

Måling av Carl Gustaf 84 mm rekylfri kanon: Akselerasjon og trykk

Morten Huseby, Svein Morten Bergsrud, Haakon Fykse og Atle Skaugen

Forsvarets forskningsinstitutt

8. april 2008

FFI-rapport 2008/00644

3533

ISBN 978-82-464-1360-0

Emneord

måling

akselerasjon

Carl Gustaf

84 mm

trykk

Godkjent av

Jan Ivar Botnan

Avdelingssjef

Sammendrag

Personell som betjener våpen vil bli utsatt for en trykkbølge fra kruttgassen som driver prosjektilet. Det finnes arbeider fra andre land som antyder at dette kan være skadelig for personell som avfyre mange skudd med tyngre våpen. Vi kjenner foreløpig ikke til skadevirkningsmekanismene, eller hva slags og hvor store trykkbølger som forårsaker skade. Dersom man finner at det finnes slike skadevirkningsmekanismer vil det være ønskelig å kartlegge for hvilke våpen i Forsvaret dette kan være et problem.

For å øke erfaringsgrunnlaget ble det derfor målt trykk nær en 84 mm rekylfri kanon (RFK). På det nåværende tidspunkt finnes det ingen indikasjoner på at RFK skulle være mer aktuell for slike skadevirkninger enn andre våpen. Grunnen til at vi gjorde målinger på akkurat dette våpenet var at det skulle utføres testskyting i forbindelse med et nytt IR-sikte. For å teste monteringen ble det målt akselerasjon på siktet. Siktet ble også filmet med high speed kamera.

Det ble målt trykk på mellom 60 og 200 kPa på avstander på mellom 1 til 3 m fra våpenet. På siktet ble det målt akselerasjoner på opp mot 500 g. På våpenet var akselerasjonene større enn på siktet.

English summary

Personnel firing weapons will be exposed to a pressure wave from the gunpowder gas that accelerates the projectile. Work from other countries suggest that there may exist mechanisms that could damage the brain and other organs in the body, as a result of repeated exposure. At this time the damage mechanisms is not known, and the type and size of the pressure wave that cause damage. If such damage mechanisms are found, it will be required to investigate for which weapons this is a problem.

To increase the knowledge of this kind of pressure wave we measured pressure near a 84 mm recoil free canon (RFK). At the present time there is no indication that RFK is more relevant for such damage mechanisms than other weapons. The reason that the measurements was done on this weapon is that there was scheduled a test shooting in connection with a new IR aiming device. To test the mounting we measured accelerations on the aiming device. A high speed camera captured the shooting.

It was measured pressure between 60 to 200 kPa at distances between 1 and 3 m from the weapon. Accelerations on the aiming device was measured up to 500 g. Accelerations were bigger at the weapon than on the aiming device.

INNHold

1	Innledning	7
2	Våpen og ammunisjon	9
3	Måleoppsett	11
3.1	Loggeutstyr for trykkmålingene	12
3.2	Loggeutstyr for akselerasjonsmålingene	13
4	Tidsserier for trykket	16
5	Tidsserier for akselerasjon	19

1 Innledning

Personell som betjener våpen vil bli utsatt for en trykkbølge fra kruttgassen som driver prosjektilet. Denne trykkbølgen kan være liten nok til at man ikke opplever noe øyeblikkelig ubehag. Likevel er det mulig at man etter et større antall skudd kan få forandring i vev i kroppen som kan føre til ubehag mange år etter siste skudd.

Det finnes arbeider fra andre land som stiller spørsmålstegn ved om slike skader kan oppstå i hjernen og vitale organer i kroppen. Vi kjenner foreløpig ikke til hvilke skadevirkningsmekanismer som finnes, og hva slags og hvor store trykkbølger som forårsaker skade.

Dersom man finner slike skadevirkningsmekanismer, vil det være ønskelig å kartlegge for hvilke våpen i Forsvaret dette kan være et problem. For å øke erfaringsgrunnlaget ble det derfor målt trykk nær en 84 mm rekylfri kanon (RFK).

Hovedhensikten ved denne målekampanjen var å teste om et nytt IR-sikte fra produsenten Qioptiq kan festes hensiktsmessig på RFK. For dette formålet ble det gjort måling av akselerasjon på sikte og våpen, samt filmet med high-speed kamera (Figur 1.2).



Figur 1.1: Avfyring av RFK.

Metodene som er benyttet for måling av trykk er de samme som er benyttet tidligere i forbindelse med med kildemåling for støy fra skytefelt [1].

I Kapittel 2 beskrives våpnene som benyttes i målingene. Måleoppsettet beskrives i Kapittel 3. I Kapittel 4 ser vi på tidsserier av trykket, og i Kapittel 5 ser vi på tidsserier av akselerasjonen på siktet.



Figur 1.2: Et bilde fra high speed kameraet. Vridningen av siktet i forhold til våpenet er klart synlig.

