



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Undersøgelse af støj fra haglvåben **Del 2**

Miljøprojekt nr. 2042

September 2018

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion: Claus Backalarz, Referencelaboratorium for Støjmålinger
Bo Søndergaard, Sweco Danmark A/S

ISBN: 978-87-93710-79-5

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

1.	Baggrund	4
2.	Projektplan	5
2.1	Projektplan Del 1, 2017	5
2.2	Projektplan Del 2, 2018	5
2.2.1	Målinger	5
2.2.2	Analysen	6
2.2.3	Undersøgelse af impulsstøjs udbredelse	6
2.2.4	Undersøgelse af patronernes opbygning	6
2.2.5	Notat med anbefalinger	6
3.	Målinger 2018	7
3.1	Måleresultater	10
3.1.1	Udgangsværdier og vandret direktivitet	10
3.1.2	Udgangsværdier og elevation	12
3.1.3	Støjberegning og lydudbredelse	14
4.	Udbredelse af impulstøj	18
5.	Konklusion	19
6.	Anbefalinger	20
7.	Referencer	21
	Bilag 1 Udbredelse af impulsstøj	22
	Bilag 2 Fotos og figurer	41
	Bilag 3 Vejrforhold under målingerne i Karup	46
	Bilag 4 Måleblade	48
	Bilag 5 Anvendt måleudstyr	61

1. Baggrund

Miljøstyrelsen og Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger (Referencelaboratoriet) har over en periode modtaget henvendelser, der indikerer, at der kan være store forskelle mellem målte og beregnede støjniveauer for skudstøj, når der skydes med haglvåben. Der er meldt om målte værdier, der ligger 4-7 dB over de beregnede værdier.

Dette foranledigede, at Miljøstyrelsen igangsatte en undersøgelse af støj fra haglvåben. Undersøgelsen blev gennemført i 2017 forestået af SWECO og Referencelaboratoriet.

Undersøgelsen blev rapporteret i "Undersøgelse af støj fra haglvåben Del 1" i oktober 2017 [18]. Rapporten konkluderede, at 2-3 dB af forskellen mellem målte og beregnede værdier af $L_{pA,1}$ kunne forklares med, at udgangsværdierne for haglvåben i 1996 blev målt over hovedsageligt porøst terræn som angivet i metoden NT ACOU 099 [12], og at ca. 1 dB af forskellen kunne tilskrives, at haglpatronerne er blevet en smule mere støjende siden 1996, hvor målingerne, der ligger til grund for de gældende udgangsværdier, blev foretaget.

Det var således ikke hele forskellen på 4-7 dB, der kunne forklares efter undersøgelsen i 2017. Delresultater indikerede, at den forholdsvis grove bestemmelse af våbnets vandrette direktivitet i 45° spring, som anbefales i [12], kunne være medvirkende til, at beregningsresultaterne afveg fra måleresultaterne. Ligeledes fremkom den tese, at de små og hurtigt skiftende meteorologiske forhold, der hele tiden forekommer i atmosfæren (og som påvirker lydets udbredelse afgørende), kombineret med en ukendt direktivitet omkring skudretningen kunne forklare en del af afvigelsen på 4-7 dB.

Derfor igangsatte Miljøstyrelsen i foråret 2018 en udvidelse af undersøgelsen, hvori yderligere målinger skulle foretages for at afklare direktivitets og meteorologiens indflydelse. Ligeledes blev det besluttet at undersøge, om der er forskelle i patronernes opbygning, herunder størrelsen af krudt- og haglladninger. Del 2 af undersøgelsen om støj fra haglvåben er beskrevet i denne rapport, dog rapporteres patronundersøgelsen i en separat rapport, da forholdsregler bl.a. vedrørende sikkerhed har forsinket undersøgelsen.

Bo Søndergaard, Niels F. Christensen og Bo Lithén Madsen fra SWECO samt Birger Plovsing og Claus Backalarz fra Referencelaboratoriet har medvirket til undersøgelsens Del 1 og Del 2.

2. Projektplan

Referencelaboratoriet og SWECO's lydafdeling Acoustica har udarbejdet følgende plan for den samlede undersøgelse:

2.1 Projektplan Del 1, 2017

- Litteraturundersøgelse af tidligere undersøgelser i bl.a. 1996 og 1998, der ligger til grund for de nuværende udgangsværdier.
- Undersøgelse af den gældende meteorologiske ramme, når der måles støj fra håndvåben.
- Opgørelse vedr. ammunition og våben i samarbejde med Danmarks Jægerforbund, skydebaner og ammunitionsimportører.
- Nye målinger på aktuelle haglpatroner og -våben. Disse blev udført 27. april 2017 i Tirstrup Lufthavn. Der blev målt på 3 forskellige haglvåben, 25 forskellige ammunitionstyper, i fem forskellige vinkler om skytten i det vandrette plan og fire forskellige elevationer (vinkler i det lodrette plan).
- Rapportering (se [18]).

