i 12 mnd ved 60°C, 105 kort, ikke omsatt.



Figur 3.8 Skudd 5, rør 15 aldret i 12 mnd ved 60°C med PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03 v.78, 105 kort, omsatt.



Figur 3.9 Skudd 6, rør 16 aldret i 12 mnd ved 60°C med PBXN-109, 110 kort, ikke omsatt.



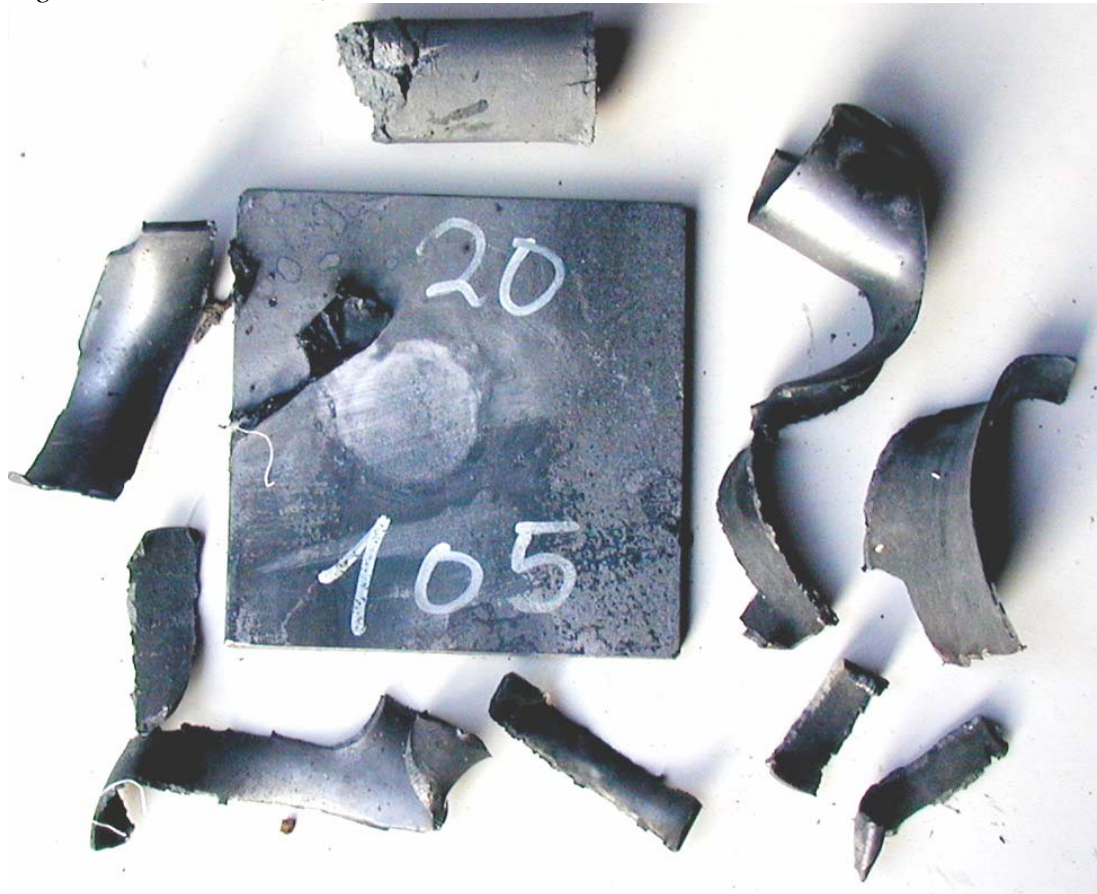
Figur 3.10 Skudd 7, rør 17 aldret i 12 mnd ved 60°C med PBXN-109, 110 kort, ikke omsatt.



Figur 3.11 Skudd 8, rør 18 aldret i 12 mnd ved 60°C med PBXN-109 RS-RDX Ch. 719/03 v.78, 110 kort, ikke omsatt.