2 Våpen og ammunisjon

Det ble skutt med 84 mm Carl Gustaf Mk III. Den nye typen er delvis laget i komposittmaterialer, og er 2 kg lettere enn eldre typer. Vi skjøt fem granater, 2 spreng og 3 anti-tank.



Figur 2.1: Ammo: 1315-25-114-5324. 84 mm FFV441B, BR. TÖ FFV 447, SPRENG. RFK, LOT 048-FFV-92.



Figur 2.2: Granaten: RFK FFV 441 B SPRENG RDX TNT.



Figur 2.3: Brannrøret er satt til avstand 330 m.

3 Måleoppsett

Målingene er utført på bane 14 på Terningmoen. Vi målte lydtrykket i 3 retninger ut fra skyteretningen. I tillegg målte vi akselerasjonen både på våpenet og siktet.



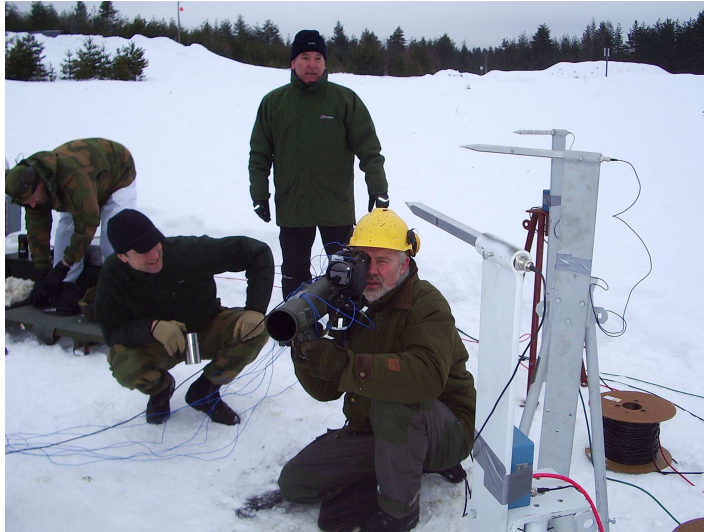
Figur 3.1: Målet og sensorposisjoner.



Figur 3.2: Sensorposisjoner.

Ved avfiring var skytterens øre 96 cm over bakken. Våpenet er 106 cm langt (fra munning til utblåsbak).

Det er ikke lett å få skytteren til å stå på nøyaktig samme sted ved hvert skudd. Vi antyder at usikkerheten i posisjonsdata er på omtrent 0.2 m.



Figur 3.3: Sensorposisjoner.

Kanal	SN	Dist. munning [cm]	Dist. siktelinje [cm]
ch0	SN4428	107	65
ch1	SN4429	91	56

Tabell 3.1: Plassering av sensorene foran og på siden av våpenet. Sensoren på ch1 stod rett til siden for skytterens øre. Avstanden til siktelinjen er målt vinkelrett på denne.

3.1 Loggeutstyr for trykkmålingene

Vi kjørte et egetutviklet program i LabView 8.2 på en stasjonær datamaskin med et loggekort av typen NI PCI-4462. Vi logget tre kanaler simultant med samplingrate 204.8 kS/s/ch. Sensoren foran munningen var kanal 0, sensoren ved skytterens øre var kanal 1 og sensoren bak våpenet var kanal 2. Det ble logget 24-bits data.

Vi brukte sensorer av typen PCB 137A23 som med korte coax-kabler var koblet til signalomformere av typen PCB 480E09. Fra disse gikk det coax-kabler til loggekortet.

For skudd 1 var gain satt til 10 på signalomformeren. Signalet var her for høyt (over 80 kPa). For resten av skuddene var gain satt til 1.

For sensoren ved utblås fikk vi kuttet den korte coax-kabelen, sannsynligvis av lokket fra patronen som flyr ut bak våpenet. Dette gjorde at vi ikke fikk målinger på denne sensoren for skudd 2 og 3.

Skudd nr.	Dist. utblås [cm]	Dist. siktelinje [cm]
1	93	65
2	93	65
3	295	145
4	210	165
5	133	75

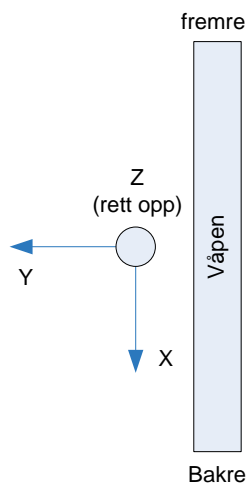
Tabell 3.2: Plassering av sensoren bak våpenet (ch2). Sensoren hadde serienummer SN4430. Avstanden til siktelinjen er målt vinkelrett på denne.

3.2 Loggeutstyr for akselerasjonsmålingene

Det ble utført målinger med 6 akselerometere (Figur 3.6–3.9), 3 på våpenet og 3 på siktet. Det var en sensor for hver akse (Figur 3.4). Akselerometerene var av typen PCB 353B15 med et måleområde på ± 500 g (Tabell 3.3).

