

FFI RAPPORT

PBXN-110 STUDIER

NEVSTAD Gunnar Ove

FFI/RAPPORT-2006/00937

PBXN-110 STUDIER

NEVSTAD Gunnar Ove

FFI/RAPPORT-2006/00937

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

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-2006/00937	2) SECURITY CLASSIFICATION UNCLASSIFIED	3) NUMBER OF PAGES 53
1a) PROJECT REFERENCE FFI-V/339301/130	2a) DECLASSIFICATION/DOWNGRADING SCHEDULE -	
4) TITLE PBXN-110 STUDIER PBXN-110 Studies		
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:		
a) <u>HMX</u>	IN NORWEGIAN:	
b) <u>PBXN-110</u>	a) <u>HMX</u>	
c) <u>Viscosity</u>	b) <u>PBXN-110</u>	
d) <u>Shock Sensitivity</u>	c) <u>Viskositet</u>	
e) <u>Mechanical Properties</u>	d) <u>Sjokkfølsomhet</u>	
	e) <u>Mekaniske egenskaper</u>	
THESAURUS REFERENCE:		
8) ABSTRACT <p>The PBXN-110 composition has been used to test the quality of HMX crystals. PBXN-110 is a cast cure PBX containing an inert binder system and HMX. A ratio of 3:7 between HMX class 2 and class 3 and a filler content of 87.2wt% has been used to study the process ability, shock sensitivity, Shore A hardness and mechanical properties. Two combinations of crystals were used for production of test units.</p> <p>The tested crystals resulted in one mix with moderate and one poor viscosity. The cured material of the mix with moderate viscosity had average density of 1.66 g/cm³. The shock sensitivity was determined by use of Intermediate Scale Gap test. 50% probability of a detonation was obtained with a limit between go/no go of 38±1 kbar. Giving a shock sensitivity slightly better than for PBXN-110 with standard HMX.</p> <p>All mixes had Shore A_{15s} hardness well above the requirement of 20. Three of four tested mixes with moderate viscosity had mechanical properties better than the requirement. For one mix with Shore A_{15s} hardness higher than 34 the strain at max stress were lower than the requirement of 9%.</p>		
9) DATE 2006-03-21	AUTHORIZED BY This page only B Haugstad	POSITION Director of Research

ISBN 82-464-1028-8

UNCLASSIFIED

SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE
 (when data entered)

INNHOOLD

	Side	
1	INNLEDNING	7
2	EKSPERIMENTELT	8
2.1	HMX krystaller	8
2.2	Andre råvarer	8
2.3	Sammensetning	8
2.4	Viskositetsmålinger	8
2.5	Mekaniske egenskaper og hardhet	8
2.6	Intermediate Scale Gap test	9
2.7	Tetthet	9
3	RESULTATER	10
3.1	Viskositetsresultater	10
3.2	Tetthet	12
3.3	GAP test	13
3.3.1	PBXN-110 med F-HMX sats 108/05 og sats 388/05	13
3.3.2	PBXN-110 med F-HMX sats118/05 og sats 390/05	19
3.4	Mekaniske egenskaper	22
3.4.1	Shore A _{15s} hardhet	22
3.4.2	Mekaniske egenskaper	24
3.4.2.1	Blanding RSA	24
3.4.2.2	Blanding RSB	26
3.4.2.3	Blanding RSC	28
3.4.2.4	Blanding RSD	29
3.4.2.5	Blanding RSE	30
3.4.2.6	Blanding RSF	32
3.4.3	Sammenheng mekaniske egenskaper - hardhet	34
4	SAMMENDRAG	34
APPENDIKS		
A	KONTROLLRAPPORTER	36
A.1	HMX krystaller	36
A.1.1	F-HMX klasse 3 sats 108/05	36
A.1.2	F-HMX klasse 3 sats 118/05	37
A.1.3	F-HMX klasse 2 sats 388/05	38
A.1.4	F-HMX klasse 2 sats 390/05	39
A.2	Overdragersprengstoff	40
B	MIKSEORDRER OG MIKSESKJEMAER	41

B.1	PBXN-110 med sats 118/05 og 390/05	41
B.2	PBXN-110 med F-HMX sats 108/05 og sats 388/05	45
C	VISKOSITETSRESULTATER	49
	Litteratur	53

PBXN-110 STUDIER

1 INNLEDNING

PBXN-110 er en HMX basert komposisjon av typen støpherdbar. Komposisjonen er utviklet og kvalifisert i USA og har eksistert noen år (1). PBXN-110 inneholder inert bindemiddel og mykner, men et høyt innhold av HMX gir den en relativ høy tetthet og dermed høy detonasjonshastighet. Imidlertid vil PBXN-110 ha lavere detonasjonshastighet enn pressbare HMX-komposisjoner og støpherdbare komposisjoner med energirikt mykningsmiddel og/eller bindemiddel. AOP-26 (2) gir egenskaper og sammensetning for andre kvalifiserte støpherdbare komposisjoner; Fransk Octorane 86A og 86B ((HMX/Polyurethan)(86/14)), UK EDC 32 (85/15) og KS 32 (85/14/1) (HMX/HTPB/DOA) er alle komposisjoner som er kvalifisert og nær beslekta med PBXN-110 i ytelse. For Tyskland er det i (2) gitt en HMX støpherdbar komposisjon med 90 vekt % HMX produsert ut fra spesifikasjon H 8231. Normalt vil man ved 90 vekt % HMX eller mer være tvungen til å presse fyllingene for å oppnå tilfredsstillende tetthet og kvalitet på sprengstoffyllingen.

For mindre stridshoder som krever høy ytelse er pressbare komposisjoner med et HMX innhold fra 90-98 vekt % et bedre alternativ til fylling enn en støpherdbar. Spesielt er kravet til detonasjonshastighet og trykk viktig for å oppnå god virkning for stridshoder med retta virkning. Imidlertid inneholder kravene til et stridshode, eller for den del et våpen mer enn krav om en gitt ytelse. Et krav mange nasjoner i dag stiller til nye våpen er at de skal tilfredsstillende kravene til IM gitt i STANAG 4439 (3). Et krav som normalt lettest kan tilfredsstillende for sprengstoffyllingen ved bruk av støp-herdbare komposisjoner som PBXN-110. En viktig og kritisk egenskap for sprengstoffyllinger er sjokkfølsomheten, som i en test som sympatetisk detonasjon er avgjørende for å oppnå et tilfredsstillende resultat. Sjokkfølsomheten til en komposisjon er normalt avhengig av fyllstoffinnhold, men også type bindemiddel er avgjørende. Med hensyn til faststoff har partikkelfordeling og størrelse betydelig effekt på sjokkfølsomheten (4).

De senere år har det kommet på markedet nitraminer med forbedret krystaller som når de anvendes i PBXer gir betydelig endring i sjokkfølsomhetsegenskapene. Ved valg av riktige RDX krystallkvalitet kan sjokkegenskapene til en komposisjon som PBXN-109 forbedres med en faktor på 2-3. For HMX baserte komposisjoner er det i dag ikke oppnådd de samme forbedringene av sjokkegenskaper som resultat av endret kvalitet på inngående HMX krystallene. Imidlertid er det rapportert om forbedringer med en reduksjon på 40 % i sjokkfølsomheten for PBXN-110 (5). Gevinsten i forbedret sjokkfølsomhet ved overgang til en bedre HMX krystallkvalitet kan enten tas direkte ut ved å beholde en komposisjons sammensetning eller for en komposisjon som PBXN-110 ved å øke fyllstoffinnholdet og dermed virkning uten at sjokkfølsomheten øker.

I denne rapporten har vi benyttet ukjente kvaliteter av HMX i fremstilling av PBXN-110. En av egenskapene som har vært testet er sjokkfølsomhet ved bruk av Intermediate Scale Gap test. I tillegg har hardhet og mekaniske egenskaper vært bestemt for å se at benyttet herdetid gir et produkt som tilfredsstiller kravet til mekaniske egenskaper (1).

2 EKSPERIMENTELT

2.1 HMX krystaller

Benyttet HMX-krystaller er levert av Dyno Nobel ASA som vannfuktet kvalitet. To forskjellige satser av klasse 2 og 2 forskjellige satser av klasse 3 har vært benyttet i fremstillingen av PBXN-110. Alle krystallene ble før bruk tørket ved 60°C til det ble oppnådd konstant vekt. I appendiks A.1 er gitt kontrollrapporter for alle benyttet satser av krystaller.

2.2 Andre råvarer

Benyttet bindemiddelet HTPB samt herder IPDI er levert av Nammo Raufoss AS. Mykner IDP (Isodecyl pelargonate) og Lecithin er levert av Dyno Nobel ASA. Øvrige kjemikalier er anskaffet fra Fluka.

2.3 Sammensetning

Spesifikasjonen for PBXN-110 gir krav til sammensetning i tillegg til alternativer for valg av herder og katalysator kombinasjoner (1). Vi har valgt å fremstille komposisjonen som er definert som type II hvor IPDI (Isophorone diisocyanate) er benyttet som herder og DBTDL (Dibutyltin dilaurate) som katalysator. Med hensyn på HMX innhold har vi holdt fast på 87.2 vektprosent med en 3:7 fordeling mellom klasse 2 og klasse 3. Dette valget ble tatt for bedre kunne sammenligne resultatene med tidligere fremstilt og testet blandinger av PBXN-110 (6,7). Benyttet sammensetning samt fremstillingsprosedyre er for samtlige blandinger gitt i appendiks B. Temperatur ved avslutning av blanding var 50°C. Herding ble imidlertid gjennomført ved 60°C.

2.4 Viskositetsmålinger

Viskositeten ble målt ved en temperatur på 50°C ved bruk av et Brookfield viskosimeter. Alle målingene ble gjennomført med en T-D spindel og variabel høyderegulator. Vandring i vertikalretning 20-25 mm. Under målingene var prøvene oppbevart i en dobbelvegget beholder hvor vann sirkulerte for å holde massen på konstant temperatur under målingene. Resultatene fra viskositetsmålingene er gitt i 3.1 og appendiks C gir alle enkelt målinger.

2.5 Mekaniske egenskaper og hardhet

Mekaniske egenskaper ble bestemt ved strekking på en MTS, High Rate Test System, strekkmaskin av dog bones stanset ut av skiver med tykkelse 11-13 mm som var skåret ut av

større blokker. Alle dimensjoner for benyttet prøver er gitt i 3.4.2. Strekkingen ble gjennomført ved romtemperatur og med en hastighet på 50 mm/min..

Shore A hardhet ble målt med "Shore A Härtpuffer DIN 53505 ISO R 868 Type BS 61, Serien Nr.;16705/97 fra BAREISS" etter 15 sekunder på endene av dog bones legemer og skiver av samme tykkelse 11-13 mm. Resultatene er gitt i 3.4.1.

2.6 Intermediate Scale Gap test

Sjokkfølsomheten ble bestemt ved bruk av "Intermediate Scale Gap test" og ble gjennomført i henhold til prosedyren beskrevet i STANAG 4488 (9) med unntak av tykkelsen på korte. Våre kort har en tykkelse på 0.25 mm, mens i (9) er tykkelsen spesifisert til $0.19+0.02/-0.01$ mm. Andre detaljer rundt gjennomføringen av testen er beskrevet i referanse 8. Til overdragere ble det benyttet en RDX/voks/grafitt (95/5) komposisjon levert av Dyno Nobel. Kontrollrapport for overdragersprengstoff er gitt i appendiks A.2. Pressing ble foretatt med et trykk på 10 tonn og en holdetid på 30 sekunder. Sjokktrykk som funksjon av barrieretykkelse for denne type overdragere er gitt i (9).

2.7 Tetthet

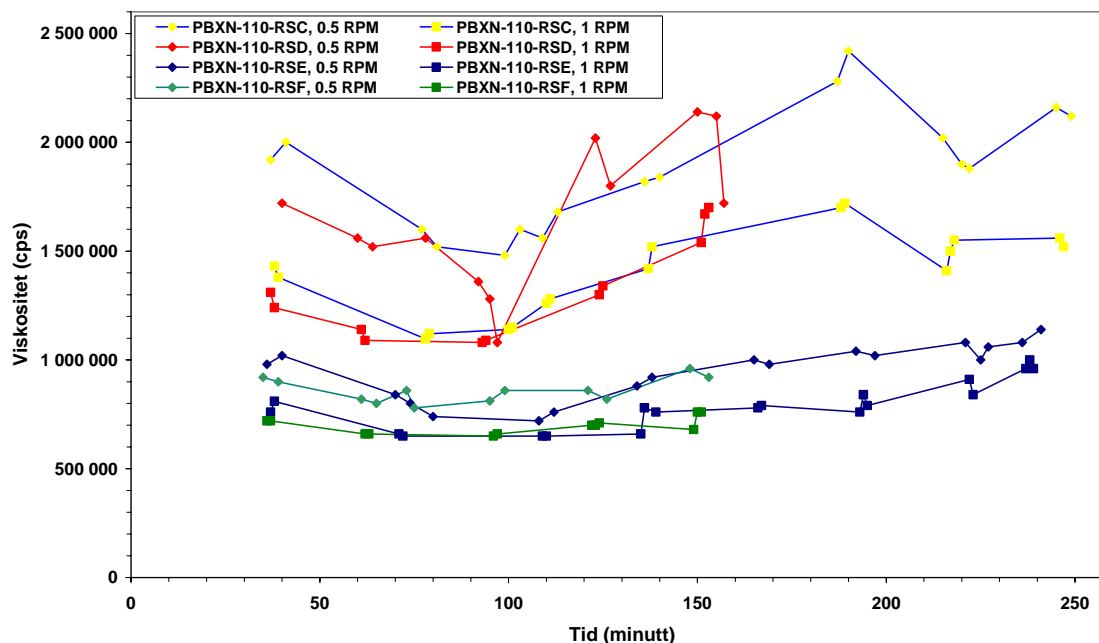
Tetthet for herdet komposisjon ble målt ved veiing og måling av volum til fyllingene i Gaptestrør. Resultatet fra disse målingene er gitt i 3.2.