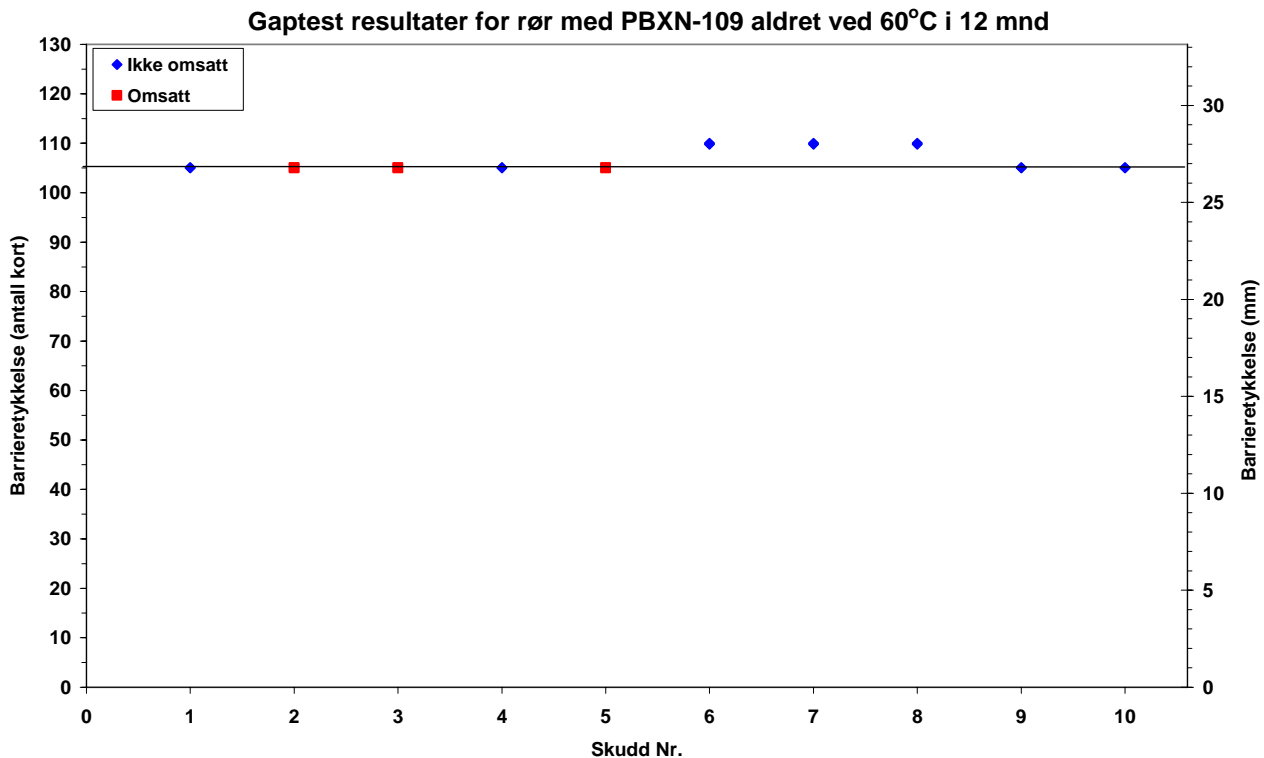
Figur 3.12 Skudd 9, rør 19 aldret i 12 mnd ved 60°C med PBXN-109, 105 kort, ikke omsatt.



Figur 3.13 Skudd 10, rør 20 aldret i 12 mnd ved 60°C med PBXN-109, 105 kort, ikke omsatt.

Skudd Nr.	Rør Nr.	Barrieretykkelse (antall kort)	Barrieretykkelse (mm)	Reaksjon
1	11	105	26.8	Ikke omsatt
2	12	105	26.8	Omsatt
3	13	105	26.8	Omsatt
4	14	105	26.8	Ikke omsatt
5	15	105	26.8	Omsatt
6	16	110	28.0	Ikke omsatt
7	17	110	28.0	Ikke omsatt
8	18	110	28.0	Ikke omsatt
9	19	105	26.8	Ikke omsatt
10	20	105	26.8	Ikke omsatt