Alt loggeutstyret som ble brukt er produsert av National Instruments. En stasjonær datamaskin med et loggekort av typen PCI-6071E og programmet LabVIEW signalexpress 2.5 ble brukt for å logge akselerasjonsdata. Loggekortet var tilkoblet et signaltilpasningssystem, SCXI-1000DC, med akselerometer modulen SCXI-1531 som brukes for å drive akselerometerene og for å oppnå synkron logging (Figur 3.5). Samplingshastigheten var satt til 100 kS/s, og oppløsningen på målingene var 12 bit.

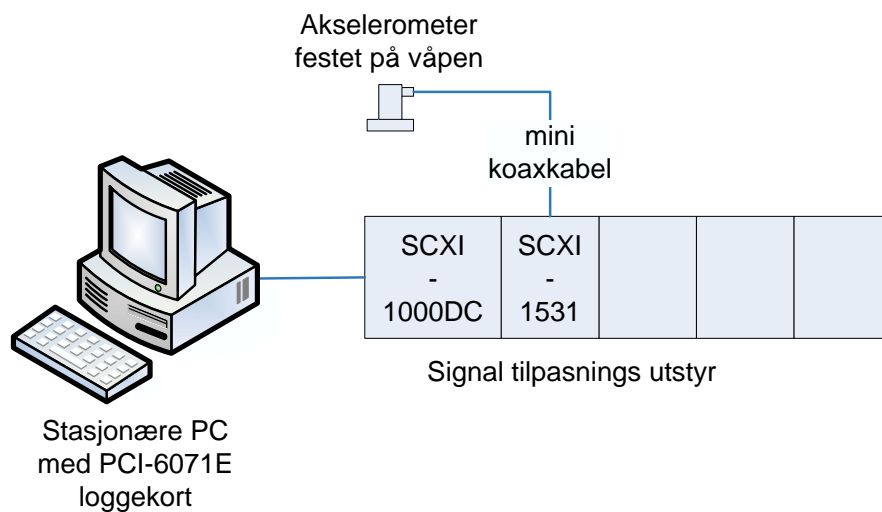
Akselerasjonen på våpenet var så høy at noen av målingene oversteg måleområdet til akselerometerene. Vi har derfor ikke tatt med noen akselerasjoner på våpenet i denne rapporten (kun siktet).



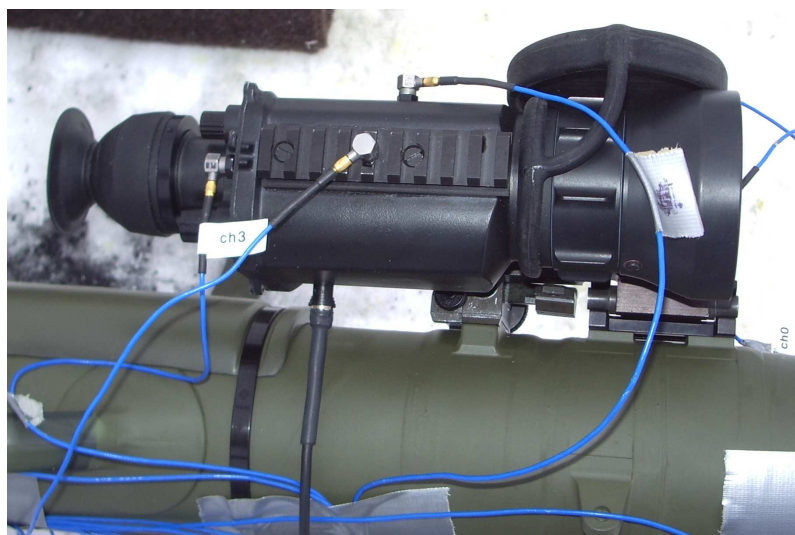
Figur 3.4: Definisjon av aksene for akselerasjonsmålingene på siktet.

SCXI modul	S/N	Sensitivitet	Plassering	
Kanal 0	26766	9.90 mV/g	X-akse	Våpen
Kanal 1	26767	9.80 mV/g	Y-akse	Våpen
Kanal 2	26768	10.00 mV/g	Z-akse	Våpen
Kanal 3	15760	9.82 mV/g	X-akse	Sikte
Kanal 4	15761	9.71 mV/g	Y-akse	Sikte
Kanal 5	15762	9.77 mV/g	Z-akse	Sikte

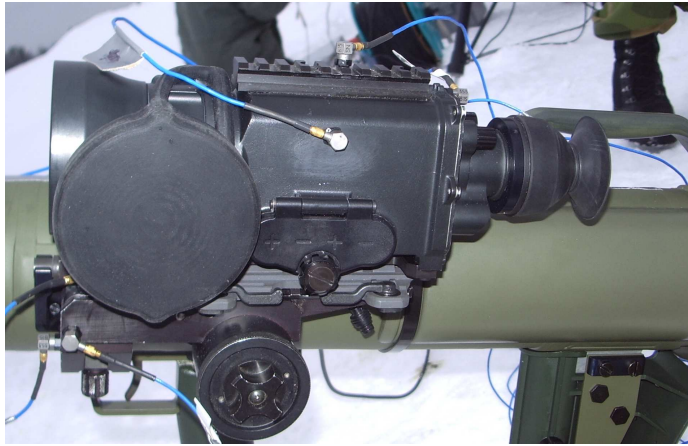
Tabell 3.3: Akselerometerene som ble brukt. De var alle av type PCB 353B15.