3 RESULTATER

3.1 Viskositetsresultater

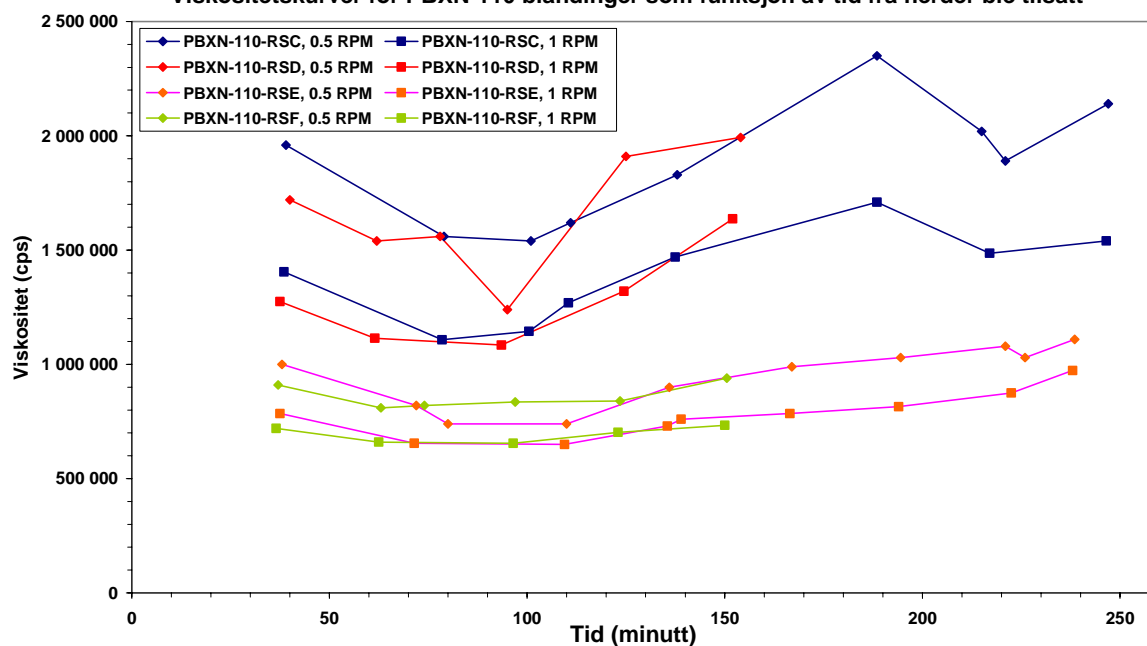
Det ble gjennomført 4 blandinger hvor av to og to inneholdt de samme krystallene. Blandingene RSC og RSD inneholdt 61.04 vekt % klasse 3 F-HMX sats 118/05 og 26.16 vekt % klasse 2

Viskositetskurver for PBXN-110 blandinger som funksjon av tid fra herder ble tilsatt



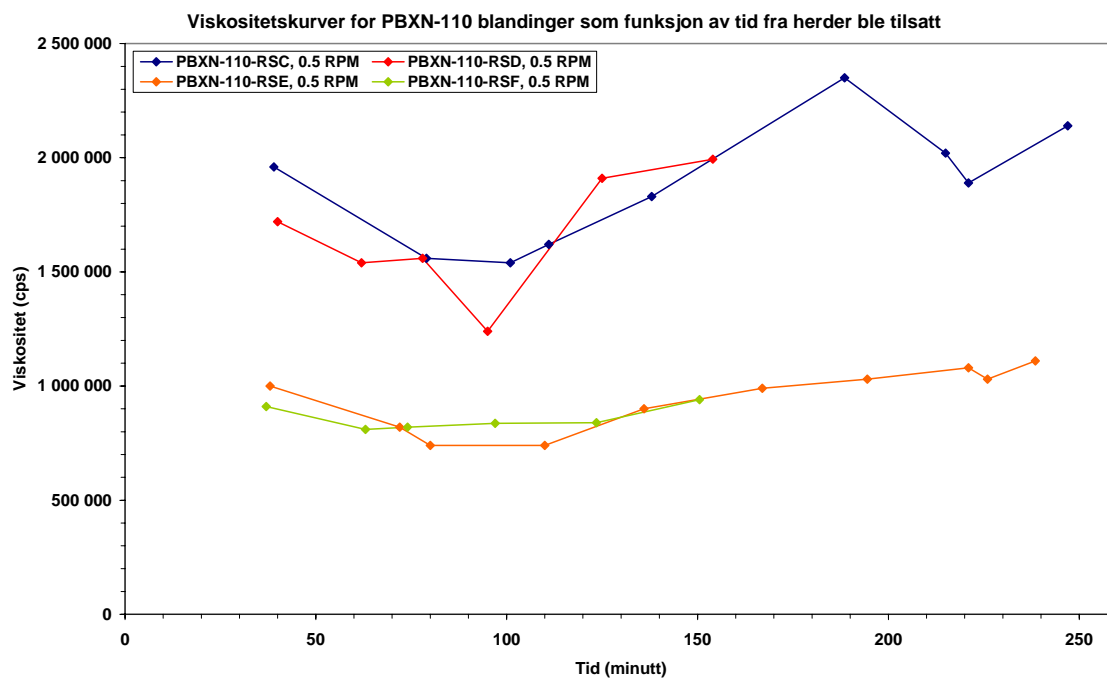
Figur 3.1 Viskositetskurver inneholdende alle målinger for samtlige blandinger av PBXN-110 ved 50°C for spindelhastighet 0.5 og 1 rpm.

Viskositetskurver for PBXN-110 blandinger som funksjon av tid fra herder ble tilsatt

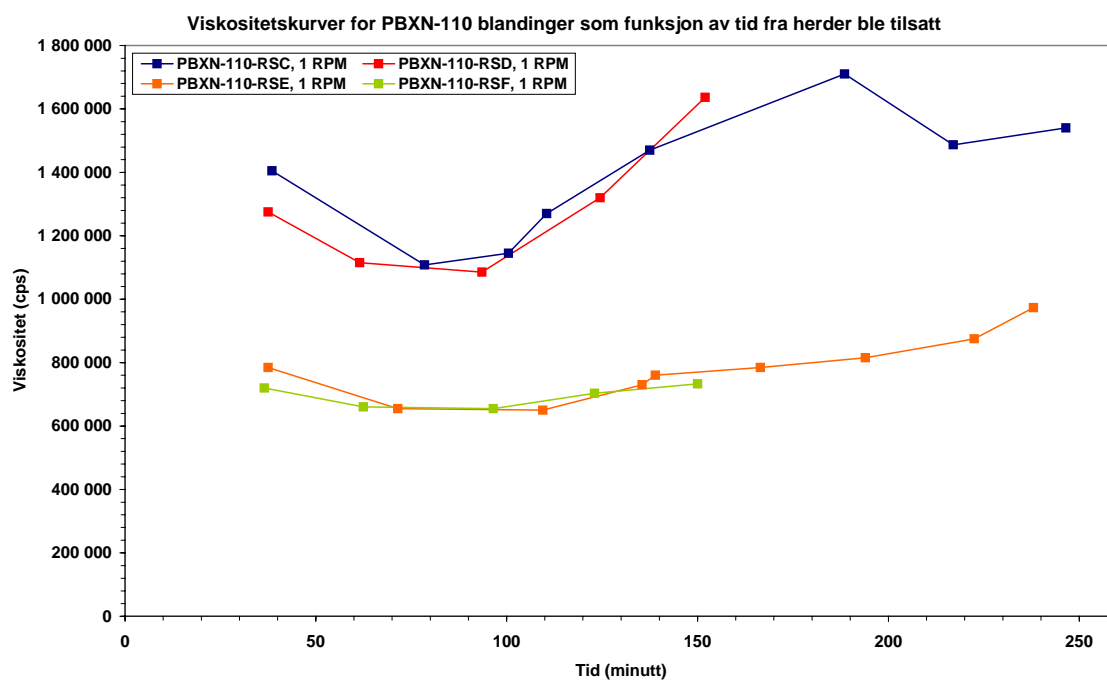


Figur 3.2 Midlet viskositetskurver for samtlige blandinger av PBXN-110 ved 50°C for spindelhastighet 0.5 og 1 rpm.

F-HMX sats 390/05. Figur 3.1 viser samtlige viskositetsmålinger ved to spindelhastigheter 0.5 og 1.0 rpm. Resultatet er en relativt høy viskositet, høyere enn hva vi har oppnådd med et fyllstoffinnhold på 87.2 vekt % for tidligere testet blandinger. RSC og RSD blandingerne var støpbare, men støpingen var problematisk ettersom flyten var dårlig. De to neste blandingerne RSE og RSF inneholdt 61.04 vekt % klasse 3 F-HMX sats 108/05 og 26.16 vekt % klasse 2



Figur 3.3 Midlet viskositetskurver målt ved 50°C med T-D spindel og 0.5 rpm for PBXN-110 blandinger.



Figur 3.4 Midlet viskositetskurver målt ved 50°C med T-D spindel og 1.0 rpm for PBXN-110 blandinger.

sats F-HMX 388/05. Disse to blandingene hadde som man vil se av figur 3.1/3.2 lavere viskositet enn blandingene RSC/RSD, men selv om de hadde noe høyere viskositet enn tidligere fremstilte blandinger var de relativt lett støpbare. Fra figuren 3.3 og 3.4 ser man at viskositeten er om lag den halve for RSE/RSF blandingene sammenlignet med RSC/RSD blandingene.

3.2 Tetthet

Samtlige Gaptestrør ble før bruk målt med hensyn på indre diameter og lengde for beregning av volum. Rørene ble dessuten veid før og etter de var fylt med PBXN-110 masse fra de ulike blandinger. Resultatet med hensyn på tetthet for fyllingene med de ulike blandingene er gitt i tabell 3.1. Teoretisk tetthet for PBXN-110 inneholdende 87.2 vekt % HMX ble i (6) beregnet til $\rho=1.666 \text{ g/cm}^3$.

Rør nr	Vekt (g)	Indre diameter topp(cm)	Indre diameter bunn(cm)	Høyde (cm)	Volum (cm ³)	PBXN-110 Blanding Nr.	Vekt rør +Sprengstoff (g)	Nettovekt Sprengstoff (g)	Tetthet (g/cm ³)
1	888.50	3.950	3.962	19.989	245.69	RSC	1275.08	386.58	1.573
2	888.95	3.954	3.953	19.975	245.21	RSC	1277.97	389.02	1.586
3	914.93	3.958	3.956	19.972	245.61	RSC	1307.39	392.46	1.598
4	900.97	3.947	3.946	19.939	243.90	RSC	1283.02	382.15	1.567
5	877.46	3.964	3.956	19.984	246.13	RSC	1269.02	391.56	1.591
6	886.84	3.940	3.939	19.952	243.20	RSD	1245.47	358.63	1.475
7	933.04	3.920	3.918	19.948	240.62	RSD	1281.09	348.05	1.446
8	889.55	3.959	3.953	19.989	245.69	RSD	1247.56	358.01	1.457
9	904.21	3.959	3.964	19.993	246.43	RSD	1265.47	361.26	1.466
10	863.28	3.994	3.998	19.963	250.36	RSD	1226.61	363.33	1.451
11	920.88	3.934	3.939	19.989	243.28	RSE	1324.39	403.51	1.659
12	859.60	3.987	3.990	19.972	249.53	RSE	1272.70	413.10	1.656
13	853.00	3.997	4.001	19.976	250.90	RSE	1269.40	416.40	1.660
14	857.71	3.994	3.996	19.969	250.31	RSE	1271.73	414.02	1.654
15	852.04	3.990	4.011	20.019	251.63	RSE	1267.67	415.63	1.652
16	924.84	3.949	3.939	20.005	244.40	RSF	1331.05	406.21	1.662
17	856.58	4.015	3.987	19.986	251.28	RSF	1271.29	414.71	1.650
18	853.60	3.992	3.998	19.972	250.35*	RSF	1267.04	413.44	1.651
19	847.53	4.005	3.998	19.985	251.33	RSF	1266.06	418.53	1.665
20	912.78	3.943	3.953	19.989	244.70	RSF	1319.29	406.51	1.661

*Manglet noe i bunn, reell tetthet noe høyere enn beregnet.

Tabell 3.1 Data for Gaptest rør med og uten fylling.

Eksperimentelt oppnådd gjennomsnittlig tetthet på PBXN-110 fyllingene for rørene med masse fra blandingene RSE ($\rho=1.656 \text{ g/cm}^3$ eller 99.4 % TMD) og RSF ($\rho=1.658 \text{ g/cm}^3$ eller 99.5 % TMD) er god. For rør med masse fra blandingene RSC ($\rho=1.583 \text{ g/cm}^3$ eller 95.0 % TMD) og RSD ($\rho=1.459 \text{ g/cm}^3$ eller 87.6 % TMD) er den gjennomsnittlige tettheten på fyllingene heller dårlig.

3.3 GAP test

3.3.1 PBXN-110 med F-HMX sats 108/05 og sats 388/05

Rørene med F-HMX sats 108/05 og sats 388/05 krystaller dvs. blandingene RSE og RSF hadde tilfredsstillende tetthet på sprengstoffyllingen og ble derfor alle testet i Intermediate Scale Gap test. Vitneplater og eventuelle rester fra skuddene er for samtlige testede rør gitt i figur 3.5 til 3.14.



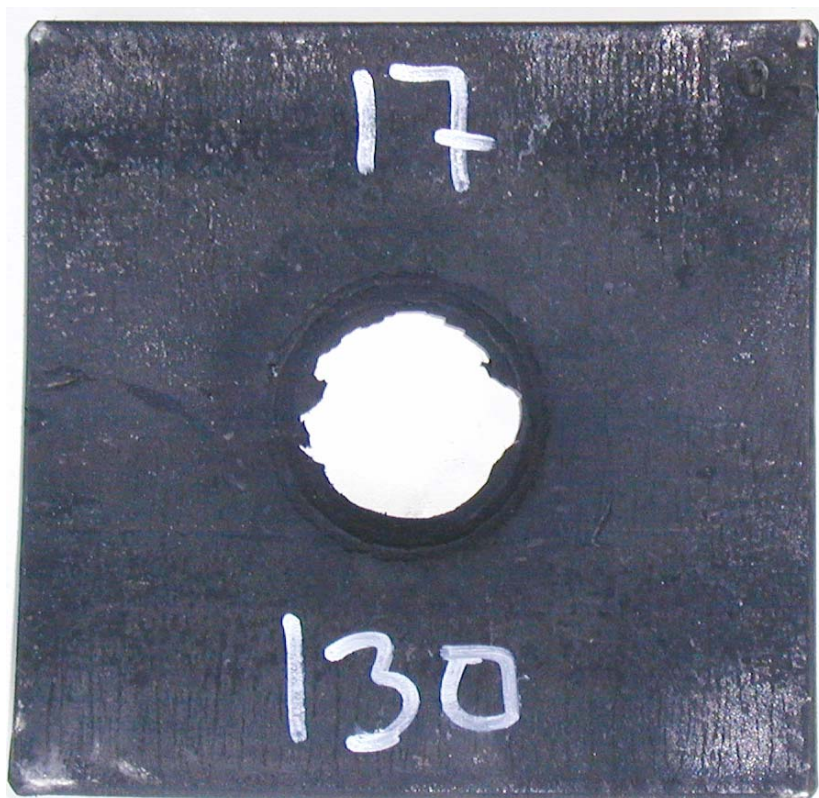
Figur 3.5 Skudd 1, rør 20 med PBXN-110 RSF blanding, 110 kort, omsatt.



Figur 3.6 Skudd 2, rør 19 med PBXN-110 med RSF blanding, 110 kort, omsatt.



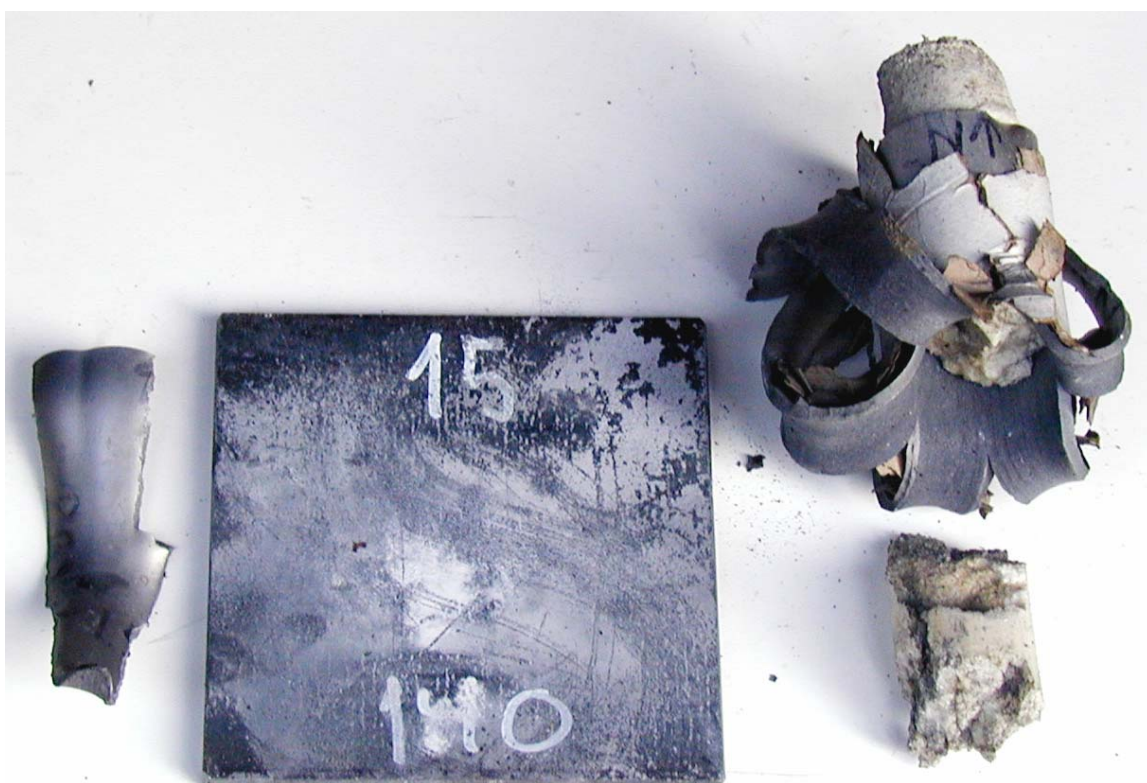
Figur 3.7 Skudd 3, rør 18 med PBXN-110 RSF blanding, 120 kort, omsatt.