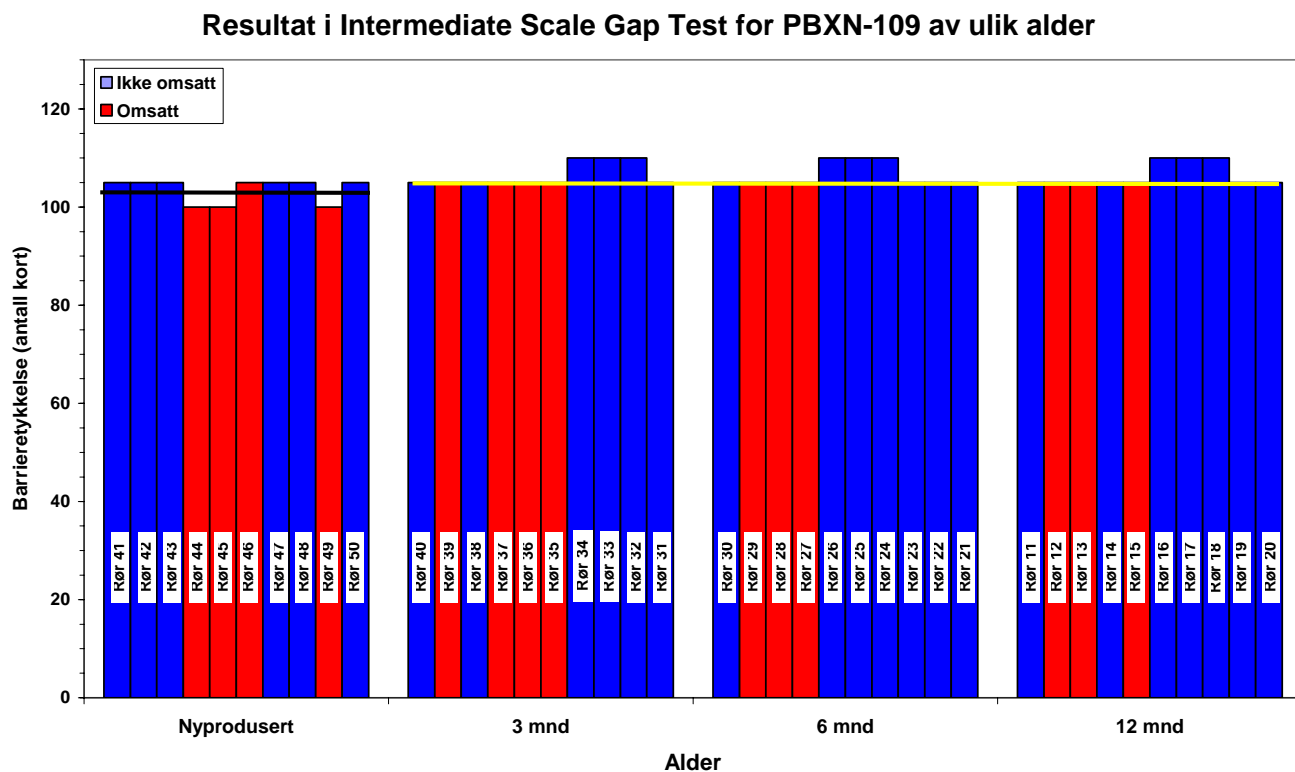
Tabell 3.5 Resultater for PBXN-109 aldret i 12 mnd ved 60°C i Intermediate Scale Gap Test.



Figur 3.14 Plott av resultatene for PBXN-109 aldret i 12 mnd ved 60°C i Intermediate Scale Gap Test.

Tabell 3.5 oppsummerer reaksjon for hvert enkelt skudd. I figur 3.14 er reaksjon for hvert skudd plottet som funksjon av barrieretykkelsen. Fra figur 3.14 fremgår at med en barrieretykkelse på 105 kort går 3 av 7 skudd til full omsetning. For ikke aldra rør ble det i referanse 16 funnet at med samme barrieretykkelse gikk 1 av 7 rør til full omsetning og for rør aldret i 3 mnd gikk 4 av 7 til full omsetning. Disse endringene er meget moderate og tilsvarer i trykk kun 2-3 kbar. Forskjellen i sjokkfølsomhet mellom PBXN-109 med RS-RDX og PBXN-109 med standard

RDX er til sammenligning 25-40 kbar. Observerte endringer gir derfor så langt ingen indikasjoner på at RDX krystallene er i ferd med å endre egenskaper og forvandles til standard RDX. Observerte endringer/forskjeller i sjokkfølsomhet er derfor ikke forårsaket av at RDX-krystallene endrer egenskaper. Figur 3.15 viser et plott av resultatene for samtlige rør som så langt har vært testet.



Figur 3.15 Resultat for testet rør i Intermediate Scale Gap test.