2.2 Projektplan Del 2, 2018

Den oprindelige projektplan for Del 2 er beskrevet herunder. Lokale forhold har gjort det nødvendigt at tilpasse planen til, hvad der i praksis var muligt. Der blev blandt andet målt i tre afstande i skudretningen (udover udgangsværdimålingerne i 10 m afstand), og stabile meteorologiske forhold under målingerne den 16. januar 2018 overflødiggjorde mere end én måledag. Målinger med negative elevationer (som kan forekomme på sportingsbaner) lod sig ikke gøre af sikkerhedsmæssige årsager.

2.2.1 Målinger

Måling af udgangsværdien med finere opløsning i skudretningen (fx 0, 15, 30 og 45 grader) med Nordtest-metoden [12] samt målinger med henblik på at beskrive udgangsværdierne ved elevationer fra 0 til 30 grader. Muligvis også ved negative elevationer, fx -15 grader.

Samtidigt med målinger af udgangsværdierne foretages målinger i 2 afstande fra 500 til 1500 m i skudretningen til afklaring af sammenhæng mellem målte og beregnede værdier.

Med en valgt elevation foretages målinger i fjernfeltet med skudretningerne fx 0, 10, 20, 30, 40, 45 og 90 grader i forhold til sigtelinjen mellem skytte og immissionspunkt.

Alle målinger foretages med samme våben og samme type ammunition, idet virkningerne ved at variere disse parametre er afdækket i første undersøgelse.

Der foretages 1-3 målekampanjer.

2.2.2 Analyser

I analyserne sammenlignes udgangsværdierne for alle målingerne for at se på variationen for de forskellige elevationer. For alle kombinationer beregnes støjbelastningen i de fjerntliggende målepunkter. Fjernfeltmålingerne sammenlignes med henblik på at vurdere afhængigheden af elevationen og evt. den vandrette direktivitet. Mulige sammenhænge til meteorologien under målingen undersøges.

2.2.3 Undersøgelse af impulsstøjs udbredelse

Beregningsmetoder for støjudbredelse herunder den nordiske metode (som i store træk benyttes ved beregninger af skudstøj) forudsætter, at niveauet af støjen, der udsendes fra kilden, er nogenlunde konstant. Dette er ikke tilfældet for skudstøj, hvor støjen fra et skud i løbet af få millisekunder "afvikles", dvs. opbygges fra stilhed til maksimalniveau og tilbage til stilhed. I denne del af undersøgelse forsøges det at klarlægge, om de tidsmæssige forskelle mellem konstant støj og skudstøj kan forklare en del af de uoverensstemmelser mellem beregninger og målinger, der var udgangspunktet for den samlede undersøgelse.

2.2.4 Undersøgelse af patronernes opbygning

I samarbejde med ammunitionskyndige adskilles alle eller et udvalg af de 25 undersøgte patron typer (typisk 1-2 af hver) for at undersøge, om der er en sammenhæng mellem den målte udgangsværdi og den fysiske opbygning af patronen, herunder fx krudtladningens vægt og type, haglenes samlede vægt, størrelse og geometri, haglskålens udformning og materiale m.m. Desuden undersøges, om hagl- og krudtmængden svarer til opgivelserne fra leverandørerne samt den statistiske spredning af disse parametre indenfor 2-3 patron typer.

2.2.5 Notat med anbefalinger

Resultaterne fra målingerne systematiseres, og der drages de mulige konklusioner. Et notat skrives, der beskriver undersøgelsen og konklusionen af denne. Om muligt formuleres anbefalinger til fx ændrede udgangsværdier, krav til meteorologi under målinger hos naboerne og målesetup ved måling af udgangsværdier.

3. Målinger 2018

I forbindelse med målekampen er der gennemført måling af kildestøjen som anført i Nordtest-metoden NT ACOU 099 appendix C [12]. Fokus har været på støjen omkring skudretningen, så måleopstilling har omfattet måling i retningerne -15° , 0° , 15° , 30° og 45° relativt til skudretningen. Dermed er den vandrette direktivitet målt med 3 gange så høj opløsning, som målemetoden foreskriver. Under målingerne blev elevationen varieret fra 60° over 45° , 30° og 15° til 0° (vandret). Alle målinger af kildestøjen foregik med akustisk hårdt terræn mellem skytte og alle 5 målemikrofoner på terræn.

Til sammenligning angiver NT ACOU 099 [12], at kildestøjen alene skal måles med elevationen 30° og i vinklerne 0° , 45° , 90° , 135° og 180° i forhold til skudretning. Metoden tillader, at der måles over akustisk porøst terræn mellem skytte og mikrofon bortset fra, at mikrofonen skal ligge på en hård plade på mindst 1,0 m x 1,5 m.