Figur 3.8 Skudd 4, rør 17 med PBXN-110 RSF blanding, 130 kort, omsatt.



Figur 3.9 Skudd 5, rør 16 med PBXN-110 RSF blanding, 140 kort, ikke omsatt.



Figur 3.10 Skudd 6, rør 15 med PBXN-110 med RSE blanding, 140 kort, ikke omsatt.



Figur 3.11 Skudd 7, rør 14 med PBXN-110 med RSE blanding, 140 kort, ikke omsatt.



Figur 3.12 Skudd 8, rør 13 med PBXN-110 med RSE blanding, 135 kort, ikke omsatt.



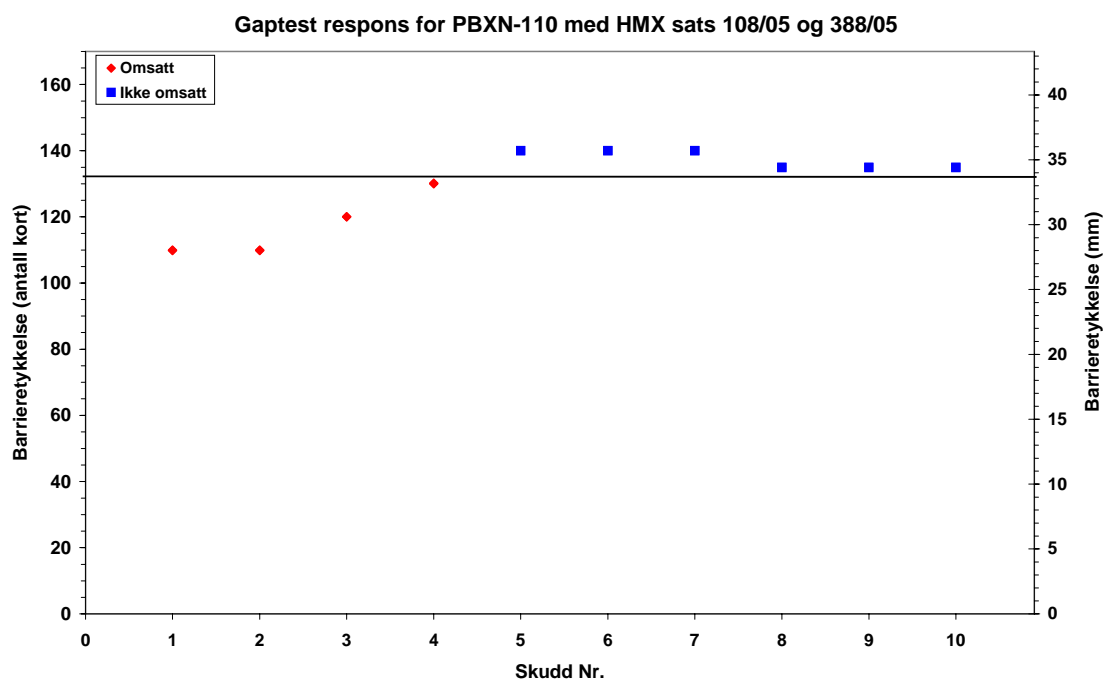
Figur 3.13 Skudd 9, rør 12 med PBXN-110 RSE blanding, 135 kort, ikke omsatt.



Figur 3.14 Skudd 10, rør 11 med PBXN-110 RSE blanding, 135 kort, ikke omsatt.

Skudd Nr.	Rør Nr.	Antall kort	Barrieretykkelse (mm)	Reaksjon
1	20	110	28.0	Omsatt
2	19	110	28.0	Omsatt
3	18	120	30.6	Omsatt
4	17	130	33.2	Omsatt
5	16	140	35.7	Ikke omsatt
6	15	140	35.7	Ikke omsatt
7	14	140	35.7	Ikke omsatt
8	13	135	34.4	Ikke omsatt
9	12	135	34.4	Ikke omsatt
10	11	135	34.4	Ikke omsatt

Tabell 3.2 Resultater i Intermediate Scale Gap test for PBXN-110 med F-HMX fra sats 108/05 og sats 388/05.



Figur 3.15 Plott av respons i Intermediate Scale Gap test for PBXN-110 med F-HMX sats 108/05 og 388/05 som funksjon av barrieretykkelsen.

Tabell 3.2 viser et sammendrag av resultatene for hele PBXN-110 serien med F-HMX krystaller fra sats 108/05 og sats 388/05. Serien ble startet med en barrieretykkelse på 110 kort som gikk til full detonasjon. Antall kort ble så gradvis økt med 10 stykker inntil vi ikke fikk omsetning. Dette inntraff ved 140 kort og for å forsikre oss om at en barrieretykkelse på 140 kort var en sikker avstand ble ytterligere to skudd testet ved denne barrieretykkelse før avstanden igjen ble redusert til 135 kort. Ingen av skuddene med en barrieretykkelse på 135 kort ga omsetning. For barrieretykkelsen på 135 kort er om lag halve sprengstoffmengden tilbake ureagert. 50 % punktet for sikker omsetning ligger sannsynligvis ned mot en barrieretykkelse på 130 kort eller 33.2 mm. I trykk tilsvarer dette 38.6 kbar og er noe høyere enn hva vi har oppnådd tidligere

(6,7) for PBXN-110 med standard HMX krystaller hvor 2 av 3 skudd med barrieretykkelse på 135 kort gikk til full omsetning. Andre kilder operer med en sjokkfølsomhet for PBXN-110 fra 27 kbar (10) til 34 kbar (2).

3.3.2 PBXN-110 med F-HMX sats118/05 og sats 390/05

Av F-HMX krystallene fra sats 118/05 og sats 390/05 ble det fremstilt to blandinger PBXN-110 RSC og RSD. Begge blandingenene hadde relativt høy viskositet og var vanskelig å støpe. RSD som hadde lavest viskositet ga imidlertid dårligst kvalitet på støpen med en meget lav tetthet. Under herding var det en form for esing av fyllingen. Grunnet den lave tettheten ble ingen av rørene med RSD blanding testet i Gaptest. Rørene med RSC blanding hadde også moderat tetthet men i motsetning til rørene med fylling fra RSD blandingen ble disse skutt. Resultatene i form av vitneplater og rester av rør/sprengstoff for de 5 skuddene er gitt i figur 3.16 til 3.20.

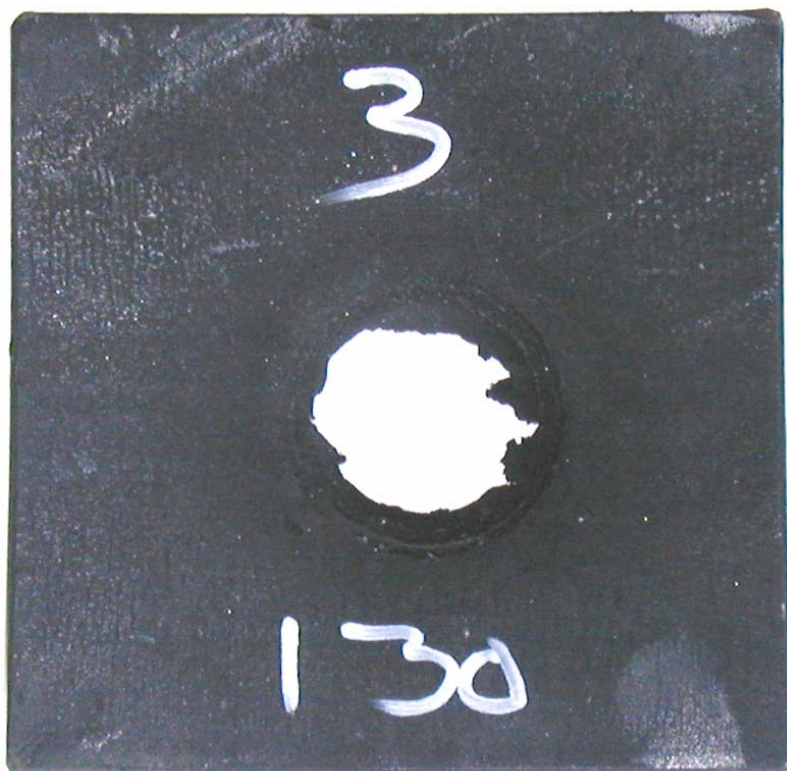


Figur 3.16 Skudd 11, rør 1 med PBXN-110 RSC blanding, 140 kort, ikke omsatt.

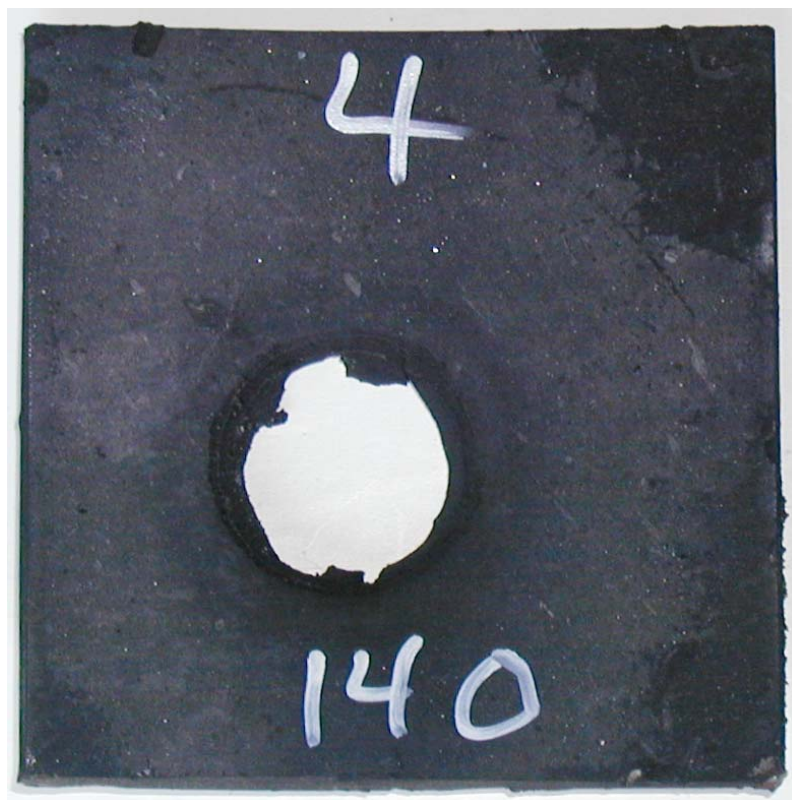
Det første skuddet ble gjennomført med en barrieretykkelse på 140 kort. Reaksjonen var en ikke omsetning. Rør 2 ble så testet med en barrieretykkelse på 135 kort og skudd 3 med 130 kort. Begge skuddene ga full omsetning. De to resterende rørene 4 og 5 ble skutt med en barrieretykkelse på henholdsvis 140 og 145 kort. Rør 4 med barrieretykkelse 140 kort gikk denne gang til full omsetning, mens rør 5 med en barrieretykkelse på 145 kort ikke ble omsatt. Generelt er dette resultatet i samsvar med tidligere testresultater for PBXN-110 og også som forventet ut fra resultatet for rørene 11-20 testet i 3.3.1. Den noe lave tettheten for RSC fyllingene forventes å gi noe høyere sjokkfølsomhet enn fyllinger som har nærmest TMD.



Figur 3.17 Skudd 12, rør 2 med PBXN-110 RSC blanding, 135 kort, omsatt.



Figur 3.18 Skudd 13, rør 3 med PBXN-110 RSC blanding, 130 kort, omsatt.



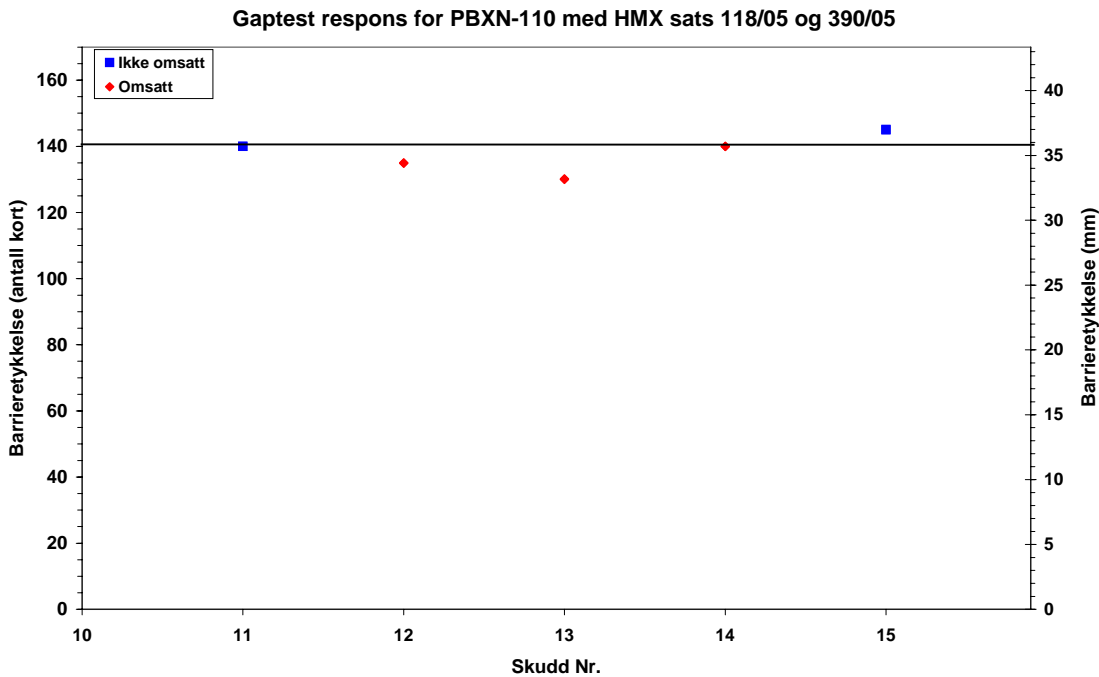
Figur 3.19 Sudd 14, rør 4 med PBXN-110 RSC blanding, 140 kort, omsatt.



Figur 3.20 Skudd 15, rør 5 med PBXN-110 RSC blanding, 145 kort, ikke omsatt.

Skudd Nr.	Rør Nr.	Antall kort	Barrieretykkelse (mm)	Reaksjon
11	1	140	35.7	Ikke omsatt
12	2	135	34.4	Omsatt
13	3	130	33.2	Omsatt
14	4	140	35.7	Omsatt
15	5	145	37.0	Ikke omsatt

Tabell 3.3 Resultater i Intermediate Scale Gap test for PBXN-110 med F-HMX krystaller fra sats 118/05 og sats 390/05.



Figur 3.21 Plott av respons i Intermediate Scale Gap test for PBXN-110 med F-HMX krystaller fra sats 118/05 og 390/05 som funksjon av barrieretykkelsen.

3.4 Mekaniske egenskaper

3.4.1 Shore A_{15s} hardhet

Shore A er testet etter 15 sekund for prøver herdet til testing av mekaniske egenskaper samt herdet masse benyttet til måling av viskositetsegenskapene. Alle resultatene er gitt i tabellene 3.4 til 3.11. Kravet til Shore A_{15s} hardhet for PBXN-110 er gitt i (1) og er minimum 20.

Emne Nr.	Shore A_{15s} for PBXN-110 RSC Viskstøp					Gjennomsnitt
1	40.0	39.3	34.0	36.0	38.0	37.5
2	43.0	43.0	42.5	43.0	41.0	42.5
3	41.0	41.3	40.0	40.6	40.6	40.7
Gjennomsnitt						40.2

Tabell 3.4 Shore A_{15s} hardhet resultater fra massen benyttet til viskositetsmålinger for PBXN-110 RSC.