3.4 Hardhet

Hardhet er blitt målt for 3 av emnene etter at de var aldre i 12 mnd ved 60°C. Resultatene er gitt i tabellen 3.6-3.8. For PBXN-109 er kravet til Shore A_{30s} en hardhet på minimum 30 (19).

Emne Nr.	PBXN-109-L1 Bland (12 mnd ved 60°C)					SNITT	
	1	A _{10s}	52.4	52.2	52.0	51.8	52.1
A _{30s}		50.8	50.0	49.8	48.0		49.7
2	A _{10s}	59.5	59.0	54.0	55.5	57.0	
	A _{30s}	56.0	56.2	51.8	53.3		54.3
3	A _{10s}	54.0	55.8	55.5	58.5	56.0	
	A _{30s}	52.0	54.0	53.8	56.0		54.0
4	A _{10s}	53.5	58.0	54.4	58.5	56.4	
	A _{30s}	50.8	55.4	51.8	56.0		53.5
Gjennomsnitt						55.4	52.9

Tabell 3.6 Hardhet for PBXN-109-L1 støp etter aldring ved 60°C i 12 mnd.

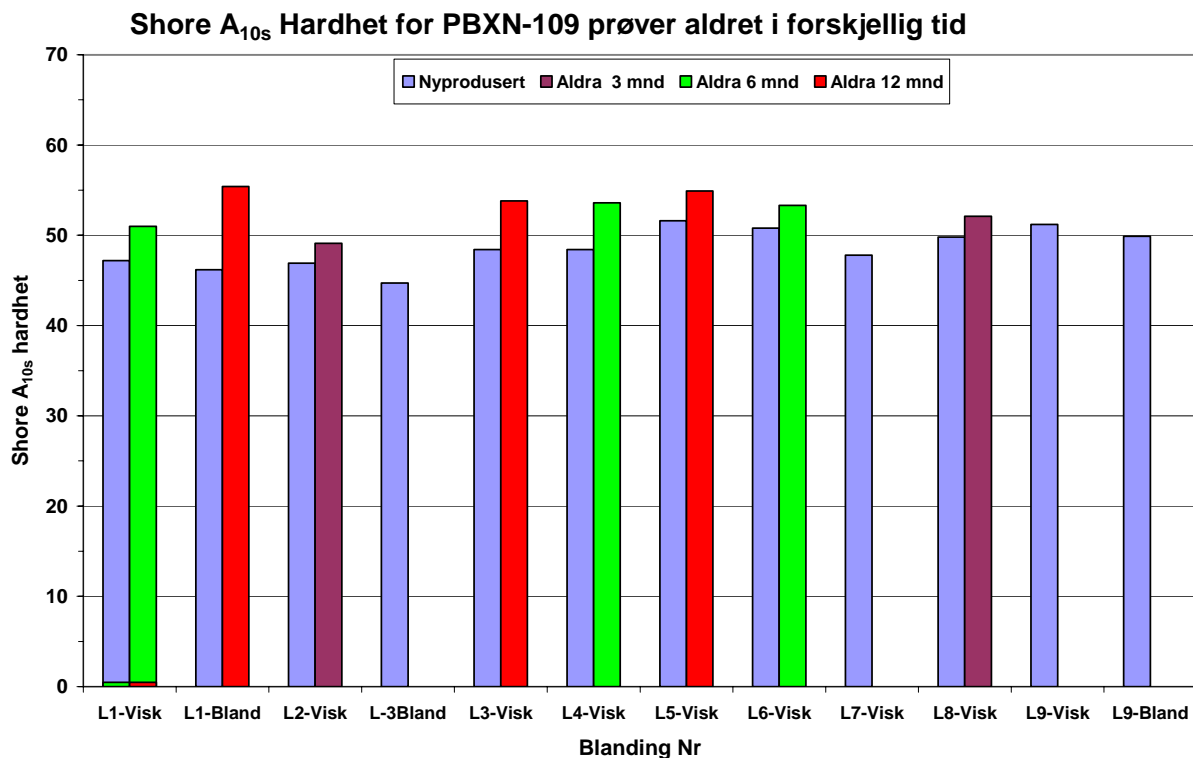
Emne Nr.	PBXN-109-L3 Visk (12 mnd ved 60°C)					SNITT	
1	A _{10s}	54.8	55.0	57.0	56.0	55.7	
	A _{30s}	52.5	52.4	54.9	54.0		53.5
2	A _{10s}	56.2	54.5	58.0	54.5	55.8	
	A _{30s}	54.0	52.0	56.0	51.8		53.5
3	A _{10s}	52.0	51.0	52.0	52.0	51.8	
	A _{30s}	50.0	49.2	49.8	50.0		49.8
4	A _{10s}	51.6	51.4	50.9	53.8	51.9	
	A _{30s}	48.7	49.6	48.9	51.3		49.6
Gjennomsnitt						53.8	51.6