Figur 3.5: Oversiktstegning av loggesystemet.



Figur 3.6: Akselerasjonssensorer.



Figur 3.7: Akselerasjonssensorer.

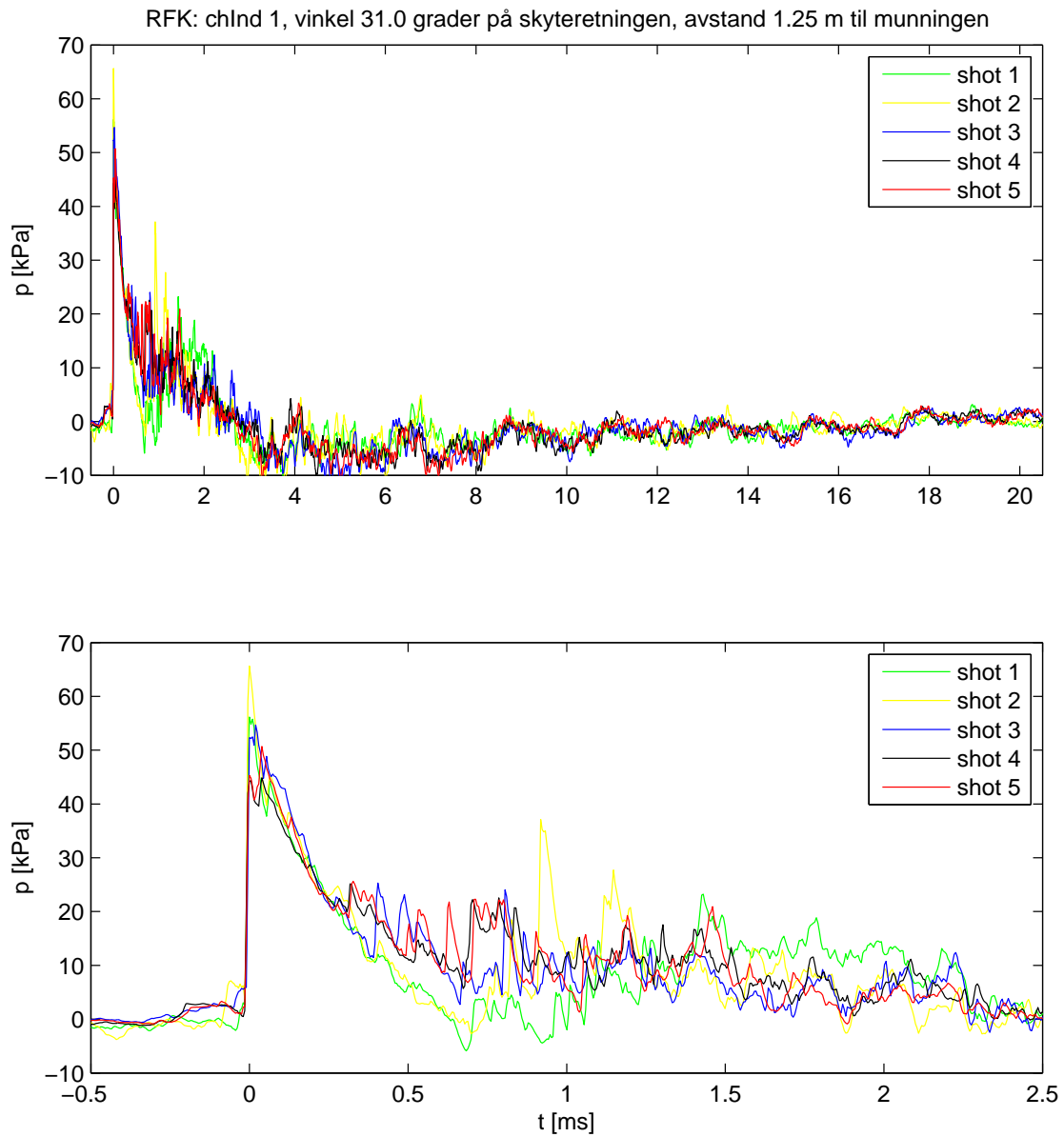


Figur 3.8: Akselerasjonssensorer.