Emne Nr.	Shore A_{15s} for PBXN-110 RSC Mek-egenskaper				Gjennomsnitt
1	37.2	35.5	36.5	37.5	36.7
2	37.5	37.5	34.0	36.0	36.3
3	34.3	34.3	36.0	36.0	35.2
4	33.5	36.5	36.0	36.0	35.5
Gjennomsnitt					35.9

Tabell 3.5 Shore A_{15s} hardhet resultater målt på dog bones for PBXN-110 RSC.

Emne Nr.	Shore A_{15s} for PBXN-110 RSD Viskstøp				Gjennomsnitt
1	50.0	44.5	44.5	45.5	46.1
2	48.0	46.5	48.0	47.6	47.5
3	46.5	46.5	48.3	45.5	46.7
4	50.0	48.7	50.0	46.5	48.8
Gjennomsnitt					47.3

Tabell 3.6 Shore A_{15s} hardhet resultater fra massen benyttet til viskositetsmålinger for PBXN-110 RSD.

Emne Nr.	Shore A_{15s} for PBXN-110 RSD Mek-egenskaper				Gjennomsnitt
1	36.7	34.0	38.0	38.3	36.8
2	38.0	37.5	35.0	39.3	37.5
3	37.5	39.5	36.4	37.5	37.7
4	39.0	42.0	36.0	36.0	38.3
Gjennomsnitt					37.6

Tabell 3.7 Shore A_{15s} hardhet resultater målt på dog bones for PBXN-110 RSD.

Emne Nr.	Shore A_{15s} for PBXN-110 RSE Viskstøp					Gjennomsnitt
1	39.0	43.0	39.0	39.8	36.0	39.4
2	39.5	37.0	37.0	33.7	36.3	36.7
3	40.0	41.5	39.5	40.5	36.5	39.6
Gjennomsnitt						38.6

Tabell 3.8 Shore A_{15s} hardhet resultater fra massen benyttet til viskositetsmålinger for PBXN-110 RSE.

Emne Nr.	Shore A_{15s} for PBXN-110 RSE Mek-egenskaper				Gjennomsnitt
1	39.8	41.0	41.3	39.5	40.4
2	39.0	42.5	41.3	37.0	40.0
3	41.4	42.0	40.6	43.0	41.8
4	40.2	40.0	37.5	38.0	38.9
Gjennomsnitt					40.3

Tabell 3.9 Shore A_{15s} hardhet resultater målt på dog bones for PBXN-110 RSE.

Emne Nr.	Shore A _{15s} for PBXN-110 RSF Viskstøp				Gjennomsnitt
1	31.4	31.8	33.5	31.0	31.9
2	38.0	38.0	37.6	35.5	37.3
3	37.0	35.5	34.5	34.0	35.3
4	37.5	38.0	38.5	37.8	38.0
Gjennomsnitt					35.6

Tabell 3.10 Shore A_{15s} hardhet resultater fra massen benyttet til viskositetsmålinger for PBXN-110 RSF.

Emne Nr.	Shore A _{15s} for PBXN-110 RSF Mek-egenskaper				Gjennomsnitt
1	33.5	36.3	33.0	35.0	34.5
2	37.0	34.3	35.5	36.0	35.7
3	33.5	36.8	36.0	34.5	35.2
4	32.8	34.5	29.5	30.0	31.7
5	34.0	35.0	37.0	32.5	34.6
6	38.0	33.0	33.5	35.0	34.9
Gjennomsnitt					34.4

Tabell 3.11 Shore A_{15s} hardhet resultater målt på dog bones for PBXN-110 RSF.

Blanding Nr.	Type støp	Gjennomsnittlig Shore A _{15s}
PBXN-110 RSC	Viskstøp	40.2
	Mek-egenskaper	35.9
PBXN-110 RSD	Viskstøp	47.3
	Mek-egenskaper	37.6
PBXN-110 RSE	Viskstøp	38.6
	Mek-egenskaper	40.3
PBXN-110 RSF	Viskstøp	35.6
	Mek-egenskaper	34.4
Gjennomsnittlig Shore A_{15s}		38.7

Tabell 3.12 Oppsummering av hardhetsmålingene for PBXN-110 blandinger.

Alle både enkeltmålinger og gjennomsnittsverdier for Shore A_{15s} ligger høyt over kravet på 20. Derfor kan man med god samvittighet herde PBXN-110 i kortere tid uten at det vil medføre problemer med å oppnå kravet til hardhet. Herdetemperaturen kan også med fordel reduseres til 40-50°C som anbefalt i spesifikasjonen.

3.4.2 Mekaniske egenskaper

Dog bones fra 6 ulike blandinger inneholdende 3 varianter av krystall kombinasjoner har vært strekt. For to av blandningene RSA og RSB ble øvrige resultater rapportert i (7). Kravet til mekaniske egenskaper for PBXN-110 er gitt i spesifikasjonen for PBXN-110 (1), og for type II er kravet til maksimum Stress **0.138 MPa** med tilhørende Strain på **9 %**.

3.4.2.1 Blanding RSA

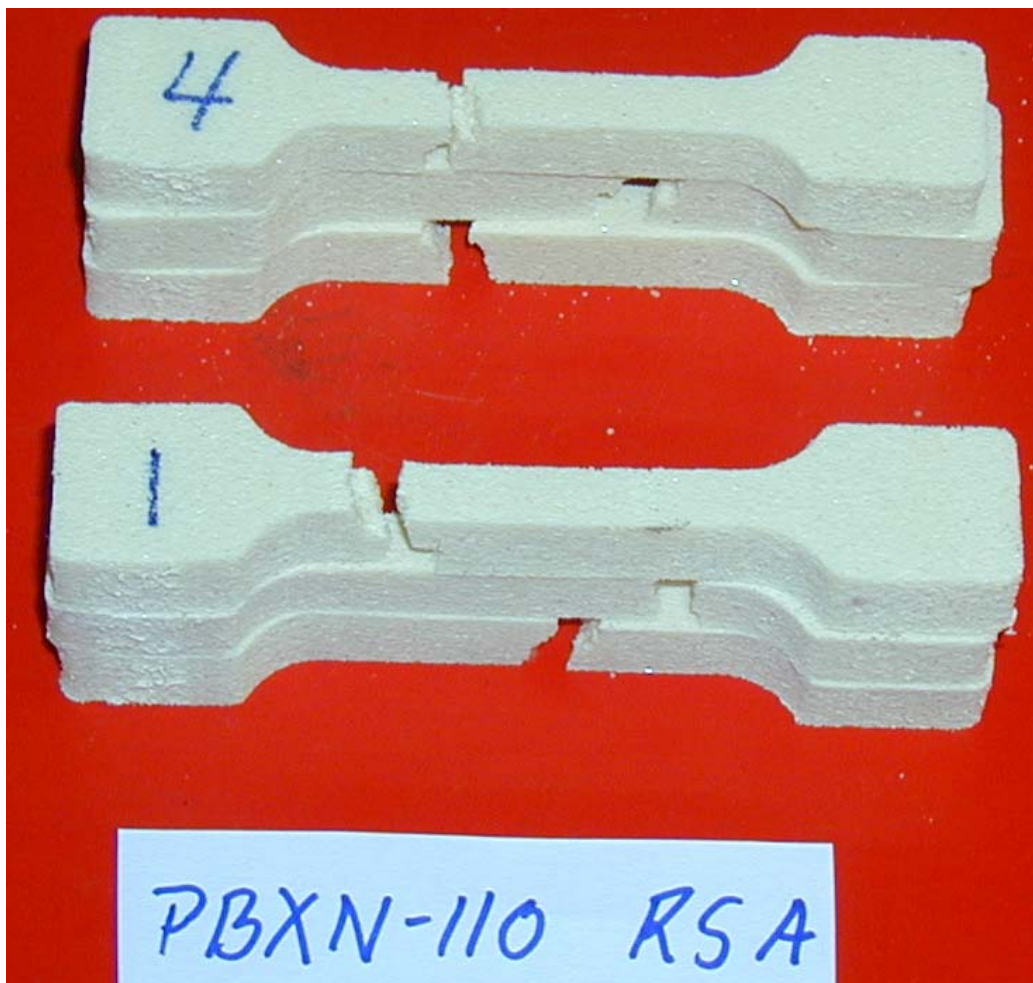
For blanding PBXN-110 RSA ble 6 dog bones stanset ut og etter bestemmelse av dimensjonene testet. Resultatene er summert i tabell 3.13, og viser at maks Stress er betydelig høyere enn

kravet mens forlengelsen i dette punktet i gjennomsnitt ligger 2.2% høyere enn kravet.

Emne Nr.	PBXN-110 RSA						
	Høyde (mm)	Tykkelse (mm)	Strekk hast. (mm/min)	Maks Stress (MPa)	Strain ved Maks Stress (%)	Stress ved brudd (MPa)	Strain ved brudd (%)
1	9.07	13.83	50	0.272	10.82	0.162	13.84
2	9.11	12.99	50	0.266	12.11	0.111	13.89
3	9.13	14.11	50	0.275	10.35	0.148	14.26
4	9.10	12.99	50	0.275	11.78	0.151	14.62
5	8.92	14.13	50	0.269	11.44	0.122	13.57
6	8.97	13.75	50	0.271	10.87	0.148	13.36
Gjennomsnitt				0.271	11.23	0.140	13.92

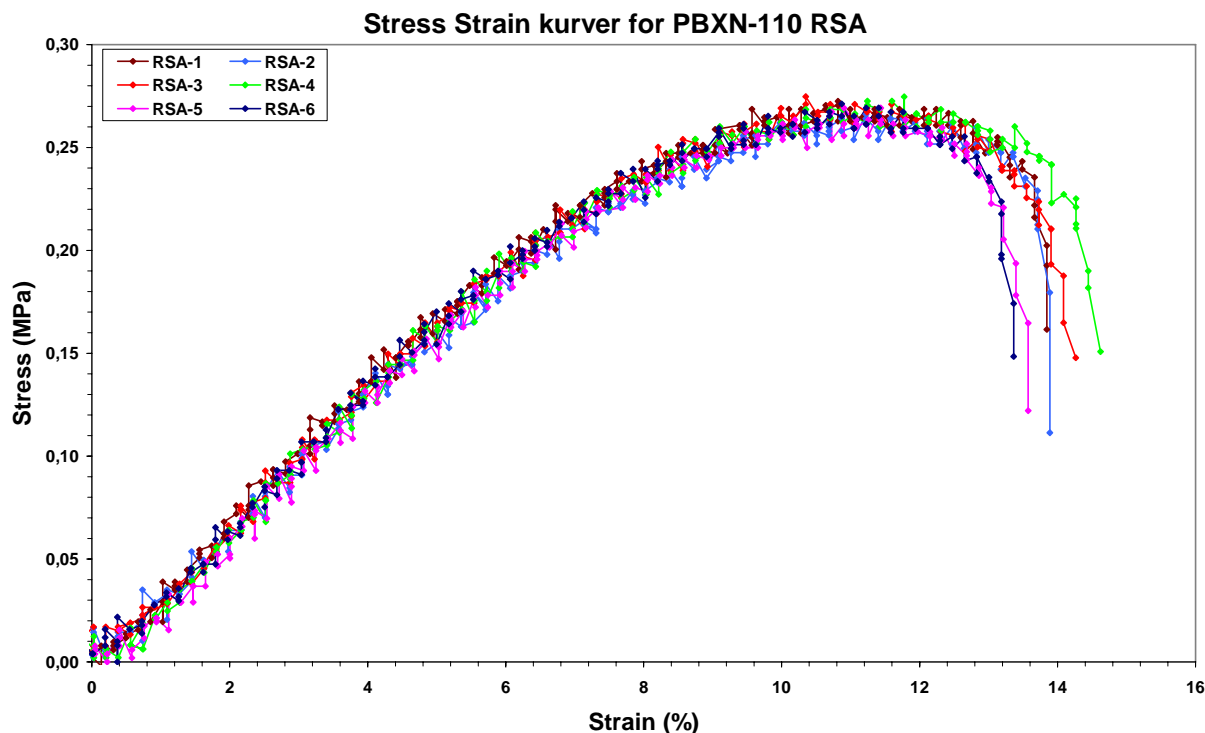
Tabell 3.13 Mekaniske egenskaper for PBXN-110 RSA

Figur 3.22 viser et bilde av benyttet dog bones etter at de er strakt til brudd. Bruddene skjer på forskjellige steder som indikerer at bruddet er tilfeldig.



Figur 3.22 Bilde av PBXN-110 RSA dog bones etter at de var strakt.

Stress-Strain kurvene er gitt i figur 3.23 og viser at der er moderat variasjon mellom parallellene med et lite unntak for forlengelsen ved brudd som variere noe.



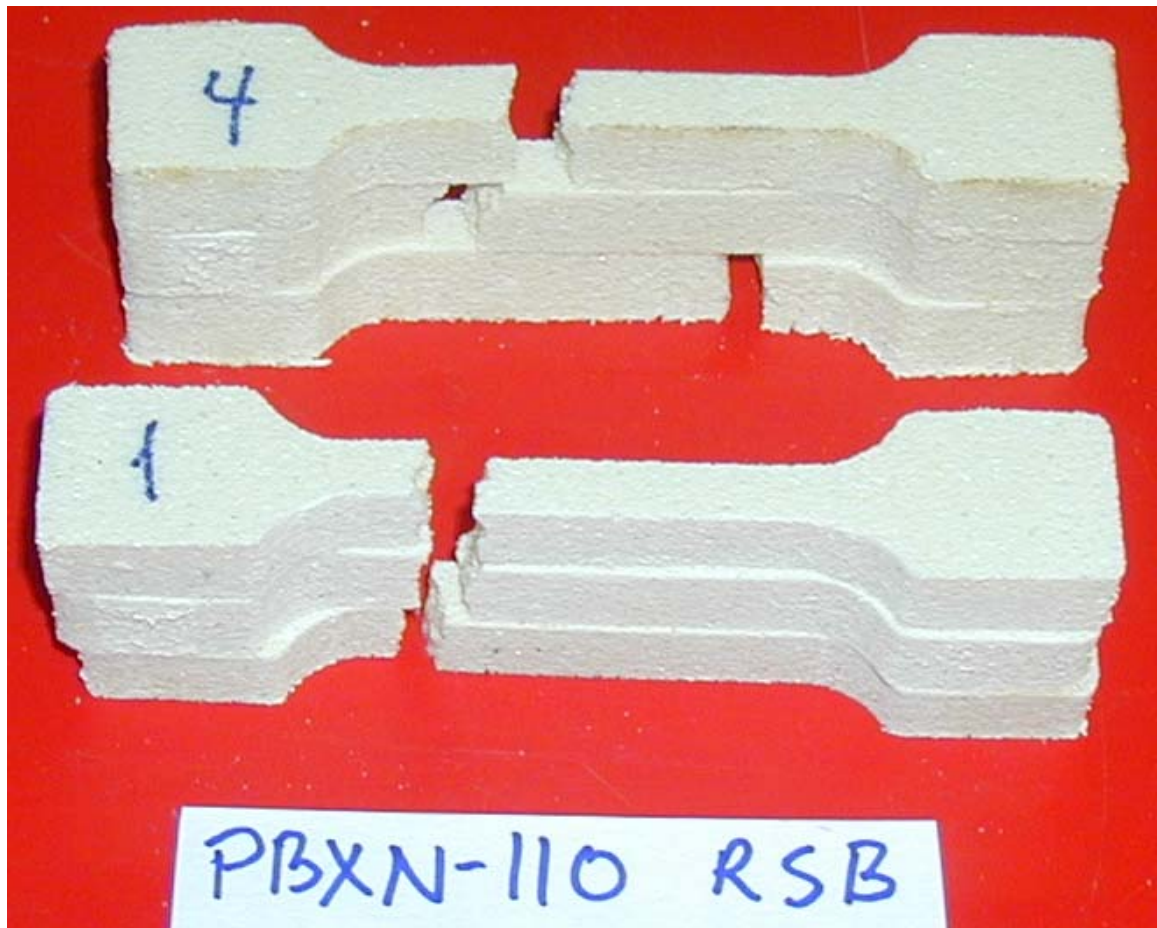
Figur 3.23 Stress-Strain kurver for PBXN-110 RSA dog bones.

