

# **FFI RAPPORT**

## **MÅLINGER AV LYDTRYKKET NÆR LETTE VÅPEN, TERNINGMOEN, REVIDERT UTGAVE**

HUSEBY Morten, HUGSTED Bjørn , DYRDAL Idar, FYKSE  
Haakon, JORDET Agnar

**FFI/RAPPORT-2006/00260**



FFI-V/1034

**MÅLINGER AV LYDTRYKKET NÆR LETTE  
VÅPEN, TERNINGMOEN, REVIDERT UTGAVE**

HUSEBY Morten, HUGSTED Bjørn , DYRDAL Idar,  
FYKSE Haakon, JORDET Agnar

FFI/RAPPORT-2006/00260

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



**FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT(FFI)  
Norwegian Defence Research Establishment**

**UNCLASSIFIED**

P O BOX 25  
NO-2027 KJELLER, NORWAY

SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE  
(when data entered)

**REPORT DOCUMENTATION PAGE**

<b>1) PUBL/REPORT NUMBER</b> FFI/RAPPORT-2006/00260	<b>2) SECURITY CLASSIFICATION</b> UNCLASSIFIED	<b>3) NUMBER OF PAGES</b> 141												
<b>1a) PROJECT REFERENCE</b> FFI-V/1034	<b>2a) DECLASSIFICATION/DOWNGRADING SCHEDULE</b> -													
<b>4) TITLE</b> MÅLINGER AV LYDTRYKKET NÆR LETTE VÅPEN, TERNINGMOEN, REVIDERT UTGAVE  Measurements of sound pressure near light weapons, Terningmoen, revised edition														
<b>5) NAMES OF AUTHOR(S) IN FULL (surname first)</b> HUSEBY Morten, HUGSTED Bjørn , DYRDAL Idar, FYKSE Haakon, JORDET Agnar														
<b>6) DISTRIBUTION STATEMENT</b> Approved for public release. Distribution unlimited. (Offentlig tilgjengelig)														
<b>7) INDEXING TERMS</b> <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">IN ENGLISH</th> <th style="text-align: left;">IN NORWEGIAN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) <u>noise</u></td> <td>a) <u>støy</u></td> </tr> <tr> <td>b) <u>firing range</u></td> <td>b) <u>skytefelt</u></td> </tr> <tr> <td>c) <u>weapon</u></td> <td>c) <u>våpen</u></td> </tr> <tr> <td>d) <u>measurement</u></td> <td>d) <u>måling</u></td> </tr> <tr> <td>e) <u>sound pressure</u></td> <td>e) <u>lydtrykk</u></td> </tr> </tbody> </table>			IN ENGLISH	IN NORWEGIAN	a) <u>noise</u>	a) <u>støy</u>	b) <u>firing range</u>	b) <u>skytefelt</u>	c) <u>weapon</u>	c) <u>våpen</u>	d) <u>measurement</u>	d) <u>måling</u>	e) <u>sound pressure</u>	e) <u>lydtrykk</u>
IN ENGLISH	IN NORWEGIAN													
a) <u>noise</u>	a) <u>støy</u>													
b) <u>firing range</u>	b) <u>skytefelt</u>													
c) <u>weapon</u>	c) <u>våpen</u>													
d) <u>measurement</u>	d) <u>måling</u>													
e) <u>sound pressure</u>	e) <u>lydtrykk</u>													
<b>THESAURUS REFERENCE:</b>														
<b>8) ABSTRACT</b> <p>This report is part of an ongoing effort to improve the ability of the Norwegian Defense Estate Agency to assess noise pollution from firing ranges. Here we provide documentation of measurements done at Terningmoen 17 November 2005, to capture time series of the sound pressure near a rifle. This report is one in a series, to provide data for different types of weapons under different conditions. At the FFI we are currently developing methods to theoretically predict the sound pressure near the muzzle of a weapon. The measurements reported here will later be used to check the validity of the theoretical methods against measured values. The analyzed results of the measurements reported here are also used as emission data for MILSTØY II</p>														
<b>9) DATE</b>  29 August 2006	<b>AUTHORIZED BY</b> This page only Jan Ivar Botnan	<b>POSITION</b>  Director of Research												

**UNCLASSIFIED**

SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE  
(when data entered)



**INNHold**

		<b>Side</b>
1	BAKGRUNN	9
2	INNLEDNING	11
3	VÅPEN OG AMMUNISJON	11
3.1	Våpen	12
3.2	Ammunisjon	16
3.3	Skuddtider	17
4	MÅLEOPPSETT	17
4.1	Paller	19
4.2	Bakkeprofil	19
4.3	Stativer	20
4.4	Vær	20
4.5	Bakkekorleksjon standplass	20
5	DATAINNSAMLING	21
5.1	Sensorer	21
5.1.1	PCB sensor på 80 cm	21
5.1.2	PCB sensor på 10 m	22
5.1.3	Brüel & Kjær mikrofon på 10 m	22
5.2	Forsterkere	24
5.3	AD-konvertering	24
5.4	Postprosessering og analyse av data	25
6	MÅLERESULTATER 10 M FRA MUNNINGEN	25
6.1	Eksempel på en typisk tidsserie for trykket	26
6.2	Ankomsttider for prosjektilsmell	29
6.3	Estimering av data på 30 grader for MP5 og P80	30
6.4	Sammenligning av Brüel & Kjær og PCB sensorer på 10 m	30
6.5	Variasjonen mellom forskjellige skudd	32

6.6	SEL-spekter	32
7	MÅLERESULTATER 80 CM FRA MUNNINGEN	33
7.1	Variasjon mellom forskjellige skudd	33
8	OPPSUMMERING	33
	Litteratur	37

## APPENDIKS

A	STØYINDIKATORER	39
A.1	Kvantisering av hvor høy er lyden er	39
A.2	A og C-vekting	39
A.3	Akustisk energi	40
B	1/3-OKTAV SEL-SPEKTER	41
B.1	SEL av hele signalet	41
B.2	Forklaring av 1/3-oktavbånd	42
B.3	Frekvensspekter av SEL	43
B.4	Direktivitet av SEL-spektret	44
C	PREPROSESSERING AV LYDTRYKKET	45
D	ALTERNATIV METODE FOR BEREGNING AV BAKKEKORREKSJON	47
D.1	Eksempel på alternativ beregning av bakkekorreksjon	48
E	TABELLER FOR BAKKEKORREKSJON	54
F	TIDSSERIER TRYKK 10 M FRA MUNNINGEN, ALLE VÅPEN	56
G	TIDSSERIER TRYKK 80 CM FRA MUNNINGEN, ALLE VÅPEN	70
H	1/3-OKTAV SEL-SPEKTRUM AG3, NM231, ALLE 10 SKUDD	84
I	MÅLTE VERDIER 10 M, 1/3-OKTAV SEL-SPEKTER, ALLE VÅPEN	95



J	FRITTFELTSVERDIER 10 M, 1/3-OKTAV SEL-SPEKTER, ALLE VÅPEN	110
K	KOEFFISIENTER FOR SEL INTERPOLERT I MÅLEVINKELN	125
L	FRITTFELTSVERDIER 10 M, 1/3-OKTAV SEL-SPEKTER, ALLE VÅPEN, UNIFORME VINKELSEGMENTER	125



## MÅLINGER AV LYDTRYKKET NÆR LETTE VÅPEN, TERNINGMOEN, REVIDERT UTGAVE

### 1 BAKGRUNN

Denne rapporten er en del av et pågående arbeid ved Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI) for å forbedre Forsvarsbygg (FB) sin evne til å estimere støynivået rundt forsvarers skytefelt (Huseby, Rahimi, Teland & Dyrdal 2005, Huseby 2005, Huseby, Rahimi & Teland 2006). Dette er viktig for å kunne holde et så begrenset som mulig støynivå hos naboene i nærheten av skytefelt. Det er også viktig i forhold til å maksimere forsvarers muligheter for trening innenfor de rammer for støy som er gitt i konsesjonene for skytefeltene. FFI sitt arbeid er en del av et samarbeidsprosjekt med FB som oppdragsgiver, der prosjektgruppen består av FFI, SINTEF og NGI (Norges Geotekniske Institutt).

For å estimere støynivået benytter FB seg av programmet MILSTØY II. Som inngangsdata benytter MILSTØY II en kildedatabase for lydtrykket forholdsvis nær det valgte våpenet, omtrent 10 m for et håndvåpen. Det er ønskelig å utvide og forbedre denne databasen.

Som et ledd i dette har FFI satt i gang forskning på å benytte beregningsprogrammer til å generere kildedata til MILSTØY II. Trykkforløpet skal beregnes fra inne i løpet og ut til starten av det lineære området der MILSTØY II tar sine inngangsdata (Figur 1.1). Her benyttes først IBHVG2 (Interior Ballistics of High Velocity Guns) til å beregne trykk og hastighets-feltet inne i løpet før prosjektilet kommer ut av munningen. Deretter benyttes fluidkoden Autodyn til å beregne trykkfeltet videre utover til lydbølgen forplanter seg bort fra den ekspanderende kruttgassen, innenfor 80 cm fra munningen for et håndvåpen. Det arbeides videre på FFI med å regne seg gjennom den ikke-lineære sonen frem til starten av den lineære sonen.

For å verifisere resultatene etter beregningene med IBHVG og Autodyn arbeides det parallelt med å fremskaffe egnede måledata nær våpenet. Resultatene i denne rapporten vil senere, sammen med andre målinger (f.eks. Huseby, Dyrdal, Fykse & Hugsted (2005)), benyttes til å verifisere beregningene som er gjort ved FFI. Dette vil bli utgitt senere i en egen rapport (Huseby, Rahimi, Teland & Wasberg 2006).

Denne rapporten beskriver målinger som ble gjort på Terningmoen 17. november 2005. Det ble gjennomført målinger av støynivået fra nyere norske våpen. Formålet med målingene var i første rekke å kvantifisere støynivået for en del spesifiserte nyere norske våpen, på en slik måte at målingene senere kan benyttes, direkte eller indirekte, som grunnlag for å utvide MILSTØY II sin database av våpen. MILSTØY II sin nåværende database av våpen består av eldre målinger fra Tyskland og Danmark. Målinger fra nyere våpen er dermed ikke tilgjengelige.

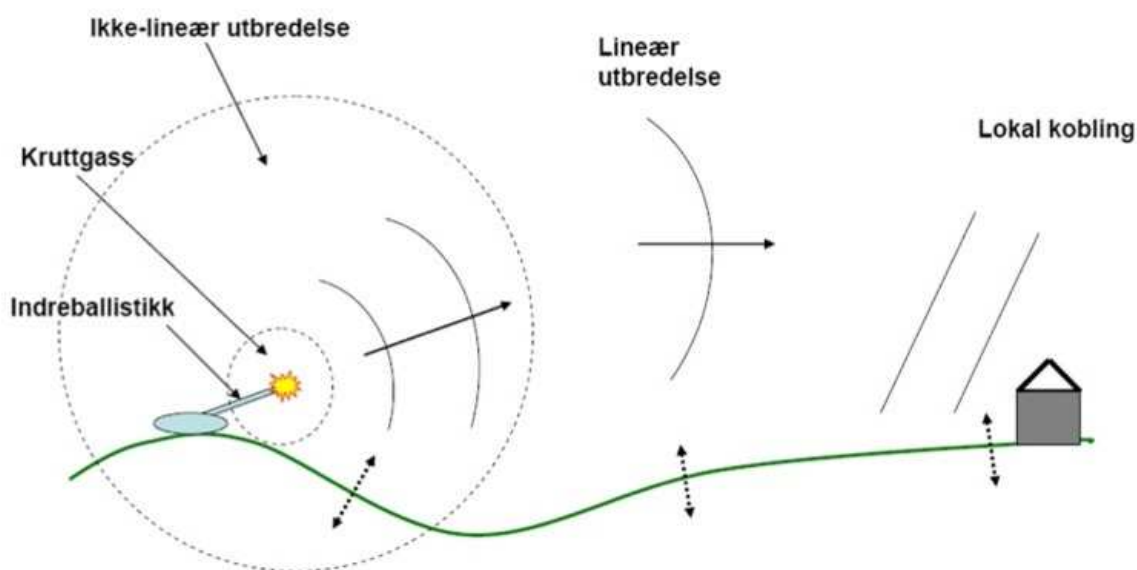
Hensikten med målingene er todelt:

1. Det ble gjort målinger 10 m fra munningen på våpenet. Dette kan gå inn i MILSTØY II sin kildedatabase, etter en bearbeiding av måledata. Denne rapporten inneholder også beskrivelse av analysen av måledata som må gjøres før bruk i MILSTØY II.

2. Målingene som er gjort benyttes til å verifisere det pågående modelleringsarbeidet ved FFI. I tillegg til målingene på 10 m er det utført målinger på 80 cm. Vi har da data som kan benyttes til å verifisere beregningene som er utført i denne sonen (ut til 80 cm). I det kommende arbeidet med å beregne lydforplantningen i det ikke-lineære området (fra 80 cm til 10 m for et håndvåpen) vil vi ha både korrekte inngangsdata (80 cm) og en mulighet til å verifisere resultatene (10 m).

Målingene ble gjennomført som et samarbeid mellom FFI og FLO Test & Verifikasjon (FLO T&V) ved Agnar Jordet. FLO T&V stod for det praktiske oppsettet oppe på Terningmoen. FFI stod for utforming av måleoppsettet, gjennomføring av målingene og analyse av måledata. Konsulenter fra Multiconsult og SINTEF ble leid inn for å bestemme bakkeegenskapene på standplass.

Støynivået til et våpen er en egenskap ved våpenet som benyttes ved skytebanen. Dermed er det naturlig at det er FLO som administrerer våpnene, som skaffer data om dette. FB anvender så disse kildedataene i arbeidet med å administrere skytefeltet. Dette ser for oss ut som den naturlige prosedyren når nye våpen introduseres for bruk på norske skytebaner. Å skaffe gode emisjonsdata for våpen er et arbeide som krever mye spesialisert kunnskap om både lydutbredelse og våpen. Da kunnskapen om hvordan man gjør slike målinger er så pass spesiell har FFI denne gang jobbet sammen med FLO T&V å gjøre selve målingene for FB. Det er et mål at FLO i fremtiden skal kunne settes i stand til å utføre slike målinger selv etter hvert som behovet oppstår. Analysen av data kan da senere gjøres av FB eller av andre som FB velger til å utføre dette. Det kan være naturlig i sluttfasen av FFI-prosjektet at det utarbeides en kort kokebokoppskrift for å utføre slike målinger, som sammen med den kunnskapen som nå er opparbeidet i FLO T&V da burde være tilstrekkelig til at FLO selvstendig kan levere måledata til FB. En permanent målestasjon på et av forsvarrets anlegg kunne være nyttig i forhold til dette.



Figur 1.1 Oversiktsbilde over de forskjellige sonene for lydpropagasjon rundt et våpen.

## 2 INNLEDNING

Før vi ser på målingene som ble utført kan det være nyttig å se litt på hva lyd er. For lyd fra en sprengladning vil man før detonasjon ha en masse eksplosiver. Når disse antennes vil man få en gassboble av kruttgass som ekspanderer hurtig utover. Til å begynne med vil gassbobla ekspandere raskere enn den lokale lyd hastigheten. Det vil dermed ikke være mulig for noen lyd å slippe unna gassbobla. Vi har dermed på dette tidspunktet et volum med kruttgass omgitt av et volum med luft der vi ikke har noen lyd. Etter en stund vil gassbobla ekspandere saktere enn den lokale lyd hastigheten. Da vil det genereres en trykkpuls i lufta rundt gassbobla. En kan tenke seg at det er på dette tidspunktet lyden blir født. Gassbobla vil til slutt stoppe opp og trekke seg noe sammen, og kruttgassen vil bli værende ganske nær detonasjonsstedet. Lyden (trykkpulsen) vil derimot forplante seg videre utover i lufta. Det kan være nyttig å ha dette i bakhodet når man måler trykk nær våpen. Dersom man måler svært nær munningen måler man trykket i en kruttgass. Dersom man måler noe lenger unna så måler man trykket i luft. Etter hvert som sjokkfronten i lufta beveger seg lenger bort fra detonasjonspunktet vil pulsen bli slakere, og etter hvert få form som et bølgetog (av endelig lengde). De forskjellige sonene i lydutbredelsen er illustrert i Figur 1.1.

For våpen vil vi ikke ha en gasskule som ekspanderer, men en gass som blir blåst ut av løpet på våpenet. Selv om vi har et ikke-symmetrisk gassvolum vil det likevel være en hel del fellstrekk. For et våpen vil vi imidlertid få opptil 20 dB høyere lyd foran våpenet enn bak.

I Kapittel 3 beskrives våpnene som benyttes i målingene. Måleoppsettet beskrives i Kapittel 4. Sensorer og datainnsamlingssystem omtales i Kapittel 5. En kortfattet oversikt over måleresultater gis i Kapittel 6 og 7. Appendiks A, B og C forteller litt om metodene som er benyttet for å analysere måledata på 10 m for å produsere 1/3-oktav SEL-spektre (Sound Exposure Level). En alternativ metode for å beregne bakkekorreksjon er skissert i Appendiks D. For hurtig oppslag under arbeidet med beregningsprogrammer er typiske tidsserier for trykket plottet i Appendiks F og G. I Appendiks H er alle skuddene gitt for et våpen, for å kunne gi et inntrykk av variasjonen mellom skuddene. I Appendiks I og J er det tabulert SEL-verdier for henholdsvis rådata og bakkekorrigerte data. Retningskoeffisientene som beskriver direktiviteten til våpenet er gitt i Appendiks K. Og til slutt i Appendiks L er det oppgitt 1/3-oktav SEL-spektre, på 10 m, korrigert for bakken, interpolert til et sett uniforme vinkler. Disse tabellene kan benyttes som inngangsdata til MILSTØY II.

## 3 VÅPEN OG AMMUNISJON

Det ble skutt med 12 våpen under forsøkene. AG3 ble skutt med to typer ammo, NM60 og NM231. FN MAG ble skutt med to forskjellige løp, coax og vanlig. I det følgende omtaler vi for enkelthets skyld AG3 med NM60 og AG3 med NM231 som to forskjellige våpen, og tilsvarende for FN MAG. Vi har dermed 14 forskjellige våpen med i forsøkene (Tabell 3.3).

### 3.1 Våpen

Våpnene som er målt er avbildet i Figur 3.1–3.12. Vi har med AG3 som et referansevåpen, for å kunne sammenligne med eksisterende kildedata. MP5 og Glock pistol er eksempler på “nye” våpen som det til nå ikke har eksistert kildedata for i MILSTØY II. Dette gjelder også for våpen som benytter 5.56 mm ammo, som f.eks. C8 og G36. Vi har også med kandidater til nye personlige forsvarsvåpen til å erstatte MP5, nemlig MP7 og P90. Disse er interessante fordi de har mindre prosjektiler med større hastighet enn MP5. Noen maskingeværer er også med. Tabell 3.1 inneholder en del parametere som vi bruker som inngangsdata for beregningene med IBHVG og Autodyn.



Figur 3.1 AG3



Figur 3.2 C8



Figur 3.3 G36



*Figur 3.4 G36C*



*Figur 3.5 P80 Glock*



*Figur 3.6 MP5*



*Figur 3.7 MP7*



*Figur 3.8 P90*



*Figur 3.9 Steyr AUG*



*Figur 3.10 Sauer - NM149 Skarpskytterifle*





*Figur 3.11 MG3*



*Figur 3.12 FN MAG med to forskjellige løp. Det er coax-løpet som er montert på våpenet.*

våpen	ammo	løpslengde mm	$V_0$ m/s	weapon number
P80 Pistol	9 x 19 mm	186	350	8
MP5 Maskinpistol	9 x 19 mm	225	400	9
MP7 PFV	4.6 x 30 mm	180	725	6
P90 PFV	5.7 x 28 mm	263	715	7
G36 Rifle	NM229 5.56 x 45 mm	480	920 (?)	4
G36C Rifle	NM229 5.56 x 45 mm	228	800 (?)	3
C8 Rifle	NM229 5.56 x 45 mm	368	895	5
AUG Rifle	NM229 5.56 x 45 mm	508 (?)	900 (?)	10
AG3 Rifle	NM60 7.62 x 51 mm	450	820	1
AG3 Rifle	NM231 7.62 x 51 mm	450	830	2
NM149 Skarpskytterifle	NM231 7.62 x 51 mm	598	880	11
MG3 Maskingevær	NM231 7.62 x 51 mm	568	840 (?)	12
FN MAG Maskingevær (coax. løp)	NM231 7.62 x 51 mm	545 (?)	820 (?)	13
FN MAG Maskingevær (mitr. løp)	NM231 7.62 x 51 mm	545 (?)	820 (?)	14

Tabell 3.1 Munningshastighet for de forskjellige våpen/ammunisjons-kombinasjoner er usikker. Oppgitte verdier er tildels målte gjennomsnittsverdier, verdier oppgitt fra produsent (stor usikkerhet på grunn av ukjent ammunisjon), eller beste estimat. Verdier markert med spørsmålstegn er særlig usikre.

parameter\ammo	NM60	NM231	NM229	skarp		
kaliber (mm)	7.62 x 51	7.62 x 51	5.56 x 45	9 x 19	4.6 x 30	5.7 x 28
prosjektivvekt (g)	9.45	8.95	3.99	7.45	1.6	2.02
kruttvekt (g)	2.79	2.78	1.70	0.42	0.60	0.44
hylsevolum (mm <sup>3</sup> )	3151	3516	1555	633	659	565

Tabell 3.2 Parametre ammunisjon.

### 3.2 Ammunisjon

Det ble brukt 6 forskjellige typer ammunisjon. Data for denne ammunisjonen er gitt i Tabell 3.2. I tillegg til dataene i tabellen vil man for å gjøre beregninger (med IBHVG2) av forbrenningen inne i løpet trenge parametere som brennhastighet, energiinnhold i kruttet osv. Dette er sammenstilt i Huseby, Fykse & Rahimi (2007). Det er som nevnt benyttet to typer ammunisjon for AG3. NM60 er den eldre typen 7.62 x 51 mm blyholdig ammunisjon. NM231 er den nyere miljøammunisjonen av dette kaliberet.

Kruttvektene er funnet fra målinger gjort på FFI av patronvekt minus vekt av hylse og prosjektil. Disse er veid på nykalibrert vekt, og skulle derfor være ganske nøyaktige. Hylsevolum er innvendig volum av hylse beregnet som differansen mellom vekt av hylse fylt med vann og tom hylse, minus volumet av den delen av prosjektilet som er inne i hylsa. Volum av prosjektil er beregnet på grunnlag av modeller som er bygget opp ved oppmåling av prosjektiler. Det knytter seg derfor noe usikkerhet til disse tallene.

våpen	tid	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AG3 NM60	13:52	nn	+15	+10	+12	+nn	+15	+13	+15	+15	+12
AG3 NM231	14:26	0:10	0:25	0:35	0:50	1:00	1:12	1:25	1:40	1:50	2:05
G36C	14:32	0:40	0:55	1:05	1:20	1:35	1:55	2:00	2:12	2:24	3:36
G36	14:37	0:00	0:10	0:25	0:38	0:54	1:07	1:20	1:33	1:47	2:01
C8	14:43	0:25	0:35	0:50	1:03	1:20	1:31	1:45	1:58	2:11	2:25
MP7	14:48	0:33	0:39	0:52	1:07	1:21	1:35	1:50	2:05	2:17	2:31
P90	14:53	0:00	0:15	0:25	0:38	0:50	1:06	1:17	1:30	1:45	1:55
Glock P80	14:56	0:50	1:05	1:15	1:30	1:42	1:55	2:12	2:25	2:40	2:55
MP5	15:08	0:10	0:17	0:30	0:45	0:55	1:14	1:23	1:44	1:57	2:12
AUG	15:12	0:50	1:03	1:15	1:23	1:40	1:55	2:10	2:23	2:37	3:01
NM149	15:18	0:45	0:55	1:05	1:20	1:37	3:15	3:40	3:55	4:10	4:23
MG3	15:33	0:03	0:35	1:00	1:25	1:55	2:26	2:45	3:10	3:30	3:55
FN MAG coax	15:42	0:40	1:15	1:35	2:00	2:20	2:35	2:59	3:25	3:42	4:10
FN MAG mitr	15:49	0:35	0:55	1:15	1:35	1:55	2:15	2:30	2:55	3:23	3:55

Tabell 3.3 Skuddtider. For AG3, NM231 ble det i tillegg avfyrt to skudd med NM60, 2:16 og 2:29 etter referansetiden.

### 3.3 Skuddtider

Det ble skutt 10 skudd for hvert våpen. Vi prøvde å ha minst 10 sekunders pause mellom hvert skudd. For de fleste våpnene hadde vi 10 skudd i magasinet, slik at skuddene kommer fortløpende. Noen våpen måtte lades for hvert skudd, og skuddene kan da være litt lenger fra hverandre i tid og på separate filer. Klokken på datamaskinen som gjorde datainnsamlingen var synkronisert med GPS-mottager og med NORSONIC 121 måleren som stod ute i terrenget. Man kan da sammenholde når filene ble laget med oversikten over skuddtider i Tabell 3.3. Denne tabellen er laget etter et armbandsur som er innefor 2 minutter av virkelig tid. Første tid i tabellen er referansetiden for våpenet i timer og minutter. De andre tidene er tiden for hvert enkelt skudd angitt med tiden som er gått siden referansetiden, gitt i minutter og sekunder. I første linje (AG3 NM60) betyr 'nn' at tiden (sekundene) ikke er kjent. Tiden fra sist skudd er gitt ved f.eks. '+12' for 12 sekunder. I andre rad (AG3 NM231) ble det i tillegg avfyrt to skudd med NM60, 2:16 og 2:29 etter referansetiden.

## 4 MÅLEOPPSETT

Målingene er utført på Terningmoen, på skytebanen Bakketun. Det ble gjort opptak med i alt 17 sensorer. På 10 m målte vi i 7 retninger både med trykksensorer og mikrofoner (Figur 4.1). Nær våpenet hadde vi to sensorer 80 cm fra munningen (Figur 4.2). Vi hadde også en sensor oppe på pallene, i nærheten av skytterens øre. Datainnsamlingsutstyret var plassert ca. 35 m unna i en brakke som ble stilt til rådighet av FLO T&V (Figur 4.2 og 5.3) Plasseringen til de 17 sensorene er beskrevet i Tabell 4.1. Sensoren med kanalindeks 17 står 52 cm over pallene skytteren ligger på. Feltene "dev" og "ch" i tabellen, refererer til nummerering av datainnsamlingskort og kanalnummer på hvert kort, som beskrevet i Kapittel 5. Posisjonene i tabellen er beskrevet i



*Figur 4.1* Oversiktsbilde av standplassen. Sensorer i 7 retninger på 10 m. Skytteren sitter på pallene i sentrum av halvsirkelen. Målet er figuren som skimtes lenger fremme. De to Norsonic-121 målerne står i venstre hjørne av feltet ca. 300 m fremme, og 100 m fremme på venstre side.



*Figur 4.2* Oversikt over målerne av typen PCB 137A23, nær våpenet. En niveleringskikkert ble brukt til å måle opp posisjonene til sensorene relativt munningen på våpenet.

kanal index	dev	ch	sensor		preamp serienummer	avstand m	vinkel grader	høyde m
			type	serienummer				
1	1	0	B&K 4938	SN2496496	SN2084744	10.10	4.67	2.43
2	1	1	B&K 4138	SN789428	SN2084742	10.10	29.63	2.33
3	1	2	B&K 4938	SN2411398	SN2084739	10.10	69.47	2.23
4	1	3	B&K 4135	SN890610	SN2084745	10.10	89.67	2.23
5	1	4	B&K 4938	SN2496504	SN2084743	10.10	119.57	2.29
6	1	5	B&K 4135	SN800601	SN2084740	10.10	149.47	2.40
7	1	6	B&K 4938	SN2496503	SN2084741	10.10	180.07	2.55
8	2	0	PCB 106B	SN7015		10.10	5.3	1.93
9	2	1	PCB 106B	SN1082		10.10	30.2	1.83
10	2	2	PCB 106B	SN1085		10.10	70.1	1.73
11	2	3	PCB 106B	SN1068		10.10	90.3	1.73
12	2	4	PCB 106B	SN1086		10.10	120.2	1.79
13	2	5	PCB 106B	SN1088		10.10	150.2	1.90
14	2	6	PCB 106B	SN1083		10.10	180.7	2.05
15	3	0	PCB 137A23	SN4430		0.80	10.0	1.99
16	3	1	PCB 137A23	SN4428		0.80	70.0	2.01
17	3	2	PCB 137A23	SN4429		1.03	162.9	2.00

Tabell 4.1 Plassering og spesifikasjoner for de 17 målepunktene.

forhold til referansesystemet beskrevet i Avsnitt 4.2.

#### 4.1 Paller

Vi ønsket å ha munningen på våpenet i en høyde på 2 m. Derfor ble det bygget opp med paller til en høyde på 1.48 m (Figur 5.1). Det ble lagt sandsekker på pallene for å gjøre det enklere for skytteren. Pallene ble kledd med Glava for å minske uønskede refleksjoner. Munningen på våpenet står 32 cm foran og 52 cm over pallene. Dette ble kontrollert med en måleanretning rett før skyting med hvert våpen (Figur 5.1, venstre bilde).

#### 4.2 Bakkeprofil

Bakken på en standplass er dumpete, og vi vil kunne få noe avvik i høydedata. Bakken er heller ikke i vater. Dette vil neppe gi veldig store utslag på det målte trykket. Når det gjelder peak-trykket vil det ikke være noen forskjell. Det er først for den reflekterte pulsen vi vil kunne se en liten forandring i fasen. Når man tar SEL av tidsserien vil man dermed kunne få en forskyving i spekteret dersom bakken er vesentlig forskjellig fra det som er forutsatt. Dette vil da gjenspeiles i korreksjonsverdiene for bakken (Avsnitt 4.5).

Både munningen og trykksensorene befant seg i det horisontale planet 2 m over bakken ved munningen. Mikrofonene befant seg i et tilsvarende plan 2.5 m over bakken. Bakken er imidlertid ikke helt horisontal. Den skråner litt forover og til venstre (i forhold til skuddretningen). I tillegg

til at bakken skråner litt er det en liten voll ytterst på standplass. Denne starter omtrent 7 m foran munningen. Da vi kan regne som at vi har et refleksjonspunkt halvveis mellom munningen og sensorene vil dette ikke forandre lydtrykket ved mikrofonen. Vi kan se det som at denne vollen er en del av stativene som står ved 10 og 30 grader. Ved hjelp av målinger av bakkevariasjonen har vi beregnet sensorhøyder relativt til et tenkt bakkeplan som inneholder refleksjonspunktene. Dette sikrer økt nøyaktighet for gangtiden til lyden, og dermed også for faseforskjellen mellom direkte og reflektert lyd.

### 4.3 Stativer

For sensorene på 80 cm brukte vi samme oppsett som (Huseby, Dyrdal, Fykse & Hugsted 2005), se Figur 5.1. For sensorene på 10 m fikk vi Fellesverkstedet til å bygge stativer som ble brukt til å feste både trykksensorer og mikrofoner (Figur 5.3).

### 4.4 Vær

Måledagen var en typisk høstdag. Det var stabilt vær hele dagen, med omtrent 0–5 grader celsius og vindstille. Bakken var akkurat i ferd med å fryse til.

### 4.5 Bakkekorreksjon standplass

Standplass var dekket av sand og var omtrent 100 m bred og 30 m dyp. Bakken forover i skuddretningen bestod av ganske løs sand. Det var en gradvis overgang slik at bakken bak våpenet bestod av sand som var blitt ganske hard.

Det ble leid inn konsulenter til å gjøre målinger av bakkeimpedansen på standplass i alle 7 retningene det ble skutt. Selve målingene ble utført av Kolbjørn Selvåg fra Multiconsult. Beregningen av bakkeimpedans ut i fra disse målingene, og sammenstilling i en rapport, ble gjort av Svein Å. Storeheier ved SINTEF, se Storeheier & Selvåg (2006).

Ut i fra geometrien i måleoppsettet ble det i Storeheier & Selvåg (2006) også beregnet bakkekorreksjoner til målt 1/3-oktav SEL-spekter for å ta bort bakkens innflytelse. Dette ble gjort ved hjelp av beregningsmetoden Nord 2000. Disse korreksjonene er gjengitt i to tabeller i Appendiks E. En ide til en alternativ metode for å beregne denne bakkekorreksjonen er skissert i Appendiks D.

Tabellene i Storeheier & Selvåg (2006) går kun fra 25 Hz til 10 kHz. I beregningene i denne rapporten er det beregnet SEL-spekter fra 20 Hz til 20 kHz. Vi trengte da verdier for bakkekorreksjon for frekvensbåndene 20 Hz, 12.5 kHz, 16 kHz og 20 kHz. For 20 Hz har vi benyttet verdien beregnet for 25 Hz. For 12.5 kHz, 16 kHz og 20 kHz har vi benyttet verdien for 10 kHz. Det vil uansett ikke være mye energi i disse frekvensbåndene, så eventuelle feil her vil ikke få innvirkning på total SEL-verdi for et våpen.

Etter at de målte SEL-spektrene ( Appendiks I) er korrigert på denne måten er de resulterende SEL-spekter (Appendiks J) å regne som fritt felts SEL-verdier på 10 m, som er det som tjener som input for MILSTØY II.



Figur 4.3 Oppsett for måling av bakkeimpedans, med en høytaler og to mikrofoner.

Det var FLO T&V som var formell oppdragsgiver og som betalte for bestemmelsen av bakkeimpedansen og bakkekorreksjonen.

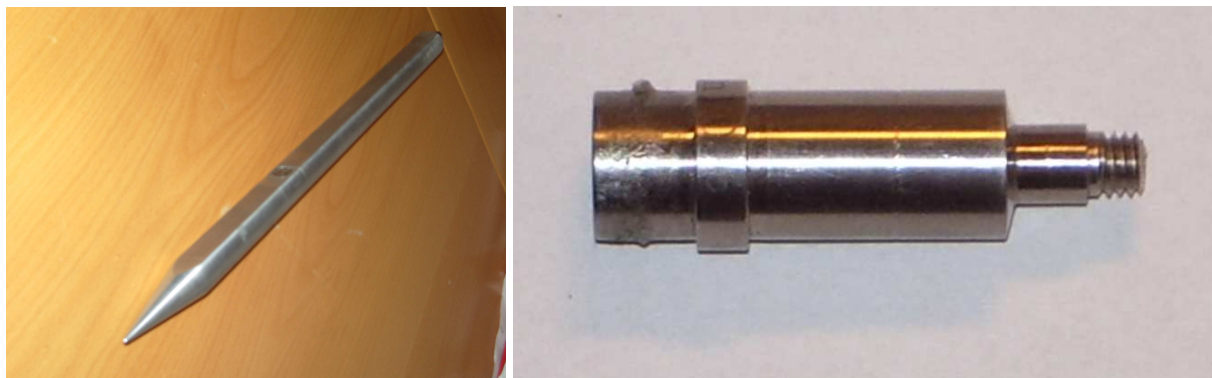
## 5 DATAINNSAMLING

### 5.1 Sensorer

I målingene er det brukt tre typer sensorer. Nær våpenet (80 cm og 117 cm fra munningen) brukte vi sensorer av typen PCB 137A23. På 10 m fra munningen, 2 m over bakken, brukte vi sensorer av typen PCB 106B. På 10 m fra munningen, 2.5 m over bakken, brukte vi mikrofoner fra Brüel & Kjær.

#### 5.1.1 PCB sensor på 80 cm

Nær våpenet (80 cm og 117 cm) brukte vi 3 stk. trykksensorer av typen PCB 137A23 som vi hadde lånt av FB (Figur 5.1). Trykksensorene er av typen "Integrated Circuit Piezoelectric" (ICP). Selve sensoren sitter i et sensorhus som er omtrent 42 cm langt og 22 mm i diameter. Selve sensoren er ca. 5.5 mm i diameter og er montert inn på siden av sensorhuset omtrent 15 cm bak spissen. Utformingen av sensorhuset er begrunnet i ønsket om å måle side-on trykket (se f.eks. Huseby, Rahimi, Teland & Dyrdal (2005)). En PCB 137A23 har følgende spesifikasjoner: "Resolution" = 0.034 kPa (125 dB), dynamisk område = 0.34–345 kPa (145-205 dB), resonansfrekvens = 500 kHz. I Tabell 5.1 er det oppgitt data for de 3 sensorene vi har brukt i målingene på 80 cm.



Figur 5.1 Venstre: “Pencil blast sensor” av typen PCB 137A23. Selve sensoren sees på siden av sensorhuset. Sensorhuset er 42 cm langt. Høyre: PCB 106B sensor. Sensoren er 11 mm i diameter og 4 cm lang.

Modell	Serienummer	Følsomhet (mV/PSI)
PCB 137A23	SN4428	101.1
PCB 137A23	SN4429	95.95
PCB 137A23	SN4430	95.71

Tabell 5.1 Spesifikasjoner for de forskjellige sensorene vi har hatt tilgjengelige i forbindelse med forsøkene.

### 5.1.2 PCB sensor på 10 m

På 10 m, 2 m over bakken, brukte vi 7 stk. piezoelektriske trykksensorer av typen PCB 106B som vi hadde lånt av FLO T&V. En PCB 106B har følgende spesifikasjoner: “Resolution” = 0.00069 kPa (91 dB), dynamisk område = 0.0069–57.2 kPa (111–189 dB), resonansfrekvens = 60 kHz. I Tabell 5.2 er det oppgitt data for mikrofonene som er benyttet.

### 5.1.3 Brüel & Kjær mikrofon på 10 m

På 10 m, 2.5 m over bakken, brukte vi kondensatormikrofoner fra Brüel & Kjær (Tabell 4.1). Vi hadde lånt 3 mikrofoner fra Forsvarsbygg. To av typen 4135 (1/4”) og en av typen 4138 (1/8”). Vi

Modell	Serienummer	Følsomhet (mV/PSI)
PCB 106B	SN1068	315.0
PCB 106B	SN1082	303.9
PCB 106B	SN1083	302.8
PCB 106B	SN1085	326.1
PCB 106B	SN1086	332.2
PCB 106B	SN1088	331.1
PCB 106B	SN7015	309.5

Tabell 5.2 Følsomhet for trykksensorene.



Modell	Serienummer	Følsomhet	Dynamisk område	Frekvens område	Korreksjon kalibrering
Enhet		mV/Pa	dB	Hz	dB
B&K 4135	SN890610	3.55	-164	4-100k	+0.4
B&K 4135	SN800601	3.67	-164	4-100k	+0.7
B&K 4138	SN789428	0.96	52-168	6.5-140k	+1.3
B&K 4938	SN2496496	1.550	42-172	4-70k	+1.0
B&K 4938	SN2496503	1.652	42-172	4-70k	+0.5
B&K 4938	SN2496504	1.548	42-172	4-70k	+1.3
B&K 4938	SN2411398	1.599	42-172	4-70k	+1.2

Tabell 5.3 Spesifikasjoner for mikrofonene. Minimumstallene for dynamisk område er noe usikre. Egenstøyen til mikrofonene vil antagelig ligge noe lavere enn det som er oppgitt her.

leide 4 mikrofoner av typen 4938 (1/4") fra SINTEF for en dagspris av 1 % av verdien. En mikrofon kan koste anslagsvis 8000 kr. I Tabell 5.3 er det oppgitt data for mikrofonene som er benyttet.

Alle de 7 mikrofonene som ble benyttet er "pressure-field" mikrofoner. Dette er i motsetning til "free-field" mikrofoner som er laget med korreksjon for at all lyden kommer rett forfra (noe den ikke gjør i våre målinger). I vårt tilfelle vil vi få en reflektert trykkbølge fra bakken. Vi har altså to trykkbølger som ankommer mikrofonen i hver sin retning. Alle mikrofoner vil på høye frekvenser ha en respons som er avhengig av inngangsretningen til trykkbølgene. Vi monterte mikrofonene 90 grader på forplantningsretningen, slik at både den direkte og den reflekterte trykkbølgen propagerer i samme plan i forhold til mikrofonen. Da vil mikrofonene gi samme respons for begge trykkbølgene. Mikrofonene ble testet ved ferdig måleoppsett med en kalibrator av typen Brüel & Kjær 4231. Korreksjonsfaktorene som ble funnet er brukt til å justere nivået, slik at alle verdier i denne rapporten er justert i samsvar med kalibratoren. Kalibrasjonsverdiene som ble brukt for hver enkelt kanal kan sees i Tabell 5.3. Kalibratoren er nylig innsendt til produsenten for kalibrering og skulle dermed ha god nøyaktighet.



Figur 5.2 Mikrofon av typen Brüel & Kjær 4938 (1/4"), med mellomstykke UA0035 (fra 1/4" til 1/2") og forforsterker type 2669.

## 5.2 Forsterkere

Trykksensorene (PCB 106B og PCB 137A23) ble koblet til 50 m koaxialkabel før de gikk inn i signalomformere. Kanalindeks 16 og 17 ble koblet til hver sin PCB 480E09 signalomformer. Kanalindeks 8–15 ble koblet til FLO T&V sin 8-kanals PCB signalomformer.

Brüel & Kjær mikrofonene ble koblet til et mellomstykke UA0035 (fra 1/4" til 1/2"), deretter en forforsterker av type Brüel & Kjær 2669. Disse ble så koblet til to kondisjoniseringsforsterkere av typen Brüel & Kjær NEXUS 2690. Mikrofonen med kanalindeks 2 var en 1/8" mikrofon. Denne brukte et mellomstykke av typen UA0036.

Forsterkerne ble stilt til å gi en høyest mulig output uten at det skulle være fare for å gå ut av måleområdet til dataloggingssystemet. For kanalindeks 1–7 ble det brukt en output på 3.16 V/Pa. For kanalindeks 8-14 ble det brukt en gain på 100. For kanalindeks 15 og 16 var gain 10. For kanalindeks 17 var gain 100.

## 5.3 AD-konvertering

Fra måleposisjonene gikk det 50 m lange koaxialkabler til 19 kanaler på et National Instruments PXI-1042 kabinett, som eies av FLO T&V (Figur 5.3). I dette skapet stod det 4 stykker kort av typen National Instruments PXI-4472. Disse kortene er 8-kanals, 24bits, analog til digital (AD) omvandlerne med omvandlingsrate på 100 kS/s. Maksimalt antall kanaler for hele kabinettet er da 32. I kabinettet sitter også et kort av typen National Instruments PXI-8330 (MXI-3). Dette kortet brukes til å overføre data fra kabinettet til datamaskinen. I datamaskinen sitter det et kort av typen National Instruments PCI-8330/8335.



*Figur 5.3 Venstre: Datainnsamlingsutstyret. Fra venstre på bildet: To PCB batteridrevne forsterkere, en 8-kanals PCB forsterker, PXI-chassiet, PC med kort for å kommunisere med PXI-chassiet. Høyre: Stativ for sensorer på 10 m. Øverst mikrofon fra Brüel & Kjær. Nederst sensor av typen PCB 106B plassert i en plate.*

Vi stilte omvandlingsområdet til -10 til 10V, og samlet inn data fra 19 kanaler. Vi brukte kort 1 til B&K-mikrofonene, kort 2 til PCB 106B sensorene, og de tre første kanalene på kort 3 til PCB 137A23 sensorene. I tillegg gikk den første kanalen på kort 3 også inn på de siste kanalene på

kort 1 og 2. Dette på grunn av behov for å synkronisere tiden mellom de tre kortene. Dette var den praktisk enkleste løsningen på det tidspunktet forsøkene ble gjort. Ved publiseringsdato for denne rapporten finnes det enklere løsninger tilgjengelig i LabView 8/NI-DAQmx 2.0. Denne enklere løsningen ble brukt ved datainnsamling fra CV90, AGL og 12.7 på Rena i mai 2006, se Huseby, Hugsted & Wiencke (2006).

For datafangst fra analog til digital omvandleren til filer på datamaskinen brukte vi et egetlaget program skrevet i LabView(R). Programmet leser og skriver fortløpende data til harddisk. Blokker på 0.5 s ble skrevet om gangen. Dataene ble lagret som 16-bits integer (på Rena som 24-bits integer).

#### **5.4 Postprosessering og analyse av data**

Det ble utført målinger med 14 våpen, 17 sensorer og det ble skutt 10 skudd per våpen (12 for AG3 med NM60). Totalt utgjøre dette 2414 skuddhendelser. Dataene er lest fra fil og analysert i Matlab(R).

Som nevnt ble ikke de 4 daq-kortene synkronisert med hverandre. For å synkronisere kortene ble kanal 0 på kort nummer tre også kjørt inn på kanal 7 (kanalene nummereres 0 til 7) på kort 1 og 2. I etterkant kjørte vi et enkelt matlabprogram på dataene som synkroniserte dataene, og klippet bort rester på sidene. Dataene er dermed synkronisert med en nøyaktighet på 0.01 ms. Da dette programmet leste dataene var det fra filer som inneholdt data for et og et kort. Disse datafilene er forholdsvis store (omtrent 350 MB). For å spare tid når man jobber med dataene ble det valgt å lagre dataene med en fil for hver kanal. Disse filene ble samtidig lagret på et noe vanligere binært format enn det opprinnelig Labview-formatet, som 16 bit little-endian (ieee-le). Det går da noe raskere å lese data inn i maskinen for analyse.

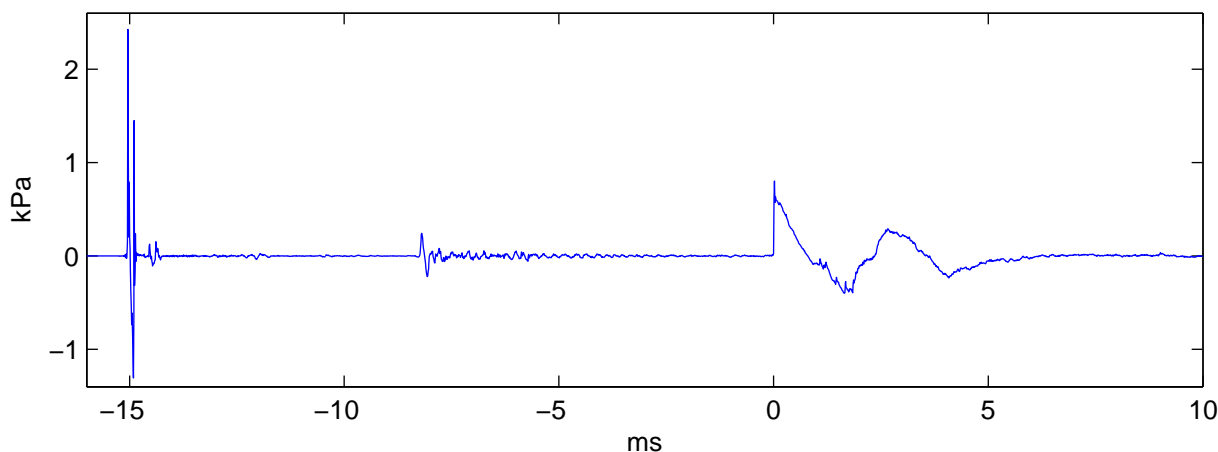
Det er laget et program som automatisk finner alle skuddhendelsene. For tidsbesparelse er alle de 2414 tidspunktene en skuddhendelse inntreffer ved en sensor lagret i en matrise som benyttes ved behandling av dataene. Det er også laget et verktøy som automatisk kan hente frem et utsnitt av et skudd som er angitt med våpennummer, retningsnummer og skuddnummer. Måleresultatene presenteres i denne rapporten enten som tidsserier av trykket, eller som 1/3-oktav SEL-spektre (Appendiks B). Det er laget et forholdsvis omfattende bibliotek av matlabfunksjoner for å analysere data fra målingene.

## **6 MÅLERESULTATER 10 M FRA MUNNINGEN**

Det er selvfølgelig ikke mulig å gjengi alle de 2414 skuddhendelsene i denne rapporten. Derfor vil vi i dette kapitlet trekke ut en del eksempler for tilfellet der vi skyter med AG3 med NM231 ammunisjon. Dette vil gi et bilde av kvalitet og form på dataene, og si en del om databehandlingen. Tabeller for SEL-spektre for alle skudd med AG3, NM231 finnes i Appendiks H. SEL-spektre for alle våpen finnes i Appendiks I, K og J. Alle resultater på 10 m som presenteres i denne rapporten er gjort med Brüel & Kjær mikrofonene.

## 6.1 Eksempel på en typisk tidsserie for trykket

I Figur 6.1 ser vi et typisk eksempel på en tidsserie for trykket på 10 m, 5 grader ut fra skuddretningen. Vi ser at det første som ankommer er prosjektilsmellet. Dette er altså en lyd som



Figur 6.1 Målt trykk 10 m fra munningen i 5 graders vinkel, for AG3 med NM231 ammunisjon.

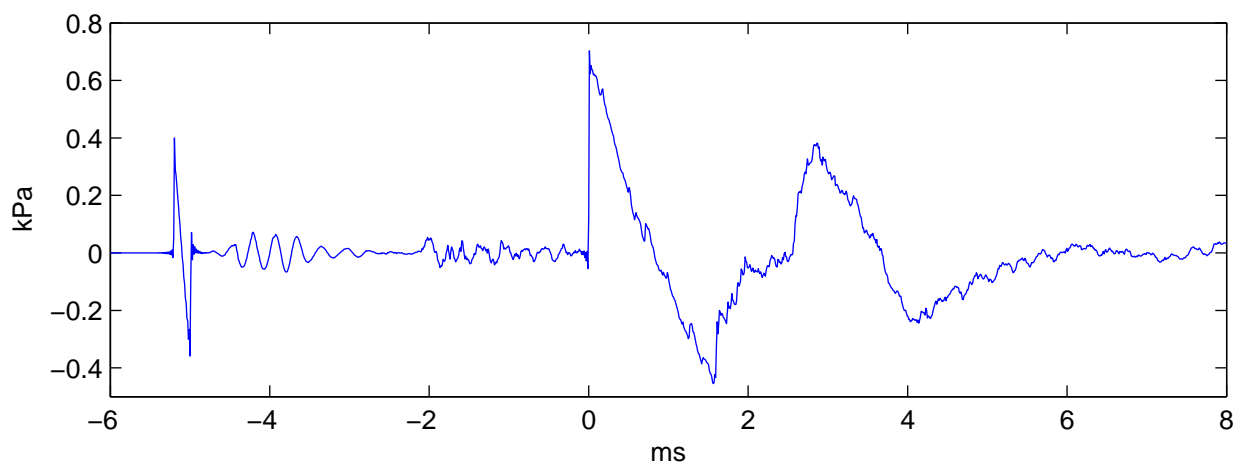
prosjektilet ga fra seg noe før den kom frem til sensoren. Anslagsvis kan det være snakk om at prosjektilet var 9 m fra munningen da det lagde denne lyden, som så forplantet seg i lufta videre frem til sensoren. Prosjektilet går her vesentlig fortere enn lydshastigheten, slik at prosjektilsmellet vil ankomme sensoren før munningssmellet. Formler for å beregne denne tidsseparasjonen er gjengitt i Huseby, Rahimi, Teland & Dyrdal (2005) og Fortschrittenberichte VDI, Reihe 8, Nr. 559 (1996). Ut i fra denne formelen kan tidsdifferansen mellom prosjektilsmellet og munningssmellet beregnes til 15.8 ms, noe vi ser stemmer ganske bra. Omtrent 7 ms senere ankommer det reflekterte prosjektilsmellet, som vi ser har en svært liten amplitude. Munningssmellet ankommer ved tiden som på Figur 6.1 er satt til null. Omtrent 2.8 ms senere ankommer det reflekterte munningssmellet.