Tabell 3.7 Hardhet for PBXN-109-L3 støp av massen benyttet til viskositetsmålinger etter aldring ved 60°C i 12 mnd.

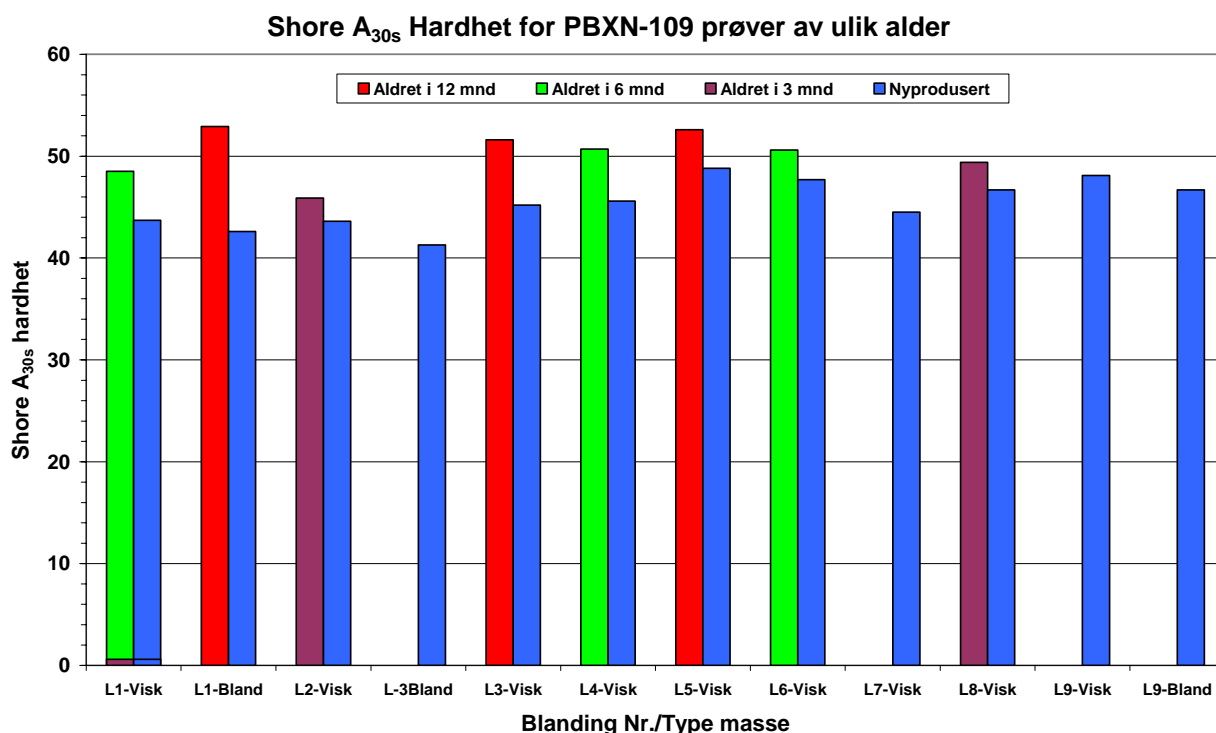
Emne Nr.	PBXN-109-L5 Visk (12 mnd ved 60°C)					SNITT	
1	A _{10s}	52.5	54.5	51.3	51.6	52.5	
	A _{30s}	50.5	51.8	49.5	49.5		50.3
2	A _{10s}	56.4	57.5	58.5	58.5	57.7	
	A _{30s}	54.0	55.0	56.0	56.2		55.3
3	A _{10s}	53.4	52.0	50.8	50.0	51.8	
	A _{30s}	51.3	50.2	48.5	47.6		49.4
4	A _{10s}	58.5	55.5	58.2	58.0	57.6	
	A _{30s}	56.0	53.8	55.5	55.5		55.3
Gjennomsnitt						54.9	52.6

Tabell 3.8 Hardhet for PBXN-109-L5 støp av massen benyttet til viskositetsmålinger etter aldring ved 60°C i 12 mnd.