3.4.2.2 Blanding RSB

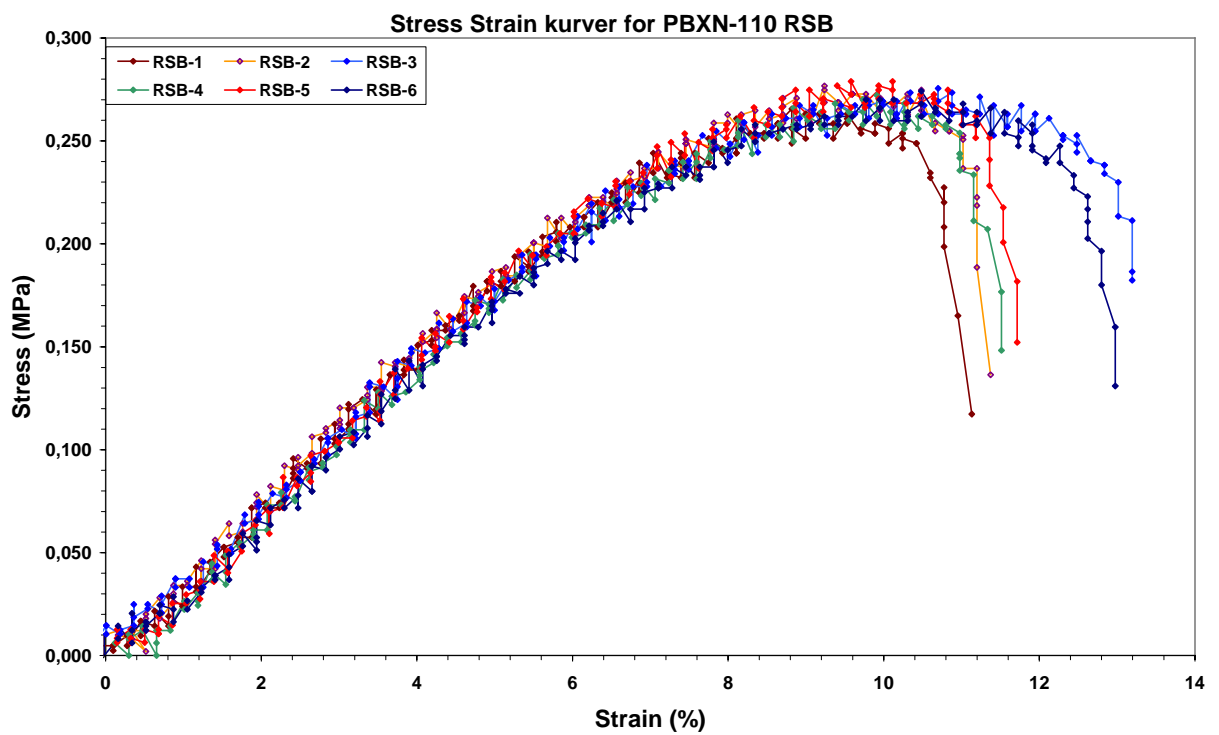
Stress-Strain resultatene for PBXN-110 RSB blandingen er gitt i tabell 3.14 og viser som for RSA blandingen en høy maks Stress med en tilhørende gjennomsnittlig forlengelse på 10%. Forlengelsen er i gjennomsnitt 1 % høyere enn kravet. Med hensyn på styrke er det meget liten forskjell mellom de ulike prøvene og dessuten ikke store avviket i forhold til RSA blandingen. Forlengelsen for RSB er noe lavere enn for RSA. Figur 3.24 viser strekte dog bones, mens figur 3.25 viser Stress-Strain kurver for strekte RSB dog bones.

Emne Nr.	PBXN-110 RSB						
	Høyde (mm)	Tykkelse (mm)	Strekk hast. (mm/min)	Maks Stress (MPa)	Strain ved Maks Stress (%)	Stress ved brudd (MPa)	Strain ved brudd (%)
1	7.99	12.77	50	0.266	8.82	0.117	11.13
2	9.03	13.48	50	0.277	9.24	0.136	11.37
3	9.08	12.98	50	0.276	10.70	0.182	13.19
4	8.89	12.52	50	0.272	9.91	0.148	11.51
5	9.04	12.78	50	0.279	10.84	0.152	11.72
6	8.78	13.59	50	0.274	10.48	0.131	12.98
Gjennomsnitt				0.274	10.00	0.144	11.98

Tabell 3.14 Mekaniske egenskaper for PBXN-110 RSB blanding.



Figur 3.24 Bilde av strakte dog bones for PBXN-110 RSB blandingen.



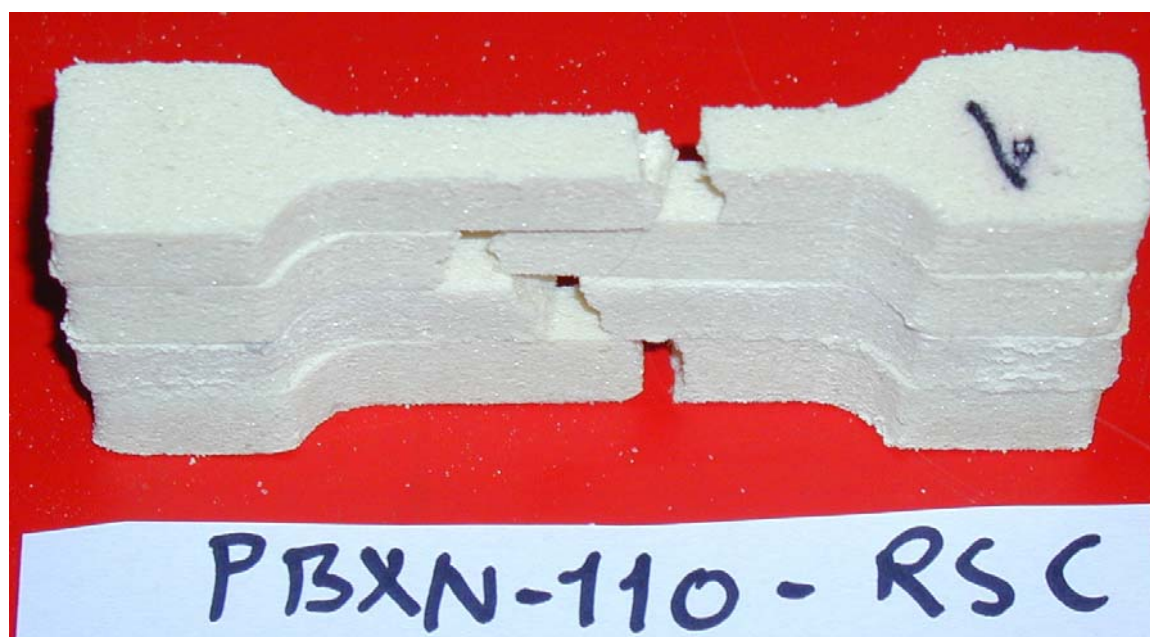
Figur 3.25 Stress-Strain kurver for dog bones fra PBXN-110 RSB blandingen.

3.4.2.3 Blanding RSC

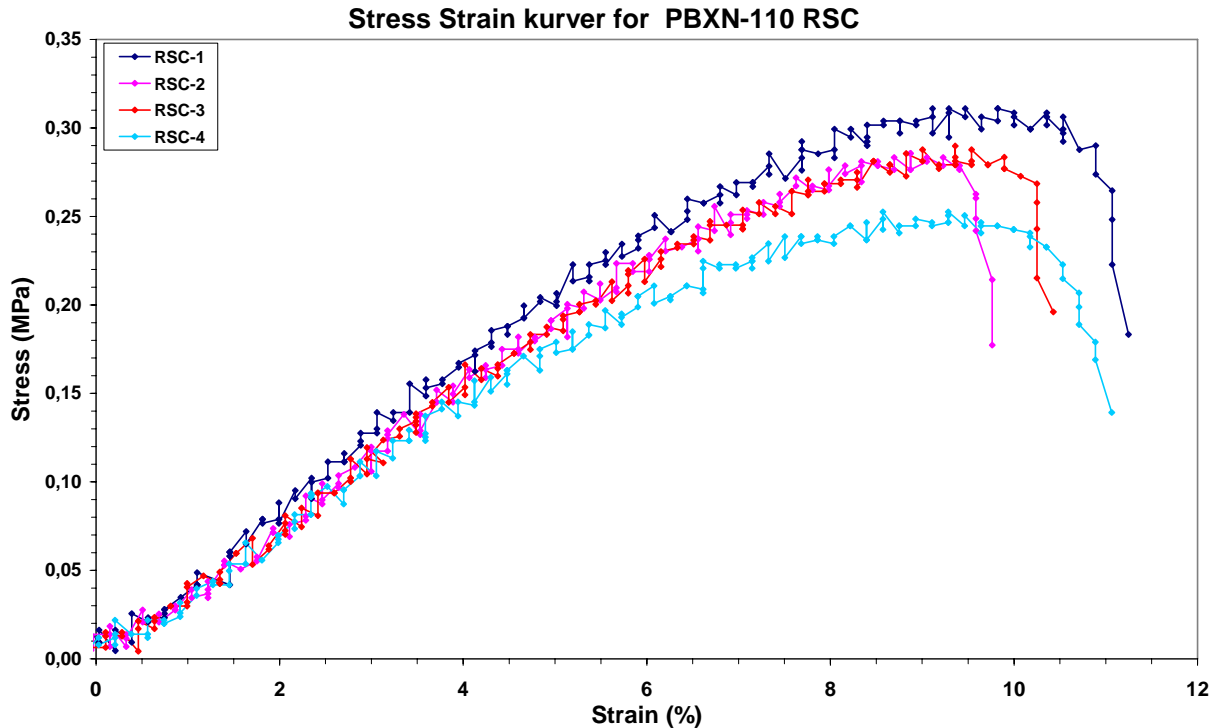
Resultatene for RSC blandingen i tabell 3.15 viser gjennomsnittsverdier både for maks Stress og forlengelse over kravet på henholdsvis 0.138 MPa og 9%. Det er noe mer variasjon i enkelt resultatene for RSC enn RSA /RSB blandingene, og en av legemene har en forlengelse i underkant av kravet. Resultatene for samtlige strekte prøver av RSC er gitt i tabell 3.15.

Emne Nr.	PBXN-110 RSC Mek-egenskaper						
	Høyde (mm)	Tykkelse (mm)	Strek hast. (mm/min)	Maks Stress (MPa)	Strain ved Maks Stress (%)	Stress ved brudd (MPa)	Strain ved brudd (%)
1	8.79	11.97	50	0.311	9.82	0.183	11.25
2	8.87	11.95	50	0.286	8.87	0.177	9.76
3	8.84	12.96	50	0.290	9.36	0.196	10.93
4	8.75	14.03	50	0.253	9.28	0.139	11.06
Gjennomsnitt				0.285	9.33	0.174	10.75

Tabell 3.15 Resultater fra strekking av PBXN-110 RSC dog bones.



Figur 3.26 Bilde av strekte dog bones for PBXN-110 RSC blandingen.



Figur 3.27 Stress-Strain kurver for dog bones av PBXN-110 RSC blanding.

3.4.2.4 Blanding RSD

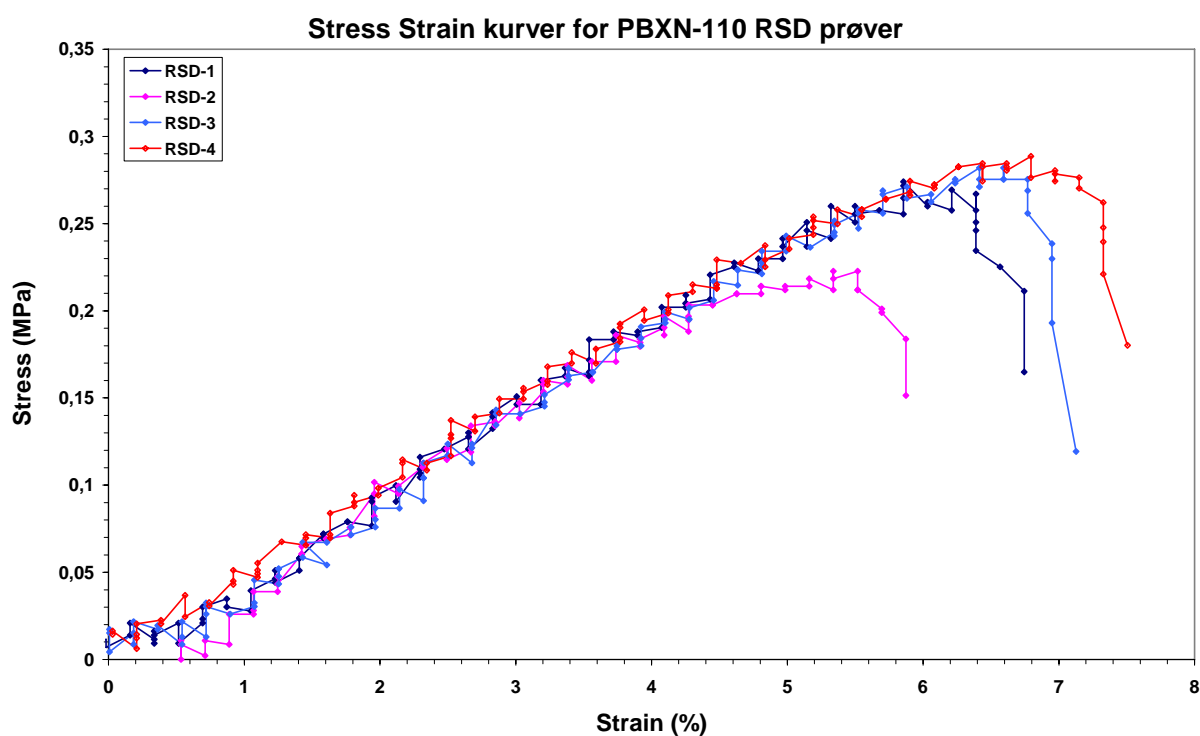
Blandingen RSD hadde som vist i tabell 3.1 meget lav tetthet med mange porer. Imidlertid ble 4 prøver strakt og resultatene fra disse testene er gitt i tabell 3.16. Stress ved maks er omlag det dobbelte av kravet, mens oppnådd forlengelsen ligger signifikant under kravet. Et resultat som er forventet ut fra den dårlige tettheten og kvaliteten på prøven

Emne Nr.	PBXN-110 RSD Mek-egenskaper						
	Høyde (mm)	Tykkelse (mm)	Strekk hast. (mm/min)	Maks Stress (MPa)	Strain ved Maks Stress (%)	Stress ved brudd (MPa)	Strain ved brudd (%)
1	9.01	11.67	50	0.274	5.86	0.165	6.75
2	8.98	12.57	50	0.225	5.52	0.151	5.87
3	8.85	12.72	50	0.284	6.59	0.119	7.13
4	9.04	13.19	50	0.289	6.79	0.180	7.51
Gjennomsnitt				0.268	6.19	0.154	6.82

Tabell 3.16 Resultater fra strekking av dog bones fra PBXN-110 RSD blandingen.



Figur 3.28 Bilde av strekte dog bones for blanding PBXN-110 RSD.



Figur 3.29 Stress-Strain kurver for dog bones fra PBXN-110 RSD blandingen.