Det vi er ute etter i denne rapporten er det direkte munningssmellet. For vinklene 5 og 30 grader vil vi kun se på dataene i tidsrommet der prosjektilsmellet ikke er til stede. Det reflekterte munningssmellet vil vi fjerne ved hjelp av beregnet korreksjon for bakkevirkning (Avsnitt 4.5).

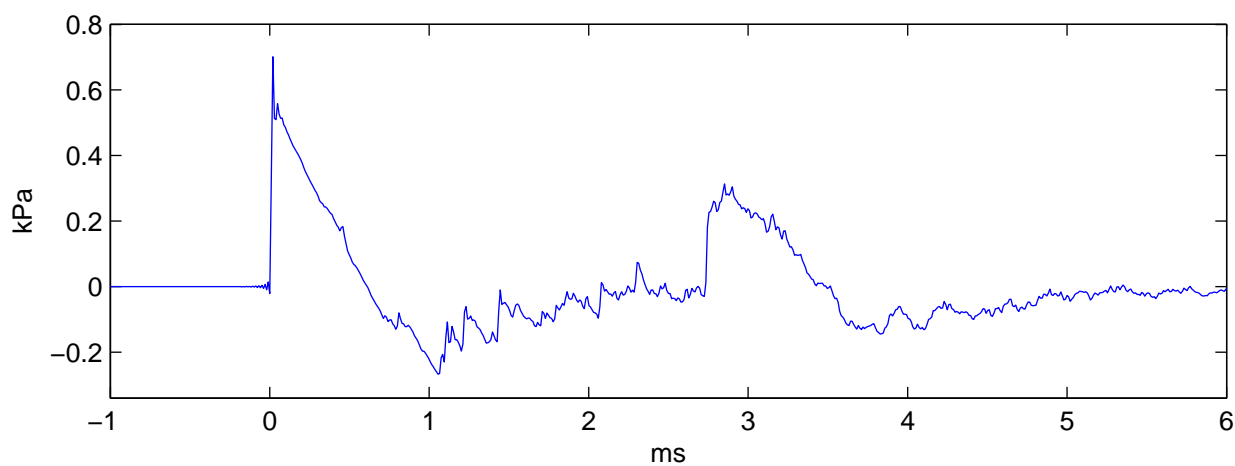
I Figur 6.2 ser vi et eksempel på målt trykk i 30 graders vinkel. Her ser vi samme bilde som for 5 grader, bortsett fra at tidsseparasjonen mellom prosjektilsmellet og munningssmellet nå er mindre, omtrent 5 ms. Vi kan legge merke til at munningssmellet er av sammenlignbar størrelse som ved 5 grader. Prosjektilsmellet er derimot nå langt mindre, grunnet at avstanden til prosjektilet er mye større.

I Figur 6.3 ser vi et eksempel på målt trykk i 70 graders vinkel. Her ser vi at vi ikke har noe prosjektilsmell.

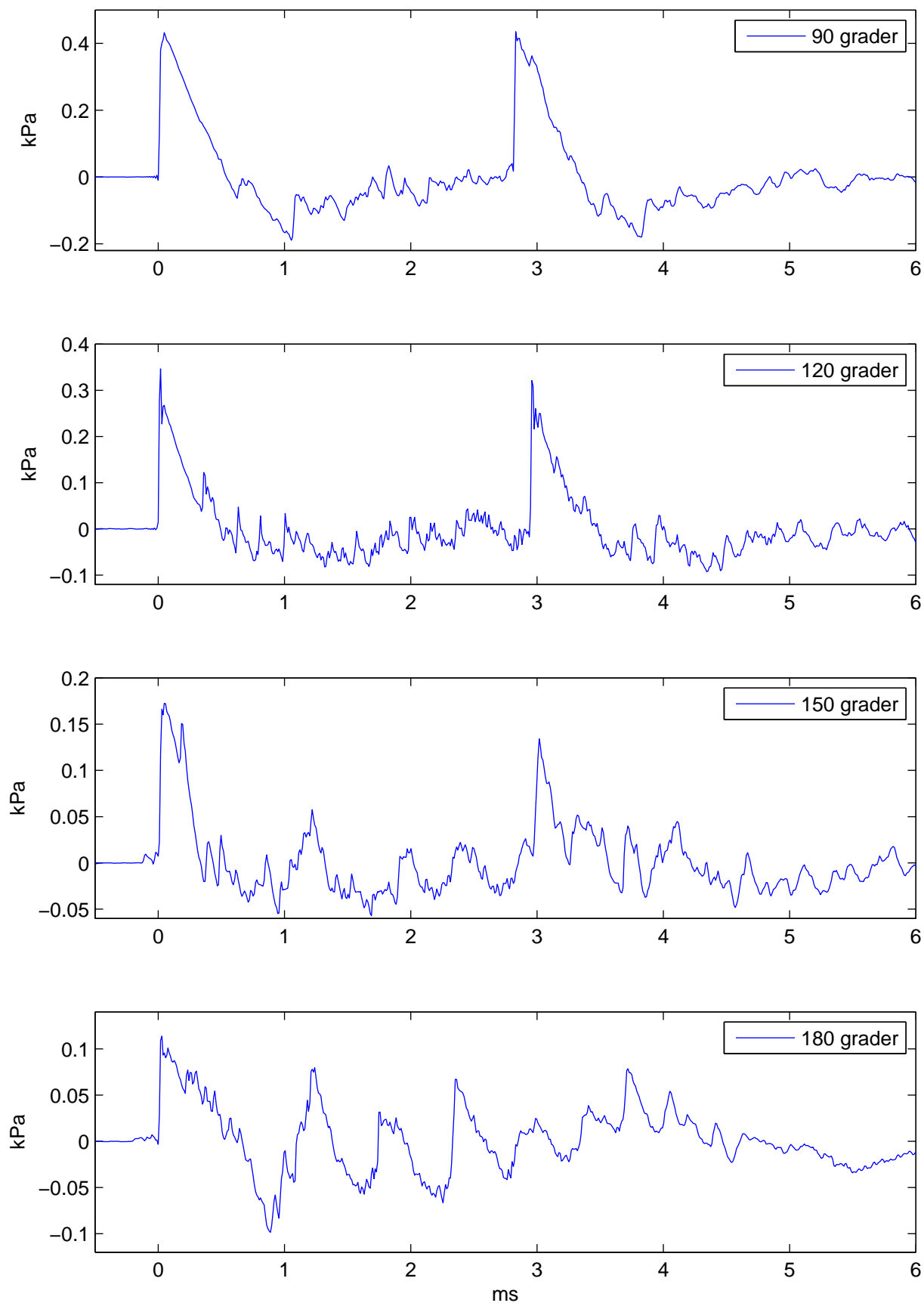
I Figur 6.4 ser vi eksempler for målt trykk på 90, 120, 150 og 180 graders vinkel fra skuddretningen. For 180 grader ser vi at vi får en del refleksjoner, og et noe lavere lydtrykk, noe som er naturlig i og med at skytteren og plattformen han ligger på er mellom munningen og sensoren.



Figur 6.2 Målt trykk 10 m fra munningen i 30 graders vinkel, for AG3 med NM231 ammunisjon.



Figur 6.3 Målt trykk 10 m fra munningen i 70 graders vinkel, for AG3 med NM231 ammunisjon.



Figur 6.4 Målt trykk 10 m fra munningen i 90, 120, 150 og 180 graders vinkel, for AG3 med NM231 ammunisjon.

## 6.2 Ankomsttider for prosjektilsmell

Ved hjelp av samme metoder som i Fortschrittenberichte VDI, Reihe 8, Nr. 559 (1996) kan vi beregne ankomsttider for forskjellige våpen, dvs. for forskjellige utgangshastigheter. Dette bygger på en del antagelser, om lyd hastighet, bakkens form og utgangshastighet denne dagen. Det er også antatt tilnærmet lineær lydforplantning. De beregnede tallene i Tabell 6.1 er derfor å regne som overslag. Det reflekterte munningssmellet ankommer omtrent 2.8 ms etter det direkte munningssmellet.

Avstanden mellom munningen og prosjektilet da prosjektilsmellet forlot prosjektilet kaller vi  $D1$ .  $D2$  er gangveien i luft for prosjektilsmellet fra prosjektilet til sensoren. Prosjektilsmellet vil være lavere jo lenger det har gått i lufta.  $D3$  og  $D4$  er de tilsvarende distansene for et eventuelt prosjektilsmell som har vært reflektert i bakken før det når sensoren. Her kan både den lengre gangveien og eventuell demping i bakken føre til at denne får så liten størrelse at den ikke er synlig. Hensikten med å liste opp disse ankomsttidene er at man må være klar over dette når man analyserer måleresultatene. Vi er kun interessert i munningssmellet. Vi må dermed klippe ut tidsserien slik at vi kun får med denne. Dersom munningssmellet ankommer på samme tidspunkt som prosjektilsmellet kan det være usikkerhet forbundet med å anslå størrelsen på munningssmellet.

$v_0$	sensorposisjon	$\xi_0$	prosjektilsmell (ms)		$D1$	$D2$	$D3$	$D4$
m/s	deg	deg	direkte	reflektert	m	m	m	m
920	5	68.7	-16.6	-6.3	9.7	1.0	8.1	5.0
920	30	68.7	-6.8	-1.6	6.9	5.3	5.9	7.4
830	5	66.2	-15.5	-5.3	9.6	1.0	7.9	5.1
830	30	66.2	-6.0	-1.0	6.6	5.4	5.6	7.5
720	5	62.3	-13.7	-3.9	9.6	1.1	7.5	5.3
720	30	62.3	-4.9	0.0	6.2	5.6	5.0	7.8
400	5	33.3	-3.5	2.5	8.6	1.7	2.8	8.6
400	30	33.3	-0.1	-	1.2	9.0	-	-
350	5	17.1	-0.6	-	7.0	3.2	-	-
350	30	17.1	-	-	-	-	-	-

Tabell 6.1 Ankomsttider for prosjektilsmellet for forskjellige utgangshastigheter til våpenet. Alle tider er relativt det direkte munningssmellet. Det reflekterte munningssmellet ankommer omtrent 2.8 ms etter det direkte munningssmellet.

For de to våpnene som bruker 9 mm ammunisjon ser vi at dette er et problem. For disse våpnene er hastigheten til prosjektilet bare så vidt over lyd hastigheten. Dermed er det uunngåelig at disse to smellene vil ankomme sensorene mer eller mindre likt. For MP5 vil det kunne være et problem på 30 grader, at prosjektilsmellet kommer frem til sensoren samtidig som munningssmellet. Her vil imidlertid prosjektilsmellet ha gått 9 m gjennom lufta, og vil ha svært liten amplitude. For 9 mm pistolen med sensoren på 5 grader ser vi at prosjektilsmellet vil ankomme 0.6 ms etter munningssmellet og ha gått 3.2 m gjennom lufta. Når prosjektilhastigheten blir så nær lyd hastigheten som i dette tilfellet blir overslagene veldig avhengig av både lyd hastigheten (som er avhengig av temperaturen) og utgangshastigheten til våpenet (som også varierer med

forholdene).

For P80 er det på 5 grader et tydelig prosjektilsmell til stede omtrent 4 ms før munningssmellet. Dette kan tyde på at forskjellen mellom prosjektilhastigheten og lyd hastigheten er noe større enn forutsatt for dette våpenet. På 30 grader ser det ut som det er et prosjektilsmell som ligger oppå munningssmellet. På 70 grader har vi et godt signal.

For MP5 på 30 grader ser det ut som det er et prosjektilsmell som ligger oppå munningssmellet. På 70 grader har vi et signal der det ser ut som munningssmellet er en slags dobbelpuls. Dette kan ha sammenheng med utformingen på signaturdemperen i kombinasjon med den lave prosjektilhastigheten. Da vi har denne formen på signalet for alle vinkler må dette være en del av det direkte signalet, og ikke uttrykk for noe reflektert signal.

### 6.3 Estimering av data på 30 grader for MP5 og P80

Som et resultat av at vi har observert at prosjektilsmellet og munningssmellet ligger oppå hverandre ved sensoren på 30 grader, for MP5 og P80, vil vi se bort i fra målingene gjort med denne sensoren for disse våpnene.

Som inngangsdata til MILSTØY II trenger vi data som er oppdelt i uniforme vinkelsegmenter. Vi må da uansett utføre en interpolasjon for å finne data for de aktuelle vinklene. For våpnene med 9 mm ammo vil vi først utføre en spesiell interpolasjon for vinkelen 30 grader (31 verdier, en for hvert frekvensbånd).

Den mest opplagte måten å gjøre denne interpolasjonen er å benytte en cosinusrekke som beskrevet i Fortschrittenberichte VDI, Reihe 8, Nr. 559 (1996). Dette vil fungere fint for total SEL, men for visse av frekvenskomponentene der vi kan ha en annen type direktivitet vil det ikke fungere like godt. En cosinusrekke vil heller ikke nødvendigvis være en veldig representativ kurve når vi som her ville hatt 65 grader mellom målepunktene i 5 og 70 grader.

I stedet benytter vi en annen fremgangsmåte der vi finner et estimat på lydtrykket basert på de målingene vi har fra det aktuelle våpenet, kombinert med informasjon om direktiviteten til trykkfeltet rundt andre våpen med en lignende geometri. For MP5 synes det som om MP7 har en ganske lik løpslengde og signaturdemper. Generelt er lydtrykket på 30 grader ganske beslektet med det på 5 grader i form og størrelse. For hver frekvens finner vi da MP7 sin differanse (i dB) mellom sensorene på 5 og 30 grader. Vi antar så at MP5 har samme differanse. Denne differansen adderes så til MP5 sin SEL på 5 grader, for å anslå MP5 sin SEL på 30 grader. For P80 har vi benyttet direktivitetsdata fra G36C. Vi anslår at denne metoden vil gi mindre enn 1 dB ekstra usikkerhet for total SEL på 30 grader. De dataene som fremkommer på 30 grader for MP5 og P80 i Appendiks J og K er fremkommet på denne måten. Dataene i Appendiks I er SEL av rådata, og er ikke korrigert.

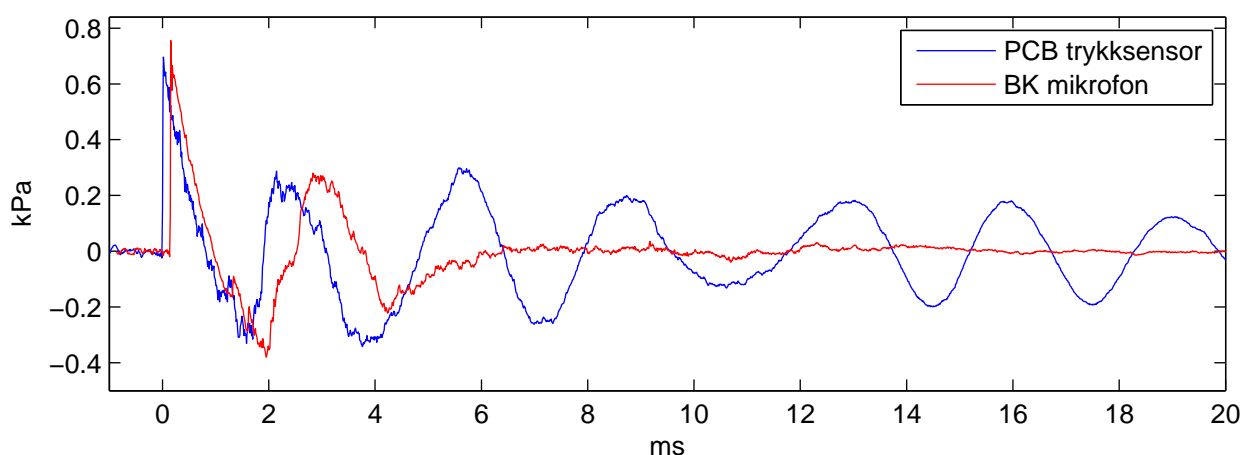
### 6.4 Sammenligning av Brüel & Kjær og PCB sensorer på 10 m

Som nevnt har vi brukt to forskjellige sensorer på alle de 7 posisjonene (vinklene) 10 m fra munningen. Omtrent 2.5 m over bakken hadde vi mikrofoner fra Brüel & Kjær (Figur 5.2). Omtrent 2 m over bakken hadde vi sensorer av typen PCB 106B som var montert inn i en plate i

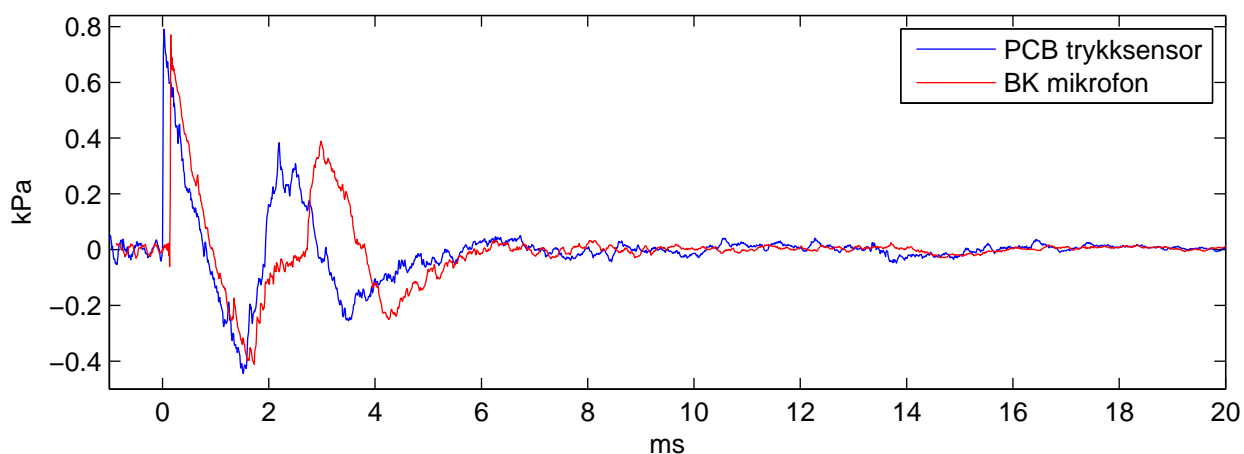


stativet (Figur 5.1 og 5.3).

I Figur 6.5 ser vi målt trykk 10 m fra munningen i 5 graders vinkel. Som vi ser oppfører målingen med Brüel & Kjær mikrofonen seg slik som vi forventer. For PCB sensoren oppstår det imidlertid kraftige oscillasjoner. For dette våpenet skjer dette ved 5, 70 og 90 grader. Ved de andre vinklene oppstår ikke dette fenomenet, som vi f.eks. ser for vinkelen 30 grader i Figur 6.6. Vi kan kun spekulere i hva som er årsaken til dette. En forklaring er at skuddet setter stativet i svingninger. Det gjelder muligens særlig platen der sensoren er montert. Denne monteringen kan være noe forskjellig fra stativ til stativ, noe som kunne forklare variasjonen mellom vinklene. Svingningen ligger på rundt 300-400 Hz, i likhet med selve skuddpulsens. Egenfrekvensen til sensoren er ikke i nærheten av dette.



Figur 6.5 Målt trykk 10 m fra munningen i 5 graders vinkel. Rød kurve er målt med Brüel & Kjær mikrofon. Blå kurve er målt med en PCB 106B sensor.



Figur 6.6 Målt trykk 10 m fra munningen i 30 graders vinkel. Rød kurve er målt med Brüel & Kjær mikrofon. Blå kurve er målt med en PCB 106B sensor.

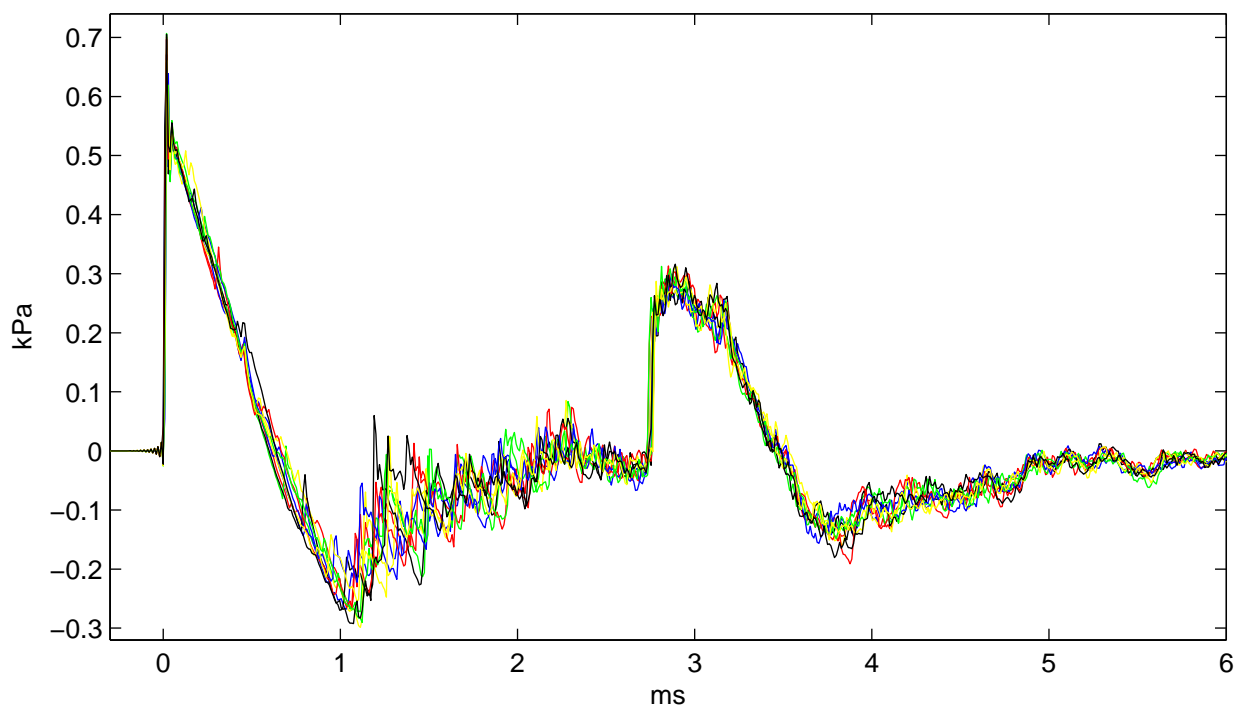
På grunn av denne oscillasjonen i PCB 106B sensoren vil vi ikke bruke disse til å produsere resultater som f.eks. SEL-spektre. Imidlertid gir disse sensorene en fin sjekk på at Brüel & Kjær mikrofonene fungerer som de skal. Som vi ser er størrelsen av det målte trykket fra de to

sensorene svært like. For de vinklene vi ikke har oscillasjoner er variasjonen i total SEL (se Appendiks B) typisk mindre enn 0.3 dB mellom de to sensorene.

Vi kan også se av Figur 6.6 ankomsttider for skuddpulsene. Her ser vi at pulsen først ankommer PCB sensoren som står noe nærmere munningen (som jo står på 2.0 m). Omtrent 0.2 ms senere ankommer pulsen Brüel & Kjær mikrofonen (PCB sensoren står omtrent 5 cm ut fra stativet i retning våpenet, Figur 5.3). Omtrent 2.3 ms etter den direkte pulsen ankommer den reflekterte pulsen til PCB sensoren. Omtrent 0.75 ms etter dette igjen ankommer den reflekterte pulsen til Brüel & Kjær mikrofonen.

## 6.5 Variasjonen mellom forskjellige skudd

For hvert våpen er det skutt 10 skudd. I Figur 6.7 er det plottet trykkforløpet for alle disse 10 skuddene for vinkelen 70 grader på 10 m. Dette gir et inntrykk av forskjellen i måleverdier fra skudd til skudd.



Figur 6.7 Trykk 10 m fra munningen i 70 graders vinkel ( $chInd = 3$ ) målt med Brüel & Kjær mikrofon. Figuren viser alle 10 skuddene for AG3 med NM231 ammunisjon.

## 6.6 SEL-spekter

I Tabell I.3 ser vi 1/3-oktav SEL-spekter av rådata for AG3 med NM231 ammunisjon. Her har vi tatt gjennomsnittet av SE (se Appendiks B) for alle de 10 skuddene, og deretter beregnet SEL på vanlig måte. I Tabell 6.2 kan vi se gjennomsnittlig avvik fra denne SEL-verdien, for de 10 skuddene. Som vi ser er det ikke store avvik. Avvik i totalverdi av SEL er mindre enn mange av verdiene i visse frekvensbånd. Dette kommer av at det bare skal små variasjoner i til før noe av energien bytter frekvensbånd. Totalt sett (f.eks. for A-veid lydtrykk) vil ikke dette gi særlig utslag.

I Appendiks H kan man se SEL-spekter for hvert av de 10 skuddene. Dette er altså datagrunnlaget som er benyttet for å lage Tabell I.3 og Tabell 6.2.

Ved å korrigere for bakkevirkningen får vi frittfeltsverdier for 1/3-oktav SEL-spekter, som er det som er inngangsdata til Milstøy, se Figur 6.8. I Appendiks J, er tilsvarende data for alle våpen gitt på tabellform.

## 7 MÅLERESULTATER 80 CM FRA MUNNINGEN

Vi gjengir her kort noen av måleresultatene 80 og 103 cm fra munningen til våpenet. Det er 14 x 3 x 10 slike skuddhendelser så nære våpenet. Det er 10 skudd per våpen (14) og skuddvinkel (3). I Appendiks G er det plottet tidsserier av trykket for et typisk skudd (av de 10) for alle de 14 våpnene og 3 skuddvinklene.

### 7.1 Variasjon mellom forskjellige skudd

I Figur 7.1 ser vi tidsforløpet av trykket til alle 10 skuddene målt 80 cm fra munningen i 10 graders vinkel. Våpenet er AG3 med NM231 ammunisjon. Vi ser at prosjektilsmellet har et peak-trykk på omtrent 10 kPa, og at dette kommer frem noe før selve munningsmellet som er en del større.

For et av skuddene ser vi at det er et avvik noe ut i tidsforløpet. Den kan kun spekuleres i hva dette skyldes. En mulig forklaring for sensorene som står så nær våpenet er at de noen ganger blir truffet av tomhylser som kastes ut av våpenet. Variasjon i hvor på sensorhuset en tomhylse treffer vil gir variasjon i en eventuell avvik i målingen.

I Figur 7.2 ser vi tidsforløpet av trykket til alle 10 skuddene målt 80 cm fra munningen i 70 graders vinkel. I Figur 7.3 ser vi tilsvarende plot for sensoren som står oppe på plattformen like ved skytterens øre, 103 cm fra munningen i 162.9 graders vinkel. Her ser vi for det første at trykket er en god del mindre. For det andre er det en del svingninger etter at direktepulsene har passert. Dette kommer av at denne sensoren stod oppe på pallen. Både pallen, sandsekkene under skytteren og skytteren selv vil reflektere trykkbølgen, slik at vi får et komplisert bilde ganske fort etter at direktepulsene har passert.

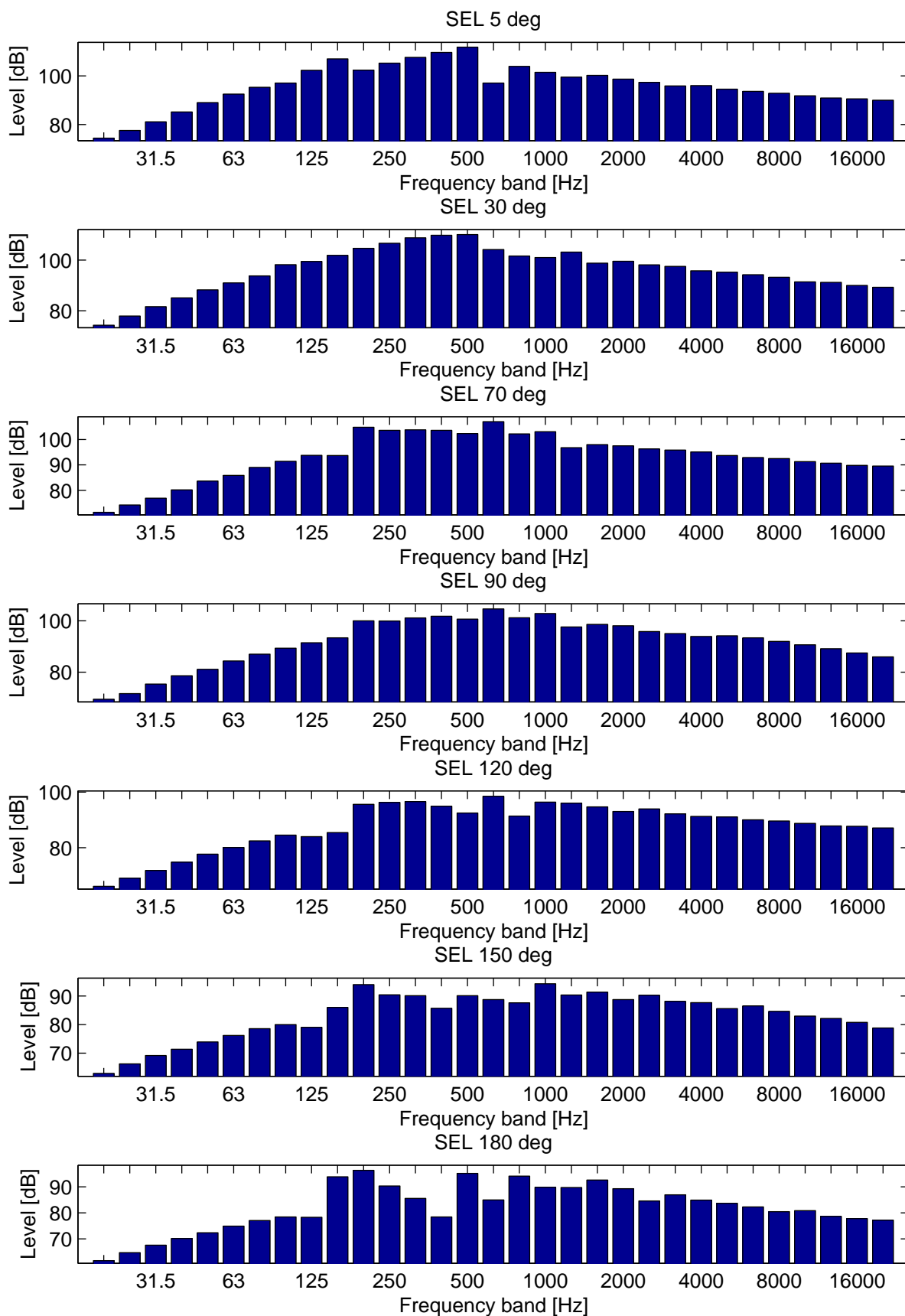
## 8 OPPSUMMERING

Det er fremskaffet gode data for trykket helt nær (80 cm) lette våpen. Det er også fremskaffet gode data for lydtrykket 10 m fra disse våpnene. Dette kan dels brukes til å verifisere beregnet trykk frem til 80 cm fra munningen på våpenet. Det kan også brukes til å verifisere fremtidige beregninger av ikke-lineær lydpropagasjon fra 80 cm ut til 10 m fra munningen.

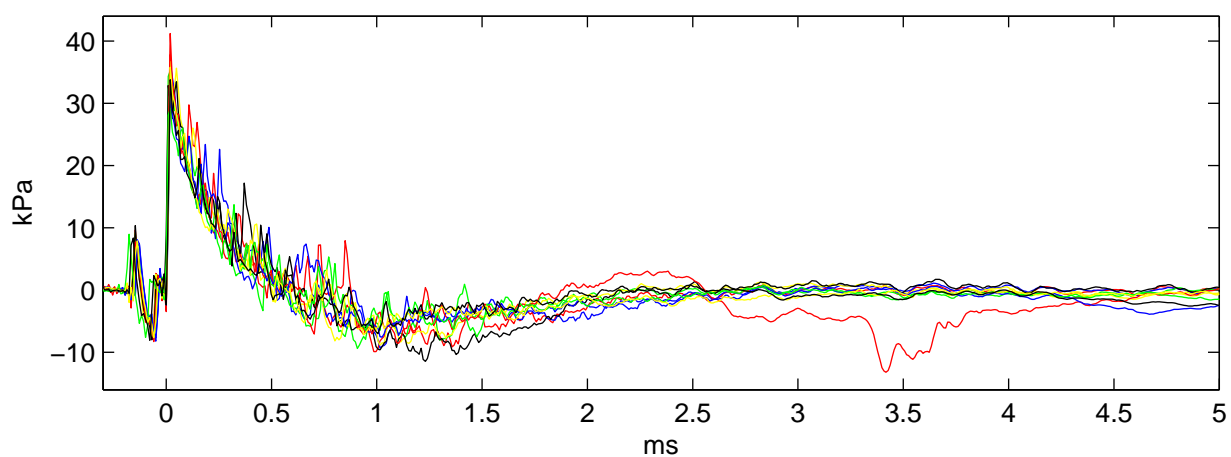
I tillegg er det beregnet tabeller over 1/3-oktav SEL-spektre som beskriver støynivået 10 m fra våpenet. Disse emisjonsdataene kan brukes som kildebase for lineære støypropagasjonsprogrammer, som f.eks. MILSTØY II, for å beregne støyutbredelsen utover i terrenget rundt skytefeltet.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
20	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3
25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
31.5	0.1	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
40	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
50	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
63	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
80	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
100	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
125	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
160	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2
200	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
250	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
315	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3
400	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
500	0.4	0.2	0.1	0.2	0.5	0.3	0.2
630	0.8	0.6	0.3	0.4	0.5	0.7	0.7
800	0.6	0.8	0.4	0.3	0.5	0.6	0.4
1000	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6
1250	0.7	0.6	0.7	0.6	0.8	1.1	0.9
1600	1.0	0.6	0.6	0.5	1.1	1.0	0.7
2000	0.7	0.6	0.3	0.5	1.1	1.1	0.8
2500	0.9	0.5	1.1	0.6	0.7	1.0	1.2
3150	0.5	0.4	0.5	0.7	1.0	0.9	0.8
4000	0.5	1.0	0.6	0.6	0.5	1.2	0.5
5000	0.3	0.6	0.6	0.5	0.8	0.9	0.7
6300	0.5	0.7	0.7	0.3	0.4	0.6	0.6
8000	0.4	0.2	0.5	0.6	0.6	0.8	0.7
10000	0.3	0.5	0.3	0.6	0.2	0.6	0.6
12500	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.5	0.7
16000	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.8	0.8
20000	0.3	0.4	0.2	0.4	0.5	0.5	0.8

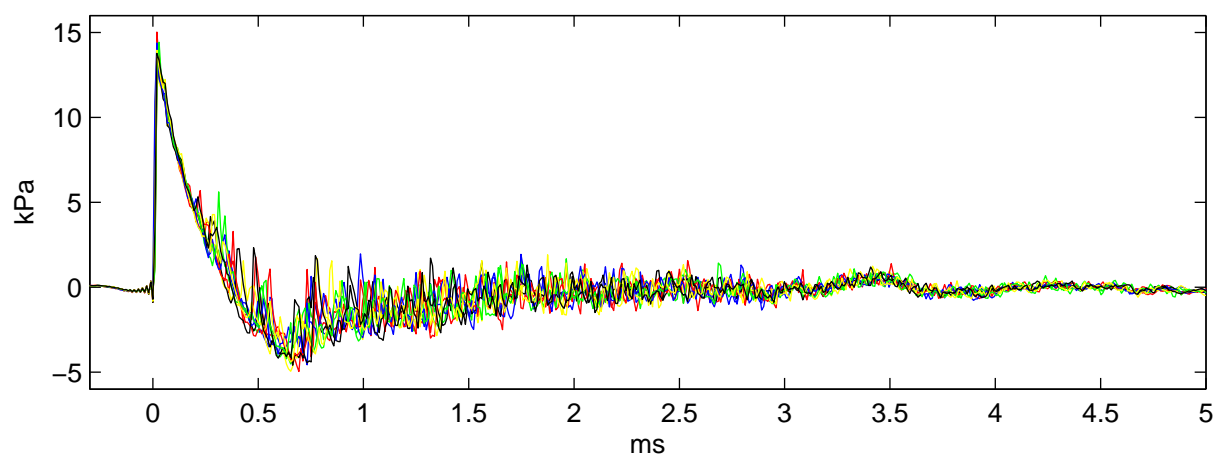
Tabell 6.2 AG3, NM231: Gjennomsnitt av absoluttverdi av avviket i SEL-spektret.



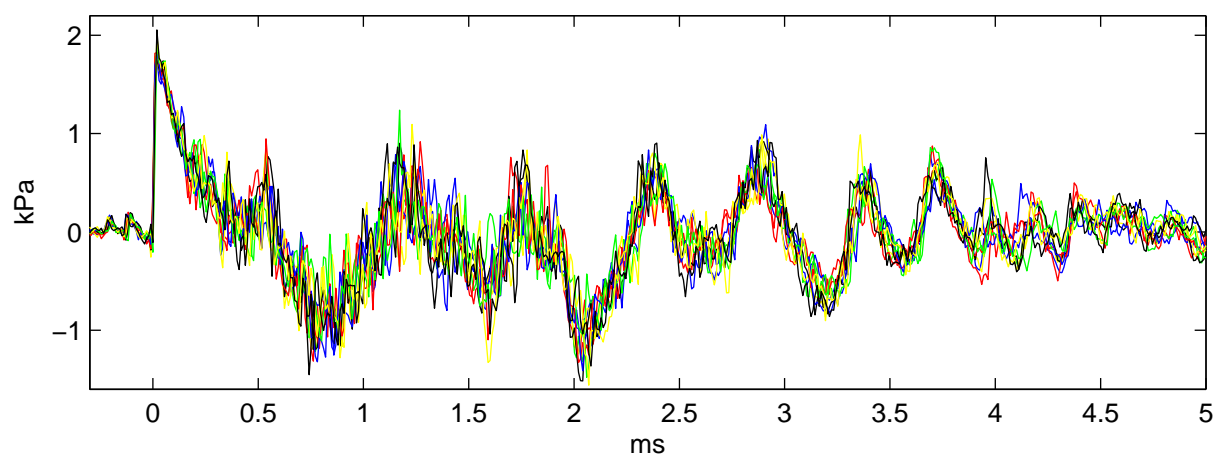
Figur 6.8 1/3-oktav SEL-spekter korrigeret for bakkevirkning, alle syv retninger, AG3, NM231.



Figur 7.1 Målt trykk 80 cm fra munningen i 10 graders vinkel, alle 10 skudd. Våpenet er AG3 med NM231 ammunisjon.



Figur 7.2 Målt trykk 80 cm fra munningen i 70 graders vinkel, alle 10 skudd. Våpenet er AG3 med NM231 ammunisjon.



Figur 7.3 Målt trykk 103 cm fra munningen i 162.9 graders vinkel, alle 10 skudd. Våpenet er AG3 med NM231 ammunisjon.

Det er dokumentert ganske detaljert hva som skal til for å gjennomføre emisjonsmålinger av lette våpen. Beregningsmetoder for å beregne SEL-spektre ut i fra måledata er beskrevet. Denne rapporten burde derfor kunne tjene som en veiledning for andre som skal utføre lignende målinger senere.

## Litteratur

- (1) ANSI S1.11 (2004): 'Specification for octave-band and fractional-octave-band analog and digital filters'.
- (2) Bendat J S, Piersol A G (1986): Random Data: Analysis and measurement procedures, second edn, Wiley-Interscience. ISBN 0-471-04000-2.
- (3) Brüel & Kjær (1988): Acoustic noise measurements, 5th edn, Brüel & Kjær, 2850 Nærum, Denmark. ISBN 87 87355 21 3.
- (4) Fortschrittenberichte VDI, Reihe 8, Nr. 559 (1996): 'Standard method to measure the sound exposure exposure emission and immissions from large weapons'. ISBN 3-18-355908-9.
- (5) Huseby M (2005): A finite element model for noise from firing ranges, 'Proceedings Internoise 2005', Rio de Janeiro, Brazil, pp. 1-10, paper 1831.
- (6) Huseby M, Dyrdal I, Fykse H, Hugsted B (2005): Målinger av lydtrykket i nærfeltet til en rifle, Technical Report FFI/RAPPORT-2005/03998, Norwegian Defense Research Establishment.
- (7) Huseby M, Fykse H, Rahimi R (2007): Ammunisjons og våpendata for bruk til beregning av støy fra skytefelt, Technical Report FFI/NOTAT-2006/01658, Norwegian Defense Research Establishment.
- (8) Huseby M, Hugsted B, Wiencke A C (2006): Målinger av lydtrykket nær CV90, AGL og 12.7, Rena, Technical Report FFI/RAPPORT-2006/01657, Norwegian Defense Research Establishment.
- (9) Huseby M, Rahimi R, Teland J A (2006): Noise from firing ranges, R.Korneliussen, ed., 'Proceedings 29th Scandinavian Symposium on Physical Acoustics', Ustaoset, Norway. ISBN 82-8123-001-0.
- (10) Huseby M, Rahimi R, Teland J A, Dyrdal I (2005): Støy fra skytefelt, Technical Report FFI/RAPPORT-2005/00471, Norwegian Defense Research Establishment.
- (11) Huseby M, Rahimi R, Teland J A, Wasberg C E (2006): En sammenligning av beregnet og målt lydtrykk nær lette våpen, Technical Report FFI/RAPPORT-2006/00261, Norwegian Defense Research Establishment.
- (12) IEC 61672-1 (2002): 'Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications'.
- (13) ISO 266 (1997): 'Acoustics – Preferred frequencies'.
- (14) ISO/DIS 17201-1 (2003): 'Acoustics – Noise from shooting ranges – Part 1: Sound source energy determination of muzzle blast'.

- (15) ISO/DIS 17201-2 (2004): 'Acoustics – Noise from shooting ranges – Part 2: Estimation of source data for muzzle blast and projectile noise'.
- (16) Oppenheim A V, Schaffer R W (1989): Discrete time signal processing, Prentice-Hall. ISBN 0-13-216771-9.
- (17) Oppenheim A V, Willsky A S (1996): Signals & Systems, second edn, Prentice-Hall. ISBN 0-13-814757-4.
- (18) Pierce A D (1989): Acoustics: An introduction to its physical principles and applications, 2nd edn, Acoustical Society of America, 500 Sunnyside Boulevard, Woodbury, New York 11797, USA. ISBN 0-88318-612-8.
- (19) Storeheier S Å (2006): Eksempler på bestemmelse av SEL-spektra for akustiske trykkpuls tidshistorier, Technical Report 90-NO060011, SINTEF.
- (20) Storeheier S Å, Selvåg K (2006): Bestemmelse av akustisk impedans og frittfeltskorreksjon på standplass for emisjonsmåling av lette våpen, Terningmoen., Technical Report 90-NO050203, SINTEF.



## APPENDIKS

### A STØYINDIKATORER

For en lyd ønsker vi å ha et tall som sier noe om hvor høy lyden er. Dette kalles en støyindikator. Her finnes det mange varianter å velge mellom, f.eks. SPL (sound pressure level), SEL (sound exposure level),  $L_{den}$  (vekting for forskjellige tider på døgnet), og mange, mange andre. Hensikten er at indikatoren skal stemme så godt så mulig med enten hvor høy en lyd er eller hvor plagsomt den oppleves.

Når man måler lydtrykk fra en støykilde måler man trykket som en funksjon av tid. MILSTØY II og andre beregningsprogrammer for støy regner i frekvensdomenet. Det vil si at tidshistorien til trykket må regnes om til et frekvensspekter. Det er da vanlig at beregningsprogrammer regner i hele oktavbånd, eller i 1/3-oktavbånd. Disse programmene gjør da en beregning for hvert frekvensbånd. Resultatene fra målingene av lydtrykk som gjøres i denne rapporten presenteres i 1/3-oktav SEL-spekter. I Storeheier (2006) er det beskrevet hvordan man finner 1/3-oktav SEL-spekter.

Videre i dette appendikset og i Appendiks B er det gitt en enda mer utfyllende beskrivelse av en del forhold rundt SEL-spekter. Dette er ikke ment som bevis for de ligningene som fremkommer. Notasjonen er litt løs i kantene, og en del overganger skjer uten beviser. Alt kan hentes ut av vanlige lærebøker i akustikk og signalbehandling (Pierce 1989, Oppenheim & Willsky 1996, Oppenheim & Schafer 1989, Bendat & Piersol 1986). Formålet er å gi en oversikt for lesere som ikke er så kjent med fagfeltet, samt å dokumentere implementasjonen som er benyttet i denne rapporten for å finne 1/3-oktav SEL-spektre.

#### A.1 Kvantisering av hvor høy er lyden er

Det er et nært forhold mellom hvor høyt en lyd oppfattes og en størrelse som kalles den akustiske intensiteten. Den akustiske intensiteten sier noe om hvor stort arbeid lufta (ved hjelp av lydbølgene) utfører på trommehinnen. For de fleste forhold vi opplever til vanlig vil SPL (sound pressure level) eller SEL (sound exposure level) kunne brukes i stedet for henholdsvis kontinuerlig og impulsiv lyd. SPL og SEL vil i disse tilfellene være proporsjonale med den akustiske intensiteten. Nedenfor skal vi gå litt igjennom noen begreper rundt akustisk energi, SEL og hvordan man finner frekvensspektret av SEL.

#### A.2 A og C-vekting

Ørets følsomhet for lyd varierer med frekvens og hvor høy lyden er. Spesielt for lav lyd på lave frekvenser er øret mindre følsomt. Når vi regner ut støyindikatorer er det derfor vanlig å bruke forskjellige vektinger som tar hensyn til ørets respons på forskjellige frekvenser. De vanligste vektingene er A og C-vekting. A-vektingen er laget for å korrigere for ørets respons ved forskjellige frekvenser, for lyder på 40 phon. En lyd (uavhengig av frekvens) på 40 phon er en lyd som oppfattes som like høy som en ren 1000 Hz tone på 40 dB. C-vektingen er laget for tilsvarende lyd på 100 phon (Brüel & Kjær 1988). Ørets følsomhet for lave frekvenser øker når

lydtrykket øker. Derfor vil en A-vekting trekke fra mye mer for lave frekvenser enn en C-vekting. Siden lyd fra tunge våpen ofte vil kunne ha et lydtrykk rundt 100 dB ute ved mottaker virker det rimelig at C-vekting skal benyttes, og dette er også blitt mer og mer vanlig. Imidlertid er nok A-vekting fortsatt mest vanlig, også for høy lyd. En begrunnelse for dette er at det er ganske store variasjoner mellom menneskers følsomhet for lyd. En annen begrunnelse er at dersom man har lyd som har mesteparten av energien over 100 Hz (som mindre våpen), så vil ikke forskjellen mellom A og C-vekting være så stor.

### A.3 Akustisk energi

Vi definerer komplekst trykk og hastighet til

$$p_c = p_r + jp_i, \quad (\text{A.1})$$

$$\mathbf{v}_c = \mathbf{v}_r + j\mathbf{v}_i. \quad (\text{A.2})$$

Her er  $j = \sqrt{-1}$ . Den akustiske intensiteten  $\mathbf{I}$  er

$$\mathbf{I} = p\mathbf{v} = \frac{1}{2}p_r\mathbf{v}_r + \frac{1}{2}p_i\mathbf{v}_i = \text{Re} \left( \frac{1}{2}p_c^*\mathbf{v}_c \right). \quad (\text{A.3})$$

Den akustiske intensiteten kan tolkes som energifluksen (acoustic energy flux), dvs. kraft ganger vei, delt på tid, delt på flaten det strømmer gjennom. Den har en retning som er lik strømmens. Man har valgt å definere begrepet akustiske energitetthet (acoustic energy density) til

$$w = \frac{1}{2}\rho\mathbf{v}^2 + \frac{1}{2}\frac{p^2}{\rho c^2}. \quad (\text{A.4})$$

Det første leddet kalles acoustic kinetic energy density, og det andre leddet acoustic potential energy density. Dette er gjort fordi man da vil ha en relasjon mellom  $w$  og  $\mathbf{I}$  som er en konserveringslov. Relasjonen mellom disse to størrelsene kan ved en omskriving av bevegelsesligningen og kontinuitetsligningen vises å være

$$\frac{\partial w}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{I} = 0. \quad (\text{A.5})$$

For en planbølge er de to delene i  $w$  like store slik at

$$w = \rho\mathbf{v}^2 = \frac{p^2}{\rho c^2}, \quad (\text{A.6})$$

og

$$\mathbf{I} = \frac{\mathbf{n}p^2}{\rho c} = c\mathbf{n}w, \quad (\text{A.7})$$

der  $\mathbf{n}$  er enhetsvektoren i strømningsretningen.

Det er den akustiske intensiteten som er den størrelsen vi i utgangspunktet ville sett på. Denne gir hvor mye energi som overføres gjennom en flate, som f.eks. en trommehinne. Imidlertid er intensiteten, i tilfellet der vi har plane bølger, proporsjonal med både  $w$  og  $p^2$ . Derfor velger vi å

se på exposure for  $p(t)^2$ . Dette er kalt sound exposure. Vi har da et måltall for virkningen av lyden på øret. Sound exposure er i blant andre ISO/DIS 17201-2 (2004) definert til

$$SE \equiv \int_0^T p(t)^2 dt = \tau \sum_{n=0}^{N-1} p_n^2. \quad (\text{A.8})$$

Her er  $T$  det tidsrommet lydtrykket er forskjellig fra null,  $p_n$  er sampler av  $p(t)$  slik at  $p(n\tau) = p_n$ ,  $\tau = 1/f_s$ ,  $f_s$  er samplingsraten og  $N$  er antall sampler.

## B 1/3-OKTAV SEL-SPEKTER

For kontinuerlig lyd er det vanlig å benytte SPL som støyindikator. Dette består essensielt av energinivået i tidsserien til trykket, delt på tiden vi har målt dette. For en lyd med kort varighet, som for eksempel et skudd med en rifle, vil øret ha begrenset følsomhet. Øret trenger noe tid til å reagere for å få med seg lyden, og lyden vil dermed oppfattes som lavere enn om den var en kontinuerlig lyd med like stor energitetthet per tidsenhet. SPL vil dermed være like stor (gitt et lite integrasjonsdomene). SPL er derfor ikke så egnet til å indikere hvor høyt impulslyd oppfattes av øret. I stedet bruker man indikatoren SEL, som summerer opp den totale energien i lyden. En lyd med samme energinivå som varer dobbelt så lenge vil altså ha dobbelt så høy SEL, og gjenspeile at øret vil oppfatte denne lyden som høyere.