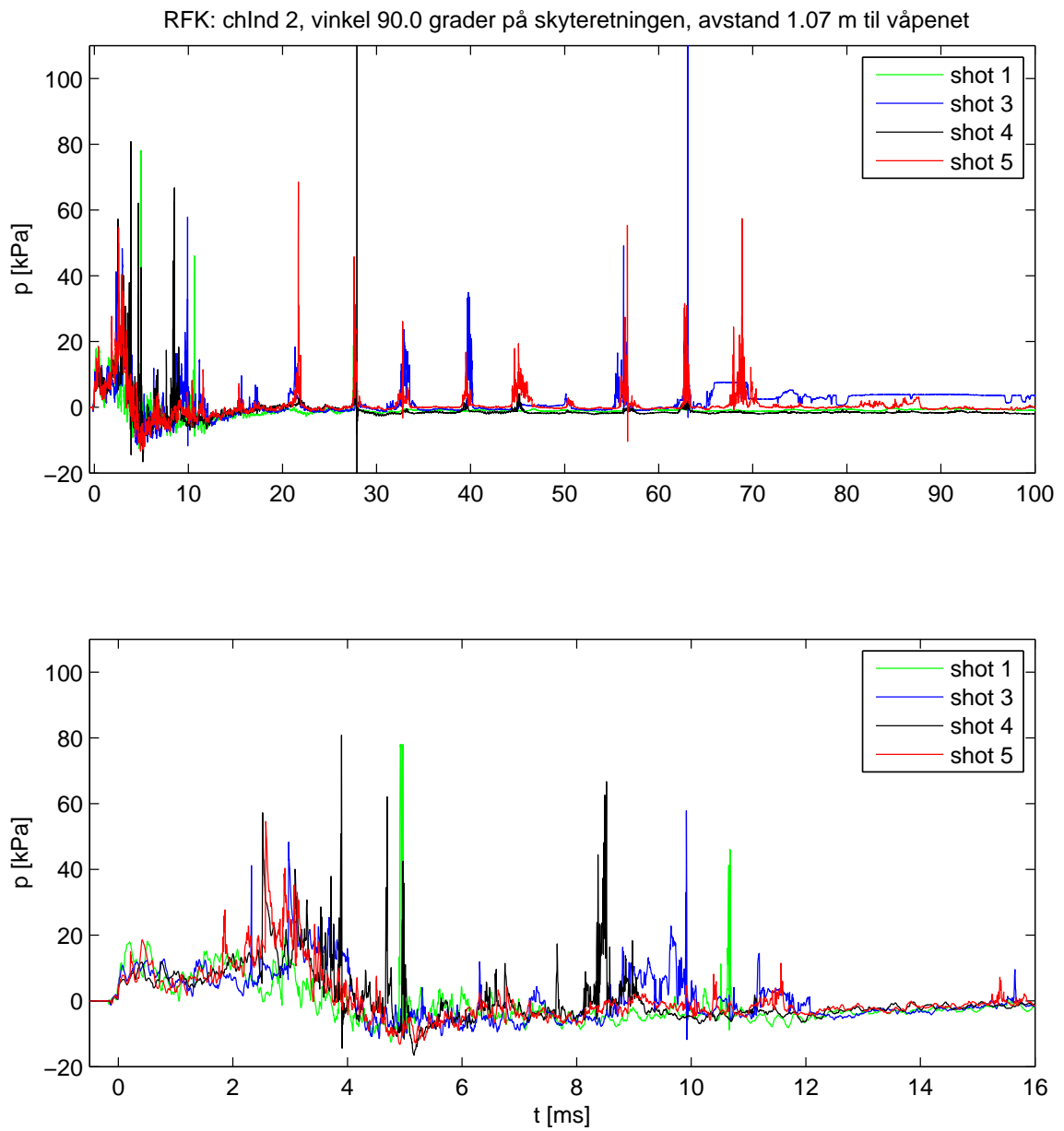


Figur 3.9: Akselerasjonssensorer.