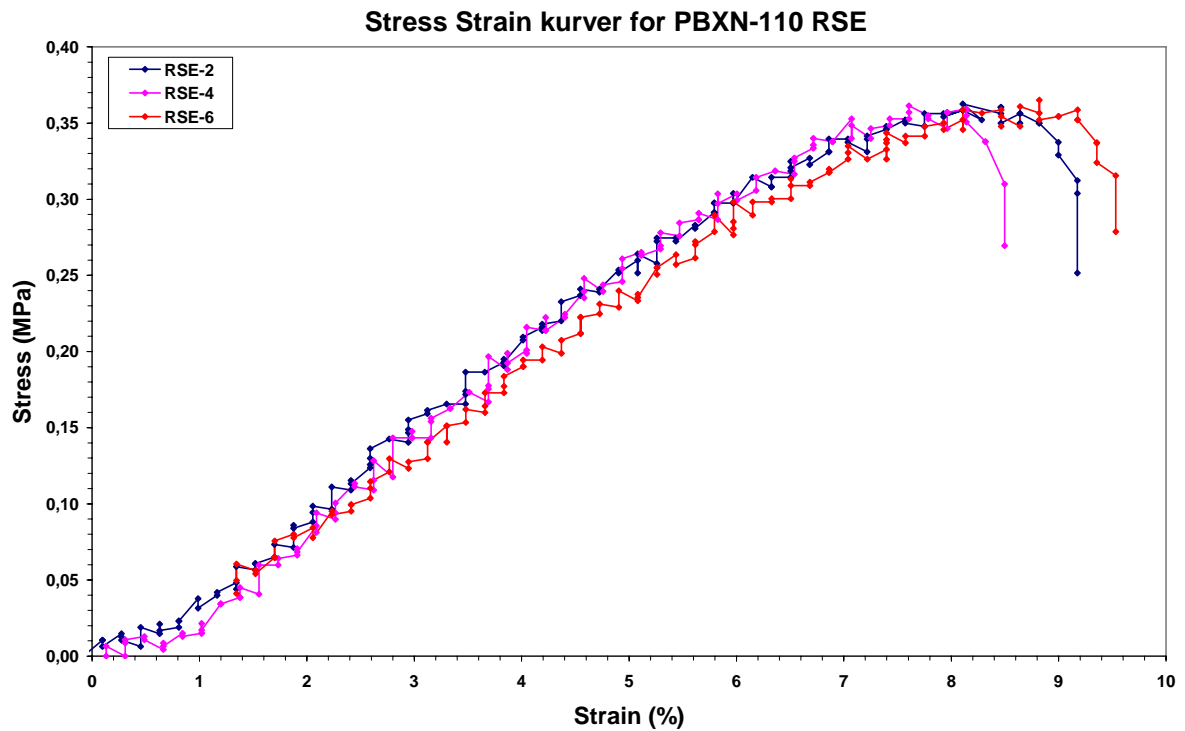
3.4.2.5 Blanding RSE

For blandingen RSE ble 3 dog bones strakt med vellykket resultat. Resultatene er gitt i tabell 3.17 og viser at prøvene har betydelig høyere maks Stress enn kravet. Forlengelsen ved maks Stress er derimot i underkant av kravet på 9% noe som skyldes den høye styrken. Dette ble også registret i hardhetsmålingene som var signifikant høyere enn for de andre blandingene.

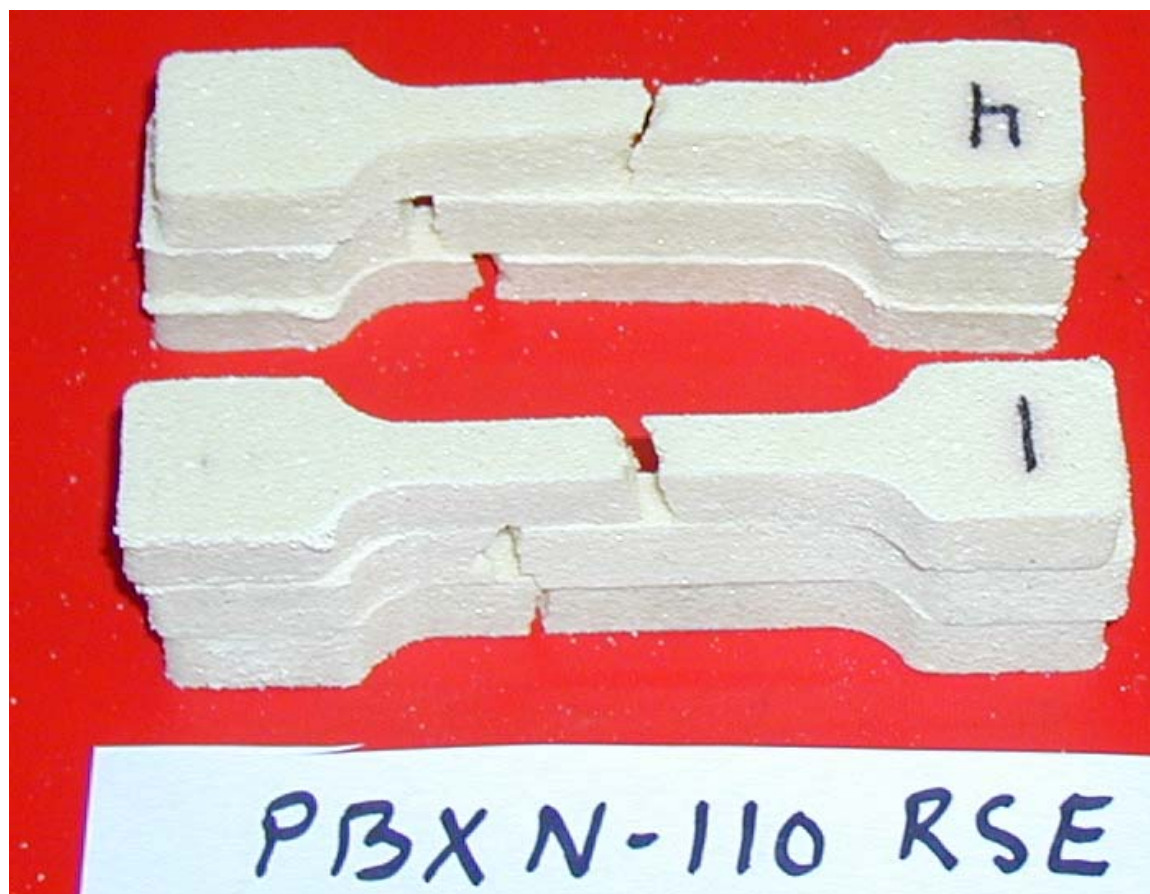
Figur 3.30 viser bilder av strekte dog bones. Årsaken til at tabell 3.17 kun inneholder 3 resultater er at det var problemer med lagringen av dataene under testingen. Figur 3.31 viser Stress-Strain kurvene for registrerte målingene.

Emne Nr.	PBXN-110 RSE Mek-egenskaper						
	Høyde (mm)	Tykkelse (mm)	Strek hast. (mm/min)	Maks Stress (MPa)	Strain ved Maks Stress (%)	Stress ved brudd (MPa)	Strain ved brudd (%)
1	8.96	12.81	50				
2	8.88	12.79	50	0.365	8.46	0.251	9.17
3	9.11	12.64	50				
4	8.97	12.73	50	0.363	7.61	0.269	8.50
5	8.86	13.34	50				
6	8.76	12.90	50	0.365	8.82	0.279	9.53
Gjennomsnitt				0.364	8.30	0.266	9.07

Tabell 3.17 Resultat fra strekking av dog bones fra PBXN-110 RSE blandingen.



Figur 3.30 Stress Strain kurver for dog bones fra PBXN-110 RSE blandingen.



Figur 3.31 Bilde av strekte dog bones av PBXN-110 RSE støpen.

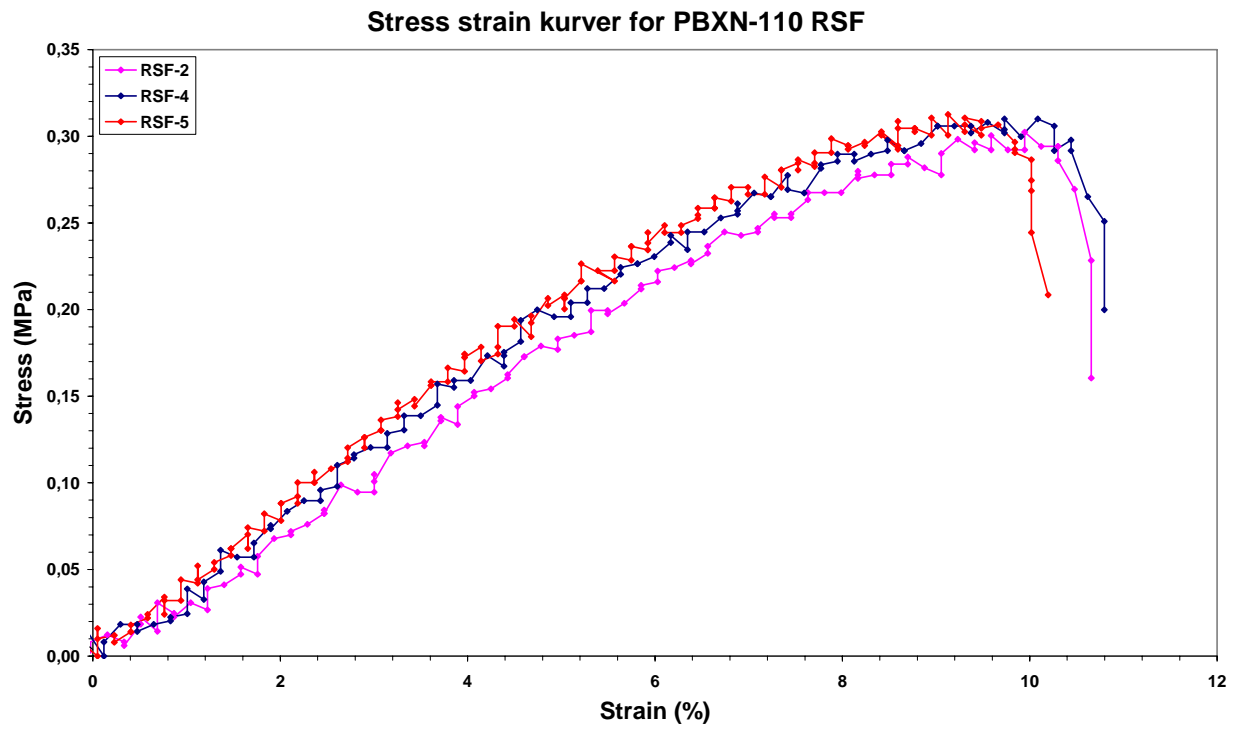
3.4.2.6 Blanding RSF

Resultater fra strekking av dog bones fra blanding RSF er gitt i tabell 3.18.

Gjennomsnittsverdiene for maks Stress på 0.318 MPa er signifikant høyere enn kravet på 0.138 MPa, men noe lavere enn for RSE blandingen som i utgangspunktet har samme sammensetning. Med noe redusert maks Stress er det oppnådd en noe høyere forlengelse (9.72%) enn for RSE blandingen. En forlengelse noe høyere enn kravet på 9%. Med andre ord tilfredsstillende RSF blandingen kravene til mekaniske egenskaper.

Emne Nr.	PBXN-110 RSF Mek-egenskaper						
	Høyde (mm)	Tykkelse (mm)	Strekk hast. (mm/min)	Maks Stress (MPa)	Strain ved Maks Stress (%)	Stress ved brudd (MPa)	Strain ved brudd (%)
1	8.71	12.60	50				
2	8.87	13.38	50	0.302	9.94	0.160	10.66
3	8.88	13.12	50				
4	9.04	13.24	50	0.310	10.08	0.200	10.80
5	8.88	13.72	50	0.313	9.13	0.208	10.20
6	8.79	13.45	50				
Gjennomsnitt				0.318	9.72	0.189	10.55

Tabell 3.18 Resultater fra strekking av dog bones fra PBXN-110 RSF blanding.



Figur 3.32 Stress-Strain kurver for dog bones fra PBXN-110 RSF støpen.



Figur 3.33 Bilde av strekte dog bones for PBXN-110 RSF blandingen.

3.4.3 Sammenheng mekaniske egenskaper - hardhet

I tabell 3.19 er resultater for mekaniske egenskaper og hardhet sammenlignet og viser for de støpene med tilfredsstillende kvalitet at det er en sammenheng mellom de tre egenskapene det er satt krav til i spesifikasjonen. Når hardhet og styrke øker avtar forlengelsen. Referanse 11 og 12

Komposisjon	Blanding Nr.	Gjennomsnittlig verdier for		
		Maks Stress (MPa)	Strain - maks Stress (%)	Shore A _{15s} hardhet
PBXN-110	RSA	0.271	11.23	32.5
	RSB	0.274	10.00	34.2
	RSF	0.318	9.72	34.4
	RSC	0.285	9.33	35.9
	RSE	0.364	8.30	40.3
	RSD	0.268	6.19	37.6

Tabell 3.19 Sammenligning av mekaniske egenskaper og hardhet.

har undersøkt sammenhengen mellom hardhet og mekaniske egenskaper for PBXN-110 og funnet at for deres kombinasjon av bindemiddelsystem/fyllstoffinnhold bør hardheten ligge under 28. For vår kombinasjon av råvarer bør ikke hardheten overskride 34-35 for å oppnå god nok forlengelse.

4 SAMMENDRAG

Det har vært gjennomført fire blandinger av PBXN-110 med et fyllstoffinnhold på 87.2 vekt% av to ulike kombinasjoner av F-HMX krystallblandinger av klasse 2 og klasse 3. I tillegg til studier av prosesseegenskaper har fremstilt masse vært benyttet til støping av testenheter for karakterisering av komposisjonen med hensyn på sjokkfølsomhet og mekaniske egenskaper.

Den ene kombinasjonen av krystaller ga et produkt med høy viskositet som medførte dårlig kvalitet på støpte testenheter. Den andre kombinasjonen av krystaller ga et produkt med moderat viskositet.

For kombinasjon av F-HMX klasse 3 sats 108/05 og klasse 2 sats 388/05 ble det oppnådd en tetthet på 99.5% av TMD. Sjokkfølsomheten i Intermediate Scale Gap test ble bestemt til 38 kbar eller noe laver enn for litteraturverdier for PBXN-110 på fra 27-34 kbar. Noe som indikerer at benyttet kvalitet av HMX krystaller har en moderat forbedret sjokkfølsomhet når de benyttes i PBXN-110 komposisjonen.

Shore A_{15s} hardhet har vært målt til gjennomsnittlig 38.7 og ligger for alle blandinger godt over kravet på 20. Herdetid og temperatur kan derfor reduseres i forhold til benyttet 60°C i 6 døgn uten at kravet til hardhet ikke blir tilfredsstillt.

Mekanisk egenskaper har vært bestemt ved strekking av dog bones med 50 mm/min. For

prøvene med tilfredsstillende prosessegenskaper og derav tetthet, tilfredsstillende alle unntatt en kravet til mekaniske egenskaper. Generelt har vi oppnådd signifikant høyere styrke enn kravet, mens det er forlengelsen ved maks Stress som er vanskelig å tilfredsstillende. Resultatene indikerer en klar sammenheng mellom hardhet og forlengelse og ved reduksjon i hardheten til under 34 vil kravet til forlengelse bli tilfredsstillende. Det kan oppnås ved å benytte kortere herdetid.

APPENDIKS



A KONTROLLRAPPORTER

A.1 HMX krystaller

A.1.1 F-HMX klasse 3 sats 108/05

DYNO
High Energy Materials

KONTROLLRAPPORT B
etter EN 10204 - 3.1 B



Kjøper/Mottaker Forsvarets Forskningsinstitutt Avd. for våpen og materiell Postboks 25, 2007 Kjeller		Bestillingsnummer V/ Gunnar Nevstad Bestillingsdato 19.08.05		Rapport nummer 370 Kontroll dato 24.08.05			
Produsent Dyno Nobel ASA N-3476 Sætre NORGE		Produksjonsdato 08.02.05		Offentlig oppdragsnummer			
Lot nummer		Menge 6 kg					
Sprengstofftype F-HMX, klasse 3		Leveringsbetingelser/Teknisk underlag MIL-H-45444B, Amendment 4					
Analyseresultater for loten							
	HMX HPLC	RDX HPLC	Smelte- punkt	Uløst i aceton	Uorganisk uløst	Uløste partikler på USSS No.	Surhet
KRAV	≥ 98,0 %	≤ 2,0 %	≥ 277 °C	≤ 0,03	≤ 0,05 %	40 60 0 ≤ 5	≤ 0,02 %
RESULTAT Sats 108/05	-	-	-	-	-	-	-
	Granulation, % gjennom USSS Nr.				Krystall- modifikasjon IR		
	20	50	100	200			
KRAV	-	40 ± 15	20 ± 10	10 ± 10		α-HMX ikke detekterbar	
RESULTAT Sats 108/05	98	57	19	2		ikke detekterbar	
 Kvalitetssjef							

Figur App. 1 Kontrollrapport for F-HMX klasse 3 sats 108/05.