### B.1 SEL av hele signalet

Vi bruker Matlab til å gjøre prosesseringen av data, og tar derfor utgangspunkt i Matlab sin definisjon av FFT og invers FFT.

$$P_k = \sum_{n=0}^{N-1} p_n e^{-j(2\pi/N)kn}, \quad (\text{B.1})$$

$$p_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} P_k e^{j(2\pi/N)kn}. \quad (\text{B.2})$$

Ut i fra denne definisjonen blir den tidsdiskrete utgaven av Parsevals teorem (Oppenheim & Willsky (1996), side 223)

$$\sum_{n=0}^{N-1} p_n^2 = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} |P_k|^2. \quad (\text{B.3})$$

Da kan vi finne SE av lydtrykket fra (A.8) enten direkte fra  $p_n$  eller ved summasjon av  $P_k$ .

$$SE = \tau \sum_{n=0}^{N-1} p_n^2 = \frac{\tau}{N} \sum_{k=0}^{N-1} |P_k|^2. \quad (\text{B.4})$$

Sound pressure level (SEL) uttrykkes i dB relativt til er referansetrykk  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} Pa$ .

$$\text{SEL} = 10 \log \left( \frac{SE}{p_0^2 s} \right) = 10 \log \left( \frac{\tau}{s p_0^2} \sum_{n=0}^{N-1} p_n^2 \right) = 10 \log \left( \frac{\tau}{s p_0^2 N} \sum_{n=0}^{N-1} |P_n|^2 \right). \quad (\text{B.5})$$

SPL kan finnes fra SEL ved at

$$\text{SPL} = \text{SEL} - 10 \log(T), \quad (\text{B.6})$$

der vi har integrert over et tidsvindu av lengde  $T$ . SPL gir altså uttrykk for tidsmidlet energi, mens SEL er den totale energien i signalet.

## B.2 Forklaring av 1/3-oktavbånd

De følgende detaljene rundt 1/3-oktavbånd kan finnes i de internasjonale standardene (ANSI S1.11 2004, IEC 61672-1 2002, ISO 266 1997). Et oktavbånd defineres av en senterfrekvens. En oktav med senterfrekvens 1000 Hz vil f.eks. ha kantfrekvenser 707.95 Hz og 1412.54 Hz. Det er da slik at den øverste frekvensen i båndet er (omtrent) dobbelt så stor som den minste frekvensen. Slik vil det være for alle oktavbånd. Neste senterfrekvens over 1000 Hz vil også være (omtrent) dobbelt så høy, dvs. 1995.3 Hz.

Et 1/3-oktavbånd er 1/3 så bredt som et oktavbånd, og det er 3 ganger så mange bånd og senterfrekvenser innen for et frekvensdomene. Her defineres bredden av et bånd til forholdet mellom høyeste og laveste frekvens i båndet. For eksempel for 1/3-oktavbåndet med senterfrekvens 1000 Hz, så er kantfrekvensene 891.25 Hz og 1122.0 Hz. Den øverste frekvensen dividert på den nederste vil da være omtrent  $2^{(1/3)}$ .

Grunnen til at forholdene mellom båndene er omtrent 2 og  $2^{(1/3)}$  er at det er vanlig å jobbe i et 10-tallssystem i stedet for et 2-tallssystem. Man har da byttet ut basisen 2 med  $10^{(3/10)}$ . Til fire siffer etter komma er dette tallet lik 1.9953. Man kan også jobbe i et 2-tallssystem, men et 10-tallssystem er foretrukket i følge ANSI S1.11 (2004).

Oktavbåndene er spesifisert i ANSI S1.11 (2004). Vi vil her gjengi noen definisjoner. Basisen er

$$G = 10^{3/10}. \quad (\text{B.7})$$

For et  $1/b$ -oktavbånd er den eksakte senterfrekvensen

$$f_m = f_r G^{(x-30)/b}, \quad (\text{B.8})$$

der referansefrekvensen er  $f_r = 1000$  (eksakt) og  $x$  er et heltall (som kan være positivt, negativt eller null) som angir nummeret til båndet. For et 1/3-oktavspekter er  $b = 3$ . Kantfrekvensene til et bånd er

$$f_1 = G^{-1/2b} f_m \quad \text{og} \quad f_2 = G^{+1/2b} f_m. \quad (\text{B.9})$$

Man kan legge merke til at i 10-tallssystemet vil ikke bare 1000 Hz være en pen og rund senterfrekvens, men også for eksempel 100 Hz, 10 Hz og 1 Hz.

Når man gjør beregninger med 1/3-bånd analyse benytter man senter og kant-frekvensene over. Imidlertid ville ikke disse urunde frekvensen se så godt ut på akse i et plot. Derfor har man definert såkalte "nominal midband frequency", eller navnefrekvenser. Disse navnefrekvensene er avrundede versjoner av de eksakte senterfrekvensene. For eksempel er den eksakte frekvensen  $f_m = 25.119$  Hz navnefrekvens 25 Hz. Når man presenterer et 1/3-oktavfilter i et plot plotter man altså verdien i det aktuelle båndet på det stedet på frekvensaksen som tilsvarer den eksakte

frekvensen. Deretter skriver man navnefrekvensen på aksene på dette stedet. For en liste over navnefrekvensene kan man se i ANSI S1.11-2004 eller ANSI S1.6. Navnefrekvensen finnes ved å runde av til tre signifikante sifre når første siffer i frekvensen er mellom 1 og 4, og å runde av til to signifikante sifre når første siffer i frekvensen er mellom 5 og 9.

### B.3 Frekvensspekter av SEL

Ovenfor har vi sett på SEL for hele signalet, også funnet ved summasjon av koeffisienter i FFT-rekka. Nå skal vi se på hvordan vi kan finne SEL for forskjellige frekvensbånd i signalet. En måte å tenke seg dette frekvensspekteret er at vi deler tidsserien for trykket opp i mange tidsserier som hver bare inneholder energi ved visse frekvenser. Dersom disse tidsseriene summeres får vi den opprinnelige tidsserien. Ved å ta SEL av hver av disse tidsseriene hver for seg får vi vite hva som er SEL ved forskjellige frekvenser, dvs. hvor høy lyden er ved forskjellige frekvenser. Nedenfor beskrives dette noe mer formelt.

Diskret tid Fourier transform kan uttrykkes

$$p_n = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} P(\omega) e^{j\omega n} d\omega, \quad P(\omega) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} p_n e^{-j\omega n}. \quad (\text{B.10})$$

Dette relaterer til frekvensen til trykksignalet,  $f$ , ved at  $\omega = 2\pi f / f_s$ . Parsevals teorem sier at (Oppenheim & Willsky (1996), side 380)

$$\sum_{-\infty}^{\infty} |p_n|^2 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} |P(\omega)|^2 d\omega. \quad (\text{B.11})$$

Ved hjelp av dette og (A.8) kan vi skrive

$$SE = \frac{\tau}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} |P(\omega)|^2 d\omega = \tau^2 \int_{-f_s/2}^{f_s/2} |P(\omega)|^2 df = 2\tau^2 \int_0^{f_s/2} |P(\omega)|^2 df, \quad (\text{B.12})$$

der vi har her benyttet at  $|P(-\omega)| = |P(\omega)|$ . Dersom vi antar at  $P(\omega) = 0$  når  $f < f_1^{(1)}$  og når  $f > f_2^{(L)}$ , så er

$$SE = 2\tau^2 \int_{f_1^{(1)}}^{f_2^{(L)}} |P(\omega)|^2 df \quad (\text{B.13})$$

Vi kan nå dele opp integralet i  $L$  frekvensbånd slik at

$$SE = 2\tau^2 \sum_{l=1}^L \int_{f_1^{(l)}}^{f_2^{(l)}} |P(\omega)|^2 df. \quad (\text{B.14})$$

For frekvensbånd nummer  $l$  er da altså sound exposure gitt ved at

$$SE_l = 2\tau^2 \int_{f_1^{(l)}}^{f_2^{(l)}} |P(\omega)|^2 df. \quad (\text{B.15})$$

Kantfrekvensene til bånd nummer  $l$  er gitt av  $f_1^{(l)}$  og  $f_2^{(l)}$ . Sound exposure for hele signalet er gitt ved summen, dvs.  $SE = \sum_{l=1}^L SE_l$ .

For å finne  $|P(\omega)|$  sammenligner vi (B.1) og (B.10), og finner at  $|P_k| = |P(\omega_k)|$ , der  $\omega_k = k\omega_0$  og  $\omega_0 = 2\pi/N$ . Vi vet altså at verdien til  $P(\omega)$  i de  $N$  punktene  $\omega_k$ , er gitt ved  $P_k$ . Vi vet ikke noe om hva  $P(\omega)$  er i resten av frekvensdomenet.

Siden vi skal integrere over en funksjon som vi bare vet verdien av i noen få punkter må vi interpolere mellom dem. Det er flere måter å gjøre dette på. Her har vi av praktiske årsaker valgt lineær interpolasjon mellom punktene. Dvs.

$$P(\omega) = \left( \frac{(k+1)\omega_0 - \omega}{\omega_0} \right) P_k + \left( \frac{\omega - k\omega_0}{\omega_0} \right) P_{k+1}, \quad k\omega_0 < \omega < (k+1)\omega_0. \quad (\text{B.16})$$

Interpolasjonen kan i matlab gjøres enkelt ved funksjonen `trapz()` som interpolerer lineært gitt inn en liste med frekvenser og en liste med verdier for  $P(\omega)$  som gjelder i det frekvensbåndet vi integrerer i. Dette vil i praksis være  $|P_k|$  i det båndet vi integrerer i, og i tillegg verdier for endepunktene i båndet, som finnes ved interpolering ved formelen over. For å sikre at vi alltid har minst tre FFT-verdier i det laveste frekvensbåndet padder vi tidsserien med nuller, slik at  $N_{FFT} \geq 13/(\tau f_1^{(1)})$ , der  $N_{FFT}$  er lengden av tidsserien inkludert nullpadding.

Etter at vi har beregnet SE for alle de  $L$  frekvensbåndene, kan SEL i hvert frekvensbånd finnes ved

$$SEL_l = 10 \log \left( \frac{SE_l}{p_0^2 s} \right). \quad (\text{B.17})$$

#### B.4 Direktivitet av SEL-spektret

For hvert våpen vil vi sitte på 70 måleserier. Vi beregner da  $SE_l$  for alle de  $L$  frekvensbåndene. Hvert av frekvensbåndene behandles hver for seg. I hvert bånd sitter vi da med SE for 10 skudd og 7 retninger. Vi må da interpolere mellom disse 7 vinklene for å kunne gi et estimat på lydstyrken i alle retninger. Det vi er ute etter er  $SEL_l$  beskrevet ved hjelp av en cosinusrekke (ISO/DIS 17201-1 2003). Direktiviteten er da beskrevet ved hjelp av koeffisientene i cosinusrekka.

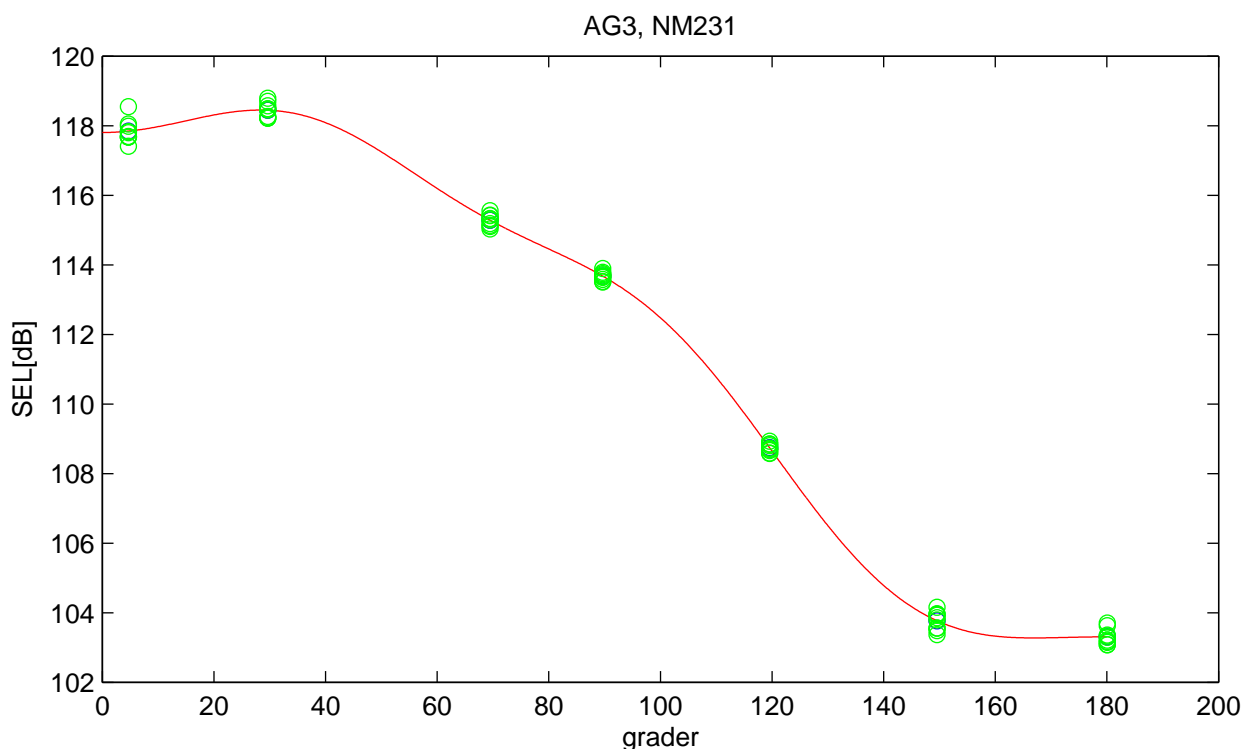
Det er flere måter å gjøre en slik interpolasjon mellom disse 70 måleverdiene. Fire av dem er:

1. For hver vinkel midles SE. Det regnes deretter SEL av denne verdien. Vi har da 7 SEL-verdier, en for hver av de 7 vinklene. Koeffisientene i en cosinusrekke mellom disse punktene finnes ved hjelp av minste kvadraters metode.
2. Det beregnes SEL av alle de 70 SE-verdiene. Vi har da 70 SEL-verdier fordelt på de 7 vinklene. Koeffisientene i en cosinusrekke mellom disse beregnes ved hjelp av minste kvadraters metode.
3. En cosinusrekke legges mellom de 70 SE-verdiene ved hjelp av minste kvadraters metode. Denne interpolerte kurven føres over til SEL, og det tilpasses en cosinusrekke til denne kurven.
4. Som over, bortsett fra at vi bruker cubic spline i frekvens, SE-planet.

Fremgangsmåtene 3 og 4 gir for visse frekvenser merkelige resultater som forårsakes av at interpolasjonen i frekvens, SE-planet noen ganger kan gi veldig små eller negative frekvenser for

visse vinkler. Fremgangsmåte 1 og 2 gir ganske like verdier. Fremgangsmåte 1 vil gi høyere verdier enn fremgangsmåte 2. Forskjellen er stort sett mindre enn 0.1 dB høyere. I visse tilfeller kan forskjellen være opp mot 0.2 dB. Disse to metodene er med andre ord omtrent like gode. Vi velger da metode 1, av den grunn at vi da får en entydighet i SEL for de frekvensene det er gjort målinger. Dersom vi bare hadde sett på en målt vinkel ville vi tatt SE-snittet og deretter regnet ut SEL av dette. Denne verdien vil ligge på kurven som lages etter fremgangsmåte 1.

Vi benytter i denne rapporten en cosinusrekke med 7 ledd. Dermed vil altså den interpolerte kurven gå gjennom alle målepunktene. Et eksempel på en interpolasjon er vist for total SEL, AG3, NM231 i Figur B.1.



Figur B.1 Interpolert total SEL for AG3, NM231. Hver av de grønne sirklene representerer et målt skudd ved en sensor. Den røde kurven representerer interpolerte verdier gjennom disse.

## C PREPROSESSERING AV LYDTRYKKET

I Appendiks A og B er det beskrevet hvordan man finner 1/3-oktav SEL-spekter fra en tidsserie av trykket. Dette er entydig definert. Imidlertid finnes det flere alternativer når det gjelder behandlingen av det målte lydtrykket før det går videre som inngangsdata i en beregning av SEL-spekter. Følgende metoder kan anvendes på tidsserien

1. Tidsvindu
2. Høypassfilter

### 3. Trendfjerning

### 4. Taper

For disse punktene er det mulig å utvise et visst skjønn for å få SEL-verdien til å være en så god indikator som mulig for de målte lydkildene. I det tilfellet vi ser på i denne rapporten er det imidlertid grunn til å være så tilbakeholdende som mulig med denne slags preprosessering av tidsserien. Resultatene fra disse målingene vil kunne bli brukt til å anslå støynivåer rundt skyte og øvings-felt. Det er dermed viktig at den preprosesseringen som velges er så objektiv som mulig. Med dette menes at forskjellige personer skal kunne behandle de samme rådataene og komme fram til samme SEL-spektre. Man må dermed være forsiktig med å optimalisere signalanalysen, da man da vil introdusere optimaliseringsparametere som kan bli satt forskjellig i forskjellige tilfeller.

Vi ser nå litt på punktene ovenfor:

1. I prinsippet skal SEL beregnes for all tid. I praksis vil vi velge ut et tidsvindu fra litt før det er noe lyd til litt etter at lyden er død ut. Dette er først og fremst for å ikke summere opp bakgrunnsstøyen. SEL til det fenomenet man er ute etter vil da være korrekt beskrevet, da bakgrunnsstøyen ikke er den del av dette, og det fenomenet vi ser på uansett ikke ville hatt noen energi i det tidsrommet vi utelater. For små våpen velger vi å se på et tidsvindu på 50 ms. Man vil da unngå å summere for mye bakgrunnsstøy. Det vil også være kort nok til at man unngår refleksjoner fra omkringliggende reflekterende flater som biler, bygninger, fjell og lignende. Samtidig er tidsvinduet langt nok til at all energi fra skuddpuls vil være dødd ut. For en rifle tar dette mindre enn 5 ms. Tidsvinduet kunne altså her vært både 35 ms og 100 ms, uten at dette ville gitt særlig forskjell i SEL.
2. I en del tilfeller kan man ha lavfrekvent støy i signalet som ikke stammer fra signalet selv. Dette vil man ønske å fjerne. Siden det kan være vanskelig å vite hva som stammer fra signalet og hva som ikke gjør det har vi imidlertid valgt å ikke benytte oss av dette. I mange tilfeller vil også kondisjoneringsforsterkeren ha et filter som kan stilles inn til å ta bort støy under visse frekvenser.
3. En del sensorer vil være slik at nullnivået for sensoren driver sakte med tiden. Noen ganger vil den tidspulsen man måler variere så sakte at denne driften kan gjøre seg gjeldende selv i det korte tidsvinduet vi ser på. I et slik tilfelle kan det være aktuelt å benytte seg av trendfjerning. Dette går ut på at man finner et polynom av orden  $N$  som tilpasses best mulig til måledata. Her velges oftest  $N$  til 0, 1 eller 2. Dette polynomet representerer trenden, og subtraheres fra måledata. Dersom trendfjerning benyttes er det viktig at det gjøres for å fjerne en fysisk effekt man vet er til stede i dataene og som man dermed vet ikke er en del av signalet man ser på. En slik effekt er altså for eksempel påvist drift i sensorens nullnivå. Vi har generelt valgt å ikke benytte oss av trendfjerning. I visse tilfeller kan det kanskje være nødvendig. Vår erfaring i arbeidet med denne rapporten er at det da er mest gunstig dersom  $N$  er 0 eller 1. Det bør kommenteres spesielt for hvert tilfelle dette benyttes.
4. Taper går ut på at man multipliserer endene av tidsserien med et vindu som går mot null i endene. Dersom tidsserien ikke er null i begge endene vil vi introdusere høyfrekvent støy forbundet med denne diskontinuiteten, som vil finnes igjen i frekvensspekteret via aliasing



på frekvenser som vi i liten grad har oversikt over. Ved å justere lengden på dette tapervinduet vil man kunne flytte denne støyen til frekvenser der den gjør mindre skade. I vårt tilfelle med støy fra lette våpen over forholdsvis korte tidsvinduer vil tidsserien både starte og stoppe ganske nær null. Vi velger derfor å unngå å bruke taper. Ulempen er faren for noe mer støy på relevante frekvenser. Fordelen er at databehandlingen blir mer objektiv. I visse tilfeller kan man tenke seg at taper likevel benyttes. Som for trendfjerning bør det da kommenteres i hvert enkelt tilfelle.

Det er viktig at tidsvinduet vi ser på bare inneholder det signalet vi er ute etter. For en rifle målt 10 grader ut i fra skuddretningen vil for eksempel prosjekttilsmellet ankomme sensoren rett før munningsmellet. Da vi er interessert kun i munningsmellet starter vi tidsvinduet rett før munningsmellet, slik at prosjekttilsmellet blir utelatt. På samme måte må vi passe på at refleksjoner fra omkringliggende bygninger, biler, fjell og lignende ikke er med i tidsvinduet. Refleksjonen fra bakken vil adderes til den direkte pulsen, slik at denne ikke kan fjernes. Den fjerner vi i stedet ved hjelp av kunnskap om bakkens refleksjonsegenskaper. I enkelte tilfeller vil to fenomener være til stede i samme tidsvindu. Da kan vi prøve å splitte opp tidsvinduet for å isolere fenomenet. Dette bør kommenteres for hvert enkelt tilfelle.

For å oppsummere benytter vi altså i utgangspunktet ikke noen preprosessering utover tidsvinduet. Tidsvinduet har for lette våpen lengde 50 ms og starter rett før munningsmellet ankommer sensoren (typisk mellom 0 og 1 ms).

## **D ALTERNATIV METODE FOR BEREGNING AV BAKKEKORREKSJON**

I denne rapporten er det benyttet en bakkekorreksjon for den reflekterte lydbølgen som er beskrevet i Avsnitt 4.5. Vi vil her skissere en alternativ fremgangsmåte man muligens kan benytte seg av for å finne en enda mer nøyaktig bakkekorreksjon. På det nåværende tidspunkt representerer imidlertid metoden i Avsnitt 4.5, så vidt forfatterne bekjent, den beste allment kjente metoden for fastsettelse av bakkekorreksjonen. Denne metoden er imidlertid utformet for kontinuerlig lyd, og kan dermed sees som noe mer generell enn alternative metoder som muligens kan benyttes nær et våpen. I fastsettelsen av emisjonsdata for våpen, som skal brukes til å beregne støynivåer rundt forsvarets anlegg, er det viktig å velge mest mulig objektive metoder. Derfor er det viktigst at metoden er godt etablert. Metoden som er antydnet her vil muligens kunne gi enda bedre presisjon i bestemmelsen av bakkekorreksjonen, men ansees på det nåværende tidspunkt som for umoden til at den kan benyttes til fastsettelse av SEL-spektre i denne rapporten.

I Figur 6.4 ser vi at når vinkelen er 90 grader så blir varigheten av trykkpulsene mindre, fordi amplituden blir lavere. Her vil da varigheten av trykkpulsene være sammenlignbar med tidsseparasjonen mellom den direkte og den reflekterte pulsen. Man vil da altså ha tilgjengelig både SEL-spektre for hele signalet, og (tilnærmedesvis) SEL-spektre for den direkte pulsen. Dette vil direkte gi bakkekorreksjonen på grunn av den reflekterte trykkpulsene. Betingelsen er at den delen av den direkte pulsen som gjenstår når den reflekterte bølgen kommer frem ikke inneholder særlig mye energi.

Dersom bakken var lik for alle målevinklene kunne denne beregnede bakkekorreksjonen benyttes for alle vinklene. Alternativt kunne man ha en testkilde (f.eks. en startpistol) som gir et smell med kortere varighet av trykkpulsene, slik at bakkekorreksjonen kunne beregnes også rett frem.

## D.1 Eksempel på alternativ beregning av bakkekorreksjon

Vi vil her gi et eksempel på hvordan en alternativ beregning av bakkekorreksjon i retningen 90 grader, kan utføres. En vanlig beregning av SEL av rådata over 50 ms er vist i Figur D.1. Total SEL for denne tidsserien (beregnet direkte fra tidsserien) er 113.5 dB.

Vi vil nå dele opp dette intervallet i tre deler. Den direkte pulsen i tidsintervallet -1 til 2.8 sek har SEL-spekteret vi ser i Figur D.2. Total SEL for denne tidsserien er 110.4 dB. Den reflekterte pulsen antar vi er i tidsintervallet 2.8 til 5.6 sek, altså omtrent samme lengde på tidsserien etter at pulsen har kommet frem. Dette SEL-spekteret ser vi i Figur D.3. Total SEL for denne tidsserien er også 110.4 dB.

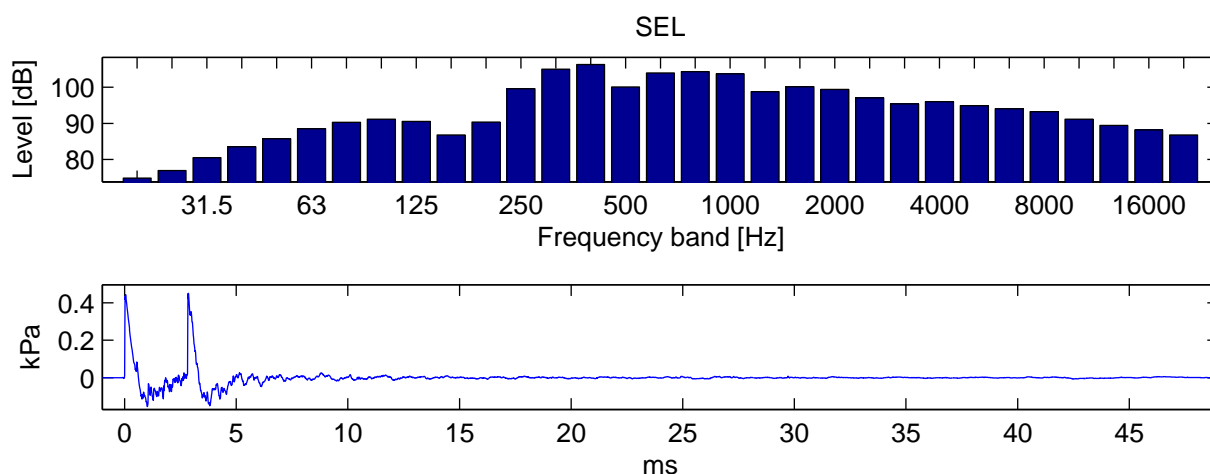
Denne oppdelingen av tidsserien er kun gyldig dersom det ikke er vesentlig mer energi igjen i den direkte pulsen etter 2.8 ms. Et estimat av dette får vi ved å finne SEL-spekteret av resttrykket 2.8 ms etter at det reflekterte trykket har passert (altså fra 5.6 til 49 ms), se Figur D.4. Total SEL av resttrykket er 94.1 dB.

For helhetens skyld har vi beregnet SEL-spekter av bakgrunnsstøyen som kan sees i Figur D.5. Total SEL av bakgrunnsstøyen er 50.8 dB. Uveid SPL av bakgrunnsstøyen er da 63.8 dB.

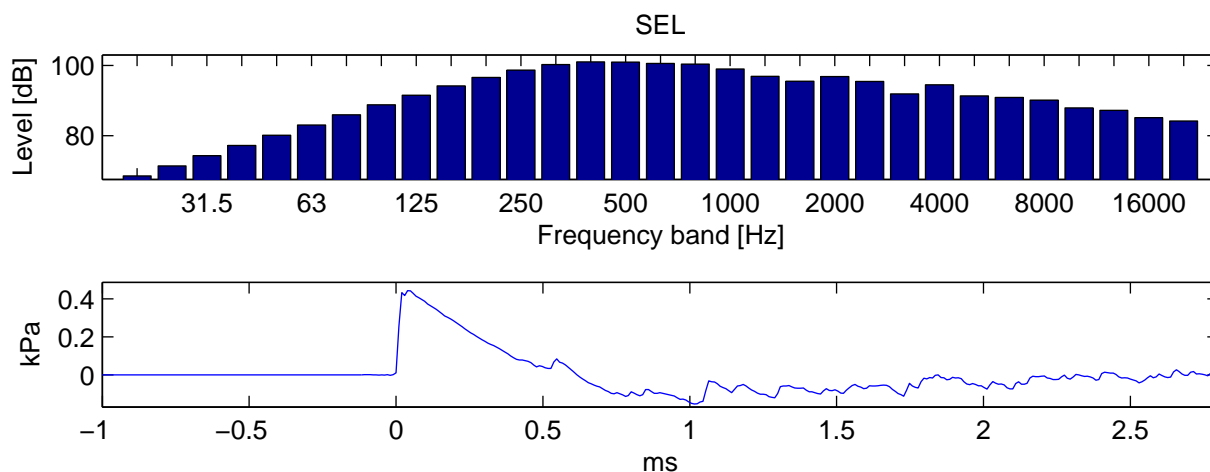
Det kan altså se ut som pulsen i dette tilfellet er så smal at mesteparten av energien er inneholdt i et tidsvindu på 2.8 ms. Dermed har vi en direkte måling av SEL-spekteret til den direkte trykkipulsen i retning 90 grader (Figur D.2), og trenger ikke noen bakkekorreksjon. I tillegg vil vi ved å subtrahere spekteret for hele tidsserien (Figur D.1) fra spekteret for den direkte pulsen (Figur D.2) ha beregnet den samme bakkekorreksjonen som beregnes i Avsnitt 4.5. Denne alternativt beregnede bakkekorreksjonen er vist i Figur D.6. Dette bakkekorreksjonsspekteret er beregnet for kun et skudd. Avviket mellom skuddene i de enkelte frekvensbåndene er mindre enn 1 dB.

Det varierer mellom de forskjellige retningene hvor stor tidsseparasjonen er mellom den direkte og den reflekterte pulsen, og dermed gyldigheten til antagelsen som er gjort. Likevel har vi prøvd oss frem med å klippe ut forskjellige deler av signalet for forskjellige retninger (Figurer 6.1, 6.2, 6.3 og 6.4), og kommet frem til en alternativ tabell for bakkekorreksjoner (Tabell D.1). Dette lot seg ikke gjøre for retningen 180 grader, da man her ikke kan se noen direkte eller reflektert puls, siden det jo ikke er fri linje mellom våpenet og sensoren. I Tabell D.2 ser vi et eksempel på frittfeltsverdier med alternativ bakkekorreksjon, for AG3, NM231. Total SEL er noe mindre enn med den tradisjonelle metoden. Den største forskjellen er 1.8 dB på 90 grader. For retningen 180 grader er det benyttet bakkekorreksjon regnet ut for 150 grader.

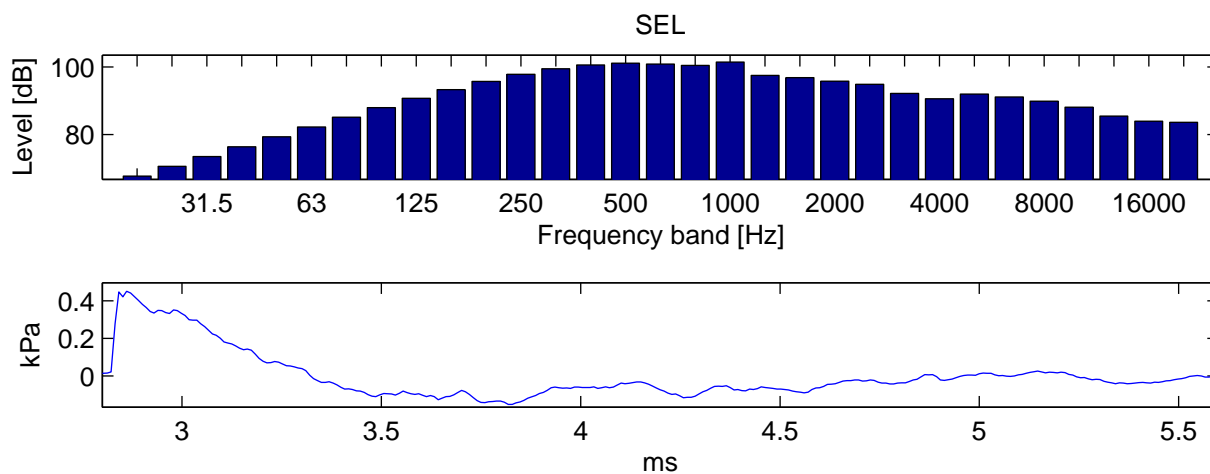
Fordeler med denne beregningsmetoden er blant annet at vi ikke er avhengige av mer eller mindre gode målinger av plasseringer av sensorer og våpen i forhold til hverandre og til bakken. Vi trenger heller ikke ta hensyn til at lydpropagasjonen er ikke-lineær både i lufta og muligens i bakkesamvirket. Usikkerheten ved å benytte forenklete modeller for å beregne bakkeimpedansen blir også unngått. Denne alternative beregningsmetoden er som nevnt for lite gjennomarbeidet til at den kan benyttes i denne rapporten, og vil kreve mer arbeid.



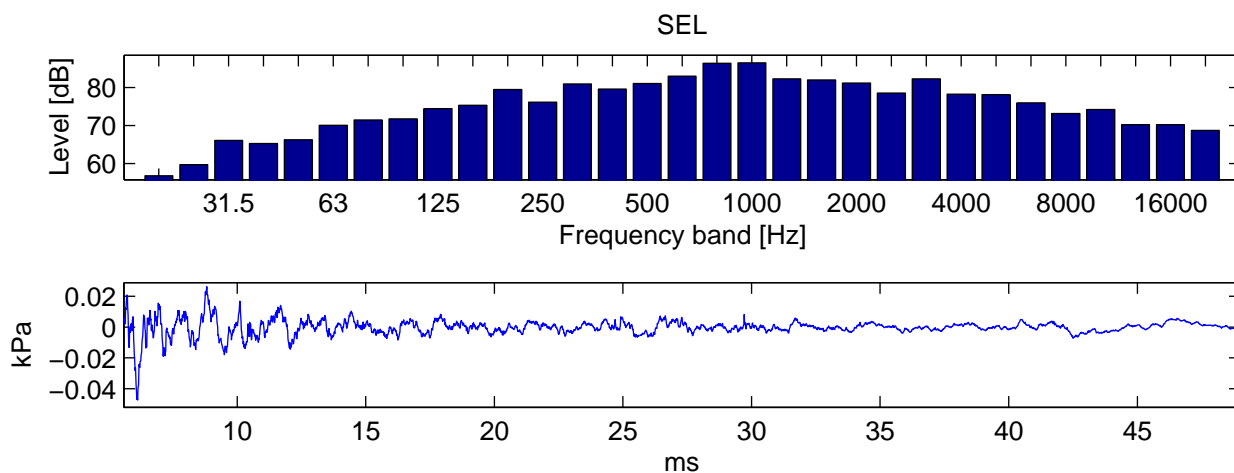
Figur D.1 Vanlig utsnitt ved beregning av SEL. Beregningen er for AG3, NM231, 90 grader, skudd 4.



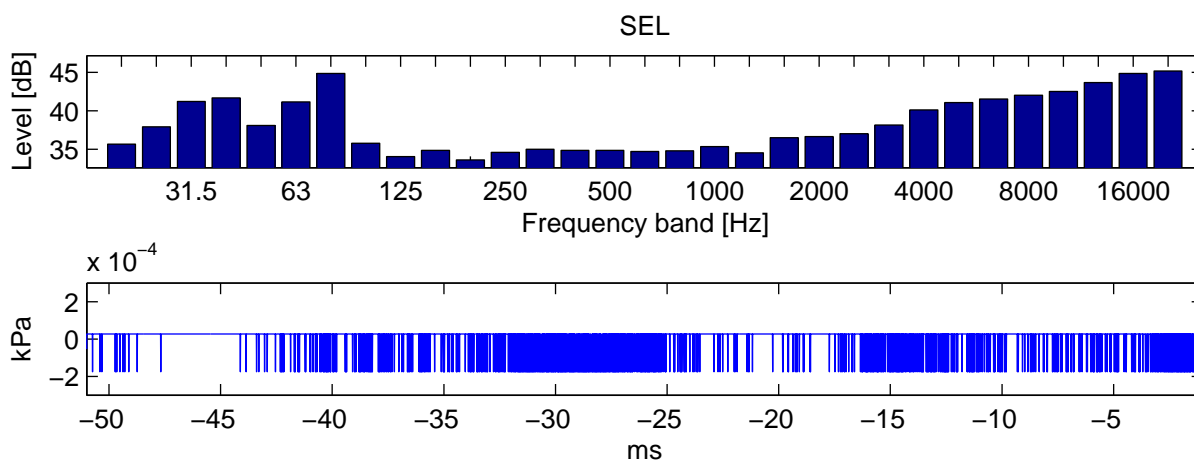
Figur D.2 Utsnitt rundt den direkte pulsen.



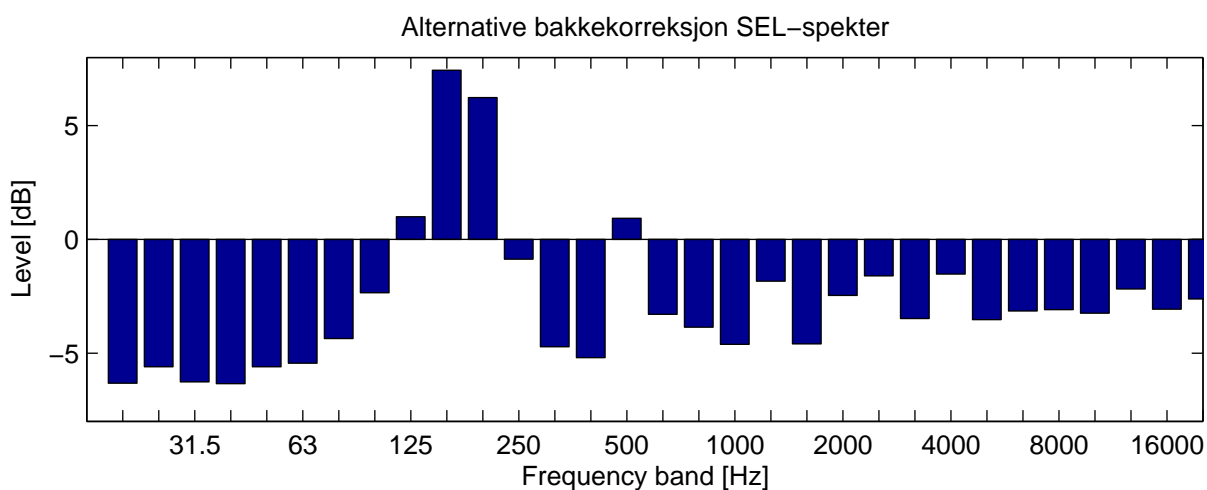
Figur D.3 Utsnitt rundt den reflekterte pulsen.



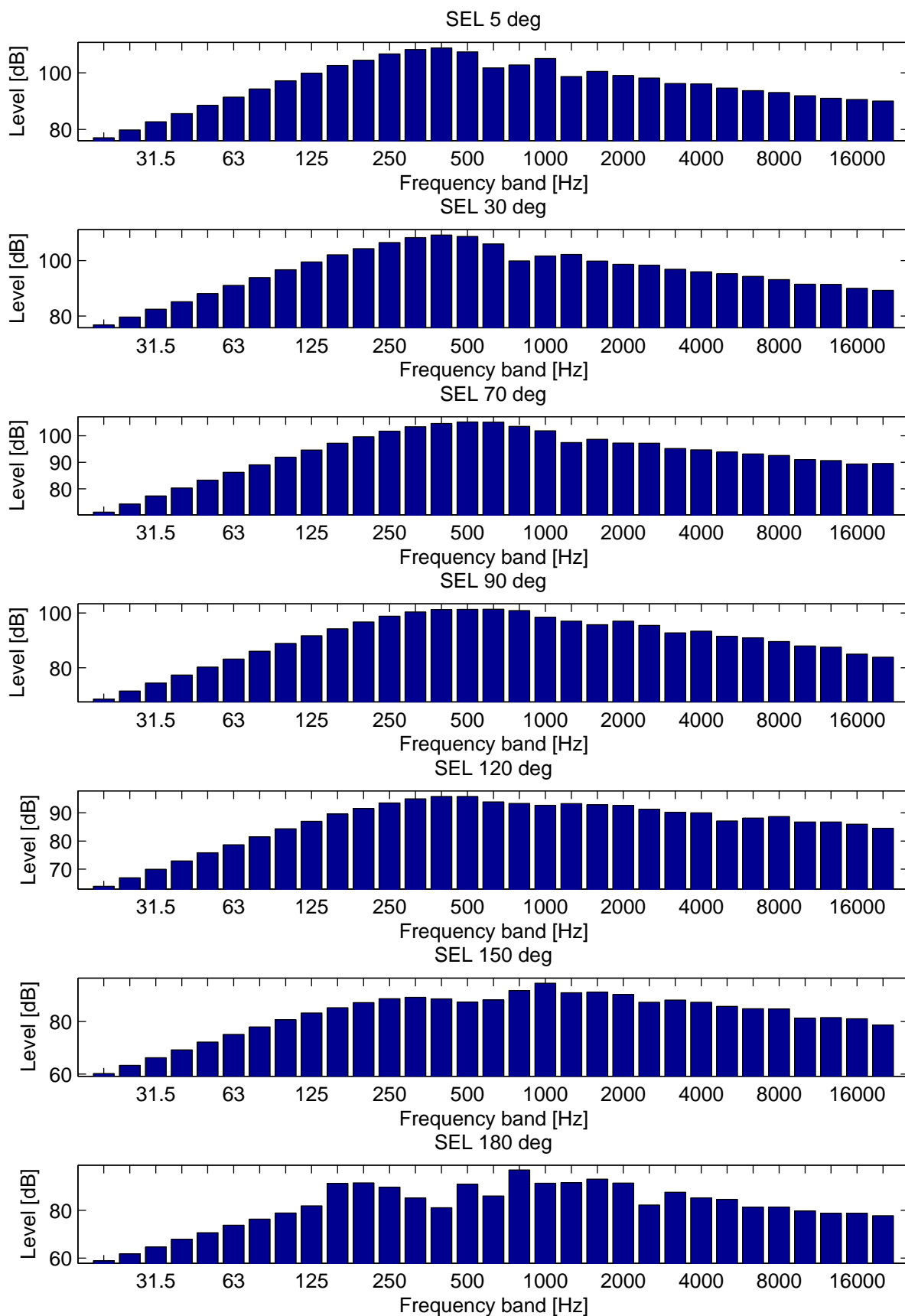
Figur D.4 SEL av resttrykket 2.8 ms etter det reflekterte trykket.



Figur D.5 SEL av bakgrunnsstøyen. Ved å legge til 13 dB kan vi også se hva SPL av bakgrunnsstøyen er.



Figur D.6 Alternativt beregnet SEL-spekter til bakkekorreksjonen. Beregningen er for AG3, NM231, 90 grader, skudd 4.



Figur D.7 Frittfelts 1/3-oktav SEL-spekter på 10 m, med alternativ korrigering for bakkevirkning, alle syv retninger, AG3, NM231.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg
20	-2.7	-2.9	-5.6	-6.3	-7.6	-8.2
25	-3.1	-3.7	-5.4	-5.6	-7.6	-8.4
31.5	-3.6	-4.4	-4.9	-6.3	-7.1	-8.2
40	-4.4	-4.8	-5.0	-6.3	-7.0	-7.3
50	-4.9	-4.7	-5.2	-5.6	-6.7	-6.4
63	-4.8	-3.8	-3.9	-5.4	-5.6	-5.3
80	-3.5	-2.6	-3.3	-4.4	-4.3	-3.8
100	-0.4	-2.3	-1.4	-2.3	-2.1	-0.8
125	1.0	2.7	1.7	1.0	3.9	5.9
160	6.3	9.8	10.1	7.4	11.1	8.1
200	6.1	5.1	4.4	6.2	5.1	0.1
250	-0.5	-1.4	-1.6	-0.9	-2.9	-2.9
315	-3.7	-4.6	-4.3	-4.7	-5.9	-5.6
400	-3.7	-4.0	-3.6	-5.2	-3.8	-1.4
500	-0.4	1.8	3.1	0.9	4.1	0.2
630	2.0	-0.0	-1.9	-3.3	-5.4	-3.0
800	-1.4	-3.2	-2.2	-3.9	-1.5	1.8
1000	1.4	-1.0	-1.5	-4.6	-4.8	-2.1
1250	-1.5	-1.2	-0.6	-1.8	-3.9	-0.2
1600	-0.7	0.1	-1.0	-4.6	-3.6	-1.9
2000	-0.5	-1.8	-1.7	-2.5	-2.1	-0.1
2500	0.0	-0.5	-0.4	-1.6	-4.2	-4.5
3150	-0.2	-1.3	-1.8	-3.5	-3.3	-1.4
4000	-0.5	-0.4	-1.4	-1.5	-2.5	-1.6
5000	-0.5	-0.4	-0.7	-3.5	-5.1	-0.9
6300	-0.4	-0.4	-0.5	-3.1	-2.9	-2.7
8000	-0.2	-0.5	-0.6	-3.1	-1.8	-0.7
10000	-0.3	-0.3	-0.8	-3.2	-2.7	-2.5
12500	-0.2	-0.1	-0.6	-2.2	-1.8	-1.4
16000	-0.3	-0.3	-1.0	-3.1	-2.5	-0.4
20000	-0.3	-0.4	-0.6	-2.6	-3.3	-0.9

Tabell D.1 Alternativ bakkekorreksjon for Brüel & Kjær sensorer

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	116.3	116.6	113.6	110.6	105.5	102.0	102.7
20	77.0	76.8	71.2	68.5	63.9	60.2	58.8
25	79.8	79.6	74.3	71.5	67.0	63.3	61.8
31.5	82.7	82.4	77.3	74.4	70.0	66.2	64.6
40	85.6	85.2	80.3	77.3	72.9	69.2	67.9
50	88.5	88.1	83.3	80.3	75.8	72.2	70.6
63	91.4	91.0	86.2	83.2	78.7	75.1	73.7
80	94.3	93.9	89.1	86.0	81.5	77.9	76.2
100	97.2	96.7	91.9	88.9	84.3	80.6	78.8
125	99.9	99.5	94.6	91.6	87.0	83.2	81.8
160	102.6	102.1	97.2	94.2	89.6	85.3	91.2
200	104.5	104.3	99.6	96.7	91.5	87.2	91.4
250	106.7	106.5	101.8	98.8	93.5	88.7	89.6
315	108.3	108.3	103.4	100.3	94.9	89.2	85.1
400	108.8	109.2	104.6	101.2	95.8	88.6	81.1
500	107.4	108.7	105.2	101.3	95.8	87.4	90.8
630	101.8	106.0	105.1	101.4	93.9	88.2	85.9
800	102.8	99.9	103.5	100.8	93.3	91.7	96.8
1000	105.1	101.6	101.8	98.4	92.6	94.5	91.3
1250	98.7	102.2	97.4	97.0	93.2	90.9	91.5
1600	100.5	99.8	98.6	95.7	92.8	91.2	93.0
2000	99.1	98.6	97.2	97.0	92.6	90.3	91.4
2500	98.1	98.3	97.2	95.5	91.3	87.3	82.2
3150	96.2	96.9	95.2	92.7	90.2	88.1	87.5
4000	96.1	95.9	94.7	93.3	90.0	87.3	85.1
5000	94.6	95.3	93.9	91.5	87.1	85.7	84.5
6300	93.7	94.3	93.2	91.0	88.1	84.8	81.3
8000	93.1	93.1	92.5	89.5	88.7	84.8	81.3
10000	91.9	91.4	91.1	88.0	86.8	81.2	79.7
12500	91.0	91.4	90.6	87.5	86.7	81.5	78.7
16000	90.6	90.0	89.4	84.9	85.9	81.1	78.7
20000	90.0	89.2	89.5	83.9	84.5	78.6	77.7

Tabell D.2 Frittfelts 1/3-oktav SEL-spekter 10 m, korrigert for bakkeeffekten med alternativt utregnet bakkekorreksjon, AG3, NM231.