4 Tidsserier for trykket

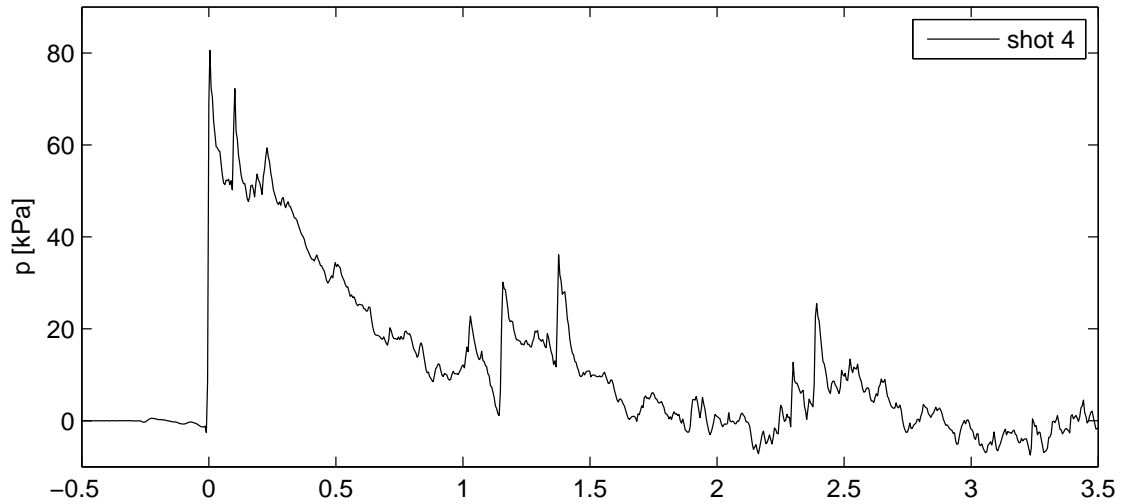


Figur 4.1: Måling foran våpenet. Det nederste plottet er det samme som det øverste, men med finere tidsoppløsning.

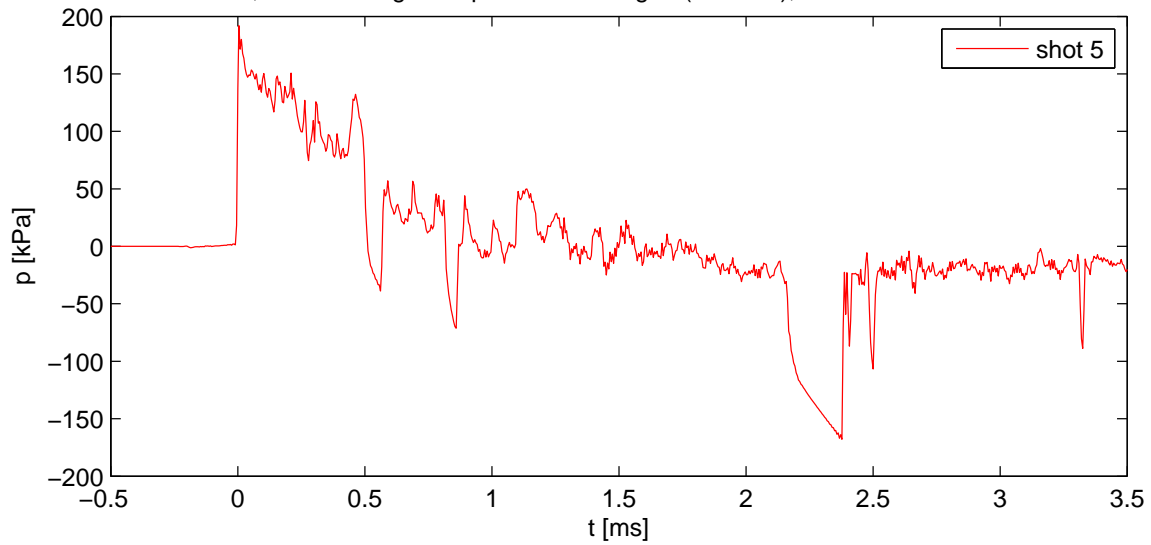


Figur 4.2: Måling på siden av våpenet. Det nederste plottet er det samme som det øverste, men med finere tidsoppløsning.

RFK: ch1nd 3, vinkel 38.0 grader på utblåsretningen (bakover), avstand 2.67 m til utblås bak

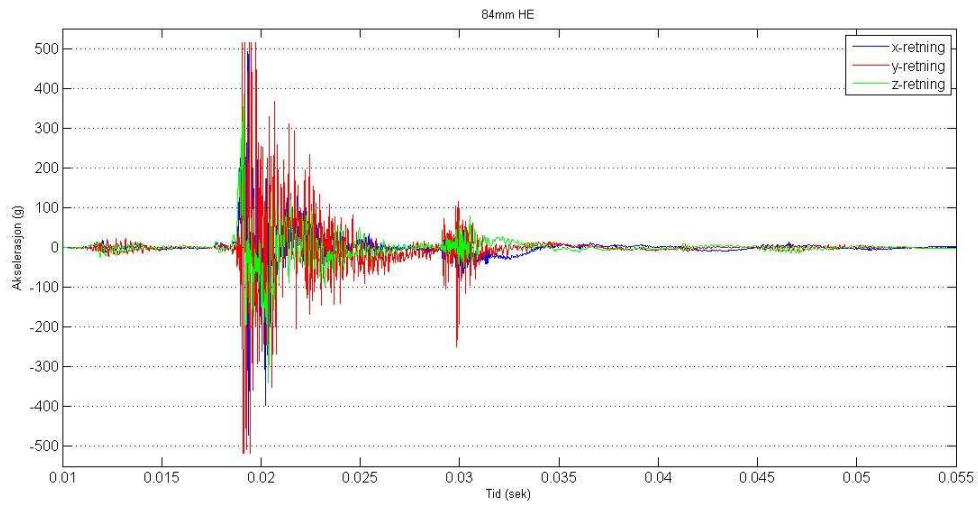


RFK: ch1nd 3, vinkel 29.0 grader på utblåsretningen (bakover), avstand 1.53 m til utblås bak