A.1.2 F-HMX klasse 3 sats 118/05

DYNO
High Energy Materials

KONTROLLRAPPORT B
etter EN 10204 - 3.1 B


Kjøper/Mottaker Forsvarets Forskningsinstitutt Avd. for våpen og materiell Postboks 25, 2007 Kjeller		Bestillingsnummer V/ Gunnar Nevstad Bestillingsdato 19.08.05		Rapport nummer 371 Kontroll dato 24.08.05			
Produsent Dyno Nobel ASA N-3476 Sætre NORGE		Produksjonsdato 08.04.05		Offentlig oppdragsnummer			
Lot nummer		Mengde 5 kg					
Sprengstofftype F-HMX, klasse 3		Leveringsbetingelser/Teknisk underlag MIL-H-45444B, Amendment 4					
Analyseresultater for loten							
	HMX HPLC	RDX HPLC	Smelte- punkt	Uløst i acetone	Uorganisk uløst	Uløste partikler på USSS No.	Surhet
KRAV	≥ 98,0 %	≤ 2,0 %	≥ 277 °C	≤ 0,03	≤ 0,05 %	40 60 0 ≤ 5	≤ 0,02 %
RESULTAT Sats 118/05	100,0	0,0	285	< 0,03	0,00	0 0	0,00
	Granulation, % gjennom USSS Nr.				Krystall- modifikasjon IR		
	20	50	100	200	α-HMX ikke detekterbar		
KRAV	-	40 ± 15	20 ± 10	10 ± 10	ikke detekterbar		
RESULTAT Sats 118/05	97	48	15	7	ikke detekterbar		
 Kvalitetssjef						 DYNO High Energy Materials Manager QA	

Figur App. 2 Kontrollrapport F-HMX klasse 3 sats 118/05.

A.1.3 F-HMX klasse 2 sats 388/05

DYNO
High Energy Materials

KONTROLLRAPPORT B
etter EN 10204 - 3.1 B

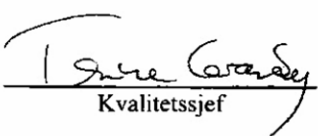
Kjøper/Mottaker Forsvarets Forskningsinstitutt Avd. for våpen og materiell Postboks 25, 2007 Kjeller			Bestillingsnummer V/ Gunnar Nevstad Bestillingsdato 18.08.05			Rapport nummer 368 Kontroll dato 24.08.05		
Produsent Dyno Nobel ASA N-3476 Sætre NORGE			Produksjonsdato 24.06.05			Offentlig oppdragsnummer		
Lot nummer			Mengde 2,5 kg					
Sprengstofftype F-HMX, klasse "2"			Leveringsbetingelser/Teknisk underlag MIL-H-45444B, Amendment 4					
Analyseresultater for loten								
	HMX HPLC	RDX HPLC	Smelte- punkt	Uløst i acetone	Uorganisk uløst	Uløste partikler på USSS No.		Surhet
KRAV	≥ 98,0 %	≤ 2,0 %	≥ 277 °C	≤ 0,03 %	≤ 0,05 %	40 0	60 ≤ 5	≤ 0,02 %
RESULTAT Sats 388/05	-	-	-	-	-	-	-	-
	Malvern Laser 50 punkt	Kornfordeling, % gjennom USSS Nr.			Krystall- modifikasjon IR			
KRAV	Ca. 50 µm	100	200	325	α-HMX ikke detekterbar			
RESULTAT Sats 388/05	21	100	83	65	-			
 DYNO High Energy Materials Manager QA Kvalitetssjef								

Figur App. 3 Kontrollrapport F-HMX klasse 2 sats 388/05.

A.1.4 F-HMX klasse 2 sats 390/05

DYNO
High Energy Materials

KONTROLLRAPPORT B
etter EN 10204 - 3.1 B

Kjøper/Mottaker Forsvarets Forskningsinstitutt Avd. for våpen og materiell Postboks 25, 2007 Kjeller			Bestillingsnummer V/ Gunnar Nevstad Bestillingsdato 18.08.05			Rapport nummer 369 Kontroll dato 24.08.05		
Produsent Dyno Nobel ASA N-3476 Sætre NORGE			Produksjonsdato 24.06.05			Offentlig oppdragsnummer		
Lot nummer			Menge 2,5 kg					
Sprengstofftype F-HMX, klasse "2"			Leveringsbetingelser/Teknisk underlag MIL-H-45444B, Amendment 4					
Analyseresultater for loten								
	HMX HPLC	RDX HPLC	Smelte- punkt	Uløst i acetone	Uorganisk uløst	Uløste partikler på USSS No.		Surhet
KRAV	≥ 98,0 %	≤ 2,0 %	≥ 277 °C	≤ 0,03 %	≤ 0,05 %	40 0	60 ≤ 5	≤ 0,02 %
RESULTAT Sats 390/05	-	-	-	-	-	-	-	-
	Malvern Laser 50 punkt	Kornfordeling, % gjennom USSS Nr.			Krystall- modifikasjon IR			
KRAV	Ca. 50 µm	100	200	325	α-HMX ikke detekterbar			
RESULTAT Sats 390/05	34	100	81	60	-			
 DYNO High Energy Materials Manager QA Kvalitetssjef								

Figur App. 4 Kontrollrapport F-HMX klasse 2 sats 390/05.



A.2 Overdragersprengstoff

DYNO

High Energy Materials

KONTROLLRAPPORT B

etter EN 10204 - 3.1 B

Kjøper/Mottaker Forsvarets Forskningsinstitutt Avd. for våpen og matriell Postboks 25, 2007 Kjeller		Bestillingsnummer V/ Gunnar Nevstad Bestillingsdato 19.08.05		Rapportnummer 372 Kontrolldato 24.08.05		
Produsent Dyno Nobel ASA N-3476 Sætre NORWAY		Produksjonsdato 04-05.04		Offentlig oppdragsnummer		
Lot nummer		Menge 20 kg				
Sprengstofftype RDX/VOKS/GRAFITT, 94,5/4,5/1		Leveringsbetingelser/Teknisk underlag				
Analyseresultater for loten						
	Sammensetning			HMX i RDX	Surhet	Fuktighet og flyktige bestanddeler
	RDX	Voks	Grafit			
KRAV	94,5 ± 0,5 %	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
 Kvalitetssjef						
 DYNO High Energy Materials Manager QA						

Figur App. 5 Kontrollrapport for benyttet overdragersprengstoff til Gaptest.

B MIKSEORDER OG MIKSESKJEMAER**B.1 PBXN-110 med sats 118/05 og 390/05**

**MIKSEORDRE
FOR
SPRENGSTOFF/DRIVSTOFF**

<i>Dato for utstedelse</i> 19/9/2005	<i>Utsteder</i> GON	<i>Batch nr.</i> PBXN-110 RSC
<i>Herdetemperatur</i> 60°C	<i>Herdetid</i> 6 DØGN	

Nr.	Ingrediens	Lot Nr.	Vekt %	Vekt (g)
1	HTPB R45-HT LO	307065	5.800	203.00
2	IDP (5.365 wt.%)	Best. Nr. 4500 142029*	5.697	199.40
3	AO-4426	40903165	0.05	1.75
4	Lecithin	Best. Nr. 3-3929	0.70	24.50
5	HMX Grade B, Class 3, Dyno Nobel	Sats 118/05	61.04	2136.40
6	HMX Grade B, Class 2, Dyno Nobel	Sats 390/05	26.16	915.60
7	Dibutyltin dilaurate (DBTDL)	286865 191	0.002	0.07
8	Isophorone Diisocyanate (IPDI)	BA 30696393	0.551	19.28
9				
TOTAL VEKT				3500.00

* Lot Nr. U23K22X032.

REKVIRERTE PRØVER:

<input checked="" type="checkbox"/>	Spesifikk vekt	<input checked="" type="checkbox"/>	Intermediate Scale Gap test: rør....5 stk
<input checked="" type="checkbox"/>	Viskositet Brookfield	<input type="checkbox"/>	Detonasjons hastighet.....mm.....stk
<input checked="" 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:

Innhold av HMX 87.2 vekt%. Forhold klasse 3/klasse 2 7:3.

<i>Dato for miksing</i> 8/10-05	<i>Klokkeslett herdar tilsatt:</i> 11 ²⁰	<i>Klokkesett ferdigmikset:</i> 11 ⁵⁰	<i>Operatør:</i> GON
------------------------------------	--	---	-------------------------

Figur App. 6 Miksordre for PBXN-110 med HMX sats 118/05 og sats 390/05.

MIKSESKJEMA

Dato for miksing 8/10-05	Operatør GON	Batch nr. PBXN-110 RSC
Produkt type PBXN-110 med RS-HMX?		

Merknader/Prosedyre	Klokke- slett start	Miksetid (min)	Vakuum (mbar)		TEMPERATUR °C		
			Krav	Målt	I oljen	I kjelen	Ønsket i kjelen
Tilsett HTPB, Lecithin, IDP, AO-2246, DBTDL	8 ⁴⁵	40	10	10	80	18.3 41.3	75±3
Tilsett 2/3 HMX kl.3	9 ²⁵	5 20	-- 10	-- 10	78	41.0 52.0	55±3
Tilsett ½ HMX kl 2	9 ⁵⁰	5 10	-- 10	-- 10	77	51.7 54.3	55±3
Tilsett Rest HMX kl 3	10 ⁰⁵	5 10	-- 10	-- 10	72	53.4 56.1	50±3
Tilsett 1/4 HMX kl. 2	10 ²⁰	5 10	-- 10	-- 10	71	55.8 54.9	50±3
Tilsett Rest HMX kl. 2	10 ³⁵	5 10	-- 10	-- 10	73	53.3 54.2	50±3
Tilsett Nedskraping	10 ⁵⁰	30	10	10	79	52.9 50.0	50±3
Tilsett IPDI	11 ²⁰	5 10	-- 10	-- 10	81	47.9 45.1	50±3
Tilsett Nedskraping	11 ³⁵	15	10	10	80	44.3 52.0	50±3
Tilsett							

VISKOSITET°CcP **SPINDEL** RPM
VISKOSITET°CcP **SPINDEL** RPM
VISKOSITET°CcP **SPINDEL** RPM
VISKOSITET°CcP **SPINDEL** RPM
VISKOSITET°CcP **SPINDEL** RPM

MERKNADER:

Resultatet fra viskositetsmålingene er gitt på eget skjema .

Figur App. 7 Mikseskjema for PBXN-110 blanding med HMX sats 118/05 og 390/05.

**MIKSEORDRE
FOR
SPRENGSTOFF/DRIVSTOFF**

<i>Dato for utstedelse</i> 19/9/2005	<i>Utsteder</i> GON	<i>Batch nr.</i> PBXN-110 RSD
<i>Herdetemperatur</i> 60°C	<i>Herdetid</i> 6 DØGN	

Nr.	Ingrediens	Lot Nr.	Vekt %	Vekt (g)
1	HTPB R45-HT LO	307065	5.800	203.00
2	IDP (5.365 wt.%)	Best. Nr 4500142029*	5.697	199.40
3	AO-4426	40903165	0.05	1.75
4	Lecithin	Best. Nr. 3-3929	0.70	24.50
5	HMX Grade B, Class 3, Dyno Nobel	Sats 118/05	61.04	2136.40
6	HMX Grade B, Class 2, Dyno Nobel	Sats 390/05	26.16	915.60
7	Dibutyltin dilaurate (DBTDL)	286865 191	0.002	0.07
8	Isophorone Diisocyanate (IPDI)	BA 30696393	0.551	19.28 ⁺
9				
10				
TOTAL VEKT				3500.00

* Lot Nr. U23K22X032. ⁺Tilsatt 21.2 g

REKVIRERTE PRØVER:

<input checked="" type="checkbox"/>	Spesifikk vekt	<input checked="" type="checkbox"/>	Intermediate Scale Gap test: rør....5 stk
<input checked="" type="checkbox"/>	Viskositet Brookfield	<input type="checkbox"/>	Detonasjons hastighet.....mm.....stk
<input checked="" 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:

Innhold av HMX 87.2 vekt%. Forhold klasse 3/klasse 2 7:3.

<i>Dato for miksing</i> 8/10-05	<i>Klokkeslett herdar tilsatt:</i> 15 ⁰⁵	<i>Klokkesett ferdigmikset:</i> 15 ³⁵	<i>Operatør:</i> GON
------------------------------------	--	---	-------------------------

Figur App. 8 Mikseordre for PBXN-110 med F-HMX sats 118/05 og 390/05.

MIKSESKJEMA

Dato for miksing 8/10-05	Operatør GON	Batch nr. PBXN-110 RSD
Produkt type PBXN-110 med RS-HMX?		

Merknader/Prosedyre	Klokke- slett start	Miksetid (min)	Vakuum (mbar)		TEMPERATUR °C		
			Krav	Målt	I oljen	I kjelen	Ønsket i kjelen
Tilsett HTPB, Lecithin, IDP, AO-2246, DBTDL	12 ³⁰	40	10	10	70	28.2 44.3	75±3
Tilsett 2/3 HMX kl.3	13 ¹⁰	5 20	-- 10	-- 10	70	43.7 50.1	55±3
Tilsett ½ HMX kl 2	13 ³⁵	5 10	-- 10	-- 10	70	50.1 51.1	55±3
Tilsett Rest HMX kl 3	13 ⁵⁰	5 10	-- 10	-- 10	69	50.5 52.8	50±3
Tilsett 1/4 HMX kl. 2	14 ⁰⁵	5 10	-- 10	-- 10	70	51.9 52.6	50±3
Tilsett Rest HMX kl. 2	14 ²⁰	5 10	-- 10	-- 10	70	51.9 52.6	50±3
Tilsett Nedskraping	14 ³⁵	30	10	10	85	51.5 52.5	50±3
Tilsett IPDI	15 ⁰⁵	5 10	-- 10	-- 10	88	51.7 50.9	50±3
Tilsett Nedskraping	15 ²⁰	15	10	10	89	49.9 50.3	50±3
Tilsett							

VISKOSITET°CcP **SPINDEL** RPM
VISKOSITET°CcP **SPINDEL** RPM
VISKOSITET°CcP **SPINDEL** RPM
VISKOSITET°CcP **SPINDEL** RPM
VISKOSITET°CcP **SPINDEL** RPM

MERKNADER:

Resultatet fra viskositetsmålingene er gitt på eget skjema .

Figur App. 9 Mikseskjema for PBXN-110 med F-HMX sats 118/05 og sats 390/05.

B.2 PBXN-110 med F-HMX sats 108/05 og sats 388/05

**MIKSEORDRE
FOR
SPRENGSTOFF/DRIVSTOFF**

<i>Dato for utstedelse</i> 19/9/2005	<i>Utsteder</i> GON	<i>Batch nr.</i> PBXN-110 RSE
<i>Herdetemperatur</i> 60°C	<i>Herdetid</i> 6 DØGN	

Nr.	Ingrediens	Lot Nr.	Vekt %	Vekt (g)
1	HTPB R45-HT LO	307065	5.800	203.00
2	IDP (5.365 wt.%)	Best. Nr. 4500 142029*	5.697	199.40
3	AO-4426	40903165	0.05	1.75
4	Lecithin	Best. Nr. 3-3929	0.70	24.50
5	HMX Grade B, Class 3, Dyno Nobel	Sats 108/05	61.04	2136.40
6	HMX Grade B, Class 2, Dyno Nobel	Sats 388/05	26.16	915.60
7	Dibutyltin dilaurate (DBTDL)	286865 191	0.002	0.07
8	Isophorone Diisocyanate (IPDI)	BA 30696393	0.551	19.28+
9				
TOTAL VEKT				3500.00

* Lot Nr. U23K22X032. +tilsatt 21.24 g

REKVIRERTE PRØVER:

<input checked="" type="checkbox"/>	Spesifikk vekt	<input checked="" type="checkbox"/>	Intermediate Scale Gap test: rør....5 stk
<input checked="" type="checkbox"/>	Viskositet Brookfield	<input type="checkbox"/>	Detonasjons hastighet.....mm.....stk
<input checked="" 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:

Innhold av HMX 87.2 vekt%. Forhold klasse 3/klasse 2 7:3.