**E TABELLER FOR BAKKEKORREKSJON**

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
20	-5.3	-5.4	-5.5	-5.5	-5.5	-5.4	-5.4
25	-5.3	-5.4	-5.5	-5.5	-5.5	-5.4	-5.4
31.5	-5.1	-5.2	-5.3	-5.3	-5.3	-5.3	-5.2
40	-4.9	-4.9	-5.1	-5.1	-5.1	-5.0	-5.0
50	-4.4	-4.5	-4.8	-4.8	-4.8	-4.7	-4.6
63	-3.7	-3.8	-4.2	-4.2	-4.2	-4.1	-4.0
80	-2.5	-2.7	-3.4	-3.4	-3.4	-3.1	-3.0
100	-0.5	-0.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.5	-1.2
125	3.4	2.6	0.8	0.8	0.9	1.7	2.4
160	10.7	9.6	6.6	6.6	7.0	8.9	10.8
200	4.0	5.4	9.6	9.6	9.2	6.9	5.0
250	-1.9	-1.2	0.3	0.3	-0.1	-1.2	-2.2
315	-4.3	-4.1	-3.9	-3.9	-4.2	-4.6	-5.1
400	-2.8	-3.4	-4.6	-4.6	-4.7	-4.3	-4.0
500	4.0	3.2	0.3	0.3	0.8	2.9	4.6
630	-2.7	-1.9	-0.0	-0.0	-0.8	-2.4	-3.9
800	-0.2	-1.4	-3.5	-3.5	-3.5	-2.3	-0.9
1000	-2.2	-1.6	-0.2	-0.2	-1.0	-2.4	-3.6
1250	-0.7	-0.3	-1.2	-1.2	-1.1	-0.8	-1.9
1600	-1.0	-0.9	-1.7	-1.7	-1.8	-1.8	-2.2
2000	-0.8	-0.9	-1.4	-1.4	-1.7	-1.6	-2.1
2500	-0.7	-0.7	-1.3	-1.3	-1.5	-1.5	-2.0
3150	-0.6	-0.6	-1.1	-1.1	-1.4	-1.4	-1.9
4000	-0.5	-0.5	-1.0	-1.0	-1.3	-1.2	-1.8
5000	-0.5	-0.5	-0.9	-0.9	-1.1	-1.1	-1.7
6300	-0.4	-0.4	-0.7	-0.7	-1.0	-1.0	-1.6
8000	-0.4	-0.4	-0.6	-0.6	-0.8	-0.8	-1.5
10000	-0.3	-0.3	-0.5	-0.5	-0.7	-0.7	-1.4
12500	-0.3	-0.3	-0.5	-0.5	-0.7	-0.7	-1.4
16000	-0.3	-0.3	-0.5	-0.5	-0.7	-0.7	-1.4
20000	-0.3	-0.3	-0.5	-0.5	-0.7	-0.7	-1.4

Tabell E.1 Bakkekorreksjon for Brüel & Kjær sensorer

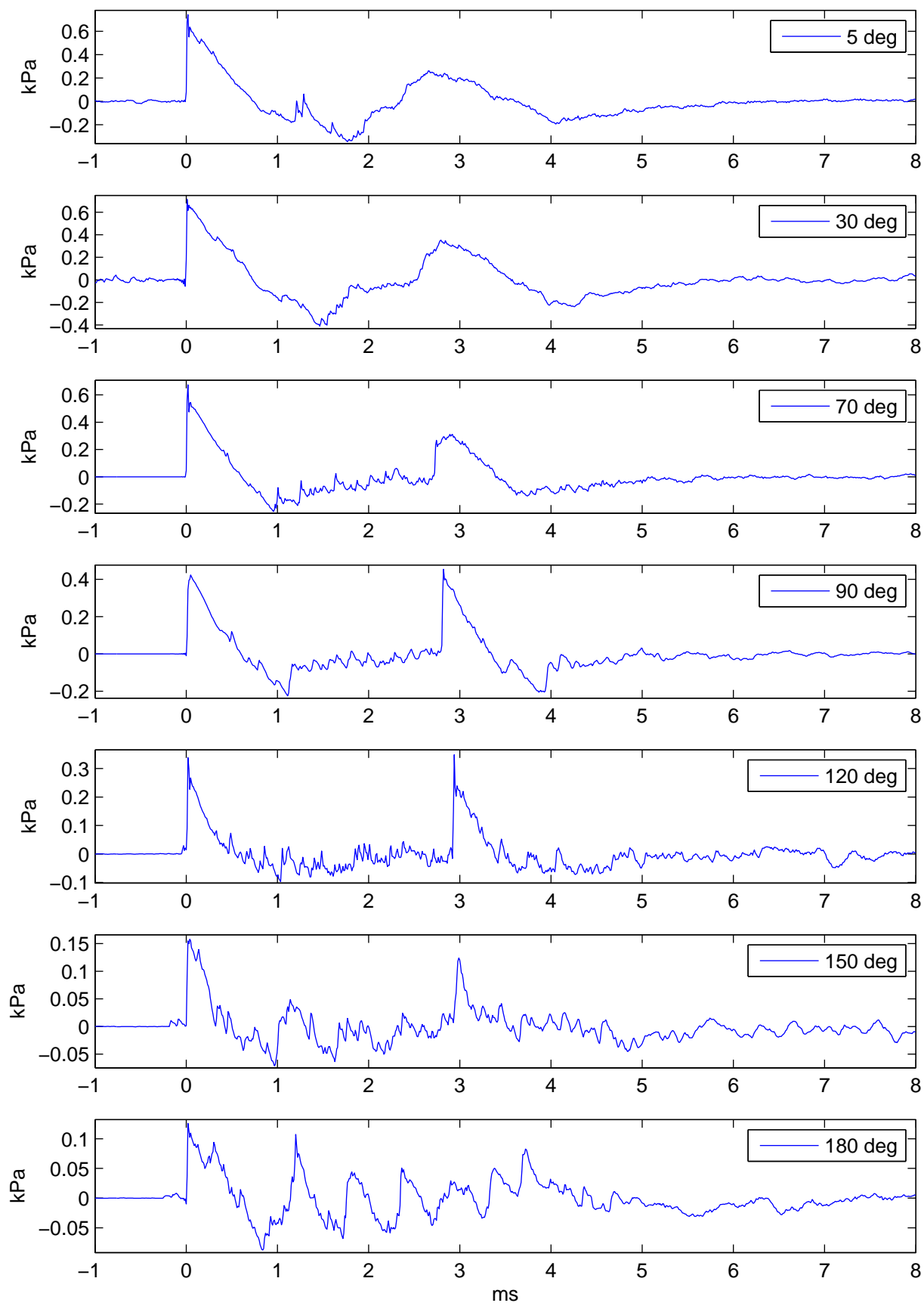


Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
20	-5.5	-5.5	-5.6	-5.6	-5.6	-5.6	-5.6
25	-5.5	-5.5	-5.6	-5.6	-5.6	-5.6	-5.6
31.5	-5.4	-5.4	-5.5	-5.5	-5.5	-5.5	-5.5
40	-5.2	-5.2	-5.4	-5.4	-5.4	-5.3	-5.3
50	-4.8	-4.9	-5.2	-5.2	-5.2	-5.1	-5.1
63	-4.3	-4.4	-4.8	-4.8	-4.8	-4.7	-4.7
80	-3.5	-3.7	-4.3	-4.3	-4.3	-4.1	-4.0
100	-2.2	-2.5	-3.4	-3.4	-3.4	-3.1	-2.9
125	0.0	-0.5	-1.8	-1.8	-1.8	-1.3	-0.9
160	4.3	3.3	0.9	0.9	1.0	2.0	2.9
200	10.6	10.0	6.7	6.7	7.2	9.7	12.2
250	2.9	4.4	9.4	9.4	8.9	6.0	3.8
315	-2.3	-1.5	0.3	0.3	-0.2	-1.5	-2.7
400	-4.1	-4.0	-3.8	-3.8	-4.2	-4.7	-5.2
500	-2.1	-2.9	-4.5	-4.5	-4.6	-4.1	-3.5
630	3.6	3.4	0.2	0.2	0.8	3.5	4.6
800	-2.8	-2.0	0.2	0.2	-0.8	-2.7	-4.3
1000	0.5	-0.9	-3.4	-3.4	-3.4	-1.8	0.0
1250	-2.1	-1.7	0.0	0.0	-0.9	-2.6	-3.7
1600	-0.9	-0.3	-1.3	-1.3	-1.0	-0.9	-2.3
2000	-0.9	-0.8	-1.6	-1.6	-1.7	-1.7	-2.2
2500	-0.8	-0.8	-1.3	-1.3	-1.6	-1.6	-2.1
3150	-0.6	-0.7	-1.2	-1.2	-1.4	-1.4	-2.0
4000	-0.6	-0.6	-1.0	-1.0	-1.3	-1.3	-1.9
5000	-0.5	-0.5	-0.9	-0.9	-1.1	-1.1	-1.8
6300	-0.4	-0.4	-0.8	-0.8	-1.0	-1.0	-1.7
8000	-0.4	-0.4	-0.7	-0.7	-0.9	-0.9	-1.6
10000	-0.3	-0.3	-0.6	-0.6	-0.8	-0.8	-1.4
12500	-0.3	-0.3	-0.6	-0.6	-0.8	-0.8	-1.4
16000	-0.3	-0.3	-0.6	-0.6	-0.8	-0.8	-1.4
20000	-0.3	-0.3	-0.6	-0.6	-0.8	-0.8	-1.4

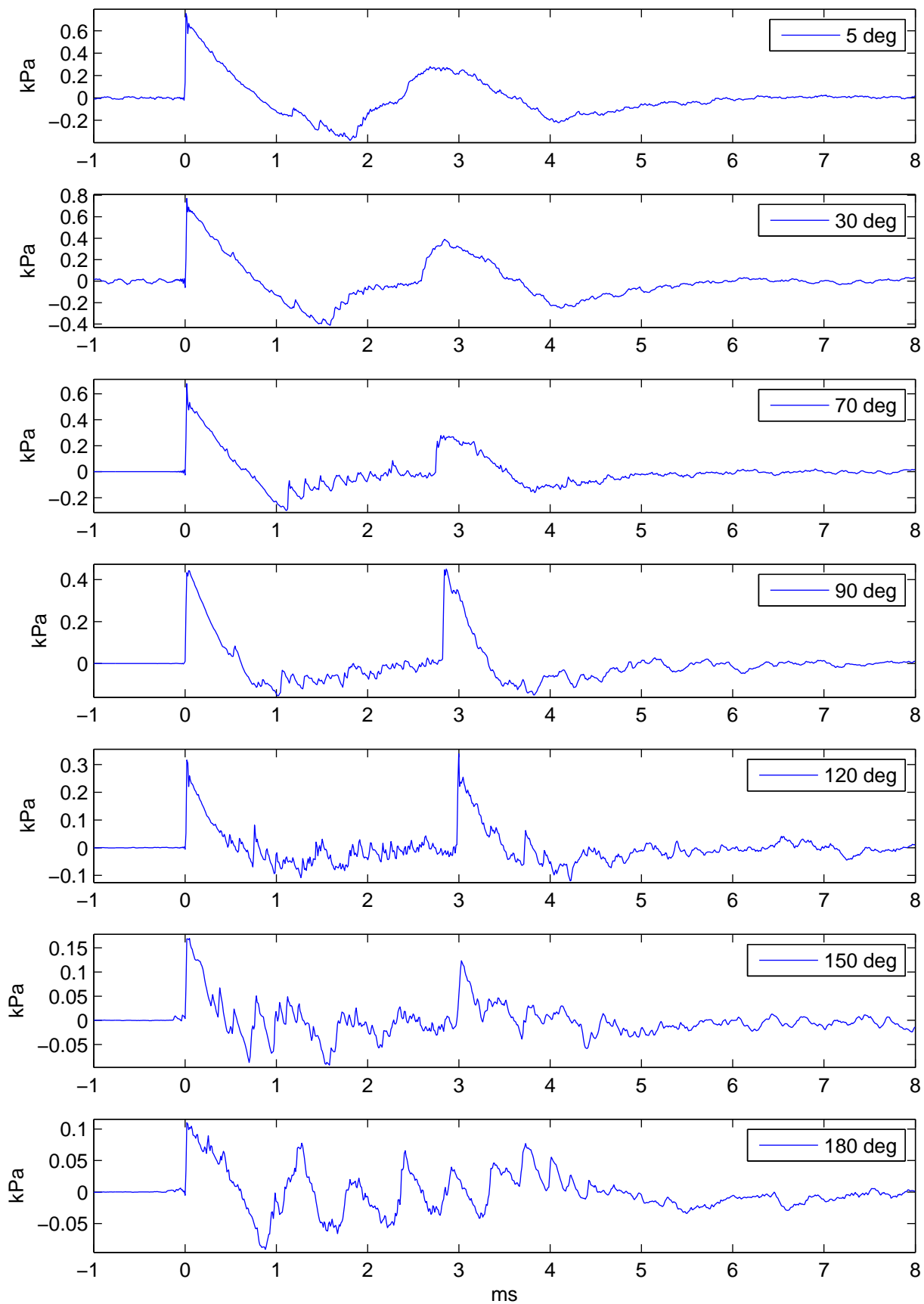
Tabell E.2 Bakkekorreksjon for PCB sensorer

## F TIDSSERIER TRYKK 10 M FRA MUNNINGEN, ALLE VÅPEN

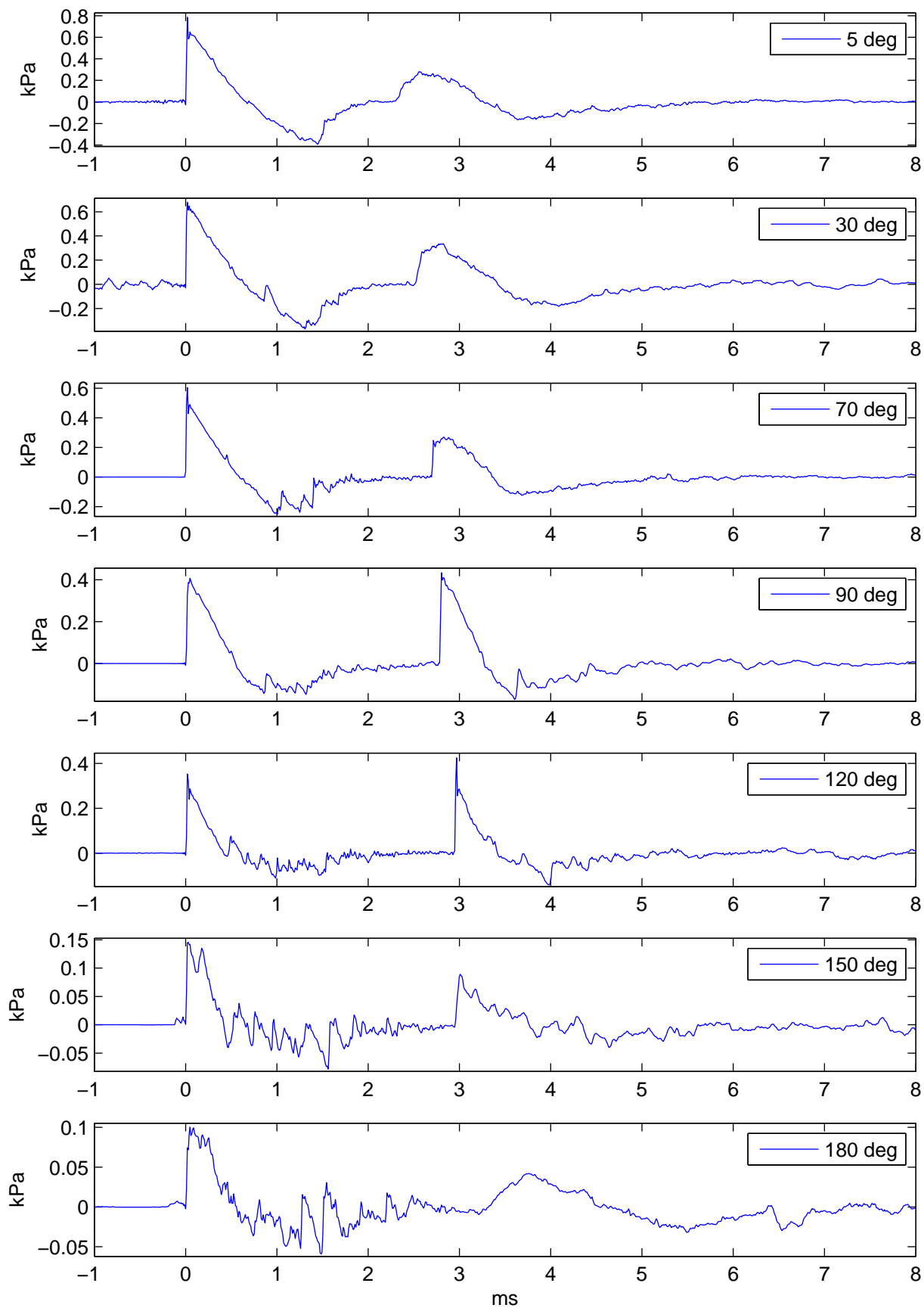
AG3, NM60



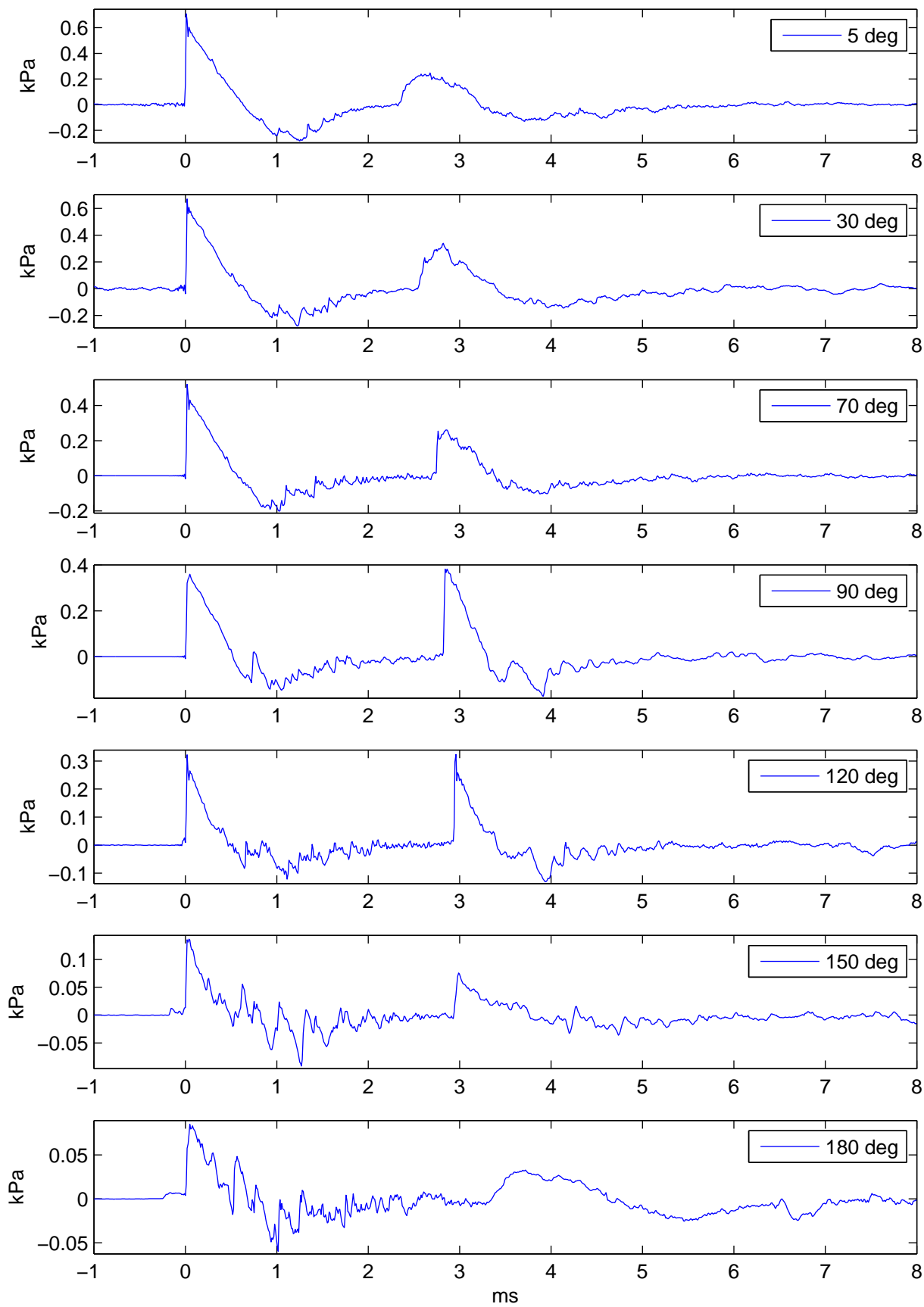
AG3, NM231



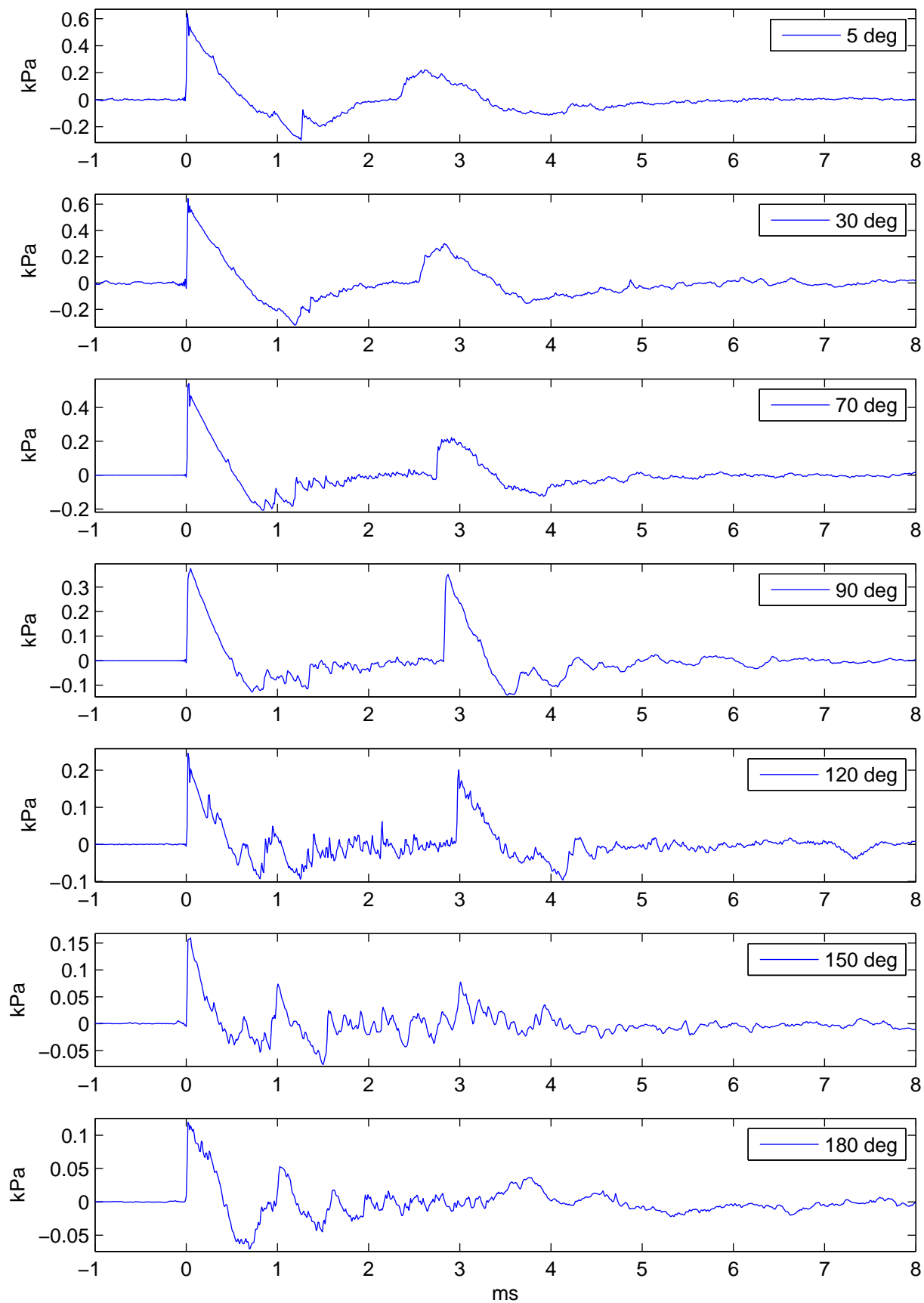
G36C



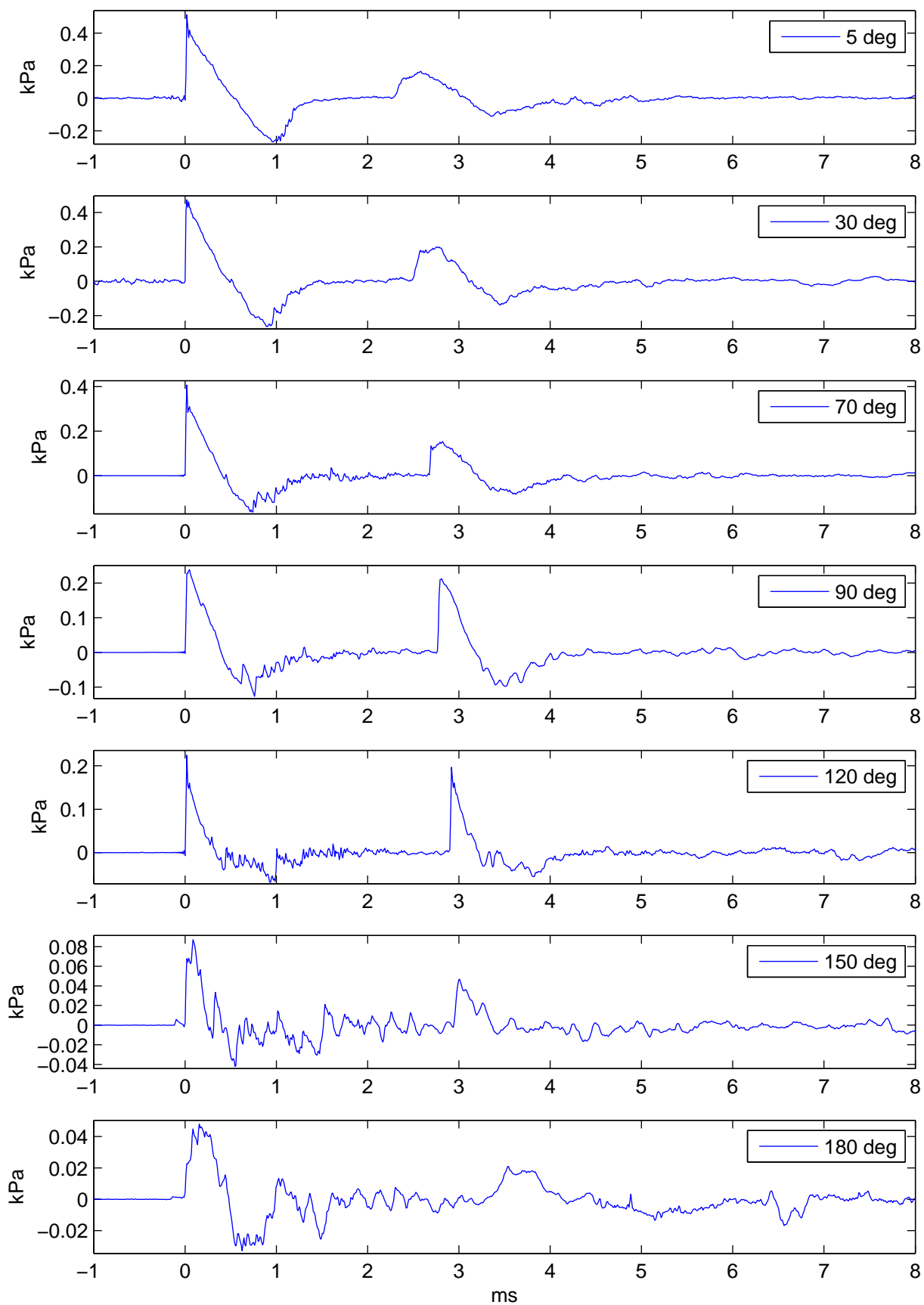
G36



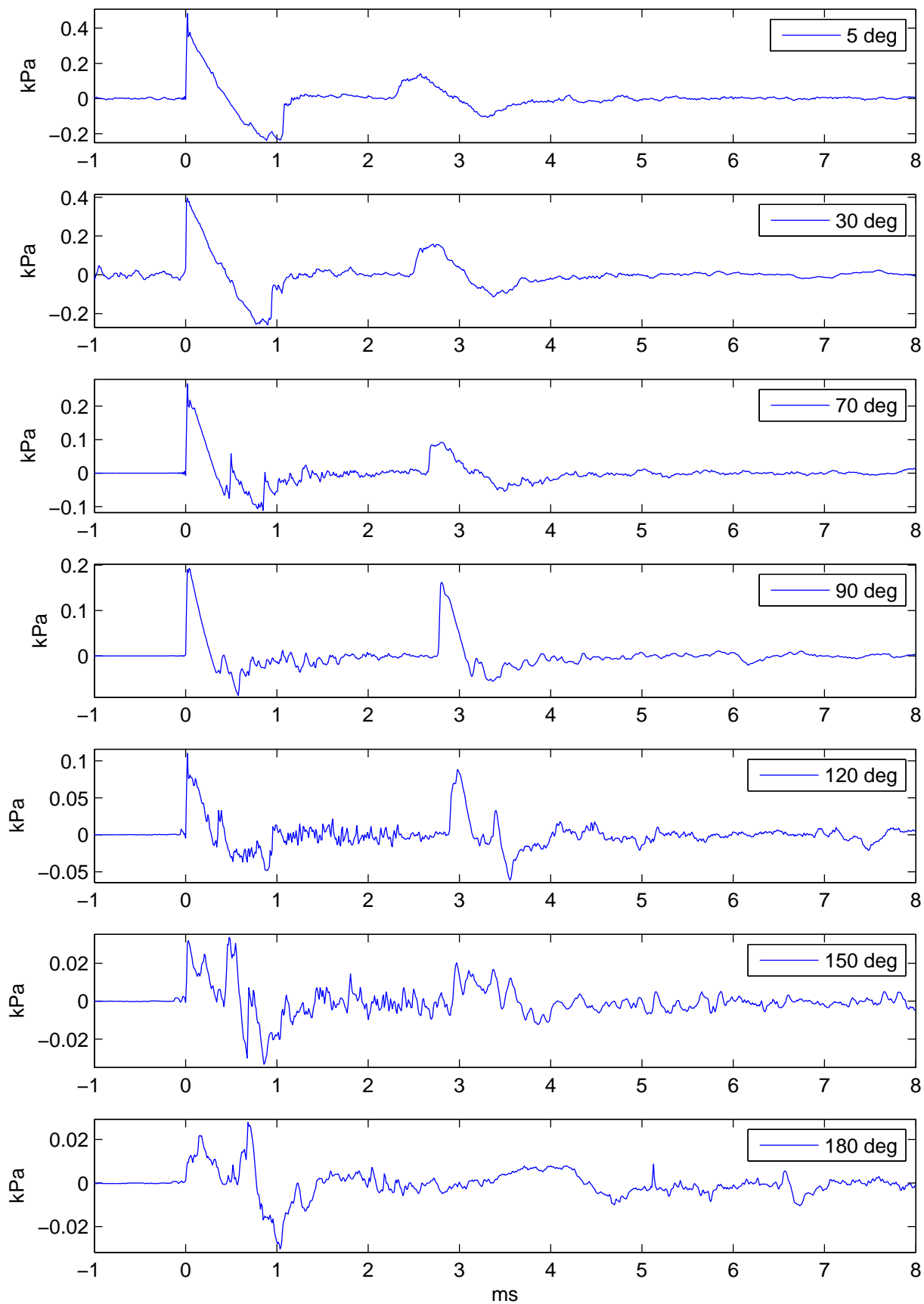
C8



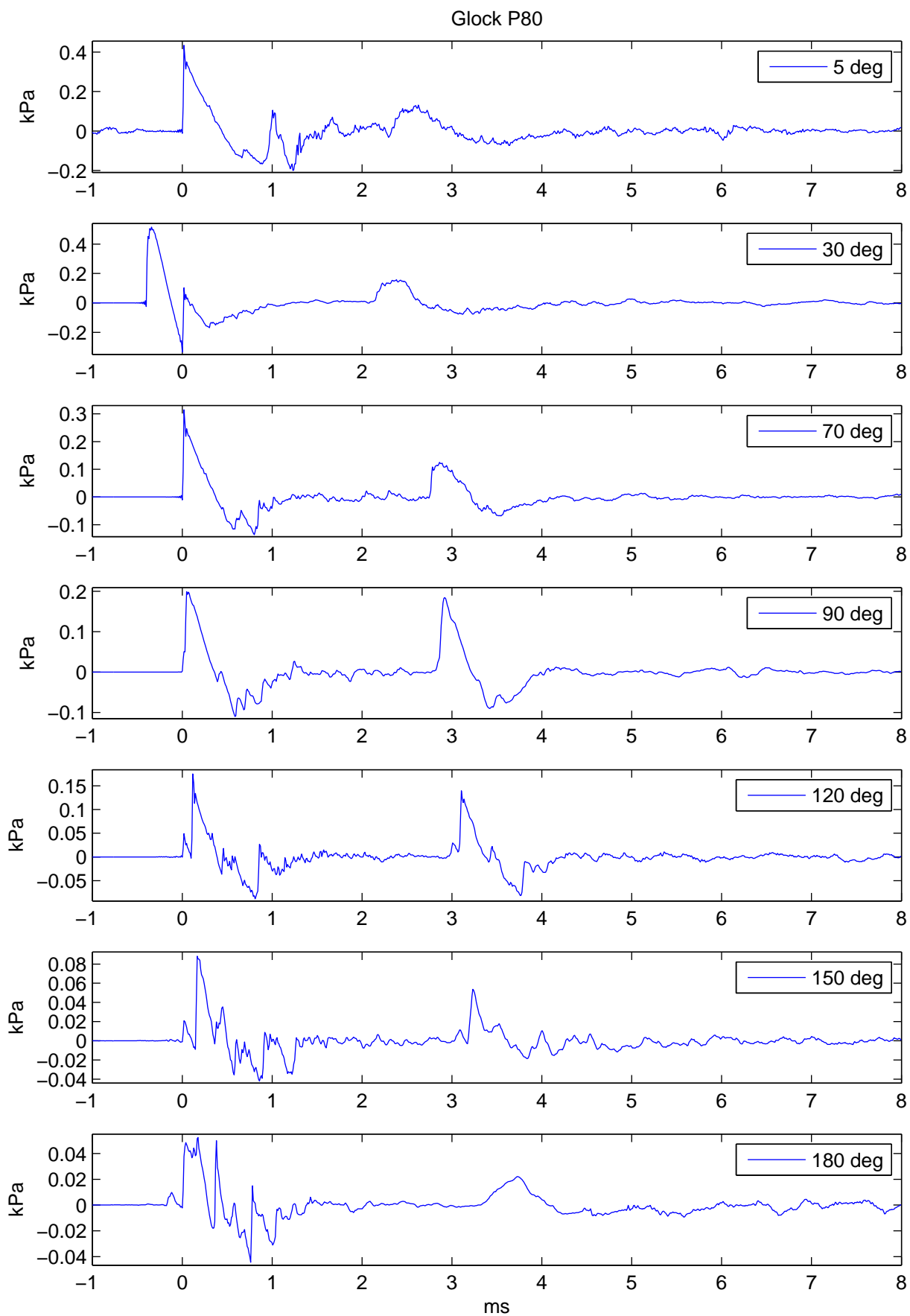
## MP7



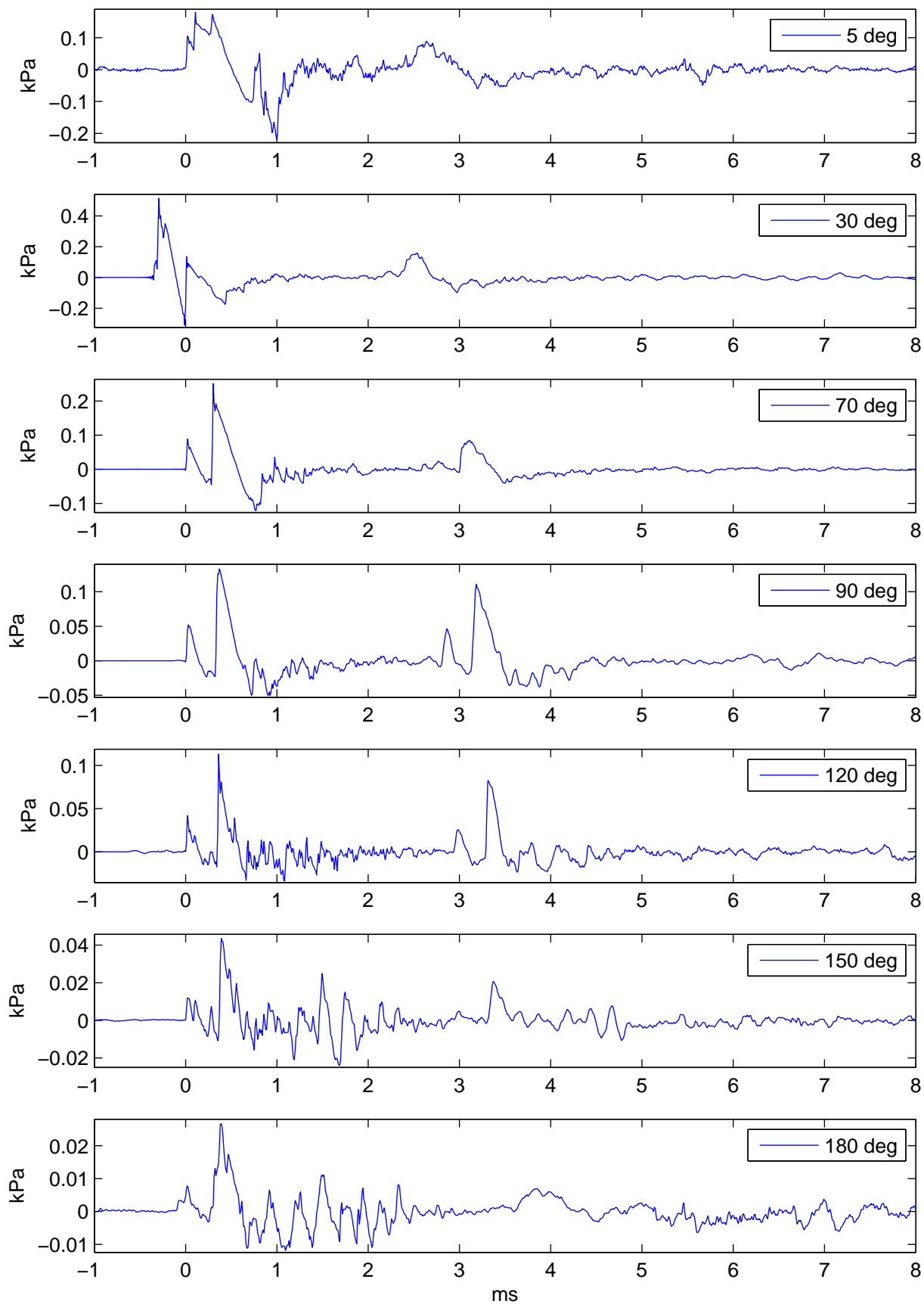
P90



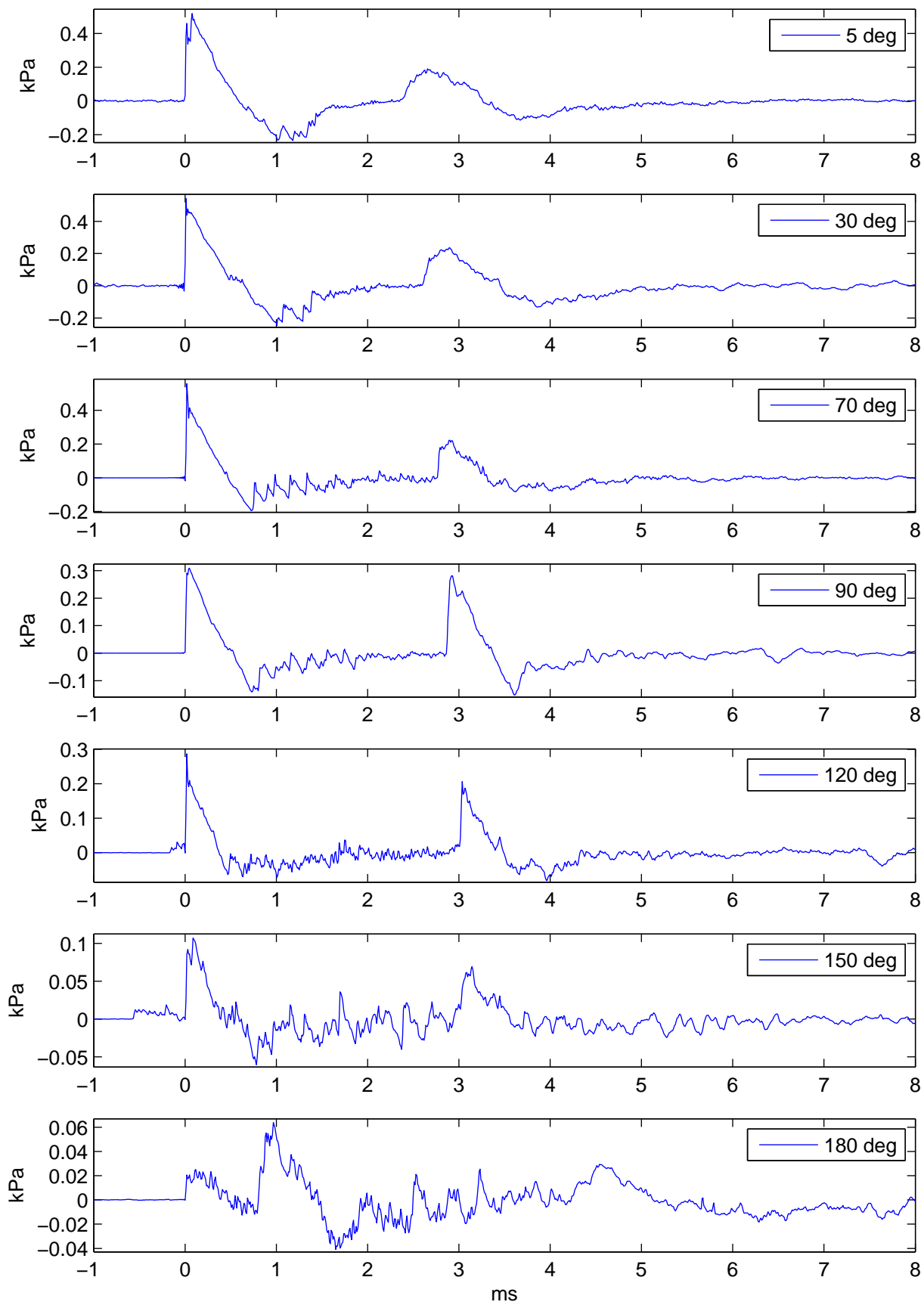




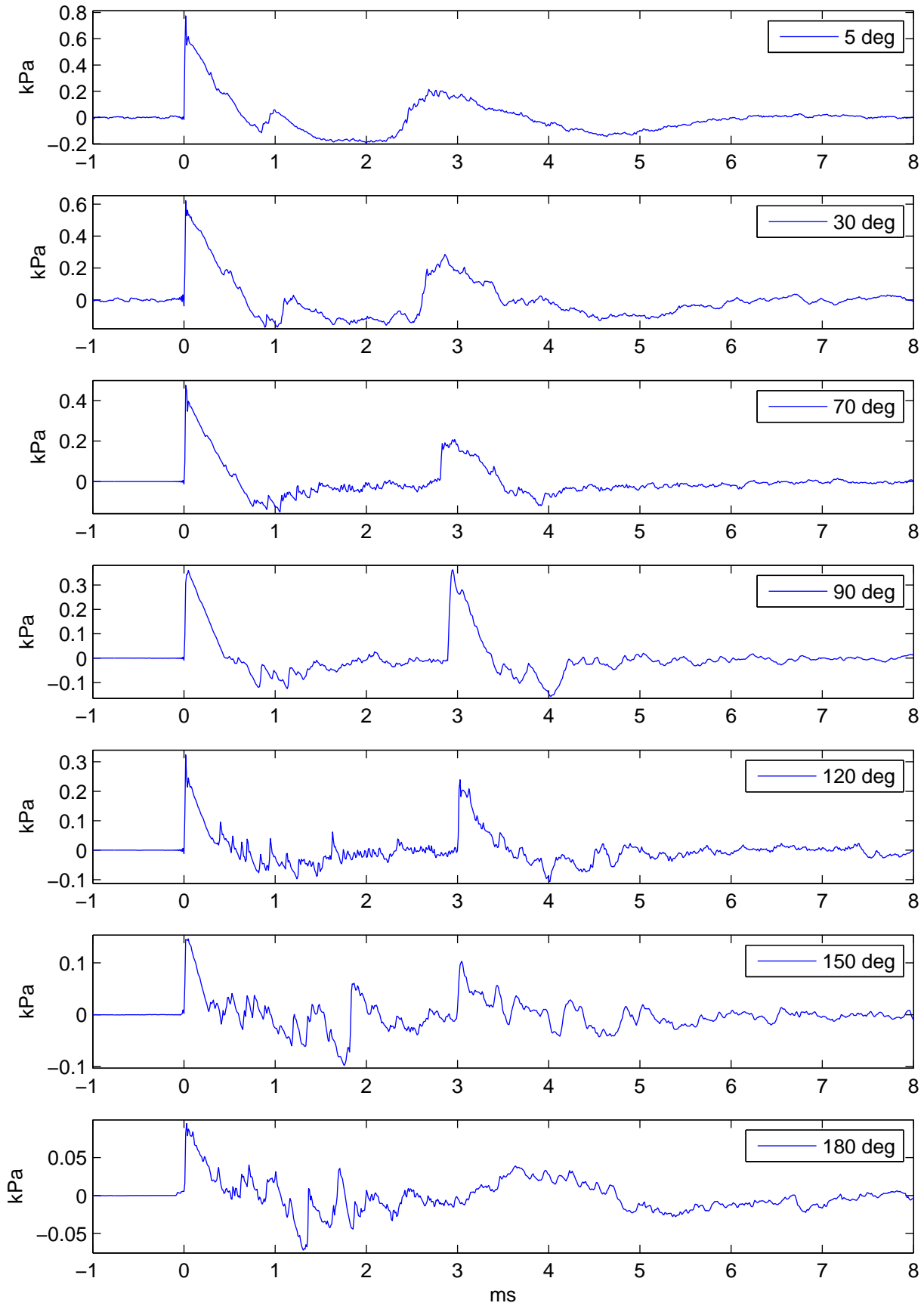
## MP5

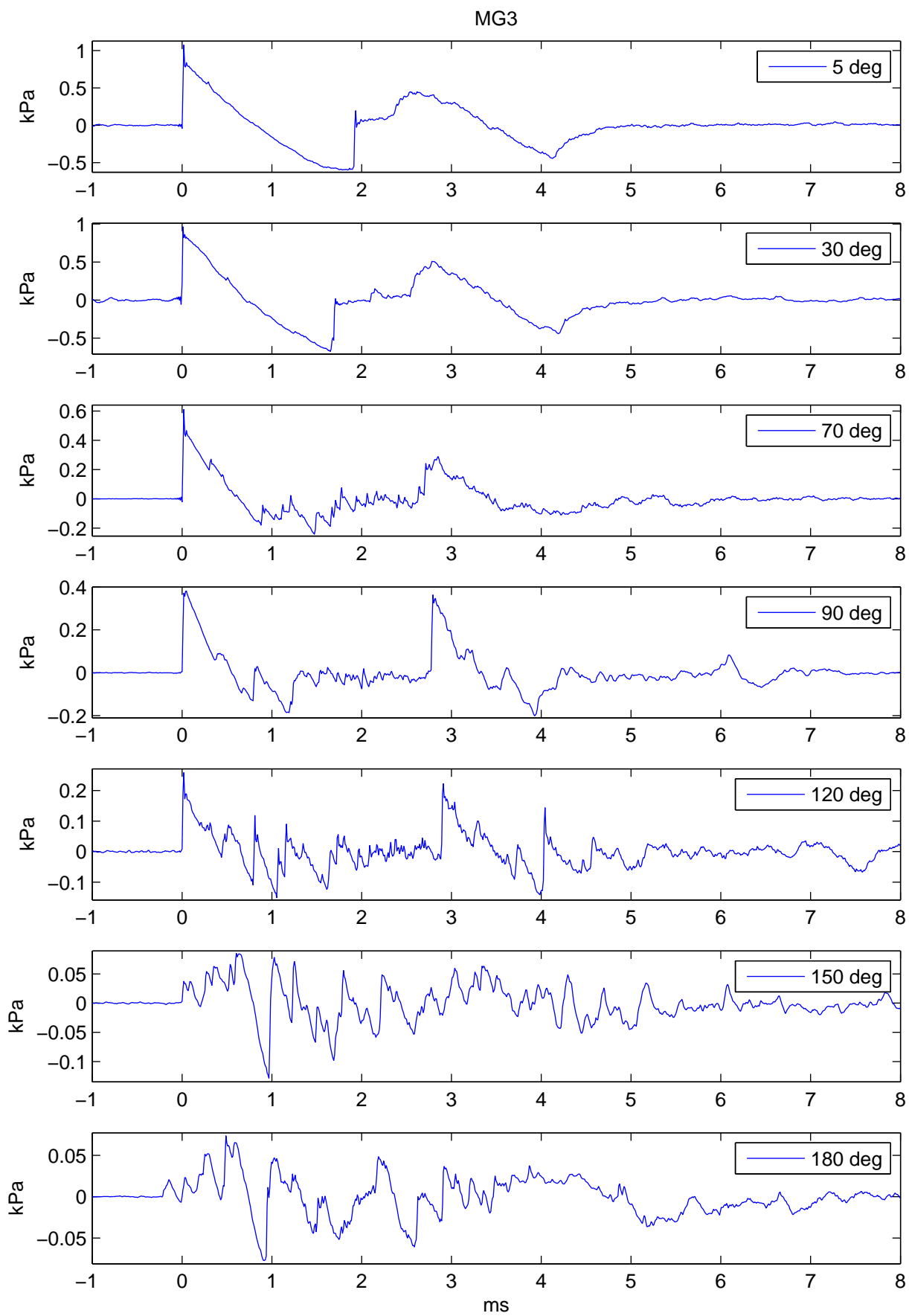


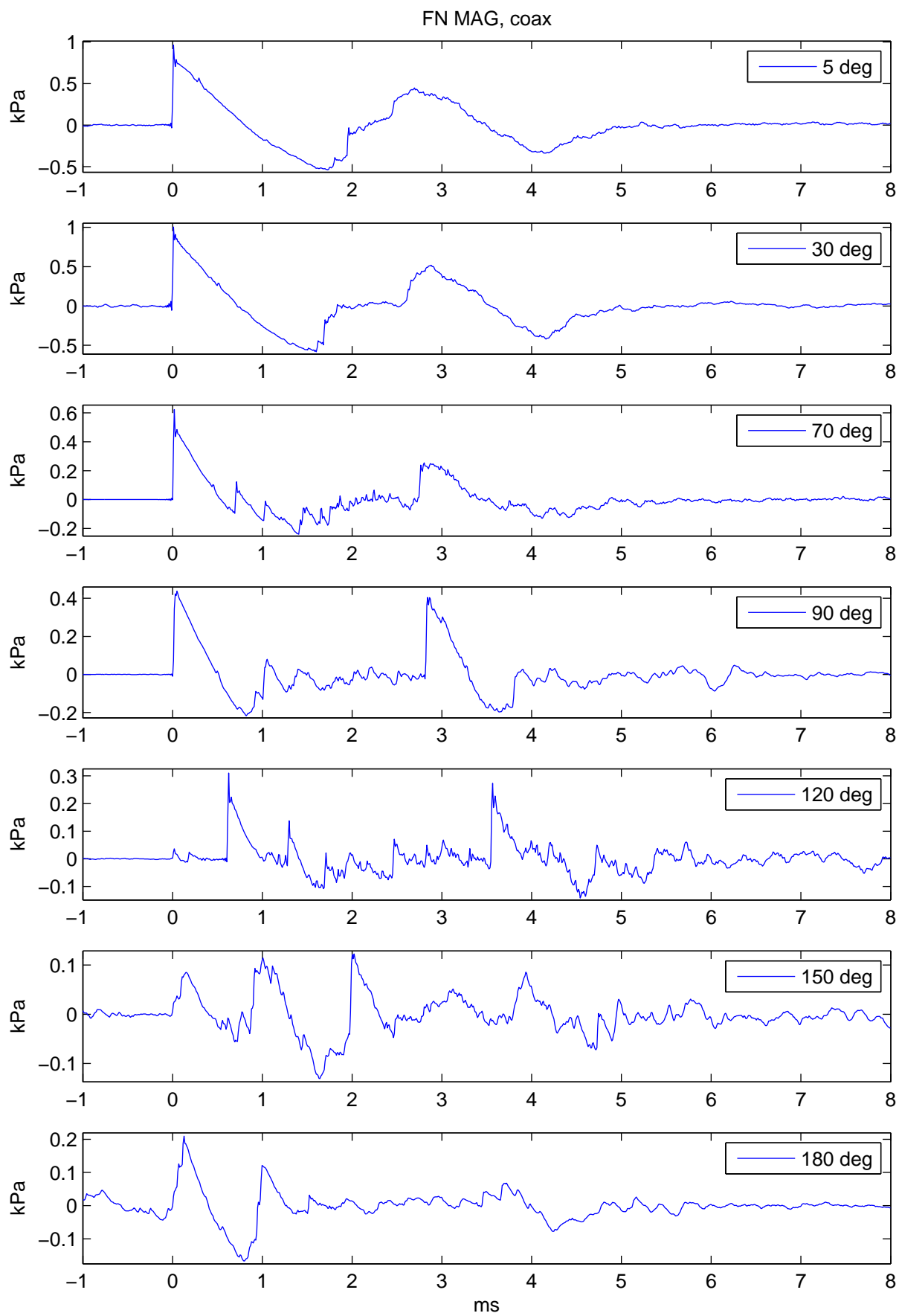
AUG

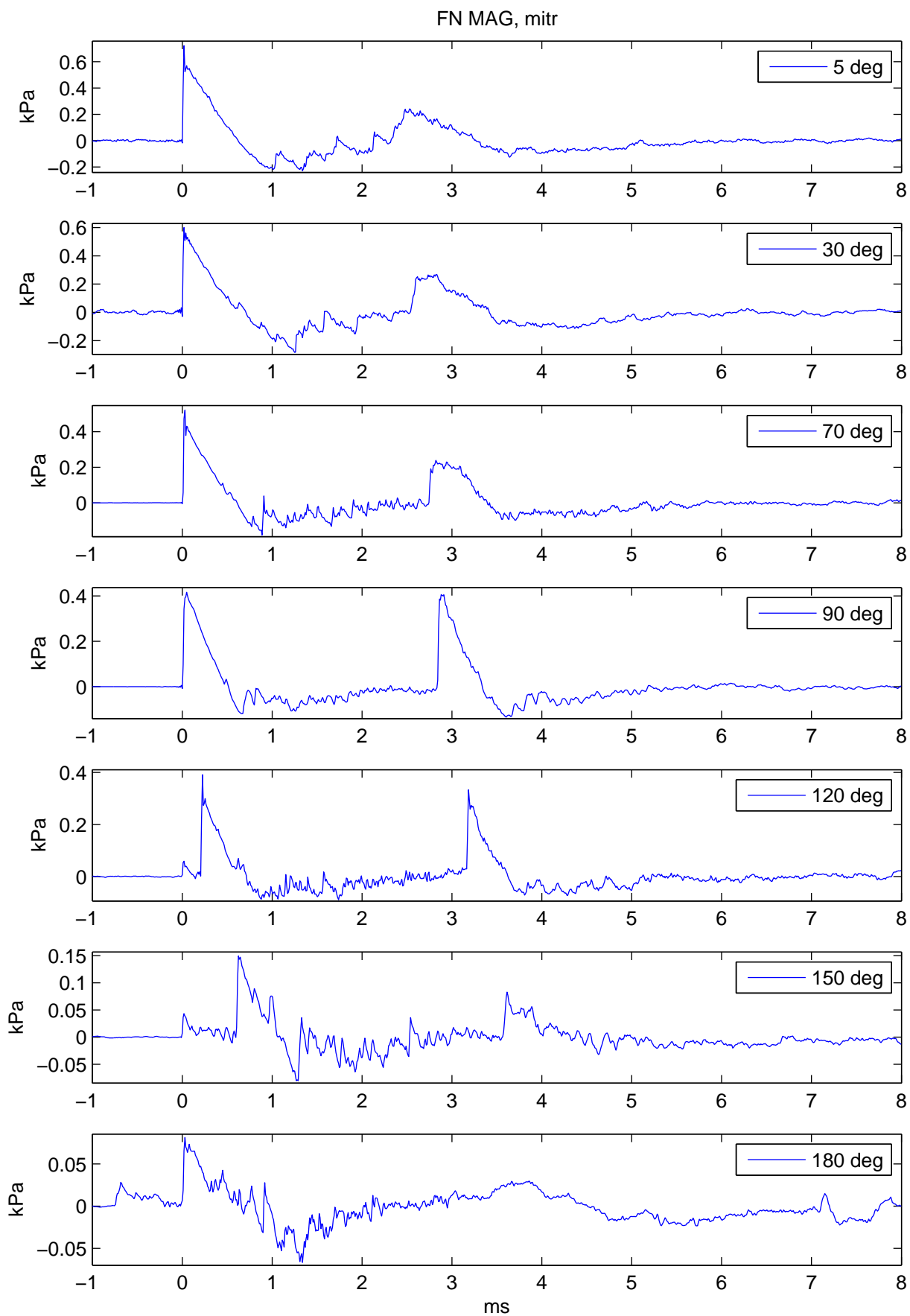


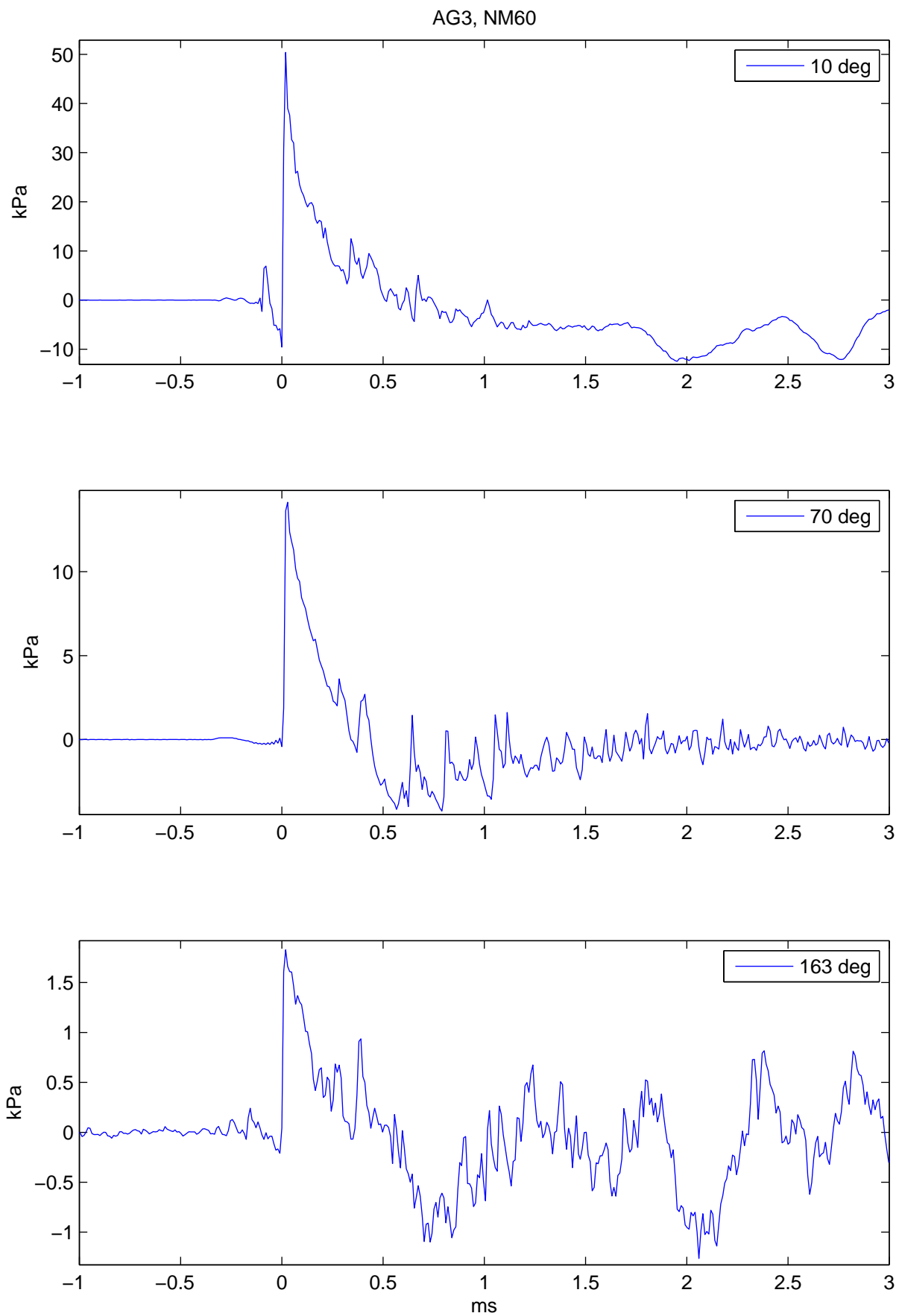
Sauer (NM149)