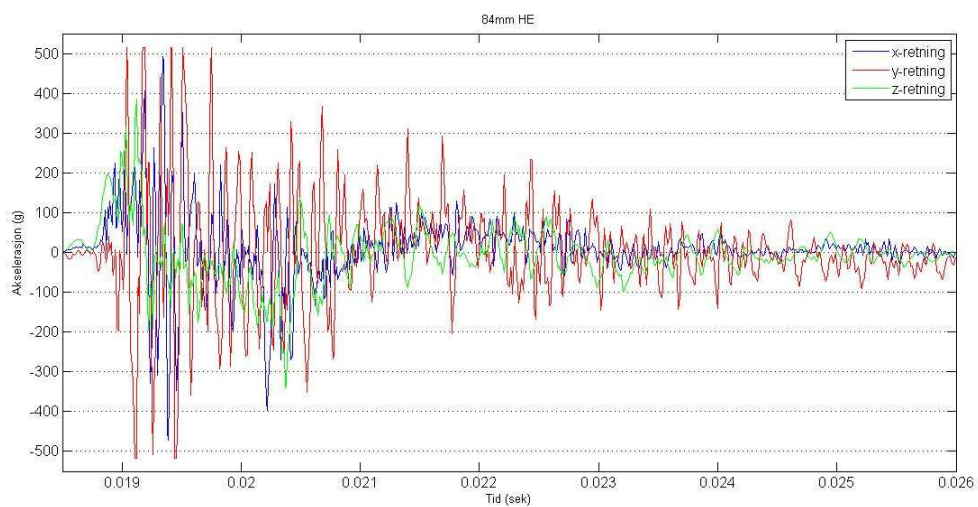


Figur 4.3: Måling bak våpenet.

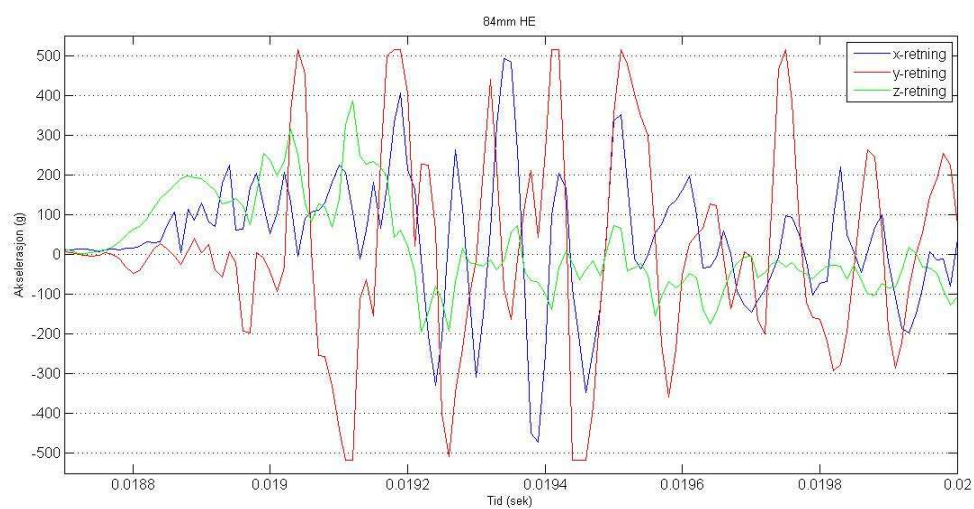
5 Tidsserier for akselerasjon



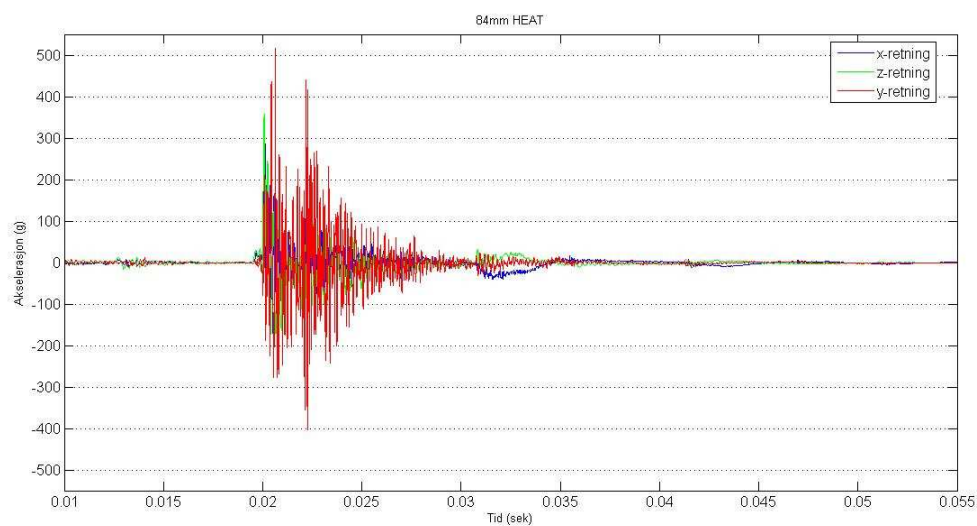
Figur 5.1: Akselerasjon av siktet under skyting med sprenggranat. Tidsvinduet er 45 ms.