<i>Dato for miksing</i> 9/10-05	<i>Klokkeslett herdar tilsatt:</i> 11 ³⁵	<i>Klokkesett ferdigmikset:</i> 12 ⁰⁵	<i>Operatør:</i> GON
------------------------------------	--	---	-------------------------

Figur App. 10 Mikseordre for PBXN-110 med F-HMX sats 108/05 og sats 390/05.

MIKSESKJEMA

Dato for miksing 9/10-05	Operatør GON	Batch nr. PBXN-110 RSE
Produkt type PBXN-110 med RS-HMX?		

Merknader/Prosedyre	Klokke- slett start	Miksetid (min)	Vakuum (mbar)		TEMPERATUR °C		
			Krav	Målt	I oljen	I kjelen	Ønsket i kjelen
Tilsett HTPB, Lecithin, IDP, AO-2246, DBTDL	9 ⁰⁰	40	10	10	70	18.6 33.0	75±3
Tilsett 2/3 HMX kl.3	9 ⁴⁰	5 20	-- 10	-- 10	69	33.2 44.1	55±3
Tilsett ½ HMX kl 2	10 ⁰⁵	5 10	-- 10	-- 10	68	43.5 47.5	55±3
Tilsett Rest HMX kl 3	10 ²⁰	5 10	-- 10	-- 10	68	47.0 49.4	50±3
Tilsett 1/4 HMX kl. 2	10 ³⁵	5 10	-- 10	-- 10	68	49.3 51.6	50±3
Tilsett Rest HMX kl. 2	10 ⁵⁰	5 10	-- 10	-- 10	67	50.6 52.3	50±3
Tilsett Nedskraping	11 ⁰⁵	30	10	10	67	51.3 54.3	50±3
Tilsett IPDI	11 ³⁵	5 10	-- 10	-- 10	69	52.3 51.8	50±3
Tilsett Nedskraping	11 ⁵⁰	15	10	10	70	50.5 49.4	50±3
Tilsett							

VISKOSITET°CcP **SPINDEL** RPM
VISKOSITET°CcP **SPINDEL** RPM
VISKOSITET°CcP **SPINDEL** RPM
VISKOSITET°CcP **SPINDEL** RPM
VISKOSITET°CcP **SPINDEL** RPM

MERKNADER:

Resultatet fra viskositetsmålingene er gitt på eget skjema .

Figur App. 11 Mikseskjema for PBXN-110 med F-HMX sats 108/05 og sats 390/05.

**MIKSEORDRE
FOR
SPRENGSTOFF/DRIVSTOFF**

<i>Dato for utstedelse</i> 19/9/2005	<i>Utsteder</i> GON	<i>Batch nr.</i> PBXN-110 RSF
<i>Herdetemperatur</i> 60°C	<i>Herdetid</i> 6 DØGN	

Nr.	Ingrediens	Lot Nr.	Vekt %	Vekt (g)
1	HTPB R45-HT LO	307065	5.800	203.00
2	IDP (5.365 wt.%)	Best. Nr 4500142029*	5.697	199.40
3	AO-4426	40903165	0.05	1.75
4	Lecithin	Best. Nr. 3-3929	0.70	24.50
5	HMX Grade B, Class 3, Dyno Nobel	Sats 108/05	61.04	2136.40
6	HMX Grade B, Class 2, Dyno Nobel	Sats 388/05	26.16	915.60
7	Dibutyltin dilaurate (DBTDL)	286865 191	0.002	0.07
8	Isophorone Diisocyanate (IPDI)	BA 30696393	0.551	19.28
9				
10				
TOTAL VEKT				3500.00

* Lot Nr. U23K22X032.

REKVIRERTE PRØVER:

<input checked="" type="checkbox"/>	Spesifikk vekt	<input checked="" type="checkbox"/>	Intermediate Scale Gap test: rør....5 stk
<input checked="" type="checkbox"/>	Viskositet Brookfield	<input type="checkbox"/>	Detonasjons hastighet.....mm.....stk
<input checked="" 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:

Innhold av HMX 87.2 vekt%. Forhold klasse 3/klasse 2 7:3.

<i>Dato for miksing:</i> 9/10-05	<i>Klokkeslett herdar tilsatt:</i> 15 ¹⁰	<i>Klokkesett ferdigmikset:</i> 15 ⁴⁰	<i>Operatør:</i> GON
-------------------------------------	--	---	-------------------------

Figur App. 12

Mikseordre for PBXN-110 med F-HMX sats 108/05 og sats 390/05.

MIKSESKJEMA

Dato for miksing 9/10-05	Operatør GON	Batch nr. PBXN-110 RSF
Produkt type PBXN-110 med RS-HMX?		

Merknader/Prosedyre	Klokke- slett start	Miksetid (min)	Vakuum (mbar)		TEMPERATUR °C		
			Krav	Målt	I oljen	I kjelen	Ønsket i kjelen
Tilsett HTPB, Lecithin, IDP, AO-2246, DBTDL	12 ³⁵	40	10	10	67	31.6 43.7	75±3
Tilsett 2/3 HMX kl.3	13 ¹⁵	5 20	-- 10	-- 10	67	43.4 48.4	55±3
Tilsett ½ HMX kl 2	13 ⁴⁰	5 10	-- 10	-- 10	68	47.0 50.0	55±3
Tilsett Rest HMX kl 3	13 ⁵⁵	5 10	-- 10	-- 10	68	49.8 51.7	50±3
Tilsett 1/4 HMX kl. 2	14 ¹⁰	5 10	-- 10	-- 10	68	51.7 53.7	50±3
Tilsett Rest HMX kl. 2	14 ²⁵	5 10	-- 10	-- 10	69	52.3 53.5	50±3
Tilsett Nedskraping	14 ⁴⁰	30	10	10	74	51.7 50.5	50±3
Tilsett IPDI	15 ¹⁰	5 10	-- 10	-- 10	74	48.6 54.1	50±3
Tilsett Nedskraping	15 ²⁵	15	10	10	74	53.0 54.7	50±3
Tilsett							

VISKOSITET°CcP SPINDEL RPM

VISKOSITET°CcP SPINDEL RPM

VISKOSITET°CcP SPINDEL RPM

VISKOSITET°CcP SPINDEL RPM

VISKOSITET°CcP SPINDEL RPM

MERKNADER:

Resultatet fra viskositetsmålingene er gitt på eget skjema .

Figur App. 13 Mikseskjema for PBXN-110 med F-HMX sats 108/05 og sats 390/05.

C VISKOSITETSRESULTATER

Brookfield RV serie viskosimeter		Spindel Nr. : T-D	Herder tilsatt: 11:20	Blanding Nr.: PBXN-110-RSC
8/10-05 Klokkeslett	Tid (min)	Hastighet (RPM)	Brookfield avlesning	Viskositet (cps)
11:57	37	0.5	48.0	1 920 000
11:58	38	1	71.5	1 430 000
11:59	39	1	69.0	1 380 000
12:01	41	0.5	50.0	2 000 000
12:37	77	0.5	40.0	1 600 000
12:38	78	1	54.8	1 096 000
12:39	79	1	56.0	1 120 000
12:41	81	0.5	38.0	1 520 000
12:59	99	0.5	37.0	1 480 000
13:00	100	1	57.0	1 140 000
13:01	101	1	57.5	1 150 000
13:03	103	0.5	40.0	1 600 000
13:29	109	0.5	39.0	1 560 000
13:30	110	1	63.0	1 260 000
13:31	111	1	64.0	1 280 000
13:33	113	0.5	42.0	1 680 000
13:56	136	0.5	45.5	1 820 000
13:57	137	1	71.0	1 420 000
13:58	138	1	76.0	1 520 000
14:00	140	0.5	46.0	1 840 000
14:27	187	0.5	57.0	2 280 000
14:28	188	1	85.0	1 700 000
14:29	189	1	86.0	1 720 000
14:30	190	0.5	60.5	2 420 000
14:55	215	0.5	50.5	2 020 000
14:56	216	1	70.5	1 410 000
14:57	217	1	75.0	1 500 000
14:58	218	1	77.5	1 550 000
15:00	220	0.5	47.5	1 900 000
15:02	222	0.5	47.0	1 880 000
15:25	245	0.5	54.0	2 160 000
15:26	246	1	78.0	1 560 000
15:27	247	1	75.5	1 520 000
15:29	249	0.5	53.0	2 120 000

Tabell App. 1 Resultater fra måling av viskositeten for blanding PBXN-110 RSC.

Brookfield RV serie viskosimeter		Spindel Nr. : T-D	Herder tilsatt: 15:05	Blanding Nr.: PBXN-110-RSD
8/10-05 Klokkeslett	Tid (min)	Hastighet (RPM)	Brookfield avlesning	Viskositet (cps)
15:42	37	1	65.5	1 310 000
15:43	38	1	62.0	1 240 000
15:45	40	0.5	43.0	1 720 000
16:05	60	0.5	39.0	1 560 000
16:06	61	1	57.0	1 140 000
16:07	62	1	54.5	1 090 000
16:09	64	0.5	38.0	1 520 000
16:23	78	0.5	39.0	1 560 000
16:37	92	0.5	34.0	1 360 000
16:38	93	1	54.0	1 080 000
16:39	94	1	54.5	1 090 000
16:40	95	0.5	32.0	1 280 000
16:42	97	0.5	27.0	1 080 000
17:08	123	0.5	40.5	2 020 000
17:09	124	1	65.0	1 300 000
17:10	125	1	67.0	1 340 000
17:12	127	0.5	45.0	1 800 000
17:35	150	0.5	53.5	2 140 000
17:36	151	1	77.0	1 540 000
17:37	152	1	83.5	1 670 000
17:38	153	1	85.0	1 700 000
17:40	155	0.5	53.0	2 120 000
17:42	157	0.5	43.0	1 720 000

Tabell App. 2 Resultater fra måling av viskositeten for blanding PBXN-110 RSD.

Brookfield RV serie viskosimeter		Spindel Nr. : T-D	Herder tilsatt: 11:35	Blanding Nr.: PBXN-110-RSE
9/10-05 Klokkeslett	Tid (min)	Hastighet (RPM)	Brookfield avlesning	Viskositet (cps)
12:11	36	0.5	24.5	980 000
12:12	37	1	38.0	760 000
12:13	38	1	40.5	810 000
12:15	40	0.5	25.5	1 020 000
12:45	70	0.5	21.0	840 000
12:46	71	1	33.0	660 000
12:47	72	1	32.5	650 000
12:49	74	0.5	20.0	800 000
12:55	80	0.5	18.5	740 000
13:23	108	0.5	18.0	720 000
13:24	109	1	32.5	650 000
13:25	110	1	32.5	650 000
13:27	112	0.5	19.0	760 000
13:49	134	0.5	22.0	880 000
13:50	135	1	33.0	660 000
13:51	136	1	39.0	780 000
13:53	138	0.5	23.0	920 000
13:54	139	1	38.0	760 000
14:20	165	0.5	25.0	1 000 000
14:21	166	1	39.0	780 000
14:22	167	1	39.5	790 000
14:24	169	0.5	24.5	980 000
14:47	192	0.5	26.0	1 040 000
14:48	193	1	38.0	760 000
14:49	194	1	42.0	840 000
14:50	195	1	39.5	790 000
14:52	197	0.5	25.5	1 020 000
15:16	221	0.5	27.0	1 080 000
15:17	222	1	45.5	910 000
15:18	223	1	42.0	840 000
15:20	225	0.5	26.0	1 000 400
15:22	227	0.5	26.5	1 060 000
15:31	236	0.5	27.0	1 080 000
15:32	237	1	48.0	960 000
15:33	238	1	50.0	1 000 000
15:34	239	1	48.0	960 000
15:36	241	0.5	28.5	1 140 000

Tabell App. 3 Resultater fra måling av viskositeten for blanding PBXN-110 RSE.

Brookfield RV serie viskosimeter		Spindel Nr. : T-D	Herder tilsatt: 15:10	Blanding Nr.: PBXN-110-RSF
9/10-05 Klokkeslett	Tid (min)	Hastighet (RPM)	Brookfield avlesning	Viskositet (cps)
15:45	35	0.5	23.0	920 000
15:46	36	1	36.0	720 000
15:47	37	1	36.0	720 000
15:49	39	0.5	22.5	900 000
16:11	61	0.5	20.5	820 000
16:12	62	1	33.0	660 000
16:13	63	1	33.0	660 000
16:15	65	0.5	20.0	800 000
16:23	73	0.5	21.5	860 000
16:25	75	0.5	19.5	780 000
16:45	95	0.5	20.3	812 000
16:46	96	1	32.5	650 000
16:47	97	1	33.0	660 000
16:49	99	0.5	21.5	860 000
17:11	121	0.5	21.5	860 000
17:12	122	1	35.0	700 000
17:13	123	1	35.0	700 000
17:14	124	1	35.5	710 000
17:16	126	0.5	20.5	820 000
17:38	148	0.5	24.0	960 000
17:39	149	1	34.0	680 000
17:40	150	1	38.0	760 000
17:41	151	1	38.0	760 000
17:43	153	0.5	23.0	920 000

Tabell App. 4 Resultater fra måling av viskositeten for blanding PBXN-110 RSF.

Litteratur

- (1) Naval Sea Systems Command, Department of the Navy; MIL-DTL-82901A(OS), Detail Specification, Explosive, Plastic-Bonded, Cast PBXN-110, 13 May (2002).
- (2) The NIMIC Energetic Materials Compendium, v3.00 (2003): NIMIC, NATO HQ, B-1110 Brussels, Belgium.
- (3) NATO STANAG 4439: Policy for introduction, assessment and testing for Insensitive Munitions (MURAT) (1995).
- (4) C, Spyckerelle, A. Freche, S. Lecume (2003): "I-RDX Comparative Analytical Characterization. State of the Art". Reduced Sensitivity RDX Technical Meeting, Meppen, Tyskland, 17-20 November.
- (5) Jørn D. Kristiansen, Øyvind H. Johansen, Alf Berg, Terje Halvorsen, Richard Gjersøe, Kjell-Tore Smith and Mona Christensen (2004): "Steps towards reduced sensitivity HMX (RS-HMX): Reduced shock sensitivity in both Cast-Cured and Pressable PBX compositions", IM&EM Technology Symposium, Materials & Techniques for Reducing Sensitivity, San Francisco, 15-17 November.
- (6) Nevstad Gunnar Ove (2005): Egenskaper til PBXN-110 med standard HMX, FFI/RAPPORT-2005/00005, Ugradert.
- (7) Nevstad Gunnar Ove (2005): Testing av sjokkfølsomhet til PBXN-110, FFI/RAPPORT-2005/02666, Ugradert
- (8) Nevstad Gunnar Ove (2002): Fremstilling og testing av PBXN-109 med Fransk I-RDX, FFI/RAPPORT-2002/3206, Ugradert.
- (9) North Atlantic Council (2002): STANAG 4488 PSC (Edition 1), "Explosives, Shock Sensitivity Tests"; NATO/PfP, Unclassified Document NSA/0883-PPS/4488, 12 September.
- (10) Phil Cheese (2003): Low Vulnerability Explosive Formulations, NIMIC Workshop on Insensitive Munitions Design Technology, Cranfield University, Shrivenham, UK, 29 sept - 2 okt.
- (11) Renè Gagnaux (2004): Influence of the HTPB/IDP-ratio on mechanical properties of the cast cured HMX-explosive PBXN-110, 35th International Annual Conference of ICT, Karlsruhe, Tyskland, 29 juni - 2 juli.
- (12) Renè Gagnaux (2003): Rheology of cast cured insensitive plastic bonded explosives - part I, 34th International Annual Conference of ICT, Karlsruhe, Tyskland, 24-27 juni.