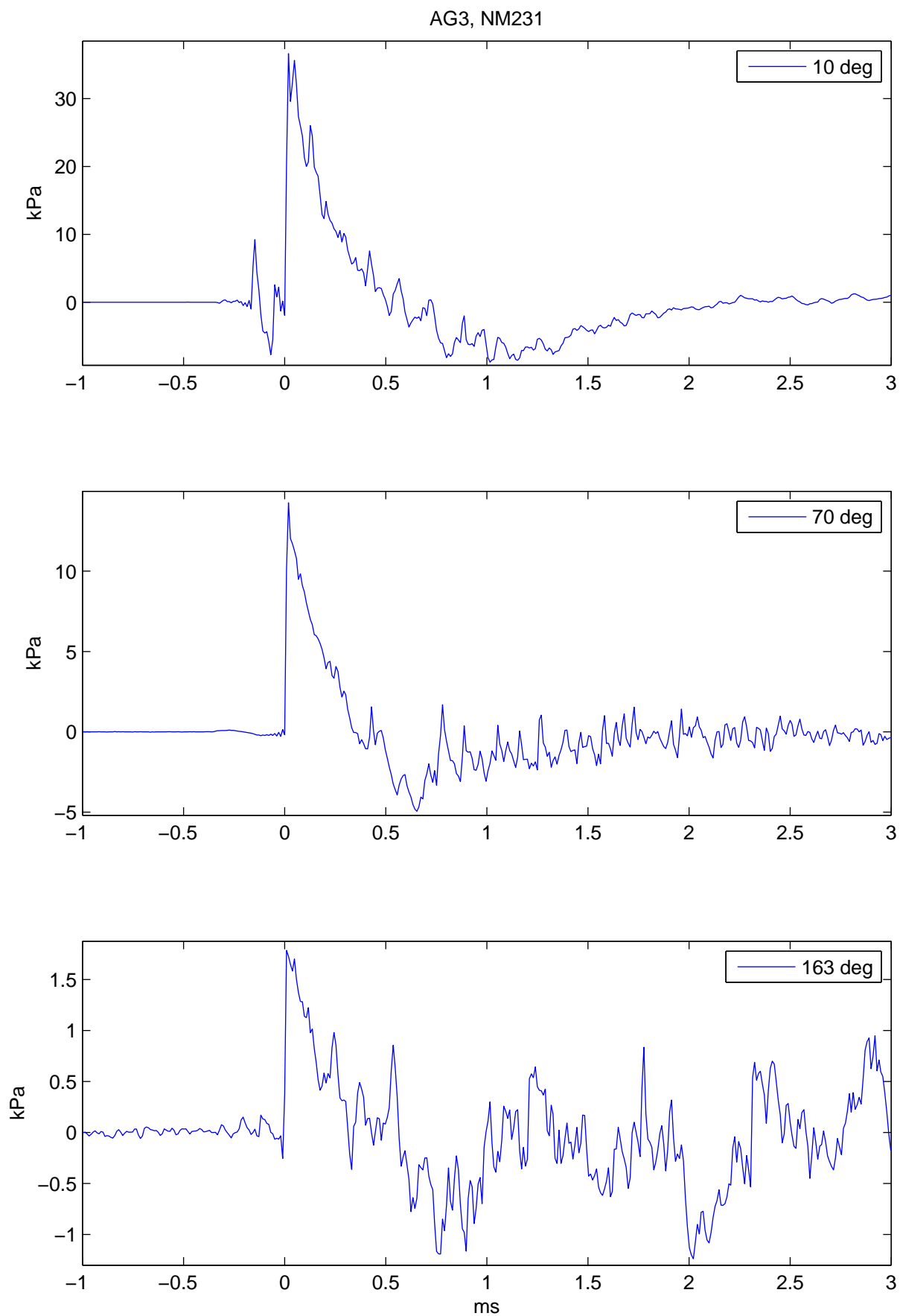




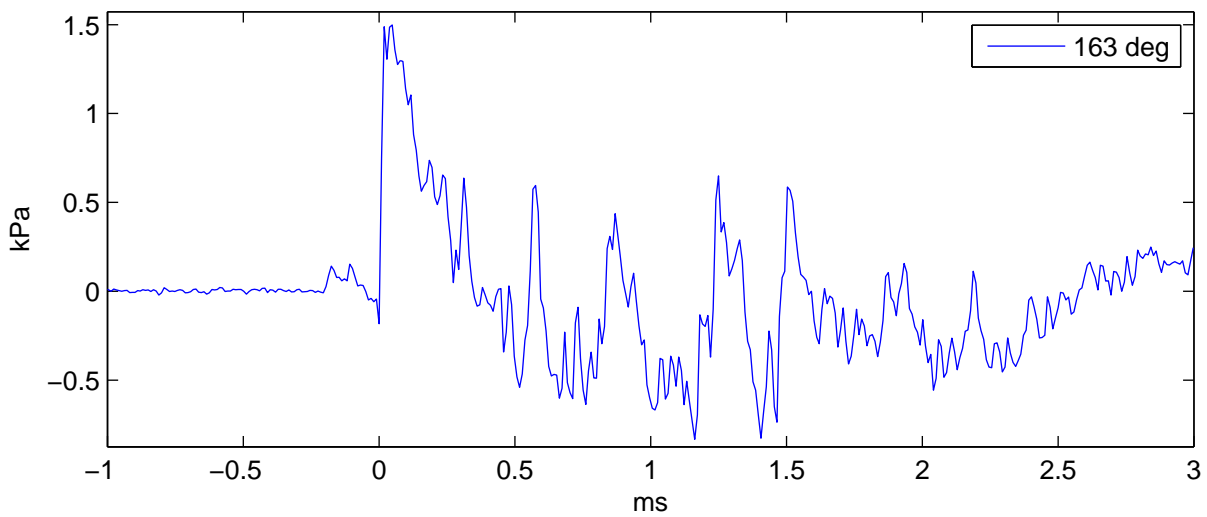
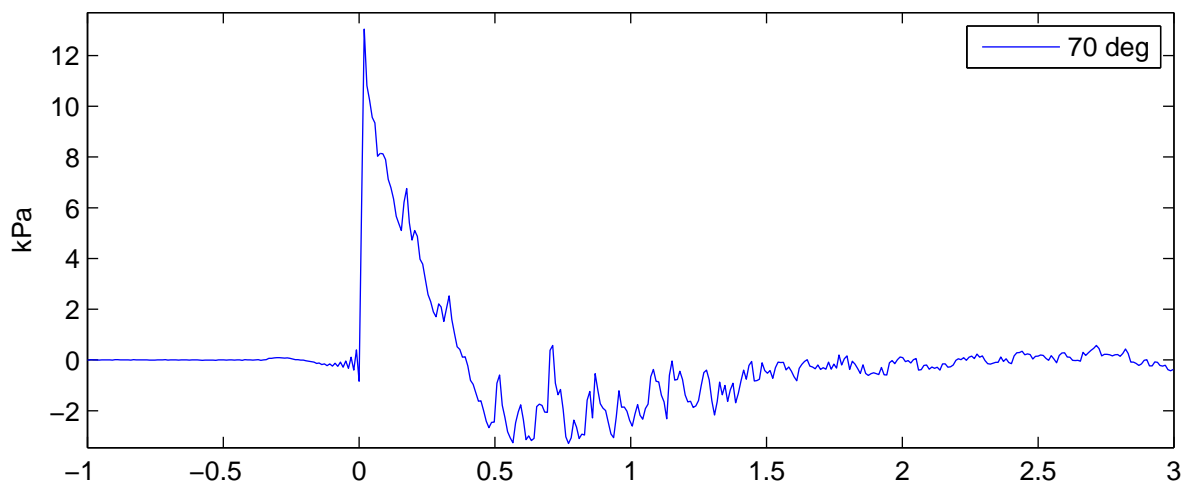
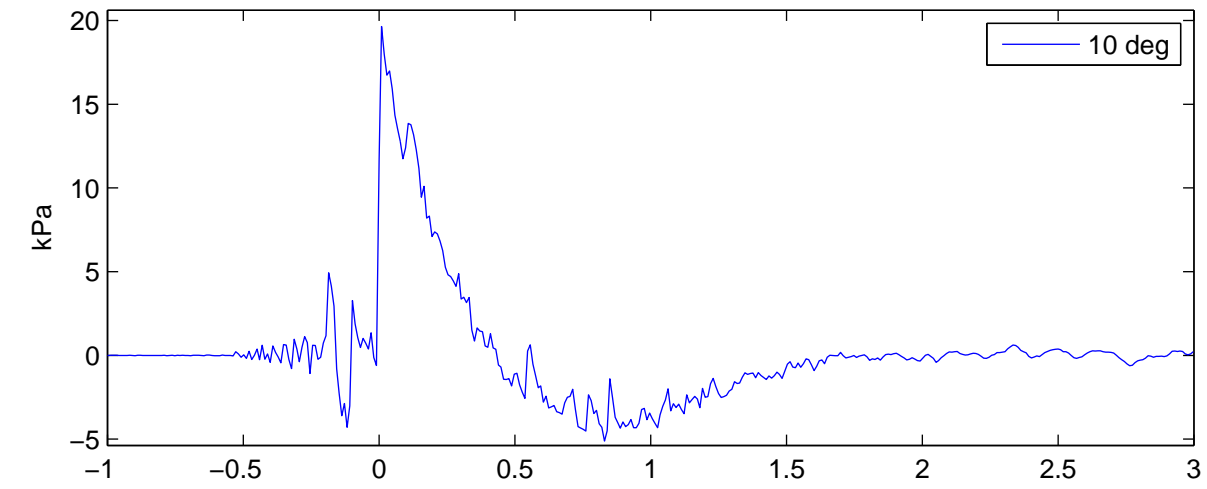


**G TIDSSERIER TRYKK 80 CM FRA MUNNINGEN, ALLE VÅPEN**

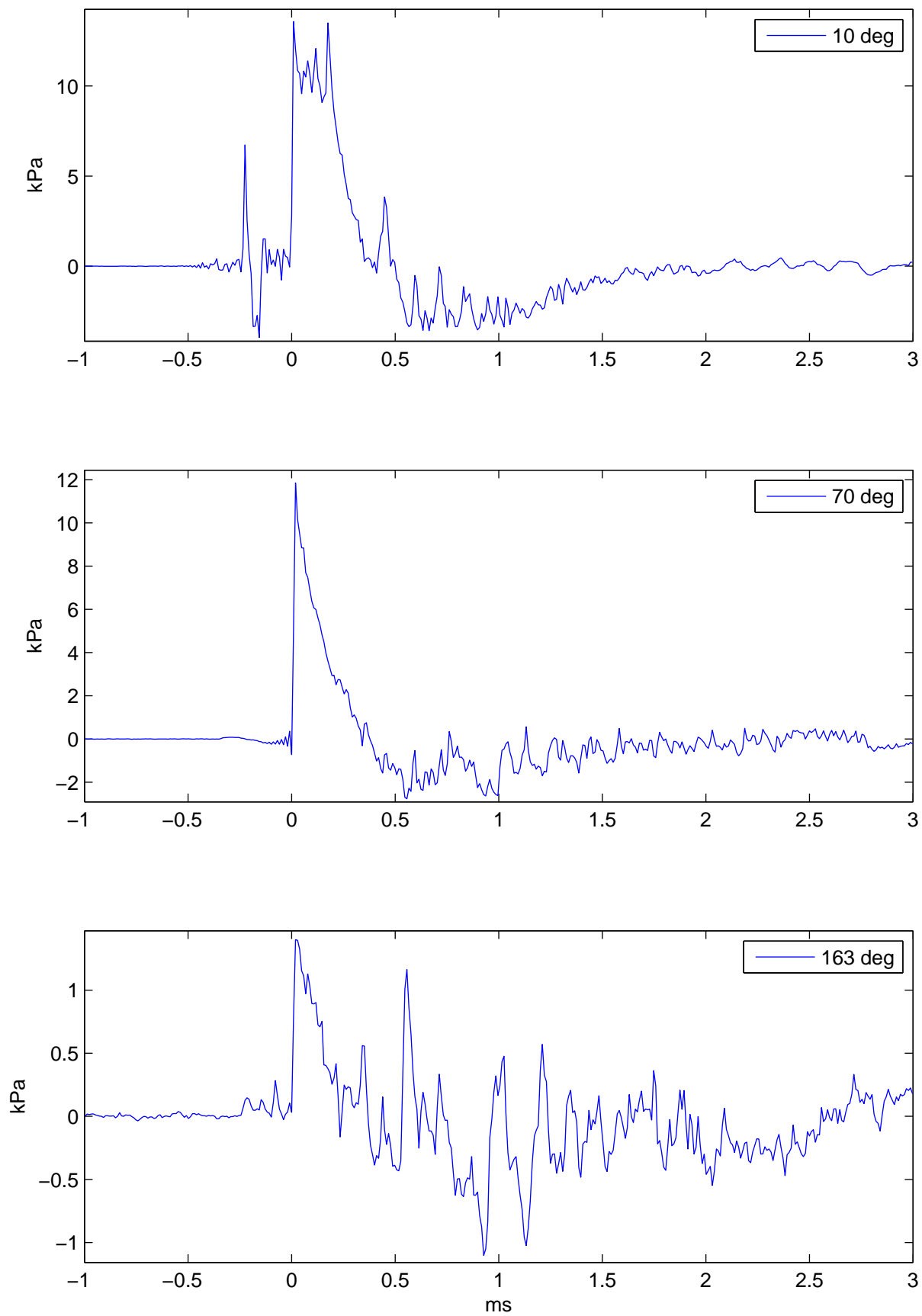




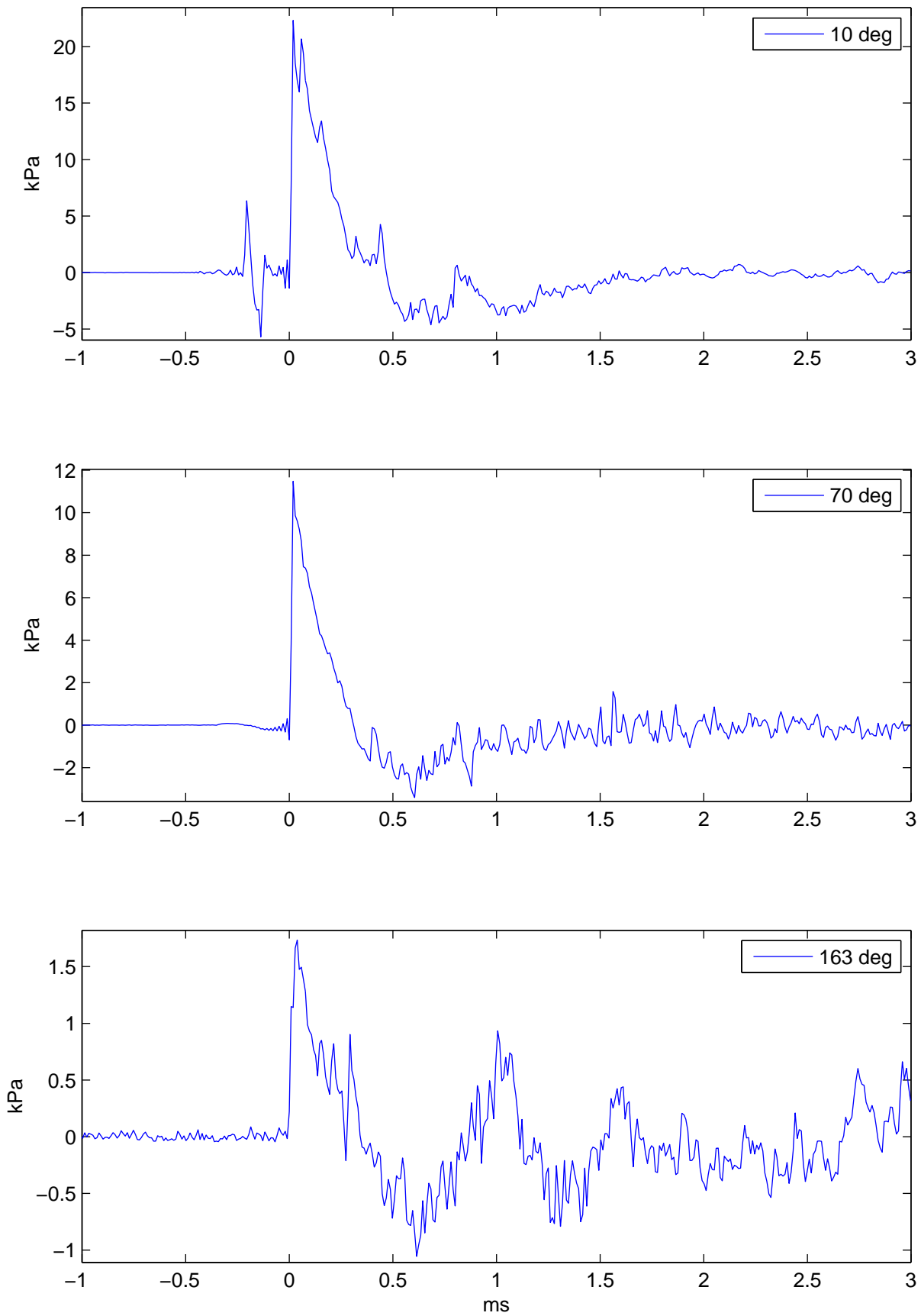
G36C



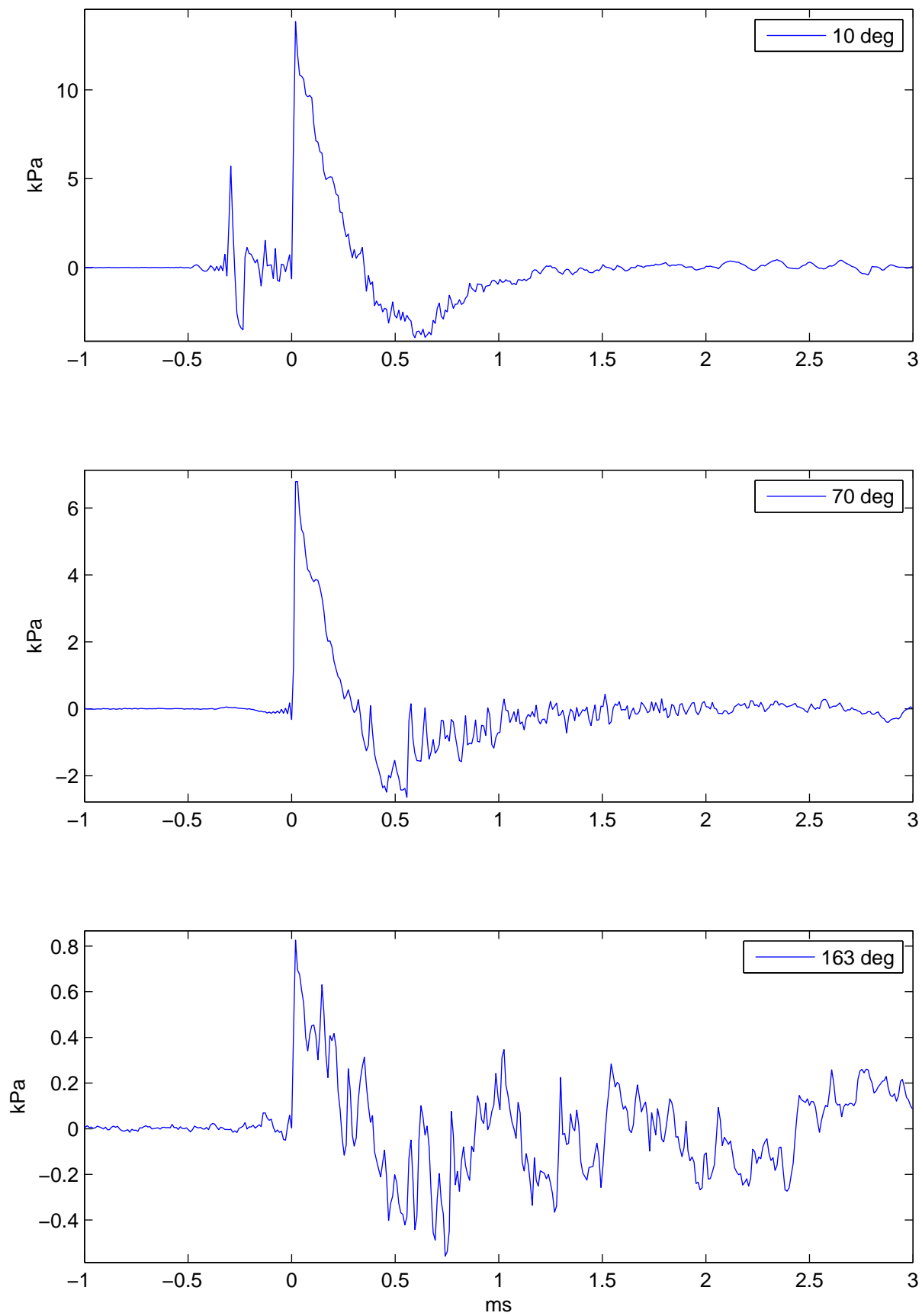
G36



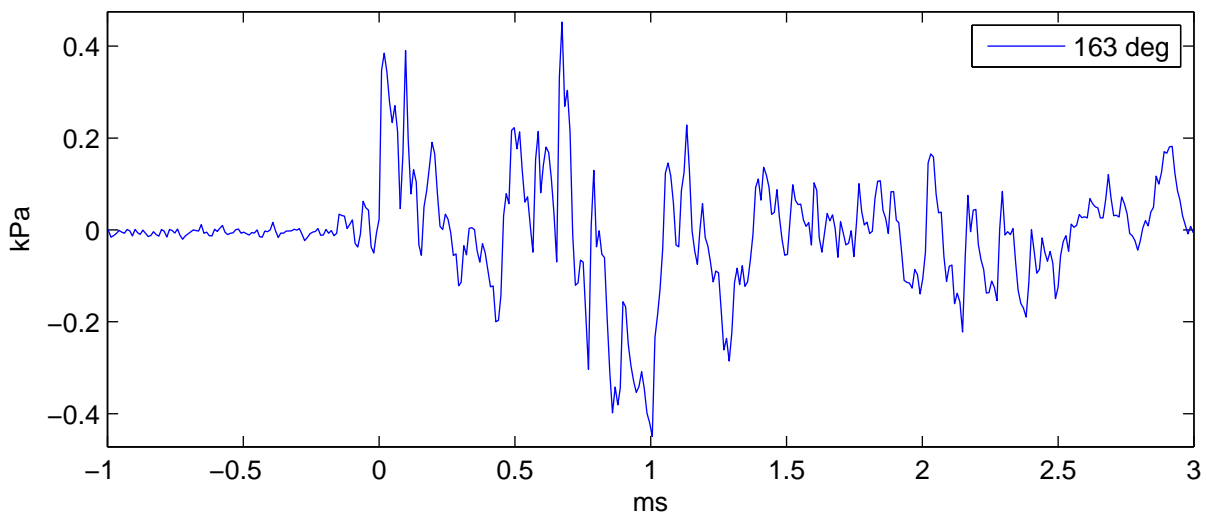
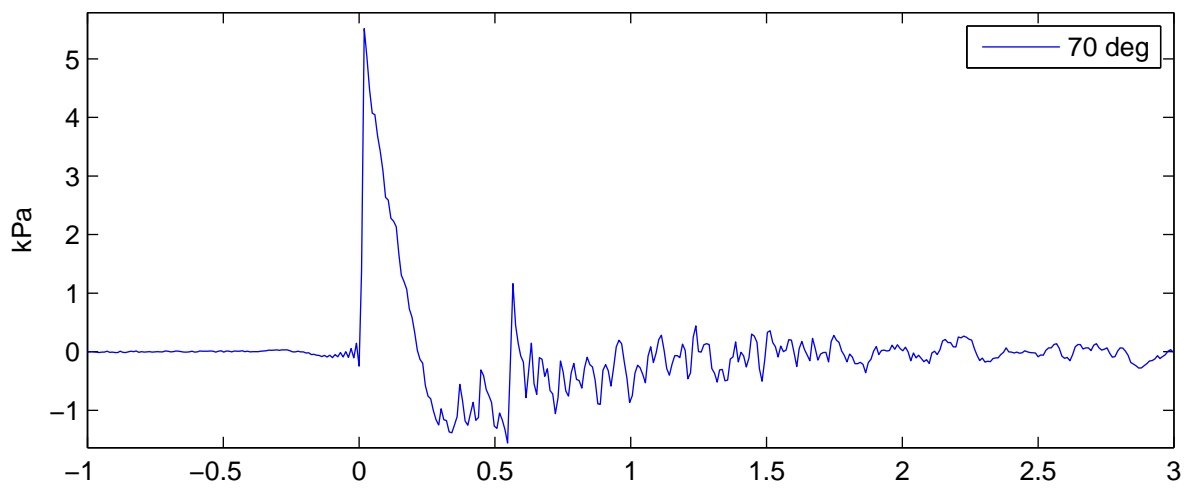
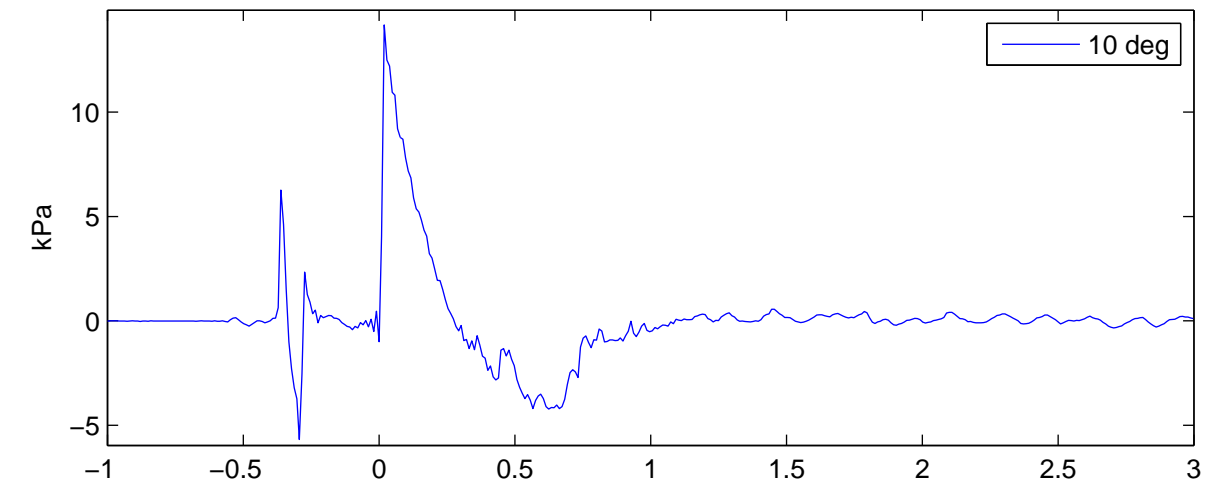
C8



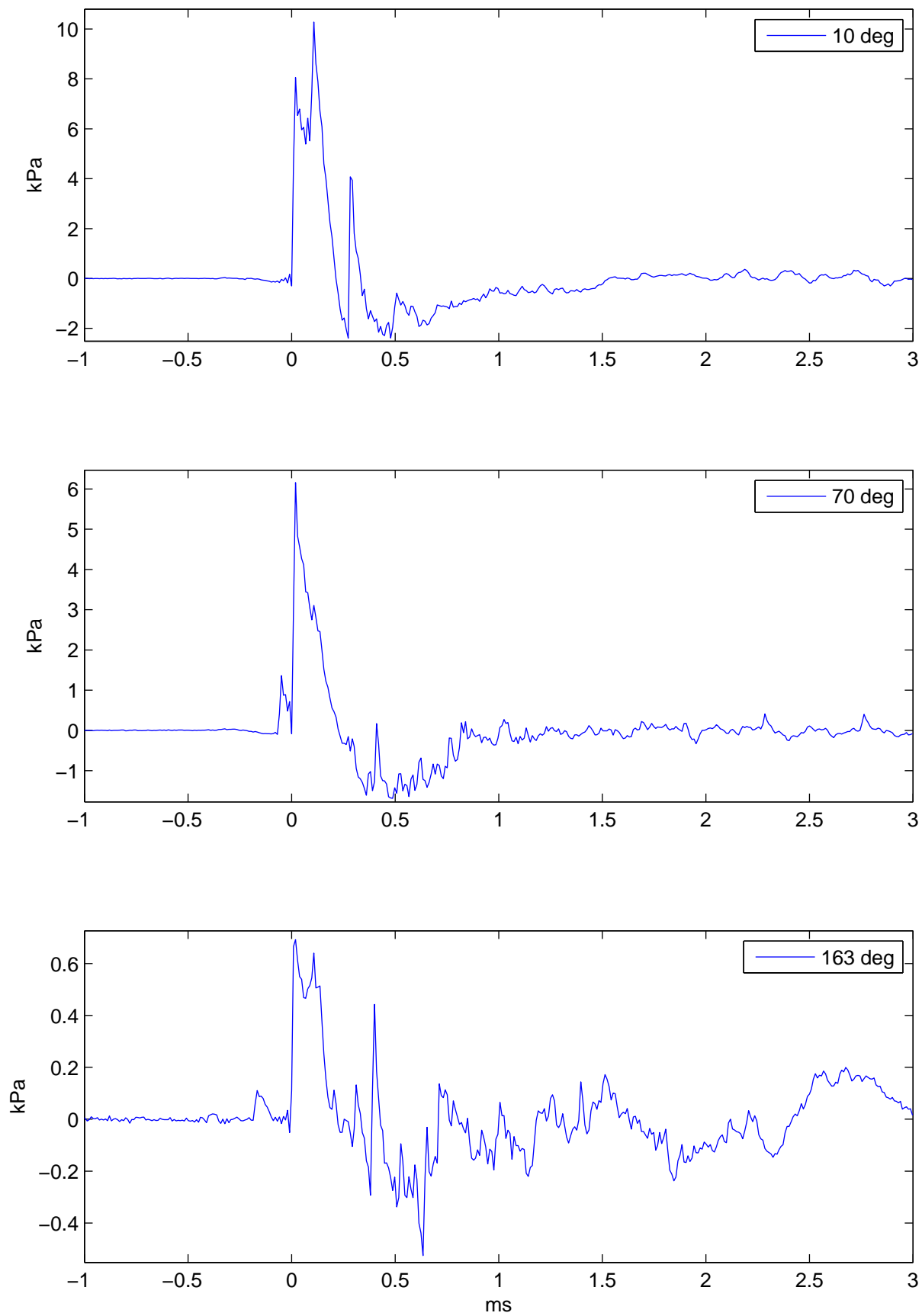
MP7



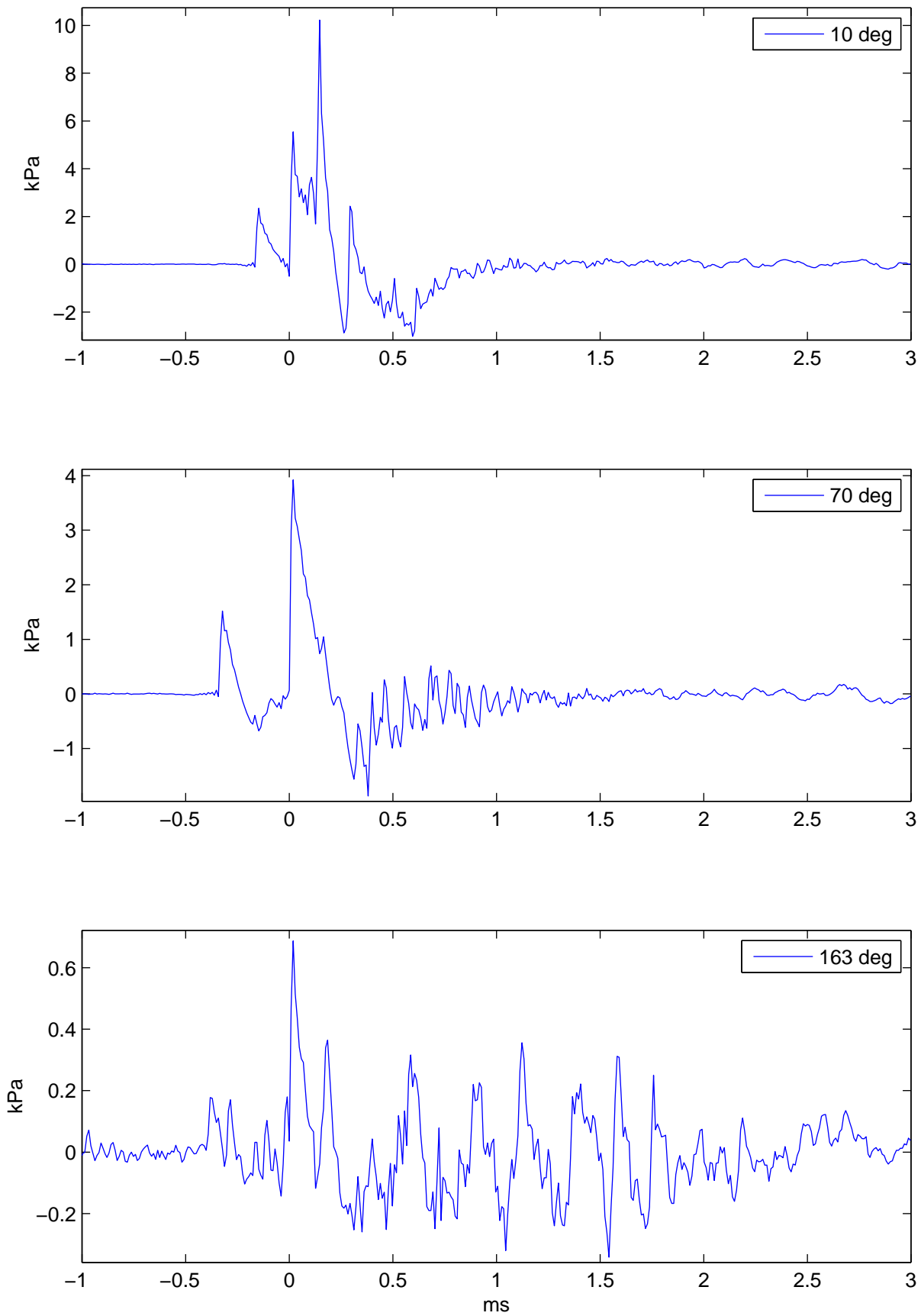
P90



Glock P80

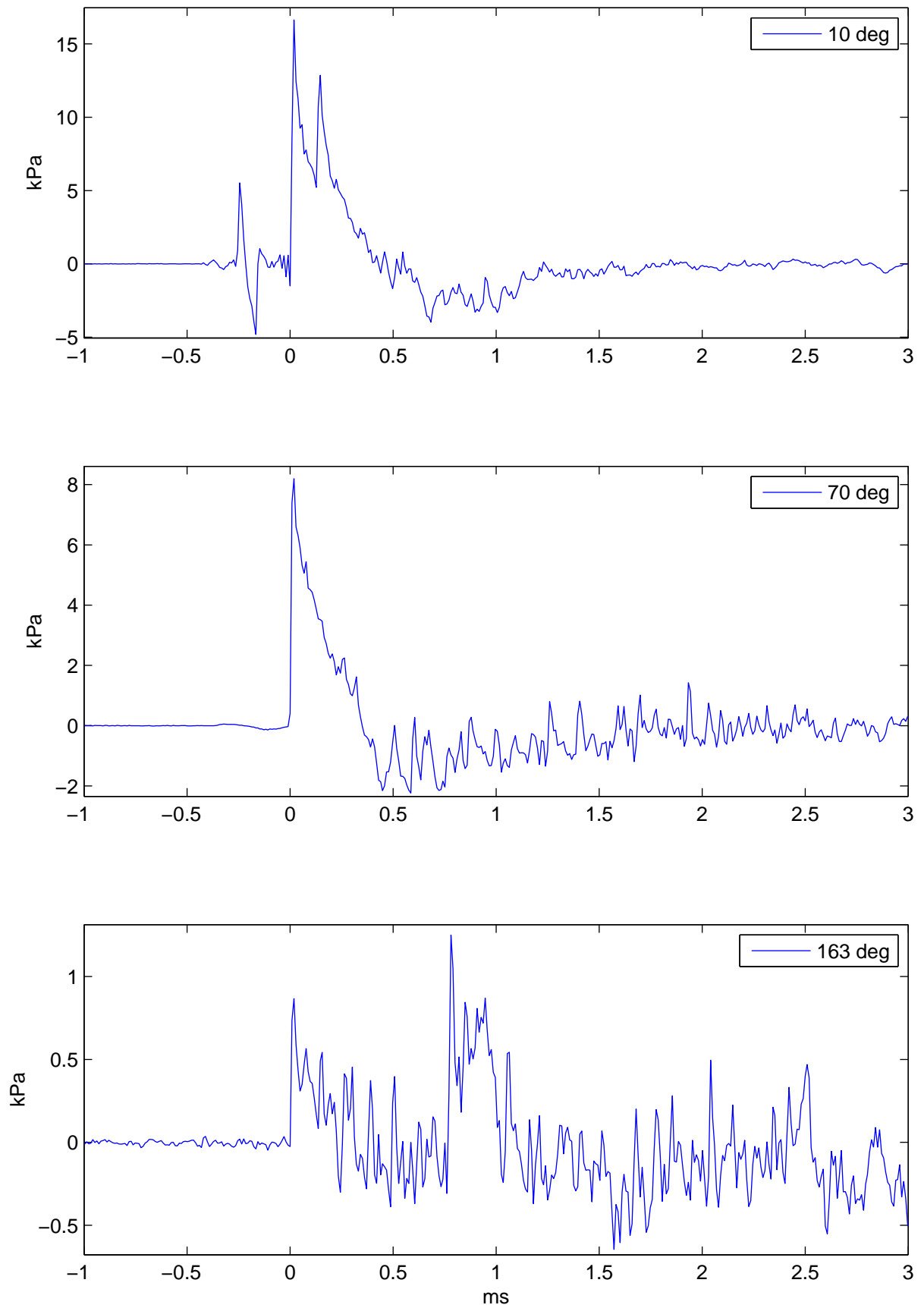


MP5

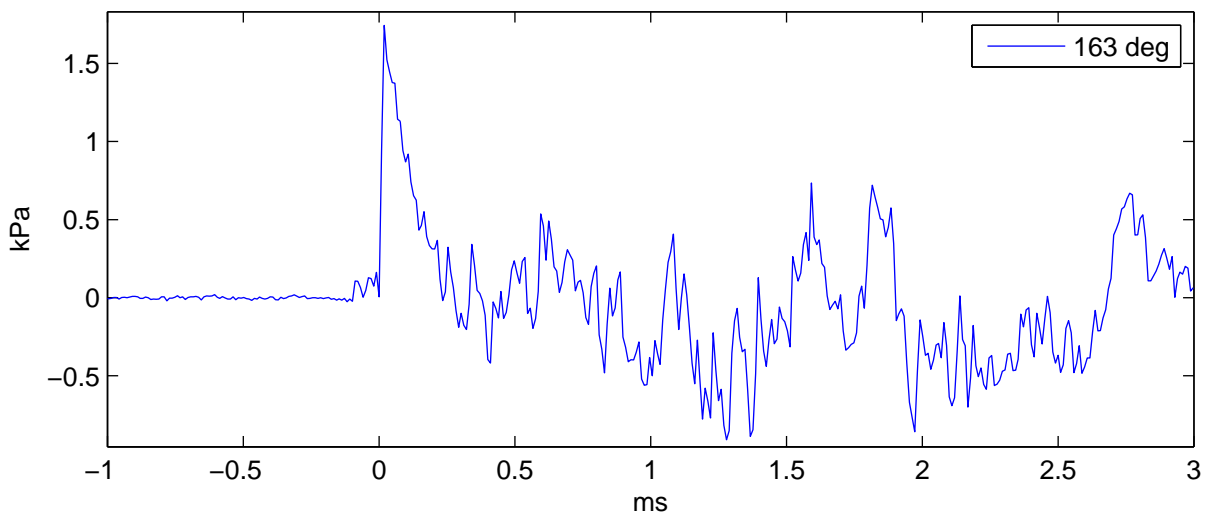
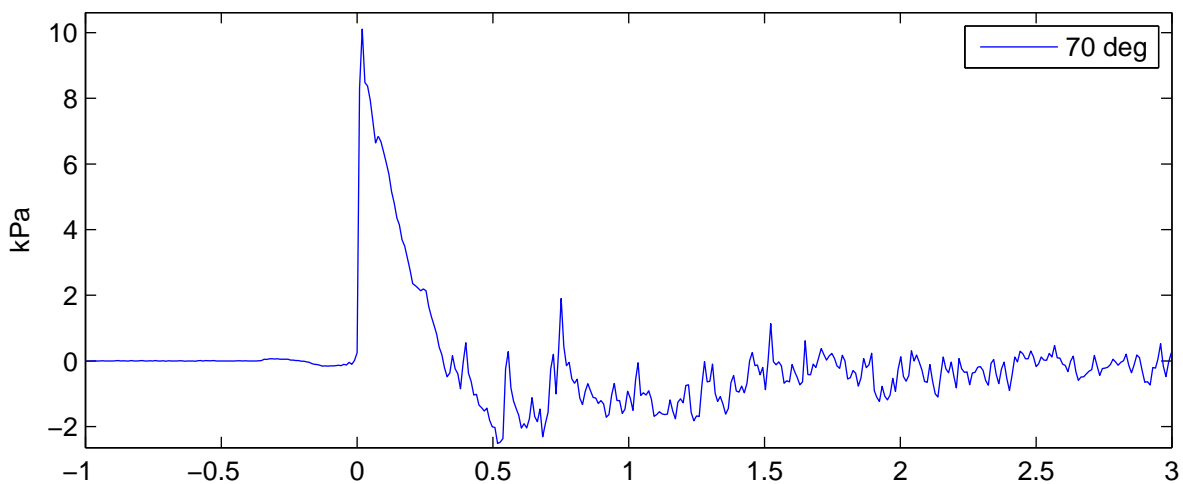
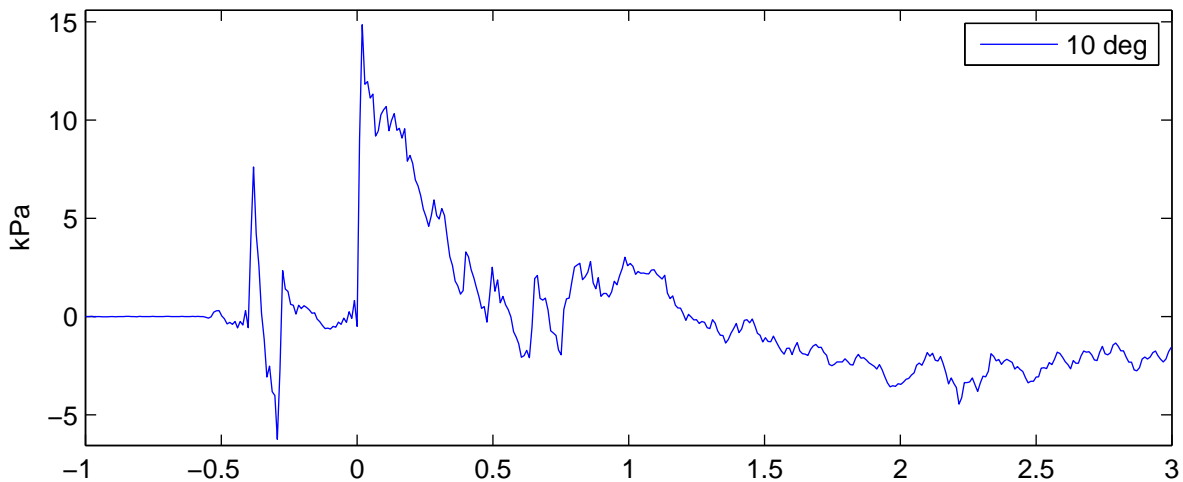