Dette kravet er med god margin tilfredsstilt for alle våre målinger. Figurene 3.16 og 3.17 gir en sammenligning av de resultatene vi har oppnådd for aldra prøver sammenlignet med verdiene som ble målt på den andre halvdelten før prøvene ble lagt til aldring. Alle prøver ble etter at de var fremstilt delt i to hvorav en del ble aldre, mens den andre ble benyttet til å bestemme hardheten for ikke aldra PBXN-109.



Figur 3.16 Shore A_{10s} hardhet for nyprodusert og aldret emner av PBXN-109.



Figur 3.17 Shore A_{30s} hardhet for nyprodusert og aldret emner av PBXN-109.

Resultatene i figurene 3.16 og 3.17 viser generelt at alle prøvene har blitt hardere under aldring. Dette er tilfelle både dersom man sammenligner med nyprodusert og prøver aldret i 3 og 6 mnd. Endingene i hardhet er omlag like store for de første 6 månedene som for de 6 neste.

4 SAMMENDRAG

PBXN-109 aldret i 12 måneder ved 60°C inneholdende RS-RDX klasse 1 og klasse 5 har vært testet med hensyn på sjokkfølsomhet, kritisk diameter og Shore A hardhet. Resultatene viser:

- sjokkfølsomheten bestemt i Intermediate Scale Gap test er tilnærmet uforandret 55 ± 1 kbar.
- Kritisk diameter på 7.5 ± 0.1 mm er litt lavere enn ved start 8.1 ± 0.9 mm men innenfor variasjonen for benyttet metode.
- Shore A_{10s} og A_{30s} har i gjennomsnitt økt med henholdsvis 9,2 og 6.8 enheter.

Fra observerte endringer i egenskapene til PBXN-109 er det så langt ingen tegn til at benyttet RS-RDX har endret egenskaper til å gå over til å bli standard RDX.

Litteratur

- (1) A. Freche, Aviles, C. Boutry and C. Spyckerelle (2000): Insensitive RDX (I-RDX), Insensitive Munitions and Materials Technology Symposium, San Antonio, Texas, USA, 27-30 November.
- (2) S.Lecume, J. Aviles, L.Donnio, A. Freche, C. Spyckerelle: (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) Frédéric Peugeot and Duncan Watt: (2004): RS-RDX Technical Meeting Report, NIMIC L-103, February.
- (8) Ruth Doherty and Duncan Watt (2004): Insensitive Munitions - Coming of Age, 35th International Annual Conference of ICT, Karlsruhe, Tyskland, 29 June -2 July.
- (9) 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.
- (10) C. Spyckerelle, A. Freche, G. Eck and C. Boutry (2004): Ageing of I-RDX[®] and Compositions Based on I-RDX[®], 35th 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) Nevstad Gunnar Ove (2004): Aldringsstudier-III, PBXN-109 med RS-RDX aldret i 6 mnd ved 60°C, FFI/RAPPORT-2004/04286, Ugradert.

- (14) Nevstad Gunnar Ove (2005): Aldringsstudier-IV, PBXN-109 med RS-RDX aldret i 12 mnd ved 60°C, FFI/RAPPORT-2005/03753.
- (15) Komanschek (2003): Test Procedure Accelerated Ageing Test NNW (New NSM Warhead), TP-NNW-002644-06, Issue, 10 June.
- (16) Nevstad Gunnar Ove (2005): Aldringsstudier av PBXN-109 med RS-RDX Ch. 719/03 v.78, I, FFI/RAPPORT-2005/02584, Ugradert.
- (17) Nevstad Gunnar Ove (2006):Egenskaper til PBXN-109 aldret i 6 mnd ved 60°C – PBXN-109 med RS-RDX Ch. 719/03 v.78 krystaller, FFI/RAPPORT-2006/00936, Ugradert.
- (18) North Atlantic Council (2002): STANAG 4488 PSC (Edition 1), "Explosive, Shock Sensitivity Tests" NATO/PfP, Unclassified Document NSA/0883-PPS/4488, 12 September.
- (19) 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.
- (20) 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.