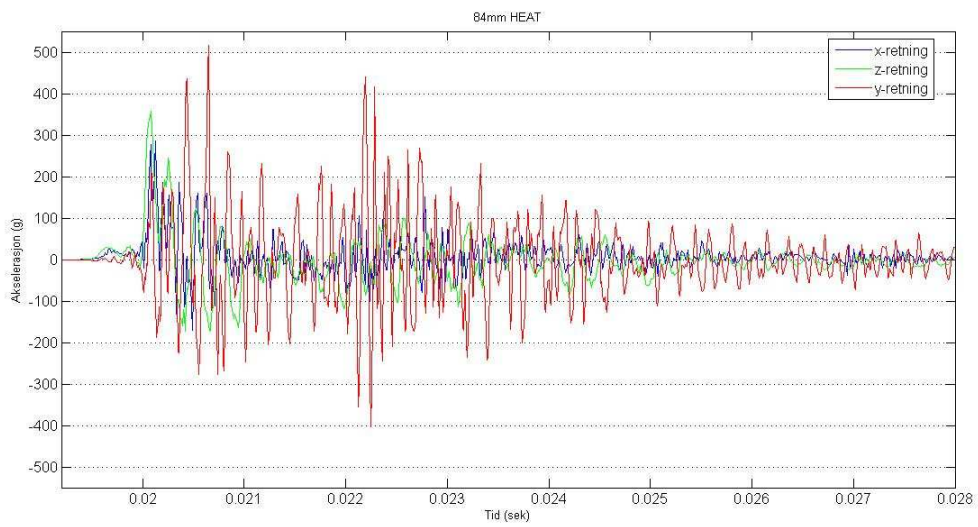
Figur 5.2: Akselerasjon av siktet under skyting med sprenggranat. Tidsvinduet er 7 ms.



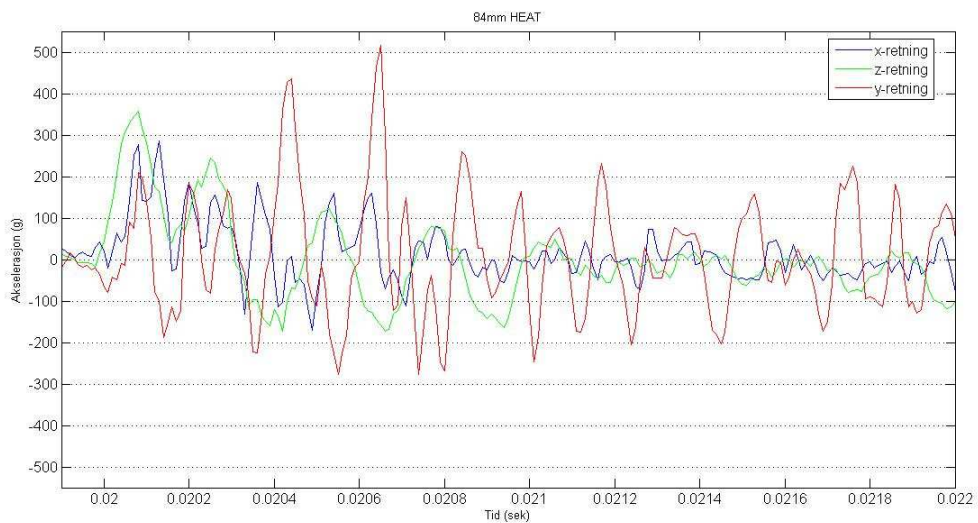
Figur 5.3: Akselerasjon av siktet under skyting med sprenggranat. Tidsvinduet er 1.3 ms.



Figur 5.4: Akselerasjon av siktet under skyting med panserbrytende granat. Tidsvinduet er 45 ms.



Figur 5.5: Akselerasjon av siktet under skyting med panserbrytende granat. Tidsvinduet er 9 ms.



Figur 5.6: Akselerasjon av siktet under skyting med panserbrytende granat. Tidsvinduet er 2.1 ms.

Referanser

- [1] M. Huseby, R. Rahimi, J. A. Teland, I Dyrdal, H. Fykse, B. Hugsted, C. E. Wasberg, E. Aker, R. Cleave, F. Løvholt, C. Madshus, K. Rothschild, H. Olsen, S. Storeheier, and G. Taraldsen. Final report: Improvement of the computational methods of the norwegian defence estates agency for computing noise from the norwegian defence training ranges. FFI-rapport 2007/02602, Joint report by: Norwegian Defence Research Establishment (FFI), Norwegian Geotechnical Institute (NGI) and SINTEF IKT, 2008.