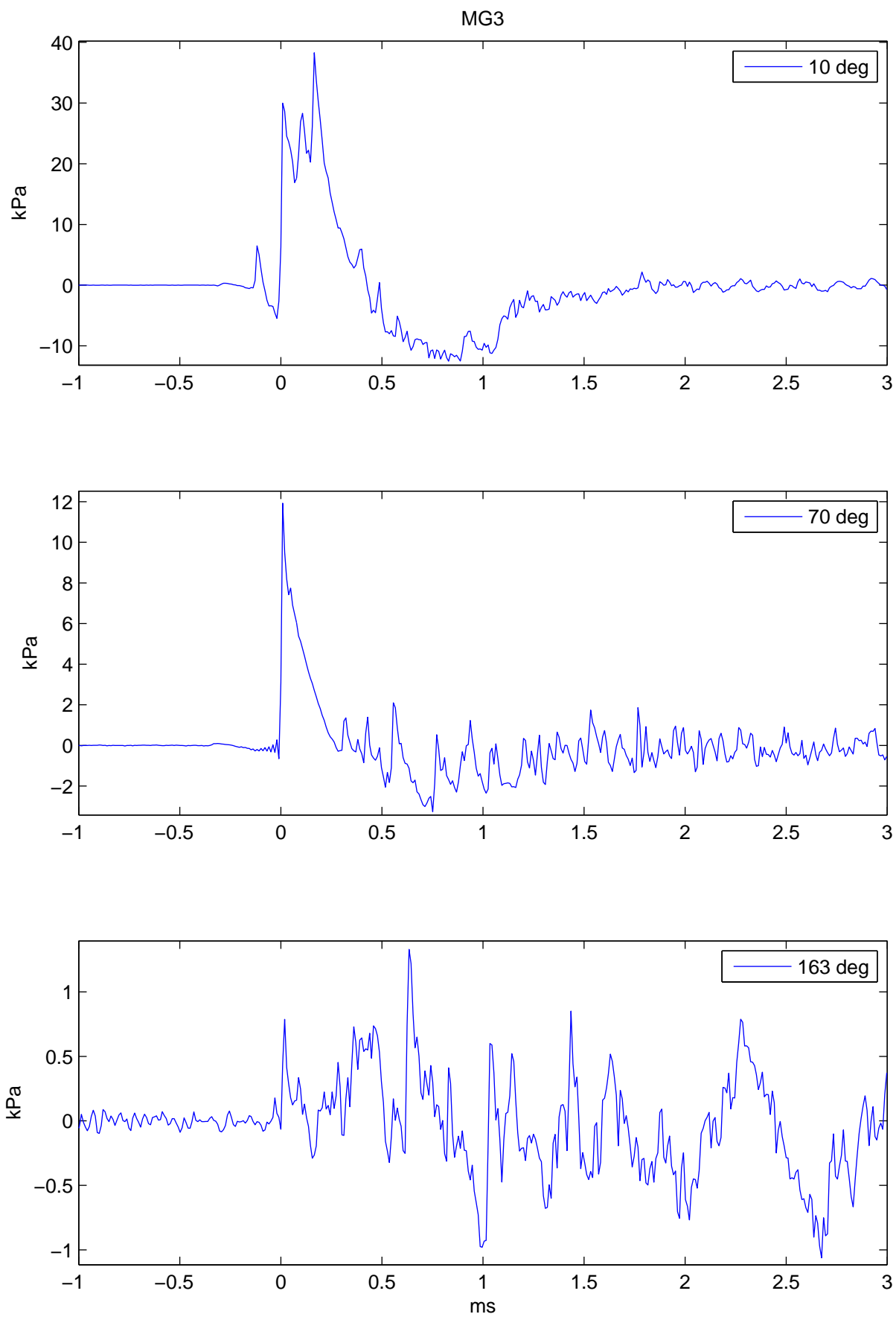


AUG

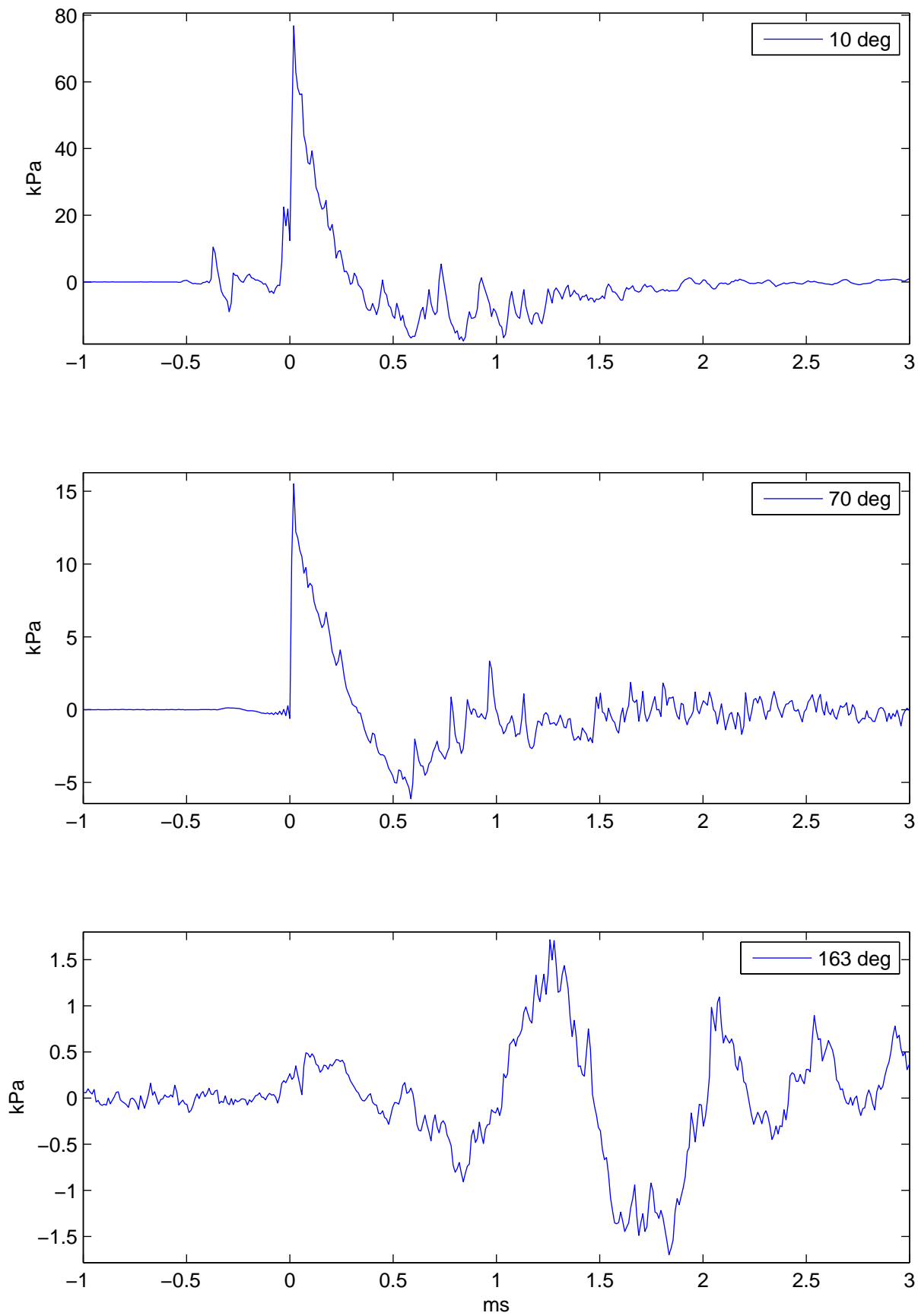


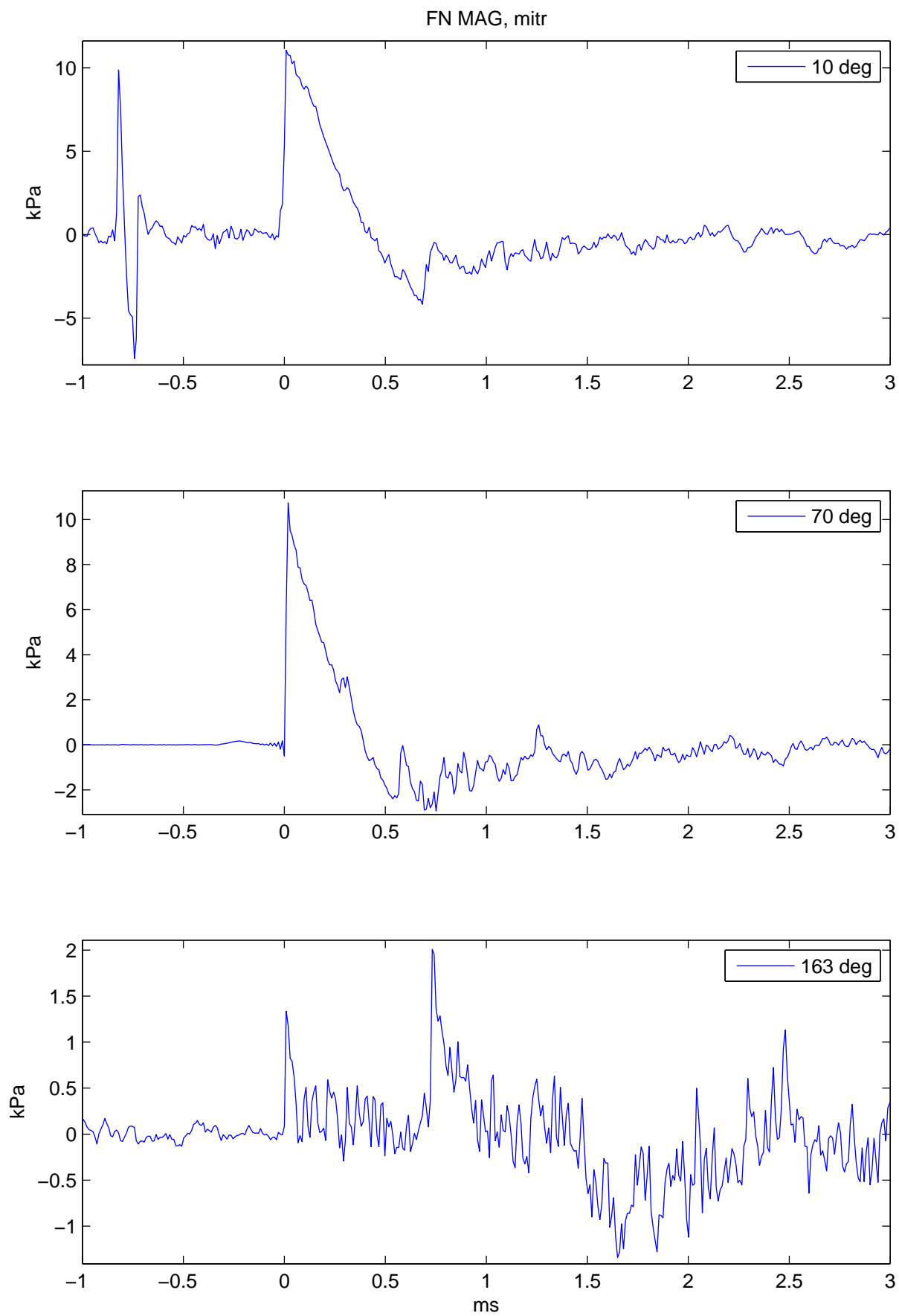
Sauer (NM149)





FN MAG, coax





**H 1/3-OKTAV SEL-SPEKTRUM AG3, NM231, ALLE 10 SKUDD**

Som et middel til å vurdere repeterbarheten til målingen av SEL-nivåene gjengies her alle 10 SEL-spektre for et våpen. I Tabell H.1 ser vi en oppsummering av total SEL av det målte trykket ved sensoren.

	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg	effMidLevel
shot 1	118.0	118.5	115.0	113.6	108.7	103.9	103.1	114.6
shot 2	117.8	118.7	115.2	113.7	108.9	104.0	103.6	114.8
shot 3	117.8	118.5	115.3	113.6	108.6	104.2	103.2	114.7
shot 4	118.0	118.6	115.1	113.5	108.8	104.0	103.3	114.7
shot 5	118.5	118.8	115.3	113.7	108.8	103.8	103.7	115.0
shot 6	117.7	118.2	115.4	113.5	108.9	103.9	103.1	114.5
shot 7	117.4	118.2	115.1	113.8	108.7	103.6	103.4	114.5
shot 8	117.7	118.3	115.3	113.7	108.7	103.6	103.1	114.6
shot 9	117.7	118.5	115.4	113.9	108.7	103.5	103.2	114.7
shot 10	117.7	118.2	115.6	113.7	108.6	103.4	103.3	114.6

*Tabell H.1 Total SEL (fra tidsserien), alle skuddene, AG3, NM231, rådata fra hver sensor.*

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	118.0	118.5	115.0	113.6	108.7	103.9	103.1
20	79.8	79.7	76.6	74.6	71.3	68.0	66.3
25	83.0	83.4	79.5	76.8	74.4	71.1	69.4
31.5	86.4	86.9	82.1	80.5	77.0	74.0	72.4
40	90.1	90.0	85.2	83.4	79.6	76.2	74.9
50	93.5	92.8	88.3	85.6	82.2	78.5	76.8
63	96.4	94.9	90.0	88.4	84.1	80.2	78.8
80	98.0	96.6	92.3	90.2	85.7	81.7	80.0
100	97.7	99.1	93.2	91.2	86.4	81.6	79.7
125	99.1	97.0	93.0	90.7	83.2	77.5	76.2
160	96.6	92.5	87.2	86.8	78.3	76.6	82.7
200	98.4	99.1	94.9	90.3	86.1	87.0	91.2
250	107.3	107.9	103.2	99.5	96.2	91.5	92.5
315	112.1	112.8	107.6	105.0	100.8	95.0	90.8
400	112.9	113.2	108.1	106.4	99.7	90.3	82.3
500	108.5	107.2	101.9	100.4	91.1	87.2	90.5
630	99.2	105.4	106.3	104.6	98.5	91.7	89.1
800	103.0	102.0	105.4	104.8	94.2	91.0	94.5
1000	104.3	103.1	102.9	102.5	99.2	96.5	91.8
1250	101.5	104.2	97.8	98.6	97.0	89.6	90.1
1600	101.0	98.0	99.4	100.6	94.6	92.9	95.8
2000	99.5	100.5	98.9	99.5	95.4	92.2	91.4
2500	96.3	99.7	97.8	96.4	95.1	91.7	85.0
3150	95.5	97.6	97.5	97.4	94.0	90.0	88.7
4000	96.2	95.9	95.7	93.4	92.1	86.5	86.8
5000	94.6	95.2	93.9	94.9	93.0	87.7	84.3
6300	93.4	94.6	94.1	94.7	90.9	87.9	83.9
8000	93.4	93.3	92.5	91.8	90.7	85.3	81.7
10000	92.2	91.0	92.0	90.4	89.4	84.5	82.7
12500	91.2	91.4	91.6	89.1	88.7	83.1	80.2
16000	91.0	90.4	89.4	88.3	88.9	80.0	80.6
20000	90.8	89.2	90.0	85.5	87.8	78.9	77.8

Tabell H.2 AG3, NM231, skudd 1: 1/3-oktav SEL-spekter.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	117.8	118.7	115.2	113.7	108.9	104.0	103.6
20	79.8	79.6	76.8	75.0	71.7	68.3	67.7
25	82.8	83.3	79.5	76.9	74.3	71.5	70.5
31.5	86.2	86.8	82.0	80.4	76.8	74.3	72.9
40	89.9	89.9	85.3	83.6	79.9	76.6	75.2
50	93.3	92.7	88.4	85.8	82.4	78.7	77.1
63	96.1	94.7	90.0	88.6	84.3	80.4	79.0
80	97.7	96.4	92.3	90.3	85.8	81.8	80.1
100	97.4	98.9	93.2	91.2	86.4	81.6	79.8
125	98.8	96.7	92.8	90.6	83.2	77.6	76.1
160	96.2	92.2	86.9	86.8	78.5	76.7	82.8
200	98.2	99.2	95.3	90.4	86.1	87.1	91.4
250	106.9	107.9	103.5	99.5	96.2	91.8	92.9
315	111.7	112.9	107.7	104.9	101.1	95.1	91.0
400	112.4	113.3	108.1	106.5	100.0	90.0	82.7
500	107.9	107.2	102.1	100.7	90.9	87.3	90.4
630	101.8	107.4	107.2	104.1	99.1	89.8	87.9
800	104.0	105.0	105.3	104.6	93.9	90.8	96.0
1000	102.6	101.8	103.1	103.7	97.5	98.3	94.1
1250	101.0	104.2	96.7	99.0	98.2	89.4	90.8
1600	101.8	99.9	99.6	100.3	94.6	93.3	95.5
2000	98.8	101.3	99.4	100.2	96.8	89.6	90.5
2500	99.0	97.7	96.6	96.1	96.0	90.8	86.6
3150	97.3	98.7	96.6	96.5	94.0	89.9	91.4
4000	96.5	95.5	95.9	94.7	92.4	87.1	86.5
5000	95.0	95.8	93.6	95.1	92.1	85.6	83.9
6300	95.2	94.5	94.1	93.8	91.7	86.3	84.1
8000	93.7	93.5	93.0	92.2	91.1	85.8	81.5
10000	92.6	91.7	91.4	90.4	89.5	85.0	83.0
12500	91.6	92.2	91.2	89.6	88.8	82.2	80.4
16000	91.4	90.9	90.0	87.7	89.1	80.6	78.0
20000	90.8	90.0	90.0	86.3	87.6	79.6	78.8

Tabell H.3 AG3, NM231, skudd 2: 1/3-oktav SEL-spekter.



Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	117.8	118.5	115.3	113.6	108.6	104.2	103.2
20	79.6	79.7	76.7	74.8	71.5	68.3	66.7
25	82.7	83.3	79.6	77.0	74.4	71.7	70.0
31.5	86.2	86.8	82.2	80.7	77.0	74.5	72.8
40	90.0	89.9	85.3	83.7	79.8	76.4	74.9
50	93.4	92.7	88.4	85.9	82.4	78.5	76.8
63	96.2	94.8	90.1	88.7	84.2	80.3	78.9
80	97.8	96.5	92.4	90.4	85.6	81.5	79.9
100	97.4	99.1	93.3	91.2	86.1	81.2	79.5
125	98.8	96.8	93.0	90.6	82.8	77.3	75.7
160	96.2	92.3	87.3	86.9	77.9	77.0	82.7
200	98.5	99.4	95.0	90.1	86.5	87.1	91.2
250	107.2	108.0	103.2	99.4	96.4	91.6	92.3
315	111.9	112.9	107.6	105.0	100.7	94.8	90.8
400	112.5	113.2	108.2	106.4	99.4	90.0	82.4
500	107.7	106.9	102.3	100.6	91.0	87.2	90.6
630	99.4	105.6	106.7	104.4	99.1	92.5	89.6
800	104.1	102.4	105.8	104.9	95.0	90.0	94.6
1000	103.3	103.1	103.4	102.4	96.3	95.9	93.0
1250	99.1	104.3	98.4	98.2	98.2	91.8	90.9
1600	102.6	100.2	100.1	101.1	97.4	95.3	94.9
2000	99.9	99.6	99.5	99.6	93.2	91.6	91.5
2500	98.3	98.2	98.9	96.8	95.6	93.4	88.9
3150	96.4	98.5	97.1	96.0	90.0	88.7	88.5
4000	97.7	95.7	95.7	94.7	92.9	87.9	87.2
5000	94.8	95.9	95.5	95.8	89.6	86.2	84.9
6300	94.5	95.6	93.5	93.9	91.3	87.7	84.5
8000	93.4	93.6	93.9	92.8	91.0	86.3	82.4
10000	92.4	90.8	91.8	90.8	89.4	83.9	81.1
12500	91.9	91.9	91.7	90.1	87.5	84.3	80.7
16000	90.9	90.0	90.9	87.5	88.0	81.7	79.6
20000	90.5	89.3	90.4	86.9	87.2	80.3	79.2

Tabell H.4 AG3, NM231, skudd 3: 1/3-oktav SEL-spekter.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	118.0	118.6	115.1	113.5	108.8	104.0	103.3
20	79.7	79.7	76.9	74.9	71.7	68.5	66.7
25	82.9	83.2	79.6	77.0	74.5	71.6	69.9
31.5	86.4	86.8	82.1	80.5	77.0	74.4	72.7
40	90.1	90.1	85.2	83.5	79.7	76.4	75.1
50	93.5	92.8	88.3	85.7	82.3	78.5	76.9
63	96.3	94.9	90.0	88.5	84.2	80.2	78.8
80	97.9	96.6	92.3	90.3	85.8	81.6	80.0
100	97.6	99.1	93.3	91.1	86.3	81.4	79.7
125	99.0	96.9	92.9	90.6	83.0	77.3	76.0
160	96.3	92.4	87.2	86.8	78.4	77.4	83.2
200	98.9	99.6	95.2	90.4	86.7	87.4	91.6
250	107.6	108.2	103.4	99.6	96.6	91.8	92.6
315	112.2	113.0	107.8	105.0	101.0	95.0	91.1
400	112.7	113.2	108.3	106.2	99.7	90.2	82.4
500	107.8	106.9	102.1	100.0	91.6	87.7	90.6
630	100.1	106.1	106.8	103.9	99.9	90.5	88.5
800	103.8	103.4	105.2	104.3	95.1	89.0	94.9
1000	103.1	103.2	101.4	103.6	96.8	95.7	92.9
1250	100.0	103.3	97.3	98.7	96.3	92.7	92.6
1600	101.8	99.6	100.4	100.1	98.1	93.3	94.4
2000	99.5	100.8	99.1	99.3	93.0	89.7	91.9
2500	98.4	99.0	96.1	97.0	96.0	92.2	88.1
3150	97.0	97.6	95.9	95.4	93.7	90.8	88.3
4000	95.9	96.6	96.1	96.0	91.2	90.9	86.0
5000	95.0	94.1	95.4	94.9	93.1	87.6	85.7
6300	93.9	95.8	93.8	94.0	90.3	87.6	84.4
8000	92.8	93.1	93.0	93.3	89.7	87.1	81.5
10000	92.3	92.3	91.6	91.2	89.8	83.8	81.0
12500	90.9	91.6	91.3	89.4	88.7	83.0	78.2
16000	91.2	90.9	90.4	88.2	88.5	83.4	77.5
20000	90.1	89.8	89.7	86.8	87.6	80.2	77.2

Tabell H.5 AG3, NM231, skudd 4: 1/3-oktav SEL-spekter.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	118.5	118.8	115.3	113.7	108.8	103.8	103.7
20	79.8	79.6	76.7	74.7	71.6	68.7	67.1
25	83.0	83.2	79.6	77.0	74.4	71.7	70.3
31.5	86.5	86.8	82.1	80.6	76.9	74.3	73.1
40	90.2	90.0	85.2	83.5	79.7	76.3	75.2
50	93.6	92.8	88.3	85.8	82.3	78.4	76.8
63	96.4	94.9	90.0	88.5	84.2	80.2	78.7
80	98.0	96.6	92.2	90.3	85.8	81.7	79.8
100	97.7	99.1	93.2	91.3	86.4	81.5	79.5
125	99.1	96.8	92.8	90.7	83.1	77.3	75.7
160	96.5	91.7	86.8	86.8	78.4	77.0	82.9
200	99.0	99.9	95.4	90.4	86.5	87.2	91.4
250	107.9	108.5	103.4	99.6	96.7	91.9	92.6
315	112.8	113.4	107.7	105.3	101.0	94.5	90.4
400	113.5	113.6	108.2	106.7	99.5	89.8	82.4
500	108.7	106.7	101.9	100.4	91.5	86.6	90.5
630	100.1	106.7	107.0	104.8	98.4	91.7	89.8
800	104.5	102.5	105.6	104.7	94.5	90.2	94.6
1000	104.2	102.9	103.9	102.5	98.7	96.7	93.0
1250	100.0	101.6	99.1	99.0	96.9	91.1	93.3
1600	99.8	100.5	98.6	99.9	96.2	93.9	96.2
2000	100.6	100.6	98.8	98.4	95.1	90.7	92.6
2500	98.9	98.5	98.6	97.6	95.6	91.4	84.3
3150	96.4	98.9	97.4	97.2	92.6	89.0	89.7
4000	95.9	94.5	96.1	94.3	93.6	88.6	87.9
5000	95.8	95.1	94.7	94.5	92.0	86.8	86.6
6300	94.7	95.0	95.3	93.9	91.7	86.4	84.9
8000	94.2	93.7	92.8	92.5	89.9	84.5	82.5
10000	92.1	91.5	91.8	92.0	89.7	83.2	81.8
12500	91.4	91.7	91.9	89.5	88.6	81.9	80.1
16000	91.0	90.5	91.0	87.8	88.9	80.8	80.2
20000	90.7	89.4	90.4	85.9	88.5	79.4	79.0

Tabell H.6 AG3, NM231, skudd 5: 1/3-oktav SEL-spekter.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	117.7	118.2	115.4	113.5	108.9	103.9	103.1
20	79.9	79.9	77.0	74.8	71.4	68.0	67.3
25	83.0	83.3	79.7	77.0	74.6	71.2	70.1
31.5	86.4	86.8	82.1	80.6	77.3	74.0	72.8
40	90.1	90.1	85.3	83.5	79.9	76.4	75.2
50	93.5	92.8	88.4	85.8	82.5	78.6	77.1
63	96.3	94.9	90.1	88.5	84.4	80.4	79.1
80	97.9	96.5	92.3	90.3	85.9	81.9	80.1
100	97.5	99.0	93.3	91.2	86.5	81.6	79.6
125	98.9	96.8	92.9	90.6	83.2	77.6	76.0
160	96.2	92.2	87.1	86.7	78.6	77.2	83.1
200	98.1	99.0	95.2	90.6	86.4	87.1	91.4
250	107.0	107.7	103.5	99.9	96.4	91.5	92.6
315	111.7	112.6	108.0	105.2	100.6	94.7	90.9
400	112.3	112.9	108.4	106.2	99.6	90.3	82.2
500	107.6	106.7	102.0	100.0	91.6	87.0	90.2
630	99.1	105.8	107.0	104.6	98.7	91.1	89.2
800	104.5	103.1	105.8	104.2	94.4	90.2	95.0
1000	104.1	101.8	103.3	101.6	97.4	95.9	93.1
1250	100.0	103.1	97.7	99.8	96.5	93.5	92.8
1600	100.6	99.7	100.2	100.8	98.4	93.9	93.9
2000	100.5	100.1	98.7	98.5	95.3	90.8	90.3
2500	97.2	98.5	96.0	97.0	96.4	91.0	87.2
3150	96.6	98.2	98.0	95.2	94.5	90.8	88.0
4000	96.7	97.3	97.9	96.1	91.7	88.5	86.8
5000	95.0	95.1	94.2	95.8	92.9	87.5	85.5
6300	93.6	95.1	93.8	93.9	90.4	88.2	82.2
8000	93.3	93.4	93.4	94.3	91.6	85.0	81.2
10000	92.4	92.1	93.0	91.7	89.8	82.8	82.1
12500	90.7	91.3	90.9	90.4	88.5	83.0	79.0
16000	91.1	90.2	90.7	87.8	88.4	81.0	79.0
20000	90.3	90.6	90.4	86.9	88.0	80.2	78.4

Tabell H.7 AG3, NM231, skudd 6: 1/3-oktav SEL-spekter.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	117.4	118.2	115.1	113.8	108.7	103.6	103.4
20	79.7	79.7	76.8	74.8	71.7	68.9	67.3
25	82.9	83.3	79.8	77.2	74.5	72.1	70.1
31.5	86.3	86.8	82.3	80.8	77.1	74.7	72.8
40	90.0	90.0	85.3	83.7	80.0	76.6	75.4
50	93.4	92.7	88.4	85.9	82.5	78.7	77.1
63	96.2	94.7	90.1	88.6	84.3	80.4	79.1
80	97.7	96.4	92.3	90.4	85.8	81.7	80.0
100	97.4	98.9	93.3	91.2	86.4	81.3	79.4
125	98.7	96.7	93.0	90.7	83.1	77.1	75.6
160	96.1	92.1	87.1	86.6	78.5	76.7	82.9
200	97.9	99.0	95.0	90.2	86.2	86.8	91.1
250	106.7	107.6	103.2	99.6	96.3	91.3	92.6
315	111.5	112.5	107.7	105.0	100.7	94.6	90.5
400	112.0	112.9	108.2	106.4	99.6	89.7	82.3
500	107.3	106.7	102.2	100.5	92.0	87.2	91.0
630	98.8	105.8	106.7	104.4	99.8	91.9	90.0
800	103.0	102.0	105.1	104.5	95.3	89.6	94.7
1000	103.8	103.1	104.1	103.1	96.4	96.8	93.9
1250	101.2	103.1	98.7	100.4	97.9	90.4	90.9
1600	99.9	99.8	97.8	101.0	96.4	91.5	95.3
2000	99.5	101.4	99.2	99.3	94.0	90.9	92.4
2500	97.7	99.1	95.4	98.6	94.9	91.0	87.4
3150	97.2	98.1	97.2	96.8	92.3	88.9	86.3
4000	95.9	95.4	96.1	94.6	92.3	88.8	86.1
5000	95.4	96.5	95.3	95.4	91.6	85.4	85.0
6300	93.9	93.1	92.0	94.7	91.0	87.9	83.0
8000	92.7	94.0	91.9	93.0	89.6	84.2	82.8
10000	91.9	91.2	91.9	92.6	89.6	83.3	81.9
12500	91.0	92.0	91.0	90.1	88.5	82.8	80.9
16000	90.8	89.9	90.1	88.5	88.1	81.9	78.7
20000	90.3	89.4	89.9	86.6	87.3	79.2	79.8

Tabell H.8 AG3, NM231, skudd 7: 1/3-oktav SEL-spekter.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	117.7	118.3	115.3	113.7	108.7	103.6	103.1
20	79.6	79.6	76.9	74.9	71.6	68.4	67.2
25	82.8	83.3	79.7	77.2	74.5	71.9	70.4
31.5	86.3	86.8	82.2	80.8	77.1	74.8	73.0
40	90.0	89.9	85.3	83.7	80.0	76.6	75.2
50	93.4	92.7	88.4	85.9	82.5	78.7	77.2
63	96.2	94.7	90.1	88.7	84.4	80.4	79.1
80	97.8	96.4	92.4	90.4	85.9	81.8	80.2
100	97.5	99.0	93.3	91.3	86.4	81.5	79.7
125	98.9	96.8	93.0	90.6	83.0	77.3	75.9
160	96.3	92.1	87.1	86.7	78.7	77.4	83.1
200	98.3	99.1	95.3	90.7	86.5	87.0	91.3
250	107.1	107.8	103.6	99.8	96.4	91.4	92.3
315	111.8	112.7	107.8	105.0	100.7	94.6	90.8
400	112.4	113.0	108.2	106.3	99.6	90.1	82.8
500	107.5	106.5	102.1	100.3	92.1	87.4	90.8
630	98.4	105.1	107.1	104.9	99.8	89.9	87.8
800	104.2	102.5	105.9	105.1	94.3	90.0	95.4
1000	104.0	102.5	103.1	104.0	96.9	97.4	94.0
1250	99.9	103.3	97.9	98.6	97.5	89.5	90.8
1600	99.5	100.4	99.9	99.5	94.7	92.3	94.0
2000	99.9	100.2	98.0	99.3	95.6	87.7	90.1
2500	96.2	99.1	97.7	97.6	94.3	92.7	84.0
3150	95.8	97.7	96.5	95.3	94.1	88.4	88.9
4000	96.6	98.3	97.0	95.2	93.0	87.9	86.8
5000	94.9	96.1	94.9	95.2	92.6	85.8	85.3
6300	93.9	94.9	92.4	94.2	91.0	86.8	83.8
8000	92.9	93.5	93.0	91.4	90.4	83.9	80.5
10000	92.1	92.7	91.9	90.9	89.6	83.8	81.9
12500	91.3	90.9	91.0	89.5	88.8	81.9	80.7
16000	90.4	90.1	89.6	87.9	87.9	82.3	78.3
20000	90.2	89.8	90.0	86.8	86.8	79.9	76.9

Tabell H.9 AG3, NM231, skudd 8: 1/3-oktav SEL-spekter.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	117.7	118.5	115.4	113.9	108.7	103.5	103.2
20	79.8	80.0	77.0	75.0	71.4	68.1	66.7
25	82.9	83.4	79.8	77.2	74.6	71.7	70.1
31.5	86.3	86.8	82.3	80.8	77.4	74.6	72.9
40	90.1	90.1	85.5	83.7	80.1	76.5	75.2
50	93.4	92.8	88.5	86.0	82.6	78.7	77.1
63	96.2	94.8	90.1	88.7	84.4	80.3	79.0
80	97.8	96.5	92.4	90.5	85.9	81.7	80.0
100	97.5	99.0	93.4	91.3	86.4	81.4	79.5
125	98.8	96.8	93.0	90.7	83.1	77.2	76.1
160	96.2	92.3	87.0	86.7	78.6	77.6	83.4
200	98.0	98.9	95.4	90.8	86.5	87.2	91.6
250	106.9	107.7	103.6	99.9	96.4	91.4	92.5
315	111.7	112.8	108.0	105.2	100.7	94.4	89.9
400	112.2	113.3	108.3	106.5	99.7	89.8	82.5
500	107.4	107.1	101.9	100.6	92.7	87.6	91.2
630	100.4	106.6	107.4	105.5	100.1	90.9	88.6
800	105.5	104.1	105.7	105.4	95.7	89.1	95.1
1000	103.8	102.1	103.7	103.4	97.1	95.9	93.6
1250	99.5	103.5	98.9	97.6	96.1	90.5	91.6
1600	102.8	98.1	99.9	99.5	95.9	92.1	93.9
2000	97.4	98.9	98.6	99.9	92.3	89.0	90.5
2500	98.6	99.3	97.9	96.7	96.0	93.0	86.3
3150	95.6	98.1	96.2	95.6	93.6	87.7	88.8
4000	96.6	97.4	95.0	94.9	92.8	90.0	87.1
5000	94.1	96.3	93.9	94.3	91.2	87.8	86.7
6300	93.1	93.3	93.6	93.9	91.3	88.3	83.3
8000	92.4	94.0	94.2	91.8	90.0	85.9	82.4
10000	91.2	92.0	91.6	91.4	89.0	83.6	83.3
12500	91.1	90.9	91.1	89.5	88.2	83.1	79.6
16000	90.1	89.9	90.3	87.9	87.7	81.0	79.6
20000	89.6	89.1	90.3	86.2	88.7	78.9	79.7

Tabell H.10 AG3, NM231, skudd 9: 1/3-oktav SEL-spekter.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	117.7	118.2	115.6	113.7	108.6	103.4	103.3
20	79.8	79.5	77.0	75.1	71.8	68.7	66.9
25	82.9	83.2	79.9	77.5	74.8	72.0	70.4
31.5	86.3	86.8	82.5	81.1	77.4	74.6	73.0
40	90.0	90.0	85.6	84.0	80.2	76.4	75.0
50	93.4	92.8	88.7	86.2	82.7	78.7	77.0
63	96.2	94.9	90.4	88.9	84.4	80.3	79.0
80	97.8	96.6	92.6	90.6	85.8	81.7	80.2
100	97.5	99.1	93.5	91.3	86.3	81.4	79.7
125	98.9	97.0	93.1	90.8	83.1	77.4	76.1
160	96.4	92.5	87.4	87.0	78.8	77.6	83.5
200	98.1	99.1	95.2	90.5	86.5	87.1	91.5
250	107.0	107.8	103.4	99.7	96.6	91.6	92.4
315	111.8	112.7	107.7	105.2	100.8	94.5	90.4
400	112.2	113.0	108.2	106.5	99.5	89.7	82.5
500	107.3	106.7	102.1	100.3	92.1	86.5	90.4
630	99.3	105.2	107.7	105.4	99.1	90.7	87.9
800	104.8	102.3	107.1	104.6	95.7	89.1	95.5
1000	103.6	102.0	103.4	103.0	96.6	96.8	94.2
1250	99.4	102.7	96.9	97.9	95.6	90.8	92.1
1600	101.2	100.1	100.0	99.7	96.3	90.5	93.8
2000	98.8	99.8	98.6	100.2	94.3	89.6	92.0
2500	99.1	99.1	99.3	96.3	93.7	88.9	86.2
3150	96.7	97.6	97.0	95.7	94.9	90.1	88.8
4000	97.7	95.3	94.8	94.1	92.6	90.6	85.6
5000	95.4	96.3	94.1	94.0	92.6	85.5	85.6
6300	94.0	94.1	93.1	93.9	90.2	87.5	84.7
8000	93.4	93.9	93.0	92.4	89.8	85.6	82.9
10000	92.4	91.7	91.5	90.3	89.0	82.3	82.4
12500	91.0	91.1	90.7	89.5	89.3	82.7	79.6
16000	90.9	90.3	90.6	88.3	88.7	81.2	78.9
20000	90.1	89.2	89.9	86.8	88.3	78.3	78.1

Tabell H.11 AG3, NM231, skudd 10: 1/3-oktav SEL-spekter.



## I MÅLTE VERDIER 10 M, 1/3-OKTAV SEL-SPEKTER, ALLE VÅPEN

Her listes det opp SEL-spekter for alle våpnene. SEL-verdiene er fremkommet ved å midle energien over de 10 skuddene for hvert våpen og hver vinkel. Dette er SEL fra rådata, uten bakkekorreksjon eller interpolasjon. Generelt ser vi at vi får noe høyere lydtrykk for skyting med 7.62 mm ammunisjon enn med 5.56 mm. Vi får enda mindre lydtrykk med 4.6 og 5.7 mm ammunisjon.

For FN MAG kan vi se noe interessant. Dette våpenet har blitt skutt med to forskjellige løp. Et med en standard signaturdemper (mitraliøse) og et uten (coax). Coax-løpet er uten siktemidler, og er til bruk når det monteres på et kjøretøy og styres fra dette med våpenet rettet i samme retning som kjøretøyets hovedvåpen. På det tidspunktet forsøkene ble gjort var vi ikke var fullt klar over den store effekten av signaturdemperen. Derfor ble ikke utformingen av denne dokumentert i detalj, utover det som kan sees på bildene. Vi kan derfor ikke i særlig grad spekulere i mekanismer som forklarer de målte verdiene. Det vi imidlertid ser er store forskjeller for samme våpen med forskjellige løp.

Coax-løpet støyer 4.7 dB mer. Rett fram (5 og 30 grader) støyer våpenet opp mot 6 dB mer. Vi ser imidlertid at mitr-løpet med signaturdemper bråker så vidt mer på 120 grader. Man kan dermed spekulere i at dette er vinkelen signaturdemperen skyter ut kruttgassen som ellers ville blitt slynget forover. MG3 er også uten signaturdemper og er sammen med FN MAG coax de klart mest støyende våpnene som er omtalt i denne rapporten. Disse har også en direktivitet med mer støy rett fram, som vi ser i Appendiks K. Dette grunnlaget er imidlertid for lite til å si at dette er en generell regel.

	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg	effMidLevel
AG3 NM60	117.2	118.0	115.3	113.5	108.3	103.5	103.2	114.3
AG3 NM231	117.8	118.4	115.3	113.7	108.7	103.8	103.3	114.7
G36C	117.3	117.2	114.4	113.3	109.4	102.7	100.9	113.8
G36	115.9	115.8	113.0	112.3	108.5	101.3	99.3	112.5
C8	114.8	115.5	112.8	111.5	106.2	101.8	101.1	111.9
MP7	112.2	112.6	108.9	107.4	103.0	96.2	94.6	108.7
P90	111.2	111.0	104.9	103.8	99.0	91.6	90.5	106.6
Glock P80	109.8	111.3	106.3	105.7	101.9	96.0	93.5	106.9
MP5	106.7	109.3	103.0	100.3	96.0	89.5	86.5	104.1
AUG	113.5	113.5	110.9	109.7	105.8	99.7	97.3	110.2
Sauer	115.4	115.1	111.6	111.3	107.5	102.7	100.1	111.7
MG3	121.6	121.4	113.4	111.5	107.4	102.4	100.8	116.6
FN MAG coax	121.4	121.4	113.6	113.3	107.3	105.5	105.9	116.7
FN MAG mitr	115.0	114.9	112.6	112.5	109.3	102.0	99.4	112.0

Tabell I.1 Total SEL (fra tidsserien) for alle våpnene, rådata fra hver sensor.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	117.2	118.0	115.3	113.5	108.3	103.5	103.2
20	79.6	79.6	76.7	74.7	71.3	68.1	66.7
25	82.7	83.2	79.5	76.9	74.3	71.3	69.9
31.5	86.2	86.7	82.1	80.5	76.9	74.1	72.7
40	89.9	89.8	85.1	83.5	79.7	76.3	74.9
50	93.3	92.6	88.2	85.7	82.3	78.4	76.8
63	96.1	94.7	90.0	88.5	84.1	80.2	78.7
80	97.7	96.4	92.3	90.4	85.8	81.6	79.8
100	97.3	98.9	93.2	91.2	86.4	81.5	79.4
125	98.7	96.7	93.1	90.8	83.3	78.1	75.6
160	96.1	92.1	87.5	87.3	78.1	77.1	80.4
200	97.8	98.8	94.6	89.4	85.2	87.5	90.4
250	106.5	107.5	103.1	99.3	95.6	90.7	92.2
315	111.1	112.4	107.6	104.7	100.6	94.1	90.5
400	111.4	112.7	108.3	106.4	99.6	89.4	81.6
500	106.2	106.3	102.4	101.0	91.1	86.2	90.5
630	100.0	105.3	106.5	104.4	98.3	92.5	90.7
800	105.9	102.2	106.0	105.2	94.6	91.7	94.8
1000	104.3	103.2	103.2	101.5	98.0	95.7	92.5
1250	98.7	103.5	98.5	97.5	96.6	90.3	92.2
1600	101.8	98.5	100.0	100.1	94.8	93.0	94.4
2000	98.2	100.0	99.6	99.4	95.1	91.3	91.5
2500	98.0	98.8	97.0	96.3	93.9	90.2	87.7
3150	97.2	97.9	96.7	96.8	92.9	89.3	89.9
4000	96.0	96.4	96.4	95.5	92.3	88.9	86.6
5000	96.0	95.4	95.1	94.6	91.6	86.2	86.4
6300	94.1	94.7	93.6	93.6	90.1	87.8	83.5
8000	93.4	93.2	93.1	92.4	90.1	85.4	82.5
10000	92.1	92.0	92.0	91.2	88.7	84.5	81.4
12500	91.4	91.4	91.4	89.8	88.0	82.5	80.0
16000	91.0	89.9	90.9	87.9	87.8	81.2	79.3
20000	90.6	89.3	90.3	86.2	87.3	79.0	78.2

Tabell I.2 AG3, NM60: 1/3-oktav SEL-spekter, uten bakkekorreksjon.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	117.8	118.4	115.3	113.7	108.7	103.8	103.3
20	79.8	79.7	76.8	74.8	71.6	68.4	67.0
25	82.9	83.3	79.7	77.1	74.5	71.7	70.1
31.5	86.3	86.8	82.2	80.7	77.1	74.4	72.8
40	90.0	90.0	85.3	83.7	79.9	76.5	75.1
50	93.4	92.8	88.4	85.9	82.4	78.6	77.0
63	96.2	94.8	90.1	88.6	84.3	80.3	78.9
80	97.8	96.5	92.4	90.4	85.8	81.7	80.0
100	97.5	99.0	93.3	91.2	86.4	81.4	79.6
125	98.9	96.8	93.0	90.6	83.1	77.4	76.0
160	96.3	92.2	87.1	86.8	78.5	77.1	83.0
200	98.4	99.2	95.2	90.4	86.4	87.1	91.4
250	107.2	107.9	103.4	99.7	96.4	91.6	92.5
315	111.9	112.8	107.8	105.1	100.8	94.7	90.7
400	112.5	113.2	108.2	106.4	99.6	90.0	82.4
500	107.8	106.9	102.1	100.4	91.7	87.2	90.6
630	99.8	106.0	107.0	104.7	99.3	91.2	88.9
800	104.2	103.0	105.7	104.7	94.9	90.0	95.1
1000	103.7	102.6	103.3	103.1	97.4	96.7	93.4
1250	100.2	103.4	98.0	98.9	97.1	91.1	91.7
1600	101.2	99.7	99.6	100.3	96.4	93.1	94.8
2000	99.5	100.4	98.9	99.5	94.7	90.4	91.4
2500	98.1	98.8	97.6	97.1	95.5	91.8	86.6
3150	96.5	98.1	97.0	96.2	93.5	89.5	88.9
4000	96.6	96.3	96.1	94.9	92.5	88.9	86.7
5000	95.0	95.7	94.6	95.0	92.2	86.7	85.4
6300	94.0	94.7	93.7	94.1	91.0	87.5	83.9
8000	93.2	93.6	93.1	92.6	90.4	85.5	82.0
10000	92.2	91.7	91.9	91.2	89.5	83.7	82.2
12500	91.2	91.5	91.3	89.7	88.6	82.8	80.0
16000	90.9	90.3	90.3	88.0	88.4	81.5	79.1
20000	90.4	89.6	90.1	86.5	87.8	79.5	78.6

Tabell I.3 AG3, NM231: 1/3-oktav SEL-spekter, uten bakkekorreksjon.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	117.3	117.2	114.4	113.3	109.4	102.7	100.9
20	76.6	76.8	74.2	72.3	69.4	66.4	65.2
25	79.8	80.4	76.8	74.6	72.4	69.7	68.4
31.5	83.1	83.9	79.4	78.2	75.0	72.6	71.3
40	86.9	86.9	82.6	81.2	78.0	74.9	73.8
50	90.3	89.6	85.7	83.6	80.7	77.3	75.8
63	93.2	91.7	87.5	86.4	82.8	79.3	78.0
80	94.9	93.5	89.9	88.4	84.7	81.0	79.4
100	94.9	96.3	91.1	89.5	85.5	81.0	79.5
125	96.6	94.4	91.2	89.3	82.7	77.4	76.9
160	94.0	90.1	85.7	85.8	77.8	76.5	83.2
200	95.3	96.0	93.2	89.4	86.0	87.1	91.7
250	104.9	105.3	101.9	99.2	96.1	91.7	92.8
315	110.4	110.8	106.6	105.1	101.4	95.3	91.0
400	111.9	111.6	107.5	106.1	101.0	91.7	84.3
500	109.4	106.9	102.4	100.2	93.4	89.1	92.5
630	104.3	106.2	106.0	104.4	101.0	92.2	88.7
800	105.7	105.9	106.2	104.7	97.2	87.7	89.9
1000	98.2	100.8	100.4	102.2	97.9	91.3	86.1
1250	103.6	103.2	97.0	99.5	95.9	91.0	87.3
1600	99.3	100.3	98.5	99.5	97.1	90.8	88.2
2000	99.0	99.9	98.3	97.5	94.5	87.8	82.2
2500	97.0	98.7	94.9	96.2	94.9	87.6	84.7
3150	96.5	98.2	95.6	95.5	94.0	86.2	85.4
4000	95.2	96.5	94.6	94.8	92.5	88.9	83.6
5000	94.9	95.4	93.8	94.2	92.7	86.2	84.2
6300	93.1	94.5	92.1	92.8	91.0	87.4	80.2
8000	92.9	93.1	91.7	91.8	90.2	85.2	80.3
10000	91.6	91.7	90.6	90.9	89.6	82.9	78.9
12500	90.6	91.1	90.0	88.9	89.0	81.9	77.3
16000	90.2	89.8	89.1	87.3	88.5	80.6	76.9
20000	89.9	89.2	89.0	85.5	88.2	78.5	75.4

Tabell I.4 G36C: 1/3-oktav SEL-spekter, uten bakkekorreksjon.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	115.9	115.8	113.0	112.3	108.5	101.3	99.3
20	75.8	75.9	73.3	71.7	68.8	65.6	64.3
25	78.9	79.5	76.0	73.9	71.7	69.0	67.5
31.5	82.2	82.9	78.7	77.5	74.3	71.8	70.3
40	86.0	86.1	81.9	80.5	77.2	74.1	72.8
50	89.4	88.8	84.9	82.9	79.9	76.4	74.9
63	92.2	90.8	86.6	85.6	82.0	78.4	77.1
80	93.8	92.5	88.9	87.5	83.8	80.0	78.4
100	93.6	95.2	90.1	88.5	84.5	79.9	78.3
125	95.1	93.0	90.0	88.2	81.7	76.3	75.6
160	92.4	88.6	84.2	84.5	77.4	75.1	82.1
200	94.1	94.9	92.0	88.4	85.2	85.5	90.5
250	103.4	103.9	100.3	97.9	94.9	90.4	91.6
315	108.6	109.0	105.0	103.6	100.2	93.9	89.6
400	110.0	109.6	105.4	104.5	99.8	90.6	82.6
500	107.4	104.8	100.2	98.2	92.7	87.5	90.9
630	103.0	105.3	104.5	103.7	100.3	91.4	87.2
800	105.9	106.1	104.7	103.7	97.1	87.1	87.5
1000	99.0	100.4	101.3	101.9	97.3	88.2	83.2
1250	101.4	100.4	97.8	99.8	95.7	86.5	81.3
1600	99.9	99.7	97.5	99.7	96.4	89.0	84.2
2000	98.0	99.8	97.5	96.2	92.6	88.4	84.5
2500	96.9	97.9	94.8	96.3	95.9	84.3	83.6
3150	96.1	96.2	95.6	96.0	92.6	87.5	79.5
4000	95.3	95.7	94.4	94.5	91.8	88.4	84.6
5000	94.5	94.2	92.5	93.2	91.6	85.9	81.3
6300	92.7	93.2	91.8	92.4	89.8	84.7	80.1
8000	92.8	92.4	90.7	91.4	89.3	83.9	78.6
10000	91.3	90.9	90.0	90.4	88.3	82.7	78.3
12500	90.5	90.2	89.1	87.9	87.1	81.2	76.7
16000	89.9	88.9	88.8	86.5	87.0	79.5	75.5
20000	89.9	88.2	88.4	84.7	86.4	77.2	75.2

Tabell I.5 G36: 1/3-oktav SEL-spekter, uten bakkekorreksjon.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	114.8	115.5	112.8	111.5	106.2	101.8	101.1
20	74.7	74.8	71.9	70.2	67.1	64.1	62.9
25	77.8	78.3	74.7	72.6	70.0	67.5	66.1
31.5	81.2	81.8	77.3	76.1	72.6	70.3	69.0
40	84.9	84.9	80.6	79.1	75.6	72.3	71.2
50	88.3	87.7	83.6	81.4	78.2	74.6	73.0
63	91.0	89.7	85.3	84.1	80.1	76.3	74.9
80	92.7	91.4	87.6	85.9	81.7	77.6	75.9
100	92.5	94.1	88.7	86.9	82.3	77.3	75.2
125	94.0	91.9	88.5	86.4	79.3	73.1	70.9
160	91.4	87.9	83.0	82.6	75.1	73.1	79.1
200	93.2	94.1	90.9	86.6	82.2	83.1	87.7
250	102.5	103.4	99.3	95.9	91.8	87.6	88.6
315	107.7	108.6	104.1	101.8	97.1	90.3	86.3
400	109.2	109.5	104.9	102.9	96.7	86.6	81.5
500	106.3	104.9	99.6	96.6	89.3	85.0	88.7
630	100.7	105.3	105.1	103.2	98.4	88.1	86.6
800	103.2	106.0	104.3	102.9	94.3	85.5	93.0
1000	98.9	98.9	102.2	102.3	95.2	94.8	93.7
1250	101.7	100.4	97.8	99.5	94.8	93.0	94.2
1600	98.7	99.6	97.4	98.2	92.7	86.2	88.4
2000	96.4	98.3	96.9	96.1	89.9	92.5	87.4
2500	97.1	97.6	96.1	96.3	94.2	86.9	84.1
3150	95.7	96.5	95.8	95.1	92.4	90.6	83.3
4000	94.7	95.4	94.2	93.8	90.2	88.9	85.1
5000	94.1	94.1	93.4	93.1	89.9	87.4	83.0
6300	92.2	93.1	92.1	92.4	88.5	86.2	81.0
8000	92.1	92.0	91.4	91.0	88.2	84.3	79.9
10000	90.3	90.5	90.5	89.7	86.7	83.2	79.0
12500	89.8	89.7	89.5	87.3	85.4	81.6	77.8
16000	89.1	88.7	88.7	85.6	85.1	79.7	76.6
20000	88.9	87.9	88.8	83.7	84.6	77.6	75.9

Tabell I.6 C8: 1/3-oktav SEL-spekter, uten bakkekorreksjon.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	112.2	112.6	108.9	107.4	103.0	96.2	94.6
20	66.6	66.5	62.4	61.8	58.5	55.7	53.8
25	69.8	70.6	65.8	64.2	61.5	59.5	57.9
31.5	73.2	74.1	69.2	68.0	64.2	62.2	60.9
40	77.1	77.1	72.5	71.0	67.3	64.0	62.8
50	80.7	80.1	75.7	73.3	69.9	66.4	65.0
63	83.7	82.2	77.6	76.1	72.0	68.4	67.2
80	85.5	84.2	80.0	78.2	74.0	70.0	68.5
100	85.8	87.2	81.4	79.4	74.9	70.2	68.6
125	87.9	85.6	81.6	79.2	72.3	66.9	66.1
160	86.0	82.4	76.7	75.9	66.9	64.9	72.1
200	86.3	87.3	83.6	79.5	75.3	76.6	81.3
250	96.6	97.2	93.0	89.6	85.8	81.7	83.0
315	102.9	103.4	98.3	96.3	91.4	85.8	81.5
400	105.3	105.0	99.9	98.4	92.0	82.9	75.3
500	103.8	101.7	94.9	93.2	86.5	81.6	85.3
630	101.0	103.2	100.9	98.9	95.0	85.6	83.1
800	105.8	106.5	102.0	99.8	92.4	80.9	86.0
1000	99.4	100.2	99.3	98.9	92.0	87.7	86.0
1250	93.7	97.7	95.7	95.5	91.0	87.0	86.7
1600	98.3	96.7	94.9	94.9	92.5	84.4	82.0
2000	94.3	97.7	93.7	93.6	91.7	82.9	76.7
2500	94.4	94.3	92.5	91.8	90.0	80.0	74.9
3150	92.7	93.6	91.3	90.8	88.4	86.0	80.2
4000	91.9	93.9	91.0	89.6	87.8	83.7	77.5
5000	91.5	92.1	89.6	89.4	88.9	81.3	76.0
6300	89.7	90.6	88.5	88.5	85.3	80.0	72.2
8000	89.4	90.4	87.4	87.3	85.8	77.7	71.8
10000	87.9	88.5	86.8	86.0	84.8	77.6	70.2
12500	86.6	87.7	86.2	84.0	83.7	76.3	70.2
16000	86.4	86.5	85.3	82.1	82.9	74.8	69.8
20000	86.1	85.7	85.0	80.0	82.2	73.5	68.3

Tabell I.7 MP7: 1/3-oktav SEL-spekter, uten bakkekorreksjon.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	111.2	111.0	104.9	103.8	99.0	91.6	90.5
20	62.5	62.2	59.0	57.4	56.1	50.7	49.5
25	65.7	67.3	62.2	60.0	57.9	54.4	53.0
31.5	69.1	70.6	65.3	63.8	59.9	57.5	55.5
40	73.0	72.7	68.2	66.7	62.9	59.4	57.6
50	76.5	75.8	71.3	68.9	65.5	61.7	59.9
63	79.5	77.7	73.1	71.7	67.6	63.5	61.9
80	81.4	79.7	75.6	73.7	69.4	65.3	63.2
100	81.7	82.8	76.9	74.8	70.2	65.4	63.3
125	83.9	81.0	76.9	74.5	67.4	62.1	60.3
160	82.2	77.7	72.0	70.8	61.9	60.2	66.8
200	83.1	83.8	79.3	74.7	69.8	71.3	75.7
250	93.3	93.7	88.5	84.2	80.0	76.2	77.3
315	100.0	100.2	93.6	90.5	85.0	80.4	76.1
400	103.0	102.2	95.1	92.3	85.3	77.8	70.7
500	102.1	99.3	90.2	86.5	80.6	77.7	81.9
630	100.6	102.3	95.8	92.9	90.9	83.9	80.3
800	105.6	105.4	96.8	94.1	89.9	79.8	80.8
1000	100.1	99.9	94.7	95.4	89.9	80.4	77.4
1250	95.2	98.9	92.4	93.4	86.1	75.7	75.6
1600	97.4	92.4	92.6	93.9	85.8	78.4	81.0
2000	94.8	96.9	94.3	92.4	86.7	80.1	82.0
2500	93.9	94.5	90.5	91.7	87.2	78.8	78.9
3150	91.8	93.6	88.1	91.9	88.0	79.4	75.3
4000	91.8	92.3	89.3	87.3	83.4	78.2	74.5
5000	92.0	91.9	87.0	88.2	83.9	78.4	72.1
6300	89.4	89.9	87.4	87.2	83.5	77.6	72.2
8000	89.1	89.5	86.0	86.1	81.4	75.8	71.9
10000	87.5	87.2	84.4	84.3	81.3	74.2	69.1
12500	86.8	86.7	84.4	82.7	80.2	73.9	67.7
16000	86.0	85.2	83.3	80.6	78.8	71.5	66.4
20000	85.8	84.5	83.0	78.5	78.6	69.1	65.8

Tabell I.8 P90: 1/3-oktav SEL-spekter, uten bakkekorreksjon.



Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	109.8	111.3	106.3	105.7	101.9	96.0	93.5
20	63.3	62.2	58.6	57.7	54.7	52.5	52.0
25	66.6	66.3	61.3	60.1	58.0	55.7	55.0
31.5	69.8	69.8	64.2	63.9	60.9	58.8	57.5
40	72.8	73.0	67.8	66.6	63.6	60.8	59.8
50	76.5	75.9	71.0	69.0	66.3	63.1	61.9
63	79.3	78.1	72.8	71.8	68.3	65.1	64.0
80	81.4	79.9	75.3	73.8	70.0	66.8	65.4
100	81.8	83.0	76.6	74.8	70.8	66.7	65.2
125	83.5	81.3	76.7	74.4	67.7	62.7	61.5
160	81.3	76.9	71.4	70.6	63.2	64.4	69.8
200	82.6	85.1	80.5	77.1	73.9	74.8	79.1
250	92.8	94.4	89.2	86.8	84.2	80.3	81.4
315	99.1	100.3	94.0	92.8	89.2	84.1	81.0
400	101.4	101.4	95.6	94.3	89.8	80.3	75.4
500	99.4	97.0	90.2	88.8	84.3	80.9	85.0
630	97.3	101.2	98.4	97.9	94.7	87.2	83.9
800	101.9	102.7	98.3	97.4	91.9	83.2	85.1
1000	98.8	100.6	98.9	98.9	93.9	86.1	80.2
1250	99.7	99.7	94.7	93.9	91.3	84.7	81.1
1600	95.1	100.1	93.5	93.3	89.0	83.1	80.1
2000	97.5	101.1	92.6	93.6	84.2	78.2	76.0
2500	94.9	100.3	90.6	90.8	90.2	85.3	81.7
3150	95.7	94.9	90.0	90.0	87.7	82.0	82.0
4000	93.2	94.2	89.1	88.3	85.7	85.3	75.6
5000	89.9	94.2	88.3	87.5	83.8	83.8	77.7
6300	90.2	91.3	86.7	85.5	84.6	82.3	78.5
8000	89.6	90.2	85.7	84.0	84.2	80.6	75.8
10000	87.9	89.5	84.6	82.2	83.7	78.4	74.3
12500	86.4	88.6	83.6	79.3	81.3	77.8	72.9
16000	85.8	87.4	83.0	77.7	80.5	75.8	71.0
20000	86.0	86.7	82.9	75.2	80.4	73.5	70.0

Tabell I.9 Glock P80: 1/3-oktav SEL-spekter, uten bakkekorreksjon.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	106.7	109.3	103.0	100.3	96.0	89.5	86.5
20	60.5	58.4	55.4	54.6	51.0	48.6	48.7
25	63.7	63.5	58.1	57.2	54.0	51.6	50.8
31.5	66.7	67.2	60.7	61.0	56.6	54.4	52.2
40	69.4	69.7	64.4	63.2	60.0	56.3	54.8
50	73.0	72.8	67.6	65.7	62.6	58.8	57.0
63	75.6	74.6	69.3	68.4	64.7	61.0	59.2
80	77.6	76.3	71.8	70.3	66.4	62.5	60.5
100	78.0	79.1	73.0	71.3	67.1	62.5	60.3
125	79.8	77.4	73.0	70.9	64.0	58.7	58.0
160	77.2	72.6	67.7	67.1	59.1	58.5	64.5
200	78.0	80.5	76.0	72.0	67.5	68.5	72.7
250	87.7	90.1	84.6	81.4	77.4	73.2	73.3
315	94.0	95.9	89.4	87.3	81.5	76.1	70.8
400	97.1	97.2	90.7	88.6	80.8	71.7	65.4
500	96.0	92.7	85.4	82.5	75.3	69.5	72.4
630	94.5	98.2	92.4	89.7	83.3	74.2	73.0
800	100.0	100.1	92.6	88.9	80.3	70.2	76.4
1000	96.0	97.3	93.3	90.1	81.7	78.2	74.1
1250	95.8	95.6	92.1	87.5	83.0	73.8	71.5
1600	92.4	96.4	93.4	89.3	83.9	77.8	75.2
2000	94.7	99.7	93.0	90.3	84.5	79.0	77.2
2500	93.1	100.0	89.6	91.1	89.3	80.6	76.0
3150	93.0	99.0	92.1	89.8	86.7	75.8	73.6
4000	91.8	94.6	89.4	85.3	81.5	80.2	76.1
5000	87.7	90.3	86.4	84.8	82.0	77.8	75.2
6300	87.9	95.6	86.2	85.9	83.4	76.5	71.3
8000	87.3	90.7	84.5	82.1	81.2	77.5	67.3
10000	84.5	92.4	84.1	80.9	79.6	75.4	67.2
12500	84.0	90.3	83.0	79.8	80.1	73.9	68.6
16000	83.4	89.0	82.1	77.3	78.3	70.9	65.8
20000	83.5	87.6	81.7	75.0	78.0	69.9	65.5

Tabell I.10 MP5: 1/3-oktav SEL-spekter, uten bakkekorreksjon.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	113.5	113.5	110.9	109.7	105.8	99.7	97.3
20	73.7	73.6	70.7	69.1	66.4	64.1	63.0
25	76.7	77.2	73.6	71.4	69.3	67.3	66.3
31.5	80.0	80.6	76.3	75.1	71.9	70.0	69.1
40	83.7	83.7	79.3	78.0	74.7	72.0	71.4
50	87.0	86.4	82.4	80.2	77.3	74.3	73.4
63	89.8	88.3	84.0	82.9	79.2	76.1	75.3
80	91.3	89.9	86.1	84.5	80.8	77.4	76.2
100	91.1	92.5	87.0	85.2	81.2	76.9	75.3
125	92.5	90.2	86.7	84.6	77.9	72.4	70.8
160	89.6	85.5	80.8	80.5	74.4	74.3	80.0
200	91.6	92.3	89.3	85.8	82.7	83.2	87.7
250	100.6	101.2	97.2	94.7	91.7	88.2	88.1
315	105.8	106.4	101.8	100.1	96.1	90.9	85.2
400	107.7	107.2	102.4	100.9	95.2	87.2	79.7
500	104.9	101.7	96.3	94.2	89.3	84.8	86.8
630	102.0	103.7	102.9	102.4	98.4	91.0	84.8
800	104.1	103.6	101.0	99.9	94.3	85.4	87.7
1000	96.5	97.7	102.1	101.1	96.6	89.8	87.0
1250	100.3	98.6	98.3	98.1	95.3	86.6	84.3
1600	98.3	99.4	95.7	95.0	93.6	84.6	83.6
2000	96.1	97.0	95.9	94.9	88.9	87.8	82.1
2500	92.5	95.6	94.0	94.9	91.5	85.9	83.2
3150	91.8	94.4	94.2	92.2	89.3	87.0	82.9
4000	88.5	94.2	92.6	92.0	89.0	85.8	80.0
5000	88.0	92.6	92.3	92.0	89.3	83.2	78.6
6300	88.4	91.8	90.3	90.3	88.0	82.6	78.9
8000	90.1	90.6	90.0	89.1	87.3	80.9	76.7
10000	89.2	89.2	89.0	87.4	86.4	81.0	76.7
12500	86.2	88.3	88.5	84.9	85.2	80.5	75.9
16000	87.0	87.4	87.7	83.2	84.5	78.3	75.6
20000	86.7	86.6	87.3	81.1	85.1	76.3	75.0

Tabell I.11 AUG: 1/3-oktav SEL-spekter, uten bakkekorreksjon.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	115.4	115.1	111.6	111.3	107.5	102.7	100.1
20	78.4	78.4	74.8	72.7	69.1	65.7	64.5
25	81.6	82.0	77.6	74.6	71.9	69.2	68.0
31.5	85.1	85.5	80.1	78.3	74.5	72.0	70.7
40	88.9	88.6	83.2	81.2	77.3	73.9	72.7
50	92.4	91.4	86.2	83.2	79.6	76.0	74.7
63	95.3	93.5	87.7	85.8	81.4	77.7	76.7
80	97.0	95.2	89.8	87.4	82.9	79.3	77.9
100	96.7	97.8	90.6	88.0	83.3	79.0	77.5
125	98.2	95.3	89.8	87.1	79.9	74.7	73.1
160	95.5	90.7	83.2	82.6	75.9	76.4	81.5
200	97.7	97.5	92.0	88.2	86.0	85.5	90.4
250	105.5	104.9	99.2	96.7	95.1	90.7	92.1
315	109.2	108.5	103.0	101.9	99.1	93.6	90.7
400	107.9	107.0	103.0	102.6	97.4	89.4	82.2
500	102.1	99.5	97.0	95.1	90.8	87.0	91.1
630	101.0	104.6	103.8	103.4	99.5	92.1	86.1
800	105.8	106.3	102.0	100.6	93.4	84.4	83.8
1000	101.6	102.2	101.0	101.3	96.9	89.3	83.9
1250	101.9	99.0	97.1	100.1	95.5	90.9	88.3
1600	98.9	100.0	97.9	99.8	94.4	93.9	89.0
2000	98.5	99.1	95.9	96.8	92.9	91.2	86.1
2500	97.4	97.9	95.8	95.8	95.4	90.3	85.4
3150	95.7	95.8	94.3	96.0	93.0	89.7	84.2
4000	95.2	95.4	93.3	93.2	91.8	88.8	83.7
5000	94.6	94.1	92.2	93.6	91.6	88.4	82.3
6300	93.6	93.0	91.2	91.9	89.9	87.2	82.1
8000	92.7	91.9	90.3	90.8	88.8	85.5	80.0
10000	91.7	90.8	89.3	88.8	88.3	83.8	79.6
12500	90.9	89.9	88.9	86.3	87.3	83.2	78.6
16000	90.2	89.0	87.8	84.7	85.9	80.9	77.2
20000	89.8	88.0	87.8	82.2	86.5	78.8	76.6

Tabell I.12 Sauer (NM149): 1/3-oktav SEL-spekter, uten bakkekorreksjon.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	121.6	121.4	113.4	111.5	107.4	102.4	100.8
20	79.1	79.1	75.6	73.4	69.7	66.8	65.2
25	82.3	82.7	78.3	75.4	72.7	69.7	68.5
31.5	85.9	86.2	81.0	79.1	75.3	72.4	71.2
40	89.7	89.6	84.2	82.3	78.1	74.7	73.4
50	93.3	92.5	87.3	84.2	80.7	76.8	75.3
63	96.3	94.7	89.0	87.2	82.4	78.4	77.1
80	98.2	96.6	91.4	88.9	83.7	79.7	78.1
100	98.3	99.4	92.5	89.7	84.2	79.4	77.8
125	100.5	97.9	92.1	89.3	80.9	76.3	74.2
160	99.1	95.0	87.1	85.3	75.7	74.2	77.5
200	99.0	99.4	93.3	87.0	82.8	84.5	88.2
250	109.0	109.4	101.7	96.1	92.9	87.8	90.6
315	115.0	115.2	106.0	102.0	98.5	92.6	90.2
400	117.1	116.5	106.9	103.0	97.6	91.2	80.1
500	114.0	111.8	101.7	96.8	91.3	86.3	89.4
630	103.2	108.8	102.1	103.4	97.5	88.7	84.1
800	103.0	105.0	99.9	102.8	96.5	84.8	83.3
1000	106.4	106.2	102.2	99.4	95.7	90.0	88.6
1250	103.0	107.3	101.7	98.3	93.4	90.1	90.1
1600	105.4	101.9	97.1	99.1	95.2	92.7	90.4
2000	102.9	103.2	98.0	97.6	94.0	92.4	90.8
2500	100.6	103.1	97.0	98.0	96.3	91.8	89.9
3150	98.9	100.6	95.4	96.5	93.5	90.5	86.0
4000	99.6	99.6	95.0	94.9	93.7	90.4	88.5
5000	98.2	98.6	93.8	93.8	91.5	88.6	83.7
6300	97.1	97.2	92.8	93.3	90.6	86.4	84.4
8000	96.5	96.4	92.1	91.8	89.8	85.3	82.4
10000	95.1	95.1	91.3	90.7	89.7	83.1	80.7
12500	94.3	94.3	90.3	89.1	88.2	81.9	79.2
16000	93.9	93.0	89.4	87.3	87.6	80.4	78.0
20000	93.5	92.2	89.4	85.5	86.7	78.6	77.0

Tabell I.13 MG3: 1/3-oktav SEL-spekter, uten bakkekorreksjon.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	121.4	121.4	113.6	113.3	107.3	105.5	105.9
20	79.0	78.7	74.9	72.6	68.5	64.8	63.6
25	82.2	82.4	77.7	74.5	71.5	68.0	66.6
31.5	85.9	86.1	80.3	78.3	74.1	70.8	69.8
40	89.8	89.5	83.6	81.5	76.9	72.7	71.1
50	93.4	92.4	86.8	83.4	79.4	74.8	72.5
63	96.5	94.7	88.4	86.3	81.0	76.2	74.4
80	98.4	96.6	90.8	88.0	82.2	77.6	75.4
100	98.5	99.5	91.8	88.7	82.7	77.6	75.3
125	100.6	97.9	91.5	88.1	79.3	75.0	71.9
160	98.8	94.6	86.6	84.2	74.4	74.4	76.8
200	100.8	100.8	93.9	87.1	82.8	85.1	87.6
250	110.1	110.3	102.2	96.8	93.6	87.8	90.5
315	115.5	115.6	106.2	102.7	98.8	92.1	91.2
400	117.0	116.4	106.9	103.7	98.3	91.5	83.2
500	112.8	110.7	100.6	97.7	88.9	86.7	93.2
630	102.6	109.5	101.5	104.6	97.4	92.6	93.8
800	103.4	105.0	99.8	105.7	91.5	93.6	99.5
1000	105.6	107.0	104.4	106.3	94.0	101.3	99.1
1250	102.2	106.8	100.2	99.9	94.5	93.5	98.0
1600	103.9	102.7	98.3	98.2	98.5	94.4	90.5
2000	102.3	103.3	98.7	98.6	92.9	93.8	95.2
2500	100.3	102.2	95.8	96.9	94.2	91.1	90.4
3150	99.0	100.8	96.7	96.7	93.9	89.6	88.9
4000	98.4	98.9	95.5	95.4	91.7	90.1	87.0
5000	97.9	98.1	94.5	94.9	92.2	88.8	85.0
6300	96.4	97.5	93.4	93.8	89.9	87.6	82.9
8000	95.3	96.2	92.5	92.7	90.1	86.5	81.2
10000	94.6	94.8	91.4	91.5	88.9	83.9	80.3
12500	93.5	94.3	90.8	90.0	88.1	82.9	79.8
16000	93.1	92.8	89.9	88.1	87.0	81.3	78.4
20000	92.9	92.1	89.7	86.5	86.7	78.7	78.7

Tabell I.14 FN MAG, coax: 1/3-oktav SEL-spekter, uten bakkekorreksjon.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	115.0	114.9	112.6	112.5	109.3	102.0	99.4
20	77.0	77.3	75.0	73.3	70.9	68.4	67.1
25	80.0	80.7	77.6	75.9	73.7	71.6	70.1
31.5	83.3	84.1	80.2	79.3	76.5	74.2	72.9
40	87.0	87.2	83.4	82.0	79.4	76.4	75.2
50	90.2	89.8	86.2	84.6	81.8	78.6	77.1
63	92.8	91.6	87.9	87.1	83.8	80.5	79.0
80	94.3	93.2	89.9	88.8	85.3	81.8	79.8
100	93.8	95.5	91.1	89.4	85.5	81.3	78.7
125	95.4	93.4	90.6	89.1	81.7	77.5	75.0
160	93.0	89.3	85.3	85.3	78.9	82.4	83.5
200	92.7	94.0	91.6	88.2	87.8	88.6	90.8
250	101.9	102.9	100.5	98.3	97.1	91.9	91.7
315	107.2	107.8	104.6	103.8	100.4	94.0	91.0
400	108.5	108.5	105.1	104.2	100.4	91.3	85.3
500	105.7	103.5	98.3	97.0	93.3	86.4	89.3
630	102.0	103.9	103.1	103.0	100.6	90.7	86.2
800	105.5	106.2	103.3	102.5	97.1	85.7	79.6
1000	100.1	98.4	102.5	103.9	100.7	90.8	82.3
1250	102.1	98.5	98.2	100.9	96.3	90.6	85.9
1600	98.0	101.0	96.4	99.0	95.5	89.1	83.9
2000	99.4	98.8	97.1	98.3	92.9	83.1	82.2
2500	96.1	97.0	95.2	97.4	95.0	86.2	85.3
3150	97.6	96.0	94.9	96.5	93.7	89.4	82.9
4000	96.0	95.3	93.7	94.3	93.1	86.4	84.8
5000	94.6	95.0	92.9	94.6	92.3	85.9	81.3
6300	93.6	93.0	91.8	93.5	90.0	86.7	80.9
8000	92.9	92.8	90.9	92.1	89.6	84.4	79.0
10000	91.5	91.1	90.1	90.4	88.8	83.5	78.5
12500	90.8	89.8	89.5	88.5	87.8	82.9	77.9
16000	90.5	89.0	88.7	87.3	87.6	81.1	76.8
20000	89.9	88.4	88.5	85.1	87.4	79.1	76.4

Tabell I.15 FN MAG, mitr: 1/3-oktav SEL-spekter, uten bakkekorreksjon.

## J FRITTFELTSVERDIER 10 M, 1/3-OKTAV SEL-SPEKTER, ALLE VÅPEN

Her listes det opp SEL-spekter for alle våpnene, korrigert for bakken. SEL-verdiene er fremkommet ved å midle energien over de 10 skuddene for hvert våpen og hver vinkel (Appendiks I), og deretter korrigerer for bakken. Dette gjelder ikke for MP5 og P80 på 30 grader, der målingene måtte forkastes (Avsnitt 6.3). Her har vi interpolert for å finne verdien på 30 grader. Tallene listet under “effMidLevel” er støynivået etter at det er tatt et energigjennomsnitt over sirkelbuen på 10 m. Disse tallene er det som er oppgitt som kildenivå (L1s) i MILSTØY II. Vinklene i tabellen er avrundede verdier. De faktiske vinklene er oppgitt i Tabell 4.1.

	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg	effMidLevel
AG3 NM60	116.6	116.6	113.9	111.9	106.6	102.3	102.8	113.0
AG3 NM231	117.2	117.0	114.0	112.2	107.1	102.5	103.3	113.4
G36C	117.2	116.0	112.9	111.7	107.6	101.7	102.4	112.8
G36	115.7	114.6	111.6	110.9	106.8	100.2	100.9	111.5
C8	114.6	114.3	111.5	110.1	104.6	100.6	100.7	110.9
MP7	112.2	111.5	107.4	106.0	101.4	94.9	94.8	107.7
P90	111.0	110.0	103.5	102.5	97.4	90.2	90.7	105.7
Glock P80	109.3	109.2	105.1	104.5	100.4	94.6	93.7	105.4
MP5	106.3	106.9	101.7	99.0	94.5	88.2	86.0	102.3
AUG	113.3	112.1	109.7	108.5	104.4	98.5	98.4	109.1
Sauer	114.9	113.8	110.6	110.0	106.1	101.5	101.2	110.7
MG3	121.4	120.2	112.1	110.1	105.7	101.1	100.5	115.7
FNMAG coax	120.9	120.0	112.4	112.0	105.5	103.8	104.8	115.6
FNMAG mitr	114.8	113.8	111.2	111.1	107.8	101.6	100.9	111.0

Tabell J.1 Total SEL (fra tidsserien) for alle våpnene, korrigert for bakken.



Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	116.6	116.6	113.9	111.9	106.6	102.3	102.8
20	74.3	74.3	71.3	69.3	65.9	62.7	61.3
25	77.4	77.8	74.1	71.5	68.8	65.9	64.5
31.5	81.0	81.5	76.7	75.2	71.6	68.8	67.5
40	85.0	84.9	80.0	78.3	74.6	71.2	69.9
50	88.9	88.1	83.4	80.9	77.5	73.7	72.1
63	92.4	90.8	85.7	84.2	79.9	76.1	74.7
80	95.1	93.6	88.9	87.0	82.4	78.5	76.8
100	96.8	98.0	91.3	89.3	84.5	80.0	78.2
125	102.1	99.3	94.0	91.7	84.2	79.8	78.0
160	106.8	101.7	94.1	93.9	85.1	86.0	91.3
200	101.9	104.1	104.2	99.0	94.4	94.4	95.3
250	104.6	106.3	103.4	99.5	95.5	89.5	90.0
315	106.8	108.3	103.7	100.8	96.4	89.5	85.4
400	108.6	109.3	103.6	101.8	94.9	85.1	77.6
500	110.2	109.5	102.6	101.2	91.9	89.0	95.1
630	97.3	103.4	106.5	104.4	97.5	90.0	86.8
800	105.7	100.8	102.5	101.7	91.1	89.4	93.9
1000	102.1	101.6	103.1	101.3	97.0	93.3	88.9
1250	98.1	103.2	97.3	96.2	95.5	89.5	90.3
1600	100.8	97.6	98.3	98.4	93.0	91.3	92.2
2000	97.3	99.2	98.2	98.0	93.4	89.7	89.4
2500	97.2	98.1	95.8	95.0	92.4	88.7	85.6
3150	96.6	97.3	95.6	95.7	91.5	88.0	88.0
4000	95.4	95.9	95.4	94.5	91.0	87.6	84.8
5000	95.5	94.9	94.3	93.7	90.4	85.1	84.7
6300	93.7	94.3	92.8	92.9	89.2	86.9	81.9
8000	93.0	92.8	92.4	91.7	89.3	84.5	81.0
10000	91.8	91.7	91.4	90.7	88.0	83.8	80.0
12500	91.1	91.0	90.9	89.2	87.3	81.8	78.6
16000	90.6	89.6	90.3	87.3	87.1	80.5	77.9
20000	90.3	89.0	89.7	85.7	86.5	78.3	76.9

Tabell J.2 Frittfelts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, korrigert for bakkevirkningen, AG3, NM60.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	117.2	117.0	114.0	112.2	107.1	102.5	103.3
20	74.4	74.3	71.4	69.4	66.1	63.0	61.6
25	77.6	77.9	74.2	71.6	69.1	66.3	64.7
31.5	81.2	81.6	76.9	75.4	71.8	69.2	67.6
40	85.2	85.1	80.2	78.5	74.8	71.4	70.1
50	89.0	88.3	83.7	81.1	77.7	73.9	72.4
63	92.6	91.0	85.8	84.4	80.0	76.2	74.9
80	95.3	93.8	89.0	87.0	82.4	78.6	77.0
100	97.1	98.2	91.4	89.3	84.5	80.0	78.4
125	102.3	99.5	93.8	91.5	84.0	79.1	78.3
160	107.0	101.9	93.7	93.4	85.5	86.0	93.9
200	102.4	104.6	104.8	100.0	95.6	94.0	96.4
250	105.2	106.7	103.7	99.9	96.3	90.4	90.3
315	107.7	108.8	103.8	101.1	96.6	90.1	85.6
400	109.7	109.8	103.6	101.8	94.9	85.7	78.5
500	111.8	110.0	102.3	100.6	92.5	90.1	95.2
630	97.1	104.2	107.0	104.7	98.5	88.7	85.0
800	104.0	101.6	102.2	101.2	91.4	87.6	94.1
1000	101.5	101.0	103.1	102.9	96.4	94.2	89.8
1250	99.5	103.1	96.8	97.6	96.0	90.3	89.8
1600	100.3	98.8	98.0	98.6	94.7	91.3	92.7
2000	98.7	99.5	97.5	98.1	93.0	88.7	89.3
2500	97.4	98.1	96.3	95.8	93.9	90.3	84.6
3150	95.9	97.5	95.9	95.1	92.1	88.2	87.0
4000	96.1	95.8	95.1	93.9	91.3	87.7	84.9
5000	94.6	95.2	93.7	94.2	91.1	85.6	83.7
6300	93.6	94.3	92.9	93.4	90.0	86.6	82.3
8000	92.9	93.2	92.5	92.0	89.6	84.6	80.5
10000	91.9	91.4	91.3	90.7	88.8	83.0	80.8
12500	90.9	91.2	90.7	89.1	87.8	82.1	78.6
16000	90.6	90.0	89.8	87.5	87.7	80.8	77.8
20000	90.0	89.3	89.6	85.9	87.1	78.8	77.2

Tabell J.3 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, korrigert for bakkevirkingen, AG3, NM231.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	117.2	116.0	112.9	111.7	107.6	101.7	102.4
20	71.3	71.5	68.7	66.8	63.9	61.0	59.8
25	74.4	75.1	71.4	69.1	67.0	64.3	63.0
31.5	78.0	78.7	74.1	72.9	69.7	67.3	66.1
40	82.0	82.0	77.5	76.1	72.8	69.8	68.8
50	85.9	85.1	80.9	78.9	75.9	72.6	71.2
63	89.5	87.8	83.3	82.2	78.6	75.2	74.0
80	92.4	90.8	86.6	85.1	81.3	77.8	76.5
100	94.4	95.4	89.3	87.7	83.6	79.5	78.3
125	100.0	97.0	92.0	90.1	83.7	79.1	79.2
160	104.7	99.7	92.3	92.5	84.8	85.4	94.0
200	99.3	101.4	102.7	99.0	95.2	93.9	96.7
250	103.0	104.1	102.1	99.5	96.0	90.5	90.6
315	106.1	106.7	102.6	101.2	97.1	90.7	85.9
400	109.1	108.2	102.9	101.5	96.2	87.4	80.4
500	113.5	110.0	102.6	100.5	94.1	92.0	97.0
630	101.6	104.3	106.0	104.4	100.2	89.8	84.8
800	105.4	104.5	102.7	101.2	93.7	85.3	89.0
1000	96.0	99.1	100.2	102.0	96.9	88.9	82.5
1250	102.9	102.9	95.8	98.3	94.9	90.2	85.3
1600	98.4	99.4	96.8	97.9	95.3	89.1	86.0
2000	98.1	99.1	96.9	96.1	92.8	86.1	80.1
2500	96.3	98.0	93.6	95.0	93.4	86.1	82.7
3150	95.9	97.6	94.4	94.4	92.6	84.8	83.5
4000	94.7	96.0	93.6	93.8	91.2	87.7	81.8
5000	94.4	95.0	93.0	93.3	91.6	85.1	82.4
6300	92.7	94.1	91.4	92.1	90.1	86.4	78.6
8000	92.5	92.7	91.1	91.2	89.4	84.4	78.8
10000	91.3	91.4	90.0	90.4	88.9	82.2	77.5
12500	90.3	90.8	89.4	88.3	88.3	81.2	75.9
16000	89.9	89.5	88.5	86.7	87.8	79.9	75.5
20000	89.6	88.8	88.4	85.0	87.4	77.8	74.0

Tabell J.4 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, korrigert for bakkevirkningen, G36C.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	115.7	114.6	111.6	110.9	106.8	100.2	100.9
20	70.5	70.6	67.8	66.2	63.3	60.2	58.9
25	73.6	74.1	70.6	68.5	66.3	63.5	62.1
31.5	77.1	77.7	73.4	72.2	69.0	66.5	65.0
40	81.1	81.1	76.8	75.4	72.1	69.0	67.7
50	85.0	84.3	80.1	78.1	75.1	71.7	70.2
63	88.5	87.0	82.4	81.4	77.8	74.3	73.0
80	91.3	89.8	85.6	84.1	80.4	76.8	75.4
100	93.2	94.3	88.2	86.6	82.7	78.5	77.1
125	98.5	95.7	90.8	89.0	82.6	78.0	78.0
160	103.1	98.2	90.8	91.1	84.4	84.0	92.9
200	98.1	100.3	101.6	98.0	94.4	92.3	95.5
250	101.5	102.7	100.6	98.1	94.8	89.2	89.4
315	104.3	105.0	101.0	99.7	95.9	89.2	84.5
400	107.2	106.2	100.8	99.8	95.1	86.3	78.6
500	111.4	108.0	100.4	98.4	93.5	90.4	95.5
630	100.4	103.4	104.5	103.7	99.5	89.0	83.3
800	105.7	104.7	101.2	100.2	93.6	84.8	86.6
1000	96.8	98.7	101.1	101.7	96.3	85.8	79.6
1250	100.7	100.1	96.6	98.6	94.6	85.6	79.4
1600	98.9	98.8	95.8	98.0	94.7	87.3	82.0
2000	97.2	99.0	96.1	94.8	90.9	86.7	82.3
2500	96.2	97.2	93.6	95.0	94.3	82.8	81.5
3150	95.4	95.6	94.5	94.8	91.2	86.1	77.5
4000	94.8	95.2	93.4	93.5	90.6	87.2	82.8
5000	94.0	93.8	91.6	92.4	90.5	84.8	79.6
6300	92.3	92.8	91.1	91.7	88.9	83.8	78.5
8000	92.4	92.1	90.0	90.7	88.5	83.0	77.1
10000	91.0	90.6	89.4	89.8	87.6	81.9	77.0
12500	90.2	89.8	88.6	87.3	86.3	80.4	75.3
16000	89.6	88.6	88.2	86.0	86.3	78.8	74.1
20000	89.6	87.9	87.8	84.2	85.7	76.5	73.8

Tabell J.5 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, korrigert for bakkevirkingen, G36.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	114.6	114.3	111.5	110.1	104.6	100.6	100.7
20	69.3	69.4	66.5	64.8	61.7	58.7	57.5
25	72.5	73.0	69.2	67.1	64.6	62.1	60.7
31.5	76.0	76.6	72.0	70.8	67.3	65.0	63.8
40	80.0	80.0	75.5	74.0	70.5	67.3	66.1
50	83.9	83.2	78.8	76.6	73.4	69.9	68.3
63	87.4	85.9	81.1	79.9	75.9	72.2	70.8
80	90.2	88.7	84.2	82.6	78.4	74.5	72.9
100	92.0	93.2	86.8	85.0	80.4	75.8	74.0
125	97.4	94.6	89.3	87.2	80.2	74.8	73.3
160	102.1	97.5	89.6	89.2	82.1	82.0	89.9
200	97.3	99.5	100.5	96.2	91.4	89.9	92.6
250	100.6	102.1	99.6	96.1	91.7	86.4	86.4
315	103.4	104.6	100.2	97.9	92.9	85.7	81.2
400	106.4	106.1	100.3	98.3	92.0	82.3	77.5
500	110.3	108.1	99.9	96.8	90.1	87.9	93.3
630	98.1	103.5	105.0	103.2	97.5	85.6	82.7
800	102.9	104.6	100.8	99.4	90.8	83.1	92.0
1000	96.7	97.3	102.1	102.2	94.2	92.3	90.1
1250	101.0	100.1	96.6	98.3	93.7	92.2	92.2
1600	97.7	98.7	95.7	96.6	90.9	84.4	86.2
2000	95.6	97.5	95.5	94.7	88.3	90.8	85.3
2500	96.4	96.9	94.8	95.1	92.7	85.4	82.0
3150	95.1	95.8	94.7	94.0	91.0	89.2	81.4
4000	94.2	94.8	93.2	92.8	88.9	87.6	83.2
5000	93.6	93.6	92.5	92.2	88.8	86.3	81.3
6300	91.8	92.7	91.4	91.6	87.5	85.2	79.3
8000	91.8	91.6	90.7	90.4	87.4	83.5	78.4
10000	90.0	90.1	90.0	89.2	86.0	82.5	77.6
12500	89.4	89.4	89.0	86.8	84.7	80.9	76.5
16000	88.8	88.4	88.2	85.0	84.4	79.0	75.2
20000	88.6	87.6	88.2	83.2	83.9	76.9	74.5

Tabell J.6 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, korrigert for bakkevirkningen, C8.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	112.2	111.5	107.4	106.0	101.4	94.9	94.8
20	61.2	61.1	56.9	56.3	53.0	50.3	48.4
25	64.4	65.2	60.3	58.8	56.0	54.0	52.5
31.5	68.1	68.9	63.9	62.7	58.9	56.9	55.6
40	72.3	72.1	67.4	65.9	62.2	59.0	57.8
50	76.3	75.6	70.9	68.6	65.2	61.7	60.3
63	80.0	78.4	73.4	71.9	67.7	64.3	63.2
80	83.0	81.5	76.6	74.8	70.6	66.9	65.5
100	85.4	86.4	79.5	77.5	73.0	68.8	67.5
125	91.3	88.2	82.4	80.0	73.2	68.6	68.4
160	96.7	92.0	83.3	82.5	73.9	73.8	82.9
200	90.3	92.6	93.2	89.0	84.5	83.4	86.3
250	94.7	95.9	93.2	89.9	85.7	80.5	80.8
315	98.6	99.3	94.3	92.4	87.2	81.2	76.4
400	102.5	101.6	95.3	93.8	87.3	78.6	71.3
500	107.8	104.9	95.2	93.5	87.3	84.5	89.9
630	98.3	101.4	100.9	98.9	94.2	83.2	79.2
800	105.6	105.1	98.5	96.3	88.9	78.6	85.0
1000	97.2	98.5	99.2	98.7	91.0	85.2	82.4
1250	93.1	97.5	94.5	94.3	89.9	86.2	84.8
1600	97.3	95.7	93.3	93.2	90.7	82.6	79.8
2000	93.5	96.8	92.3	92.2	90.1	81.3	74.6
2500	93.6	93.5	91.2	90.6	88.5	78.4	72.9
3150	92.0	93.0	90.1	89.7	87.0	84.6	78.2
4000	91.3	93.4	90.0	88.7	86.6	82.4	75.7
5000	91.1	91.6	88.7	88.5	87.8	80.2	74.3
6300	89.4	90.2	87.8	87.7	84.4	79.0	70.6
8000	89.0	90.1	86.8	86.7	84.9	76.8	70.3
10000	87.6	88.2	86.2	85.5	84.0	76.9	68.9
12500	86.3	87.4	85.7	83.5	83.0	75.6	68.9
16000	86.1	86.2	84.8	81.6	82.1	74.1	68.5
20000	85.8	85.3	84.5	79.4	81.4	72.8	66.9

Tabell J.7 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, korrigert for bakkevirkingen, MP7.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	111.0	110.0	103.5	102.5	97.4	90.2	90.7
20	57.2	56.8	53.5	51.9	50.7	45.3	44.1
25	60.4	61.9	56.7	54.5	52.5	49.0	47.6
31.5	64.0	65.4	60.0	58.5	54.6	52.2	50.3
40	68.1	67.8	63.1	61.5	57.8	54.4	52.6
50	72.1	71.3	66.6	64.1	60.7	57.0	55.2
63	75.8	73.8	68.9	67.4	63.4	59.4	57.8
80	78.9	76.9	72.2	70.3	66.1	62.1	60.3
100	81.3	81.9	75.0	72.9	68.4	63.9	62.1
125	87.3	83.7	77.8	75.3	68.4	63.8	62.7
160	92.9	87.3	78.6	77.4	68.9	69.1	77.6
200	87.1	89.1	88.9	84.3	79.0	78.2	80.7
250	91.4	92.5	88.7	84.5	79.9	75.0	75.1
315	95.7	96.1	89.6	86.6	80.8	75.8	71.0
400	100.2	98.9	90.5	87.7	80.6	73.5	66.8
500	106.1	102.5	90.5	86.8	81.3	80.6	86.5
630	97.9	100.4	95.8	92.9	90.0	81.4	76.4
800	105.4	104.0	93.3	90.6	86.4	77.5	79.9
1000	97.9	98.3	94.5	95.2	89.0	78.0	73.8
1250	94.5	98.6	91.2	92.2	85.1	74.9	73.7
1600	96.4	91.5	90.9	92.2	84.0	76.6	78.8
2000	93.9	96.0	92.9	91.0	85.0	78.4	79.9
2500	93.2	93.7	89.2	90.5	85.6	77.2	76.9
3150	91.2	92.9	87.0	90.8	86.7	78.0	73.3
4000	91.3	91.8	88.3	86.3	82.1	77.0	72.7
5000	91.6	91.4	86.1	87.4	82.8	77.3	70.4
6300	89.0	89.5	86.7	86.4	82.5	76.6	70.6
8000	88.7	89.1	85.4	85.5	80.6	75.0	70.4
10000	87.1	86.8	83.9	83.8	80.6	73.4	67.7
12500	86.5	86.4	83.8	82.2	79.5	73.2	66.3
16000	85.7	84.9	82.8	80.0	78.0	70.7	65.0
20000	85.5	84.2	82.5	78.0	77.9	68.4	64.5

Tabell J.8 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, korrigert for bakkevirkningen, P90.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	109.3	109.2	105.1	104.5	100.4	94.6	93.7
20	58.0	58.1	53.1	52.2	49.2	47.0	46.6
25	61.3	61.9	55.8	54.7	52.6	50.3	49.6
31.5	64.7	65.4	58.8	58.5	55.6	53.5	52.3
40	68.0	67.9	62.7	61.5	58.5	55.8	54.8
50	72.1	71.3	66.2	64.2	61.5	58.4	57.3
63	75.7	74.0	68.5	67.6	64.0	61.0	60.0
80	78.9	77.3	72.0	70.4	66.7	63.7	62.4
100	81.3	82.3	74.7	72.9	68.9	65.2	64.0
125	86.9	83.9	77.5	75.2	68.6	64.4	63.9
160	92.1	87.0	78.0	77.2	70.2	73.3	80.7
200	86.6	88.7	90.1	86.7	83.1	81.7	84.1
250	90.9	92.0	89.4	87.0	84.0	79.1	79.2
315	94.8	95.4	90.1	88.9	84.9	79.5	75.9
400	98.6	97.6	91.0	89.7	85.0	76.0	71.5
500	103.4	100.0	90.4	89.1	85.1	83.8	89.5
630	94.6	97.3	98.4	97.9	93.8	84.8	80.0
800	101.7	100.7	94.8	93.9	88.4	80.9	84.1
1000	96.6	99.7	98.7	98.7	92.9	83.6	76.6
1250	99.1	99.1	93.5	92.7	90.3	83.9	79.2
1600	94.1	95.2	91.8	91.7	87.2	81.4	77.9
2000	96.7	97.6	91.2	92.2	82.6	76.6	73.9
2500	94.1	95.8	89.3	89.6	88.7	83.8	79.6
3150	95.1	96.8	88.9	88.8	86.4	80.7	80.1
4000	92.7	94.0	88.1	87.3	84.4	84.1	73.7
5000	89.4	90.0	87.5	86.7	82.6	82.7	76.0
6300	89.8	91.2	86.0	84.8	83.6	81.4	76.9
8000	89.3	89.4	85.1	83.3	83.3	79.8	74.3
10000	87.6	87.7	84.1	81.7	83.0	77.7	72.9
12500	86.1	86.6	83.1	78.7	80.5	77.1	71.5
16000	85.5	85.1	82.4	77.1	79.7	75.1	69.6
20000	85.6	84.9	82.4	74.7	79.7	72.8	68.7

Tabell J.9 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, korrigert for bakkevirkingen, Glock P80.



Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	106.3	106.9	101.7	99.0	94.5	88.2	86.0
20	55.2	55.0	49.9	49.1	45.6	43.2	43.3
25	58.4	59.2	52.6	51.8	48.6	46.2	45.4
31.5	61.5	62.4	55.4	55.7	51.2	49.1	46.9
40	64.6	64.5	59.2	58.1	54.9	51.3	49.8
50	68.5	67.9	62.8	60.9	57.8	54.1	52.4
63	71.9	70.3	65.1	64.2	60.4	56.9	55.2
80	75.1	73.5	68.5	67.0	63.0	59.4	57.5
100	77.6	78.6	71.1	69.4	65.3	61.0	59.2
125	83.1	80.1	73.8	71.7	64.9	60.3	60.3
160	87.9	83.3	74.4	73.7	66.1	67.4	75.3
200	82.0	84.3	85.6	81.5	76.7	75.3	77.6
250	85.8	87.0	84.9	81.6	77.2	72.0	71.1
315	89.8	90.5	85.5	83.3	77.3	71.5	65.7
400	94.3	93.4	86.0	84.0	76.1	67.4	61.4
500	100.1	97.2	85.6	82.7	76.1	72.4	77.0
630	91.9	94.9	92.4	89.7	82.5	71.8	69.1
800	99.8	99.3	89.1	85.4	76.8	67.8	75.5
1000	93.8	95.2	93.1	90.0	80.7	75.8	70.5
1250	95.1	99.5	90.8	86.3	81.9	73.0	69.5
1600	91.5	89.9	91.7	87.7	82.1	76.0	73.1
2000	93.8	97.2	91.6	88.9	82.8	77.4	75.0
2500	92.3	92.2	88.3	89.8	87.8	79.1	74.0
3150	92.3	93.3	90.9	88.7	85.3	74.4	71.7
4000	91.3	93.3	88.4	84.3	80.2	79.0	74.3
5000	87.2	87.8	85.6	83.9	80.8	76.7	73.4
6300	87.5	88.4	85.5	85.2	82.4	75.5	69.7
8000	87.0	88.0	83.9	81.4	80.3	76.7	65.8
10000	84.2	84.8	83.5	80.3	78.9	74.7	65.8
12500	83.6	84.7	82.5	79.2	79.3	73.2	67.2
16000	83.1	83.2	81.6	76.7	77.6	70.2	64.4
20000	83.1	82.7	81.2	74.5	77.3	69.2	64.2

Tabell J.10 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, korrigert for bakkevirkingen, MP5.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	113.3	112.1	109.7	108.5	104.4	98.5	98.4
20	68.4	68.3	65.2	63.6	60.9	58.6	57.6
25	71.4	71.8	68.1	65.9	63.8	61.9	60.9
31.5	74.8	75.4	71.0	69.8	66.5	64.7	63.9
40	78.8	78.8	74.2	72.8	69.6	66.9	66.4
50	82.6	81.9	77.6	75.4	72.5	69.6	68.7
63	86.1	84.5	79.7	78.6	75.0	72.0	71.3
80	88.8	87.2	82.7	81.1	77.4	74.3	73.2
100	90.6	91.7	85.1	83.4	79.3	75.5	74.1
125	95.9	92.8	87.6	85.4	78.9	74.1	73.2
160	100.3	95.1	87.4	87.1	81.4	83.2	90.9
200	95.6	97.7	98.9	95.4	91.9	90.0	92.7
250	98.7	99.9	97.5	94.9	91.5	87.0	85.9
315	101.6	102.3	97.9	96.2	91.8	86.2	80.1
400	104.8	103.8	97.8	96.3	90.4	82.9	75.7
500	109.0	104.9	96.5	94.5	90.1	87.7	91.4
630	99.4	101.8	102.8	102.4	97.6	88.6	81.0
800	103.9	102.2	97.5	96.4	90.9	83.1	86.7
1000	94.3	96.1	101.9	100.9	95.6	87.3	83.4
1250	99.6	98.3	97.0	96.9	94.2	85.7	82.4
1600	97.4	98.5	94.1	93.4	91.8	82.8	81.4
2000	95.2	96.1	94.5	93.5	87.2	86.2	80.0
2500	91.8	94.9	92.7	93.6	90.0	84.4	81.2
3150	91.2	93.8	93.0	91.0	87.9	85.7	80.9
4000	88.0	93.6	91.6	91.0	87.8	84.6	78.1
5000	87.5	92.2	91.4	91.1	88.2	82.1	76.9
6300	88.0	91.4	89.6	89.6	87.0	81.6	77.3
8000	89.7	90.3	89.4	88.4	86.4	80.1	75.2
10000	88.8	88.8	88.5	86.9	85.7	80.2	75.3
12500	85.9	88.0	88.0	84.4	84.4	79.8	74.5
16000	86.7	87.1	87.2	82.7	83.8	77.6	74.2
20000	86.4	86.3	86.8	80.6	84.4	75.5	73.7

Tabell J.11 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, korrigert for bakkevirkningen, AUG.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	114.9	113.8	110.6	110.0	106.1	101.5	101.2
20	73.1	73.0	69.4	67.2	63.7	60.3	59.1
25	76.3	76.6	72.1	69.2	66.4	63.7	62.6
31.5	79.9	80.3	74.7	73.0	69.2	66.7	65.5
40	84.0	83.7	78.1	76.1	72.2	68.9	67.7
50	88.0	86.9	81.4	78.4	74.8	71.3	70.1
63	91.6	89.7	83.4	81.6	77.1	73.6	72.7
80	94.5	92.5	86.5	84.1	79.5	76.1	74.9
100	96.3	97.0	88.7	86.1	81.5	77.6	76.4
125	101.6	97.9	90.6	87.9	80.8	76.4	75.5
160	106.3	100.3	89.8	89.3	82.9	85.2	92.3
200	101.7	102.9	101.6	97.8	95.2	92.4	95.4
250	103.5	103.7	99.5	97.0	95.0	89.5	89.9
315	104.9	104.4	99.0	98.0	94.9	89.0	85.6
400	105.1	103.6	98.4	98.0	92.7	85.1	78.2
500	106.2	102.7	97.3	95.4	91.5	89.9	95.7
630	98.4	102.7	103.8	103.3	98.7	89.7	82.2
800	105.5	104.9	98.5	97.1	89.9	82.0	82.9
1000	99.4	100.6	100.8	101.1	95.9	86.9	80.3
1250	101.3	98.8	95.9	98.9	94.5	90.1	86.4
1600	97.9	99.1	96.2	98.2	92.6	92.2	86.8
2000	97.7	98.2	94.5	95.4	91.3	89.6	84.0
2500	96.6	97.1	94.5	94.6	93.8	88.7	83.3
3150	95.1	95.2	93.2	94.9	91.6	88.4	82.3
4000	94.7	94.9	92.3	92.2	90.6	87.5	81.9
5000	94.1	93.7	91.4	92.8	90.5	87.3	80.6
6300	93.2	92.6	90.5	91.2	88.9	86.2	80.4
8000	92.3	91.6	89.7	90.2	87.9	84.6	78.5
10000	91.3	90.5	88.7	88.3	87.6	83.1	78.2
12500	90.6	89.6	88.3	85.8	86.6	82.5	77.2
16000	89.8	88.7	87.3	84.1	85.2	80.1	75.8
20000	89.5	87.7	87.3	81.7	85.8	78.0	75.2

Tabell J.12 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, korrigert for bakkevirkingen, Sauer (NM149).

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	121.4	120.2	112.1	110.1	105.7	101.1	100.5
20	73.8	73.7	70.1	68.0	64.3	61.4	59.8
25	77.0	77.3	72.9	69.9	67.3	64.3	63.1
31.5	80.7	81.0	75.6	73.8	70.0	67.1	66.0
40	84.9	84.7	79.1	77.2	73.0	69.7	68.4
50	88.9	88.0	82.6	79.5	75.9	72.1	70.7
63	92.6	90.9	84.7	82.9	78.2	74.3	73.1
80	95.7	93.9	88.0	85.5	80.3	76.6	75.1
100	97.8	98.6	90.6	87.8	82.3	77.9	76.6
125	103.9	100.5	93.0	90.1	81.8	78.0	76.5
160	109.8	104.6	93.7	92.0	82.7	83.1	88.4
200	103.1	104.7	102.9	96.6	92.0	91.3	93.2
250	107.1	108.2	102.0	96.4	92.7	86.6	88.4
315	110.8	111.1	102.0	98.0	94.2	88.0	85.1
400	114.3	113.2	102.3	98.4	92.9	86.8	76.1
500	118.0	115.0	101.9	97.1	92.1	89.2	93.9
630	100.5	106.9	102.1	103.4	96.6	86.3	80.2
800	102.8	103.6	96.4	99.4	93.0	82.5	82.4
1000	104.2	104.6	102.0	99.2	94.7	87.6	85.0
1250	102.3	107.1	100.5	97.1	92.4	89.2	88.2
1600	104.4	101.0	95.5	97.4	93.4	90.9	88.3
2000	102.1	102.4	96.6	96.2	92.3	90.7	88.7
2500	99.9	102.4	95.8	96.8	94.7	90.3	87.9
3150	98.3	100.0	94.3	95.4	92.1	89.2	84.0
4000	99.1	99.0	94.1	93.9	92.4	89.2	86.7
5000	97.7	98.1	92.9	93.0	90.4	87.5	81.9
6300	96.7	96.8	92.1	92.5	89.6	85.5	82.8
8000	96.1	96.0	91.5	91.1	89.0	84.4	80.9
10000	94.8	94.8	90.8	90.2	89.0	82.3	79.4
12500	94.0	94.0	89.8	88.5	87.5	81.2	77.8
16000	93.6	92.7	88.8	86.7	86.8	79.7	76.6
20000	93.1	91.9	88.9	84.9	86.0	77.9	75.7

Tabell J.13 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, korrigert for bakkevirkningen, MG3.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	120.9	120.0	112.4	112.0	105.5	103.8	104.8
20	73.7	73.4	69.4	67.2	63.1	59.4	58.2
25	76.9	77.1	72.2	69.0	66.0	62.6	61.2
31.5	80.7	80.9	75.0	73.0	68.8	65.5	64.6
40	84.9	84.5	78.5	76.4	71.8	67.6	66.1
50	89.0	87.9	82.0	78.6	74.6	70.1	67.9
63	92.8	90.8	84.2	82.0	76.7	72.1	70.3
80	95.9	93.8	87.5	84.7	78.8	74.5	72.5
100	98.0	98.6	89.9	86.8	80.8	76.2	74.1
125	104.0	100.5	92.3	88.9	80.2	76.7	74.2
160	109.5	104.2	93.2	90.8	81.4	83.3	87.7
200	104.8	106.2	103.4	96.7	91.9	91.9	92.6
250	108.2	109.1	102.4	97.1	93.4	86.6	88.3
315	111.3	111.5	102.3	98.8	94.6	87.5	86.1
400	114.2	113.0	102.3	99.1	93.6	87.2	79.2
500	116.8	113.9	100.8	97.9	89.7	89.5	97.8
630	100.0	107.6	101.5	104.6	96.5	90.2	89.9
800	103.1	103.6	96.3	102.2	88.0	91.2	98.5
1000	103.5	105.4	104.2	106.1	93.0	98.9	95.5
1250	101.6	106.5	98.9	98.7	93.5	92.6	96.1
1600	103.0	101.8	96.6	96.6	96.7	92.7	88.3
2000	101.5	102.4	97.3	97.2	91.2	92.2	93.1
2500	99.6	101.5	94.5	95.6	92.7	89.6	88.4
3150	98.4	100.1	95.6	95.6	92.5	88.3	86.9
4000	97.8	98.4	94.5	94.4	90.5	88.9	85.2
5000	97.5	97.7	93.6	94.1	91.1	87.7	83.3
6300	96.0	97.1	92.7	93.0	88.9	86.6	81.2
8000	94.9	95.8	91.9	92.1	89.3	85.7	79.7
10000	94.3	94.5	90.9	91.0	88.2	83.2	79.0
12500	93.1	93.9	90.3	89.4	87.4	82.2	78.5
16000	92.8	92.5	89.4	87.6	86.2	80.5	77.0
20000	92.6	91.8	89.2	86.0	86.0	78.0	77.3

Tabell J.14 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, korrigert for bakkevirkningen, FN MAG, coax.

Freq	5 deg	30 deg	70 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	114.8	113.8	111.2	111.1	107.8	101.6	100.9
20	71.7	71.9	69.6	67.8	65.4	63.0	61.8
25	74.7	75.3	72.2	70.4	68.3	66.2	64.7
31.5	78.2	78.9	74.9	73.9	71.2	68.9	67.6
40	82.1	82.2	78.3	76.9	74.3	71.3	70.2
50	85.8	85.3	81.4	79.8	77.0	73.9	72.4
63	89.1	87.8	83.7	82.8	79.5	76.4	75.0
80	91.7	90.5	86.6	85.4	81.9	78.6	76.8
100	93.3	94.7	89.2	87.6	83.6	79.8	77.5
125	98.8	96.0	91.5	90.0	82.6	79.2	77.4
160	103.7	99.0	91.9	92.0	85.9	91.3	94.4
200	96.7	99.4	101.2	97.8	97.0	95.5	95.7
250	100.0	101.7	100.7	98.5	96.9	90.7	89.5
315	102.9	103.7	100.7	99.9	96.2	89.4	86.0
400	105.7	105.1	100.5	99.6	95.7	87.0	81.3
500	109.7	106.7	98.5	97.3	94.1	89.3	93.8
630	99.3	102.1	103.1	102.9	99.8	88.2	82.3
800	105.3	104.7	99.8	99.0	93.6	83.3	78.6
1000	97.9	96.7	102.3	103.7	99.7	88.4	78.7
1250	101.4	98.3	97.0	99.7	95.3	89.8	83.9
1600	97.0	100.1	94.8	97.4	93.7	87.3	81.7
2000	98.6	97.9	95.7	96.9	91.3	81.5	80.1
2500	95.4	96.3	93.9	96.1	93.4	84.7	83.3
3150	97.0	95.4	93.8	95.4	92.3	88.0	81.0
4000	95.4	94.8	92.7	93.3	91.9	85.2	82.9
5000	94.1	94.6	92.0	93.7	91.2	84.8	79.6
6300	93.2	92.5	91.0	92.7	89.0	85.7	79.3
8000	92.6	92.4	90.3	91.5	88.8	83.6	77.5
10000	91.2	90.8	89.6	89.8	88.1	82.8	77.1
12500	90.4	89.5	88.9	88.0	87.1	82.2	76.6
16000	90.2	88.6	88.1	86.7	86.9	80.4	75.5
20000	89.6	88.0	87.9	84.6	86.7	78.4	75.0

Tabell J.15 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, korrigert for bakkevirkningen, FN MAG, mitr.

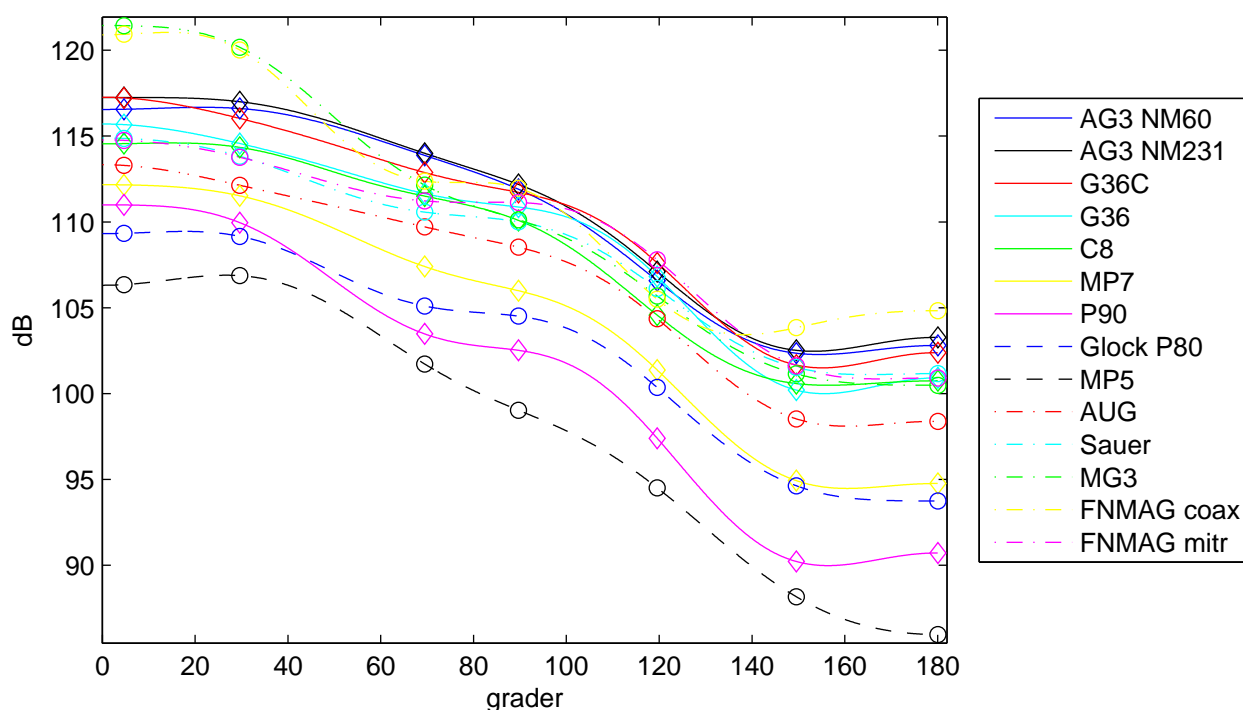
## K KOEFFISIENTER FOR SEL INTERPOLERT I MÅLEVINKELN

For å kunne beregne lydtrykket i alle retninger er det hensiktsmessig å beregne en interpolert kurve basert på målingene i 7 retninger. I (ISO/DIS 17201-1 2003) benytter man en cosinusrekke for variasjon av størrelser med målevinkelen. Vi har her tilpasset en slik cosinusrekke med 7 ledd til måledata for de 7 mikrofonene. Interpolasjonen er basert på dataene Appendiks J.

Cosinusrekka har formen

$$SEL(\theta) = \sum_{n=0}^6 a_n \cos(n\theta) \text{ dB} = a_0 \left( 1 + \sum_{n=1}^6 c_n \cos(n\theta) \right) \text{ dB.} \quad (\text{K.1})$$

Koeffisientene er gitt i Tabell K.1, og de interpolerte kurvene er plottet i Figur K.1. En slik tilpasning er gjort for hvert enkelt frekvensbånd. Vi vil her bare vise cosinusrekker for total SEL (fra tidsserien) for alle våpnene. Dette vil også gi en oversikt over direktiviteten til de forskjellige våpnene. Dersom man ønsker å finne SEL-verdier for andre vinkler som inngangsdata til beregningsprogrammer kan disse koeffisientene benyttes. Det er dette som gjøres i Appendiks L.



Figur K.1 Cosinusrekke for total SEL alle våpen.

## L FRITTFELTSVERDIER 10 M, 1/3-OKTAV SEL-SPEKTER, ALLE VÅPEN, UNIFORME VINKELSEGMENTER

Her listes det opp SEL-spekter for alle våpnene, korrigert for bakken. Verdiene er interpolert til 7 vinkler med uniform avstand. MILSTØY II krever at vi har uniforme vinkelsegmenter.

Dataene er fremkommet på samme måte som dataene i Appendiks J, bortsett fra at retningene er interpolert ved hjelp av fremgangsmåten som er beskrevet i Appendiks K. Det er benyttet et sett med retningskoeffisienter for hver frekvens.

	$a_0$	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	$c_5$	$c_6$
AG3 NM60	110.3	0.0706	-0.0100	-0.0041	0.0044	-0.0041	0.0001
AG3 NM231	110.6	0.0707	-0.0093	-0.0026	0.0052	-0.0049	0.0008
G36C	110.1	0.0695	-0.0110	0.0040	0.0065	-0.0059	0.0025
G36	108.8	0.0694	-0.0144	0.0055	0.0070	-0.0069	0.0027
C8	108.2	0.0697	-0.0100	-0.0022	0.0061	-0.0037	-0.0011
MP7	104.2	0.0852	-0.0133	0.0050	0.0045	-0.0067	0.0012
P90	100.9	0.1023	-0.0086	0.0089	0.0076	-0.0106	0.0004
Glock P80	102.6	0.0753	-0.0135	0.0071	0.0036	-0.0065	-0.0009
MP5	98.0	0.1051	-0.0145	0.0042	-0.0042	-0.0055	-0.0001
AUG	106.6	0.0697	-0.0145	0.0045	0.0056	-0.0041	0.0021
Sauer	108.4	0.0616	-0.0088	0.0057	0.0056	-0.0039	-0.0003
MG3	110.3	0.0939	0.0054	0.0068	0.0022	-0.0057	-0.0014
FNMAG coax	111.2	0.0775	0.0106	0.0008	0.0108	-0.0060	-0.0065
FNMAG mitr	108.9	0.0594	-0.0161	0.0093	0.0051	-0.0051	0.0010

Tabell K.1 Koeffisienter for total SEL alle våpen.

	0 deg	30 deg	60 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg	effMidLevel
AG3 NM60	116.6	116.6	114.7	111.9	106.5	102.3	102.8	113.0
AG3 NM231	117.2	117.0	114.9	112.1	107.0	102.5	103.3	113.4
G36C	117.3	116.0	113.6	111.7	107.5	101.6	102.4	112.7
G36	115.7	114.5	112.3	110.9	106.7	100.1	100.9	111.4
C8	114.6	114.3	112.3	110.1	104.5	100.6	100.7	110.9
MP7	112.2	111.5	108.4	106.0	101.3	94.9	94.8	107.7
P90	111.0	109.9	104.9	102.5	97.3	90.2	90.7	105.6
Glock P80	109.3	109.1	105.8	104.5	100.3	94.6	93.7	105.4
MP5	106.3	106.9	103.3	99.0	94.4	88.1	86.0	102.3
AUG	113.3	112.1	110.2	108.5	104.3	98.5	98.4	109.1
Sauer	114.9	113.8	111.2	110.0	106.0	101.5	101.2	110.6
MG3	121.5	120.1	114.2	110.1	105.6	101.1	100.5	115.5
FNMAG coax	120.9	120.0	113.8	111.9	105.4	103.9	104.8	115.4
FNMAG mitr	114.8	113.7	111.6	111.1	107.7	101.6	100.9	110.9

Tabell L.1 Total SEL (fra tidsserien) for alle våpnene, korrigert for bakken, uniforme vinkelsegmenter.



Freq	0 deg	30 deg	60 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	116.6	116.6	114.7	111.9	106.5	102.3	102.8
20	74.3	74.3	72.2	69.2	65.8	62.6	61.3
25	77.4	77.8	75.5	71.5	68.8	65.8	64.5
31.5	81.0	81.5	77.8	75.1	71.6	68.8	67.5
40	85.0	84.9	81.1	78.3	74.5	71.2	69.9
50	88.9	88.1	84.7	80.9	77.4	73.7	72.1
63	92.4	90.8	86.6	84.2	79.8	76.1	74.7
80	95.2	93.6	89.9	87.0	82.3	78.4	76.8
100	96.7	98.0	93.0	89.2	84.4	79.9	78.2
125	102.1	99.3	94.7	91.6	84.1	79.7	78.0
160	106.9	101.6	94.1	93.9	85.0	86.1	91.3
200	101.8	104.2	105.7	98.9	94.4	94.4	95.3
250	104.6	106.3	105.3	99.5	95.4	89.5	90.0
315	106.7	108.3	105.4	100.7	96.3	89.4	85.4
400	108.5	109.3	104.8	101.8	94.8	84.9	77.6
500	110.2	109.5	103.7	101.2	91.7	89.1	95.1
630	97.1	103.5	107.0	104.3	97.4	89.9	86.8
800	105.9	100.8	101.1	101.7	91.0	89.5	93.9
1000	102.1	101.6	102.9	101.3	97.0	93.2	88.9
1250	97.8	103.2	99.6	96.3	95.4	89.4	90.3
1600	100.9	97.5	97.4	98.4	92.9	91.3	92.2
2000	97.2	99.2	98.4	98.0	93.3	89.6	89.4
2500	97.2	98.1	96.3	95.0	92.4	88.7	85.6
3150	96.6	97.3	95.7	95.7	91.4	87.9	88.0
4000	95.4	95.9	95.5	94.5	91.0	87.6	84.8
5000	95.5	94.9	94.5	93.7	90.4	85.1	84.7
6300	93.7	94.3	92.6	92.9	89.1	86.8	81.9
8000	93.0	92.8	92.5	91.7	89.2	84.5	81.0
10000	91.8	91.7	91.5	90.7	87.9	83.7	80.0
12500	91.1	91.0	91.4	89.2	87.2	81.7	78.6
16000	90.7	89.6	91.3	87.3	87.1	80.4	77.9
20000	90.4	89.0	91.3	85.6	86.5	78.2	76.9

Tabell L.2 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, AG3, NM60, korrigert for bakkevirkingen, uniforme vinkelsegmenter.

Freq	0 deg	30 deg	60 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	117.2	117.0	114.9	112.1	107.0	102.5	103.3
20	74.4	74.3	72.3	69.4	66.1	62.9	61.6
25	77.5	77.9	75.6	71.6	69.0	66.2	64.7
31.5	81.1	81.6	78.0	75.3	71.7	69.1	67.6
40	85.2	85.1	81.3	78.5	74.7	71.4	70.1
50	89.1	88.3	85.0	81.1	77.6	73.9	72.4
63	92.6	91.0	86.7	84.3	80.0	76.2	74.9
80	95.4	93.7	90.0	87.0	82.4	78.5	77.0
100	97.0	98.2	93.1	89.3	84.4	79.9	78.4
125	102.4	99.4	94.6	91.4	83.9	79.0	78.3
160	107.2	101.8	94.1	93.4	85.4	86.2	93.9
200	102.3	104.7	106.3	100.0	95.6	94.0	96.4
250	105.2	106.7	105.6	99.9	96.2	90.3	90.3
315	107.6	108.8	105.4	101.1	96.5	90.0	85.6
400	109.6	109.8	104.8	101.8	94.8	85.5	78.5
500	111.9	110.0	103.5	100.6	92.3	90.1	95.2
630	96.8	104.3	107.9	104.6	98.3	88.6	85.0
800	104.1	101.6	101.7	101.2	91.2	87.7	94.1
1000	101.5	101.0	102.0	102.8	96.4	94.2	89.8
1250	99.4	103.1	98.2	97.7	95.9	90.3	89.8
1600	100.3	98.8	97.6	98.6	94.6	91.3	92.7
2000	98.6	99.5	97.6	98.1	92.9	88.7	89.3
2500	97.3	98.1	96.7	95.8	93.9	90.2	84.6
3150	95.8	97.5	96.5	95.0	92.1	88.1	87.0
4000	96.1	95.8	95.4	93.9	91.2	87.6	84.9
5000	94.5	95.2	93.9	94.2	91.0	85.5	83.7
6300	93.6	94.3	92.7	93.4	90.0	86.5	82.3
8000	92.9	93.2	92.7	92.0	89.5	84.5	80.5
10000	91.9	91.4	91.6	90.7	88.7	82.9	80.8
12500	90.9	91.2	91.4	89.1	87.8	82.0	78.6
16000	90.6	90.0	90.8	87.5	87.7	80.7	77.8
20000	90.1	89.3	91.2	85.9	87.0	78.7	77.2

Tabell L.3 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, AG3, NM231, korrigert for bakkevirkningen, uniforme vinkelsegmenter.

Freq	0 deg	30 deg	60 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	117.3	116.0	113.6	111.7	107.5	101.6	102.4
20	71.3	71.5	69.6	66.8	63.9	60.9	59.8
25	74.4	75.1	72.7	69.1	66.9	64.3	63.0
31.5	77.9	78.7	75.1	72.9	69.7	67.3	66.1
40	82.0	81.9	78.5	76.1	72.8	69.8	68.8
50	85.9	85.1	82.0	78.8	75.9	72.6	71.2
63	89.5	87.8	84.0	82.2	78.5	75.2	74.0
80	92.4	90.7	87.3	85.0	81.3	77.8	76.5
100	94.4	95.4	90.8	87.6	83.6	79.5	78.3
125	100.1	96.9	92.7	90.1	83.6	79.1	79.2
160	104.9	99.6	92.5	92.4	84.7	85.6	94.0
200	99.2	101.4	103.8	99.0	95.2	94.0	96.7
250	103.0	104.1	103.5	99.5	95.9	90.5	90.6
315	106.1	106.7	103.6	101.1	97.1	90.6	85.9
400	109.1	108.2	103.7	101.5	96.1	87.3	80.4
500	113.6	110.0	103.9	100.4	94.0	92.1	97.0
630	101.5	104.3	106.6	104.3	100.1	89.6	84.8
800	105.5	104.5	103.3	101.2	93.5	85.3	89.0
1000	95.8	99.2	99.5	102.0	96.8	88.8	82.5
1250	102.9	102.9	95.9	98.3	94.8	90.1	85.3
1600	98.3	99.4	97.0	97.9	95.3	89.0	86.0
2000	98.1	99.1	97.4	96.0	92.8	86.0	80.1
2500	96.2	98.0	94.3	95.0	93.3	86.0	82.7
3150	95.8	97.6	95.4	94.4	92.5	84.7	83.5
4000	94.6	96.0	93.7	93.8	91.2	87.6	81.8
5000	94.4	95.0	93.4	93.3	91.5	85.0	82.4
6300	92.6	94.1	91.4	92.1	90.0	86.3	78.6
8000	92.5	92.7	91.2	91.2	89.4	84.3	78.8
10000	91.3	91.4	90.2	90.4	88.8	82.1	77.5
12500	90.2	90.8	90.3	88.3	88.2	81.1	75.9
16000	89.9	89.5	89.6	86.7	87.7	79.8	75.5
20000	89.7	88.9	90.2	84.9	87.4	77.7	74.0

Tabell L.4 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, G36C, korrigert for bakkevirkingen, uniforme vinkelsegmenter.

Freq	0 deg	30 deg	60 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	115.7	114.5	112.3	110.9	106.7	100.1	100.9
20	70.5	70.5	68.6	66.2	63.3	60.1	58.9
25	73.6	74.1	71.8	68.4	66.2	63.5	62.1
31.5	77.1	77.7	74.3	72.2	69.0	66.5	65.0
40	81.1	81.1	77.8	75.3	72.1	69.0	67.7
50	85.0	84.3	81.2	78.1	75.1	71.7	70.2
63	88.5	86.9	83.1	81.4	77.7	74.2	73.0
80	91.3	89.8	86.3	84.1	80.4	76.8	75.4
100	93.1	94.3	89.7	86.6	82.6	78.4	77.1
125	98.6	95.6	91.5	89.0	82.5	77.9	78.0
160	103.2	98.1	91.1	91.1	84.2	84.1	92.9
200	98.1	100.3	102.7	97.9	94.3	92.3	95.5
250	101.4	102.7	101.9	98.1	94.7	89.2	89.4
315	104.3	105.0	102.0	99.7	95.9	89.1	84.5
400	107.2	106.1	101.6	99.8	95.0	86.2	78.6
500	111.5	107.9	101.9	98.4	93.4	90.4	95.5
630	100.2	103.5	104.9	103.7	99.4	88.8	83.3
800	105.7	104.6	102.0	100.2	93.4	84.8	86.6
1000	96.7	98.8	100.5	101.7	96.2	85.7	79.6
1250	100.7	100.1	96.3	98.6	94.5	85.5	79.4
1600	98.8	98.7	95.5	98.0	94.6	87.2	82.0
2000	97.1	99.0	96.9	94.8	90.9	86.6	82.3
2500	96.1	97.2	94.5	95.0	94.2	82.7	81.5
3150	95.4	95.6	94.1	94.8	91.1	86.0	77.5
4000	94.7	95.2	93.4	93.5	90.5	87.1	82.8
5000	94.0	93.7	91.6	92.4	90.5	84.7	79.6
6300	92.2	92.7	91.0	91.7	88.8	83.7	78.5
8000	92.4	92.0	89.9	90.7	88.4	82.9	77.1
10000	91.0	90.6	89.3	89.8	87.5	81.8	77.0
12500	90.2	89.8	89.2	87.3	86.3	80.3	75.3
16000	89.6	88.6	89.2	86.0	86.3	78.7	74.1
20000	89.7	87.9	89.4	84.1	85.6	76.4	73.8

Tabell L.5 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, G36, korrigert for bakkevirkningen, uniforme vinkelsegmenter.

Freq	0 deg	30 deg	60 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	114.6	114.3	112.3	110.1	104.5	100.6	100.7
20	69.3	69.4	67.3	64.8	61.6	58.7	57.5
25	72.4	73.0	70.4	67.1	64.5	62.1	60.7
31.5	76.0	76.6	73.0	70.8	67.3	65.0	63.8
40	80.0	80.0	76.5	73.9	70.4	67.2	66.1
50	83.9	83.2	80.0	76.6	73.4	69.9	68.3
63	87.4	85.8	81.9	79.8	75.8	72.1	70.8
80	90.2	88.7	85.1	82.5	78.3	74.5	72.9
100	91.9	93.2	88.4	84.9	80.4	75.8	74.0
125	97.5	94.5	90.1	87.2	80.1	74.7	73.3
160	102.2	97.4	90.2	89.2	82.0	82.1	89.9
200	97.2	99.6	101.7	96.2	91.4	89.9	92.6
250	100.5	102.2	101.2	96.1	91.6	86.3	86.4
315	103.3	104.6	101.6	97.9	92.8	85.6	81.2
400	106.3	106.1	101.6	98.3	91.9	82.2	77.5
500	110.3	108.0	101.7	96.8	89.9	87.9	93.3
630	97.9	103.6	106.0	103.2	97.4	85.5	82.7
800	102.8	104.6	102.2	99.4	90.6	83.2	92.0
1000	96.7	97.3	100.4	102.1	94.1	92.3	90.1
1250	101.0	100.0	96.1	98.3	93.6	92.2	92.2
1600	97.6	98.7	96.0	96.6	90.8	84.4	86.2
2000	95.5	97.5	95.2	94.6	88.3	90.8	85.3
2500	96.4	96.9	95.2	95.1	92.6	85.3	82.0
3150	95.0	95.8	94.6	94.0	91.0	89.1	81.4
4000	94.1	94.8	93.2	92.8	88.9	87.6	83.2
5000	93.6	93.6	92.4	92.2	88.8	86.2	81.3
6300	91.7	92.7	91.0	91.6	87.5	85.1	79.3
8000	91.8	91.6	90.6	90.3	87.3	83.4	78.4
10000	90.0	90.1	89.9	89.2	85.9	82.4	77.6
12500	89.4	89.4	89.6	86.7	84.7	80.8	76.5
16000	88.8	88.4	89.3	85.0	84.3	78.9	75.2
20000	88.7	87.6	90.1	83.1	83.9	76.8	74.5

Tabell L.6 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, C8, korrigert for bakkevirkingen, uniforme vinkelsegenter.

Freq	0 deg	30 deg	60 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	112.2	111.5	108.4	106.0	101.3	94.9	94.8
20	61.2	61.1	57.6	56.3	52.9	50.2	48.4
25	64.4	65.2	61.5	58.8	56.0	54.0	52.5
31.5	68.0	68.9	64.8	62.7	58.9	56.9	55.6
40	72.2	72.1	68.4	65.9	62.1	58.9	57.8
50	76.3	75.6	72.2	68.5	65.1	61.7	60.3
63	80.0	78.3	74.2	71.9	67.7	64.2	63.2
80	83.1	81.4	77.6	74.8	70.5	66.9	65.5
100	85.3	86.3	81.2	77.5	73.0	68.7	67.5
125	91.4	88.1	83.4	80.0	73.1	68.6	68.4
160	96.8	91.9	84.0	82.5	73.7	74.0	82.9
200	90.3	92.7	94.5	89.0	84.5	83.5	86.3
250	94.6	95.9	94.8	89.8	85.6	80.5	80.8
315	98.5	99.3	95.5	92.3	87.1	81.1	76.4
400	102.5	101.6	96.3	93.7	87.2	78.4	71.3
500	107.9	104.8	96.9	93.5	87.2	84.6	89.9
630	98.2	101.4	102.0	98.9	94.0	83.0	79.2
800	105.6	105.1	100.5	96.3	88.7	78.6	85.0
1000	97.1	98.5	98.8	98.7	90.9	85.2	82.4
1250	92.9	97.5	95.3	94.3	89.8	86.2	84.8
1600	97.4	95.7	93.6	93.2	90.6	82.5	79.8
2000	93.3	96.9	93.5	92.2	90.0	81.1	74.6
2500	93.6	93.5	92.0	90.6	88.4	78.3	72.9
3150	92.0	93.0	90.4	89.6	86.9	84.5	78.2
4000	91.2	93.4	91.0	88.6	86.6	82.3	75.7
5000	91.0	91.6	89.5	88.5	87.7	80.1	74.3
6300	89.3	90.2	87.9	87.7	84.3	78.9	70.6
8000	88.9	90.1	87.5	86.7	84.8	76.7	70.3
10000	87.6	88.2	86.8	85.5	84.0	76.7	68.9
12500	86.3	87.4	86.9	83.5	82.9	75.4	68.9
16000	86.1	86.2	86.4	81.6	82.1	74.0	68.5
20000	85.8	85.4	86.7	79.4	81.4	72.6	66.9

Tabell L.7 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, MP7, korrigert for bakkevirkningen, uniforme vinkelsegmenter.

Freq	0 deg	30 deg	60 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	111.0	109.9	104.9	102.5	97.3	90.2	90.7
20	57.2	56.8	54.7	51.9	50.6	45.2	44.1
25	60.3	61.9	58.5	54.5	52.4	48.9	47.6
31.5	63.9	65.4	61.3	58.4	54.6	52.2	50.3
40	68.1	67.7	64.1	61.5	57.7	54.3	52.6
50	72.1	71.3	67.9	64.1	60.7	57.0	55.2
63	75.9	73.8	69.7	67.4	63.3	59.4	57.8
80	79.0	76.9	73.1	70.3	66.0	62.1	60.3
100	81.2	81.9	76.6	72.9	68.3	63.8	62.1
125	87.5	83.6	78.6	75.2	68.3	63.7	62.7
160	93.1	87.2	79.3	77.4	68.7	69.3	77.6
200	87.0	89.2	90.4	84.2	78.9	78.2	80.7
250	91.4	92.5	90.7	84.4	79.8	75.0	75.1
315	95.7	96.1	91.2	86.5	80.7	75.7	71.0
400	100.2	98.8	92.1	87.6	80.5	73.4	66.8
500	106.2	102.4	93.1	86.7	81.2	80.7	86.5
630	97.8	100.5	97.8	92.9	89.9	81.3	76.4
800	105.4	103.9	96.1	90.6	86.2	77.4	79.9
1000	97.9	98.3	94.8	95.2	88.8	77.9	73.8
1250	94.3	98.6	92.5	92.2	84.9	74.8	73.7
1600	96.6	91.4	89.7	92.2	83.8	76.6	78.8
2000	93.8	96.1	94.2	90.9	84.9	78.4	79.9
2500	93.1	93.7	89.7	90.5	85.5	77.2	76.9
3150	91.1	92.9	86.9	90.8	86.5	77.9	73.3
4000	91.3	91.7	89.2	86.3	82.0	76.9	72.7
5000	91.5	91.3	86.1	87.4	82.7	77.1	70.4
6300	88.9	89.5	86.9	86.4	82.4	76.5	70.6
8000	88.6	89.1	85.6	85.5	80.5	74.9	70.4
10000	87.1	86.8	84.2	83.8	80.5	73.3	67.7
12500	86.5	86.4	84.6	82.1	79.4	73.0	66.3
16000	85.7	84.9	83.9	80.0	78.0	70.6	65.0
20000	85.6	84.2	84.5	78.0	77.8	68.2	64.5

Tabell L.8 Frittfelts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, P90, korrigert for bakkevirkningen, uniforme vinkelsegementer.

Freq	0 deg	30 deg	60 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	109.3	109.1	105.8	104.5	100.3	94.6	93.7
20	57.9	58.1	54.1	52.2	49.2	47.0	46.6
25	61.2	61.9	57.2	54.6	52.5	50.3	49.6
31.5	64.6	65.3	59.9	58.5	55.5	53.5	52.3
40	68.0	67.9	63.8	61.4	58.4	55.7	54.8
50	72.1	71.3	67.5	64.2	61.5	58.4	57.3
63	75.7	74.0	69.4	67.6	64.0	61.0	60.0
80	78.9	77.2	72.9	70.4	66.6	63.6	62.4
100	81.2	82.3	76.5	72.9	68.9	65.2	64.0
125	87.0	83.9	78.5	75.2	68.5	64.4	63.9
160	92.2	86.9	78.6	77.2	70.1	73.4	80.7
200	86.6	88.8	91.1	86.7	83.0	81.7	84.1
250	90.8	92.0	90.8	87.0	83.9	79.0	79.2
315	94.8	95.4	91.2	88.9	84.9	79.4	75.9
400	98.6	97.6	92.3	89.7	84.9	75.8	71.5
500	103.5	99.9	92.1	89.1	85.0	83.9	89.5
630	94.5	97.3	98.6	97.9	93.7	84.6	80.0
800	101.7	100.7	96.0	93.9	88.3	80.9	84.1
1000	96.4	99.8	98.9	98.7	92.7	83.5	76.6
1250	99.0	99.0	94.6	92.7	90.2	83.8	79.2
1600	94.0	95.1	92.3	91.6	87.1	81.3	77.9
2000	96.5	97.6	91.4	92.2	82.4	76.5	73.9
2500	94.0	95.8	90.6	89.6	88.7	83.7	79.6
3150	95.0	96.8	90.6	88.9	86.3	80.6	80.1
4000	92.6	94.0	88.8	87.2	84.4	83.9	73.7
5000	89.4	90.0	87.4	86.6	82.6	82.6	76.0
6300	89.7	91.2	87.2	84.8	83.6	81.3	76.9
8000	89.3	89.4	86.3	83.3	83.3	79.7	74.3
10000	87.6	87.7	85.8	81.7	83.0	77.6	72.9
12500	86.0	86.6	85.3	78.7	80.6	77.0	71.5
16000	85.6	85.1	84.9	77.1	79.8	75.0	69.6
20000	85.7	84.9	86.0	74.7	79.7	72.6	68.7

Tabell L.9 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, Glock P80, korrigert for bakkevirkningen, uniforme vinkelsegmenter.



Freq	0 deg	30 deg	60 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	106.3	106.9	103.3	99.0	94.4	88.1	86.0
20	55.1	55.0	50.8	49.1	45.5	43.2	43.3
25	58.3	59.2	53.9	51.8	48.5	46.2	45.4
31.5	61.4	62.3	56.1	55.7	51.2	49.1	46.9
40	64.5	64.4	60.3	58.1	54.8	51.2	49.8
50	68.6	67.8	64.1	60.9	57.7	54.1	52.4
63	72.0	70.3	65.8	64.2	60.4	56.8	55.2
80	75.1	73.4	69.3	66.9	62.9	59.3	57.5
100	77.5	78.6	72.8	69.4	65.2	61.0	59.2
125	83.2	80.0	74.7	71.7	64.8	60.3	60.3
160	88.1	83.2	75.1	73.7	66.0	67.5	75.3
200	81.9	84.4	86.6	81.5	76.7	75.3	77.6
250	85.7	87.0	86.3	81.6	77.1	71.9	71.1
315	89.7	90.5	86.6	83.3	77.2	71.4	65.7
400	94.3	93.4	87.3	83.9	75.9	67.3	61.4
500	100.1	97.1	87.9	82.7	76.0	72.5	77.0
630	91.7	95.0	93.9	89.6	82.3	71.7	69.1
800	99.8	99.3	92.1	85.4	76.6	67.9	75.5
1000	93.7	95.2	93.7	89.9	80.6	75.7	70.5
1250	94.9	99.5	94.3	86.3	81.8	72.9	69.5
1600	91.6	89.9	92.1	87.6	82.0	75.9	73.1
2000	93.7	97.2	93.4	88.9	82.7	77.3	75.0
2500	92.3	92.2	88.6	89.9	87.7	78.9	74.0
3150	92.3	93.3	92.4	88.6	85.1	74.3	71.7
4000	91.2	93.3	90.2	84.3	80.2	78.9	74.3
5000	87.2	87.8	86.4	83.9	80.8	76.6	73.4
6300	87.5	88.4	86.0	85.2	82.3	75.4	69.7
8000	86.9	88.0	85.1	81.4	80.3	76.5	65.8
10000	84.2	84.8	84.5	80.3	78.9	74.5	65.8
12500	83.6	84.7	84.1	79.2	79.3	73.0	67.2
16000	83.1	83.2	83.8	76.7	77.6	70.1	64.4
20000	83.2	82.7	84.2	74.4	77.3	69.0	64.2

Tabell L.10 Frittfelts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, MP5, korrigert for bakkevirkingen, uniforme vinkelsegenter.

Freq	0 deg	30 deg	60 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	113.3	112.1	110.2	108.5	104.3	98.5	98.4
20	68.4	68.3	66.1	63.6	60.9	58.6	57.6
25	71.3	71.8	69.3	65.9	63.8	61.9	60.9
31.5	74.8	75.4	71.9	69.7	66.5	64.7	63.9
40	78.8	78.7	75.2	72.8	69.5	66.9	66.4
50	82.6	81.9	78.8	75.4	72.5	69.6	68.7
63	86.1	84.5	80.5	78.6	74.9	71.9	71.3
80	88.8	87.2	83.6	81.1	77.4	74.3	73.2
100	90.5	91.7	86.7	83.3	79.3	75.4	74.1
125	96.0	92.7	88.3	85.4	78.8	74.1	73.2
160	100.4	95.0	87.9	87.1	81.3	83.3	90.9
200	95.5	97.7	99.9	95.3	91.8	90.0	92.7
250	98.7	99.9	98.8	94.9	91.5	87.0	85.9
315	101.5	102.3	98.8	96.2	91.8	86.1	80.1
400	104.8	103.8	98.7	96.3	90.3	82.7	75.7
500	109.1	104.8	98.0	94.4	90.0	87.8	91.4
630	99.3	101.8	102.8	102.3	97.5	88.4	81.0
800	103.9	102.2	98.5	96.4	90.7	83.1	86.7
1000	94.3	96.1	101.2	100.9	95.5	87.2	83.4
1250	99.7	98.3	97.2	96.9	94.1	85.6	82.4
1600	97.3	98.5	95.6	93.4	91.7	82.7	81.4
2000	95.1	96.1	94.3	93.4	87.2	86.1	80.0
2500	91.6	94.9	93.0	93.6	89.9	84.3	81.2
3150	91.1	93.8	93.7	91.0	87.9	85.6	80.9
4000	87.7	93.7	92.4	91.0	87.8	84.5	78.1
5000	87.3	92.2	92.0	91.1	88.1	82.0	76.9
6300	87.8	91.4	90.1	89.6	86.9	81.6	77.3
8000	89.7	90.3	89.9	88.4	86.4	80.0	75.2
10000	88.9	88.8	89.0	86.8	85.6	80.1	75.3
12500	85.9	88.1	89.4	84.4	84.4	79.7	74.5
16000	86.7	87.1	89.0	82.7	83.8	77.5	74.2
20000	86.5	86.3	89.6	80.6	84.4	75.4	73.7

Tabell L.11 Frittfeltets 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, AUG, korrigert for bakkevirkningen, uniforme vinkelsegmenter.

Freq	0 deg	30 deg	60 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	114.9	113.8	111.2	110.0	106.0	101.5	101.2
20	73.1	73.0	70.5	67.2	63.6	60.3	59.1
25	76.2	76.6	73.7	69.1	66.4	63.7	62.6
31.5	79.9	80.3	76.0	73.0	69.1	66.7	65.5
40	84.0	83.7	79.4	76.0	72.1	68.8	67.7
50	88.0	86.9	83.0	78.4	74.8	71.3	70.1
63	91.7	89.7	84.6	81.5	77.1	73.6	72.7
80	94.5	92.5	87.7	84.0	79.5	76.1	74.9
100	96.2	96.9	90.7	86.1	81.4	77.5	76.4
125	101.7	97.8	91.7	87.9	80.7	76.4	75.5
160	106.4	100.2	90.6	89.2	82.8	85.4	92.3
200	101.7	102.9	103.3	97.8	95.2	92.4	95.4
250	103.5	103.7	101.2	97.0	94.9	89.5	89.9
315	104.9	104.4	100.1	98.0	94.8	88.9	85.6
400	105.1	103.6	98.8	98.0	92.6	84.9	78.2
500	106.3	102.6	98.4	95.3	91.5	90.0	95.7
630	98.2	102.8	104.0	103.3	98.6	89.5	82.2
800	105.5	104.9	99.8	97.1	89.7	82.0	82.9
1000	99.4	100.6	100.5	101.0	95.8	86.8	80.3
1250	101.3	98.7	94.7	98.9	94.4	90.0	86.4
1600	97.8	99.0	95.4	98.1	92.5	92.1	86.8
2000	97.6	98.2	94.3	95.4	91.2	89.5	84.0
2500	96.6	97.1	95.0	94.6	93.8	88.6	83.3
3150	95.0	95.2	92.6	94.9	91.5	88.3	82.3
4000	94.7	94.9	92.5	92.2	90.6	87.4	81.9
5000	94.1	93.6	90.9	92.8	90.5	87.2	80.6
6300	93.2	92.6	90.2	91.2	88.9	86.1	80.4
8000	92.3	91.5	89.4	90.1	87.9	84.5	78.5
10000	91.4	90.5	89.1	88.3	87.6	83.0	78.2
12500	90.7	89.6	89.3	85.8	86.6	82.4	77.2
16000	89.9	88.7	88.6	84.1	85.2	80.0	75.8
20000	89.6	87.7	89.8	81.6	85.8	77.9	75.2

Tabell L.12 Frittfelts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, Sauer (NMI49), korrigert for bakkevirkningen, uniforme vinkelsegmenter.

Freq	0 deg	30 deg	60 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	121.5	120.1	114.2	110.1	105.6	101.1	100.5
20	73.7	73.7	71.2	68.0	64.2	61.3	59.8
25	77.0	77.3	74.5	69.9	67.2	64.3	63.1
31.5	80.7	81.0	76.9	73.8	69.9	67.1	66.0
40	84.9	84.6	80.3	77.1	72.9	69.7	68.4
50	88.9	87.9	84.2	79.4	75.8	72.1	70.7
63	92.7	90.8	85.8	82.9	78.1	74.3	73.1
80	95.8	93.8	89.2	85.5	80.3	76.5	75.1
100	97.8	98.5	92.6	87.8	82.2	77.9	76.6
125	104.0	100.4	94.0	90.0	81.7	78.0	76.5
160	109.9	104.5	94.8	91.9	82.6	83.2	88.4
200	103.0	104.8	105.1	96.5	91.9	91.3	93.2
250	107.0	108.2	105.1	96.3	92.6	86.6	88.4
315	110.7	111.1	104.8	98.0	94.2	87.9	85.1
400	114.3	113.1	104.6	98.3	92.9	86.7	76.1
500	118.1	114.9	105.3	97.0	92.0	89.3	93.9
630	100.2	107.0	102.9	103.4	96.5	86.2	80.2
800	102.7	103.6	96.8	99.4	92.8	82.4	82.4
1000	104.2	104.6	103.3	99.2	94.7	87.5	85.0
1250	102.1	107.1	102.9	97.1	92.3	89.2	88.2
1600	104.5	100.9	94.9	97.4	93.3	90.9	88.3
2000	102.0	102.3	97.3	96.2	92.3	90.7	88.7
2500	99.7	102.4	96.8	96.8	94.7	90.3	87.9
3150	98.1	100.0	94.7	95.4	92.1	89.1	84.0
4000	99.0	99.0	94.9	93.9	92.4	89.1	86.7
5000	97.7	98.1	93.5	93.0	90.4	87.4	81.9
6300	96.6	96.7	92.6	92.5	89.6	85.4	82.8
8000	96.1	96.0	92.2	91.1	88.9	84.4	80.9
10000	94.8	94.8	91.8	90.2	88.9	82.3	79.4
12500	94.0	93.9	91.0	88.5	87.4	81.1	77.8
16000	93.6	92.7	90.4	86.7	86.8	79.6	76.6
20000	93.2	91.9	91.1	84.9	86.0	77.8	75.7

Tabell L.13 Fritt felts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, MG3, korrigert for bakkevirkningen, uniforme vinkelsegmenter.

Freq	0 deg	30 deg	60 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	120.9	120.0	113.8	111.9	105.4	103.9	104.8
20	73.7	73.4	70.6	67.1	63.0	59.4	58.2
25	76.9	77.1	73.9	69.0	66.0	62.5	61.2
31.5	80.7	80.9	76.4	73.0	68.7	65.5	64.6
40	84.9	84.5	79.9	76.3	71.7	67.6	66.1
50	89.0	87.9	83.8	78.5	74.5	70.0	67.9
63	92.8	90.8	85.4	82.0	76.6	72.1	70.3
80	95.9	93.8	88.8	84.6	78.7	74.4	72.5
100	97.9	98.6	92.0	86.8	80.7	76.1	74.1
125	104.1	100.4	93.6	88.8	80.1	76.6	74.2
160	109.6	104.1	94.3	90.8	81.3	83.4	87.7
200	104.8	106.2	105.8	96.6	91.9	92.0	92.6
250	108.1	109.1	105.6	97.0	93.3	86.5	88.3
315	111.2	111.5	105.0	98.7	94.5	87.4	86.1
400	114.1	113.0	104.5	99.0	93.5	87.0	79.2
500	116.8	113.8	103.2	97.9	89.6	89.7	97.8
630	99.6	107.6	102.0	104.6	96.3	90.1	89.9
800	103.0	103.5	94.3	102.2	87.8	91.4	98.5
1000	103.3	105.4	102.0	106.0	93.0	99.0	95.5
1250	101.3	106.6	100.6	98.7	93.4	92.7	96.1
1600	103.0	101.7	97.4	96.6	96.7	92.6	88.3
2000	101.4	102.4	97.6	97.2	91.2	92.2	93.1
2500	99.4	101.5	95.4	95.6	92.6	89.6	88.4
3150	98.3	100.1	96.4	95.6	92.5	88.2	86.9
4000	97.8	98.4	94.8	94.4	90.4	88.8	85.2
5000	97.4	97.6	93.8	94.1	91.1	87.7	83.3
6300	95.9	97.1	92.9	93.0	88.9	86.5	81.2
8000	94.9	95.8	92.2	92.1	89.3	85.6	79.7
10000	94.3	94.4	91.3	91.0	88.1	83.1	79.0
12500	93.1	93.9	91.2	89.4	87.4	82.1	78.5
16000	92.8	92.5	90.5	87.6	86.2	80.5	77.0
20000	92.6	91.8	91.1	86.0	85.9	77.9	77.3

Tabell L.14 Frittfelts 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, FN MAG, coax, korrigert for bakkevirkningen, uniforme vinkelsegmenter.

Freq	0 deg	30 deg	60 deg	90 deg	120 deg	150 deg	180 deg
SEL	114.8	113.7	111.6	111.1	107.7	101.6	100.9
20	71.7	71.9	70.4	67.8	65.4	63.0	61.8
25	74.7	75.3	73.2	70.4	68.3	66.2	64.7
31.5	78.1	78.9	75.8	73.9	71.2	68.9	67.6
40	82.1	82.2	79.2	76.9	74.2	71.3	70.2
50	85.8	85.2	82.4	79.8	77.0	73.9	72.4
63	89.2	87.8	84.3	82.8	79.5	76.3	75.0
80	91.8	90.5	87.2	85.4	81.9	78.6	76.8
100	93.2	94.7	90.5	87.5	83.6	79.8	77.5
125	98.9	96.0	91.8	89.9	82.5	79.2	77.4
160	103.8	98.8	91.7	91.9	85.9	91.4	94.4
200	96.6	99.5	102.4	97.8	97.0	95.5	95.7
250	99.9	101.7	102.0	98.5	96.9	90.6	89.5
315	102.9	103.7	101.4	99.9	96.1	89.3	86.0
400	105.7	105.1	101.4	99.6	95.6	86.9	81.3
500	109.8	106.7	100.2	97.3	94.0	89.3	93.8
630	99.2	102.1	103.5	102.9	99.7	88.1	82.3
800	105.3	104.7	100.8	99.0	93.5	83.2	78.6
1000	98.0	96.7	100.6	103.7	99.6	88.2	78.7
1250	101.5	98.2	95.6	99.7	95.2	89.7	83.9
1600	96.8	100.1	95.0	97.4	93.6	87.2	81.7
2000	98.6	97.9	95.6	96.9	91.1	81.4	80.1
2500	95.4	96.3	93.9	96.2	93.3	84.6	83.3
3150	97.0	95.4	92.9	95.3	92.3	87.9	81.0
4000	95.4	94.8	92.9	93.3	91.8	85.1	82.9
5000	94.0	94.6	91.8	93.7	91.1	84.7	79.6
6300	93.2	92.5	90.2	92.7	89.0	85.6	79.3
8000	92.5	92.4	90.0	91.5	88.7	83.5	77.5
10000	91.2	90.8	89.5	89.8	88.0	82.7	77.1
12500	90.5	89.5	89.2	88.0	87.1	82.1	76.6
16000	90.2	88.6	88.7	86.7	86.8	80.3	75.5
20000	89.7	88.0	89.4	84.6	86.6	78.2	75.0

Tabell L.15 Frittfeltets 1/3-oktav SEL-spekter, 10 m, FN MAG, mitr, korrigert for bakkevirkningen, uniforme vinkelsegmenter.