Samtidigt med målingerne af kildestøjen blev støjen registreret i 3 afstande: 400 m, 1200 m og 1500 m i højderne 2 m og 5 m over lokalt terræn.

Målingerne blev foretaget i Forsvarets terræn nord for Karup Lufthavn. Placeringer af gevær/måleopstilling er vist i Figur 1 og Figur 2. Fjernfeltets målepositioner er vist i Bilag 2 Fotos og figurer, Foto 2.



Figur 1. Måleopstilling for måling af udgangsværdier. Mikrofoner er monteret mod det hårde underlag og fastgjort med dobbeltklæbende tape.



Figur 2. Opstilling for måling af udgangsværdier. Skudretningen 0° er markeret med en pind.

Kildestyrken blev registreret af SWECO. For hver kombination af våben og ammunition blev der målt på 20 enkeltskud. Lyden fra hvert skud blev registreret med måleprogrammet "12 ch. Data Recorder" ver. 2.3.0. og lagret på computeren med samplefrekvensen 51,2 kHz. Programmet trigger selv på lyden af de enkelte skud og optager lyden fra samtlige mikrofoner i et fastsat tidsinterval før og efter det registrerede skud. Målingerne i de 3 fjernfelsespositioner blev foretaget af Referencelaboratoriet med mikrofoner koblet til harddiskoptagere. Lyden blev optaget kontinuert henover samtlige måleserier, bortset fra serierne -1, -2, -3 og -4.

Alle målinger blev efterfølgende analyseret af SWECO med pc-programmet "Skudanalyse ver. 2.0.1", der bestemmer de lineære lydtrykniveauer pr. 1/1-oktavbånd i området 63 Hz til 8 kHz samt det totale lineære peak-lydtrykniveau, $L_{p,peak}$. Her udvælges manuelt den del af signalet, der ønskes analyseret, således at projektilstøj og refleksioner redigeres væk. Der er valgt et tidsvindue på ca. 35 ms omkring mundingsstøjen i form af et cosine-taperet vindue.

Oktavanalysen blev efterfølgende foretaget med en integrationstid på 5 s, idet signalet før og efter det valgte tidsvindue sættes til nul. For at tilnærme en eksponentiel tidsvægtning (I), hvilket for kortvarige signaler svarer til en integrationstid på 36,4 ms, blev der foretaget en beregningsmæssig tidskorrektur. Oktavspektrene og peak-værdierne blev korrigeret til fritfeltsværdier ved subtraktion af 6 dB svarende til refleksionsbidraget fra det hårde underlag. Oktavspektrene blev yderligere korrigeret for ulineær lydudbredelse som beskrevet i NT ACOU 099. Den aritmetiske middelværdi blev beregnet for de 10 skud i hver måleserie for hver mikrofonsposition. Det totale lineære lydtrykniveau, $L_{pZ,I}$, samt det totale A-vægtede lydtrykniveau, $L_{pA,I}$, blev beregnet fra de gennemsnitlige uvægtede frekvensspektre.

Resultaterne af målingerne er vist i Bilag 4 Måleblade.

Måleudstyret fremgår af Bilag 5 Anvendt måleudstyr, og en oversigt over de gennemførte målinger kan ses i Tabel 1.

Tabel 1. De gennemførte målinger. *) Målingerne er foretaget med våbnet flyttet, så lydudbredelsen udelukkende foregår over porøst terræn. **) Måling med andet våben og ammunition til brug for en undersøgelse af vandfugles følsomhed overfor skudstøj forestået af Aarhus Universitet (AAU). Da der er målt både i nærfeltet og i fjernfeltet kan disse ekstra målinger også indgå i nærværende undersøgelse. Der blev på grund af en fejl ikke optaget under måling -3, men denne er vist i skemaet af hensyn til notationen. Måling 5 er en gentagelse af måling 3, så det kunne sikres, at flytningen af våben og skytte i forbindelse med måling 4 ikke ændrede de efterfølgende måleforudsætninger.

Måling nr.	Elevation	Rotation	Emissionsmåling	Immissionsmåling
-4	30 grader	0 grader	Ja	Nej
-3*	30 grader	0 grader	Nej	Nej
-2	30 grader	0 grader	Ja	Nej
-1	45 grader	0 grader	Ja	Nej
1	60 grader	0 grader	Ja	Ja
2	45 grader	0 grader	Ja	Ja
3	30 grader	0 grader	Ja	Ja
4*	30 grader	0 grader	Nej	Ja
5	30 grader	0 grader	Ja	Ja
6	15 grader	0 grader	Ja	Ja
7	0 grader	0 grader	Ja	Ja
8	30 grader	15 grader	Ja	Ja
9	30 grader	30 grader	Ja	Ja
10	30 grader	45 grader	Ja	Ja
11**	30 grader	0 grader	Ja	Ja

3.1 Måleresultater

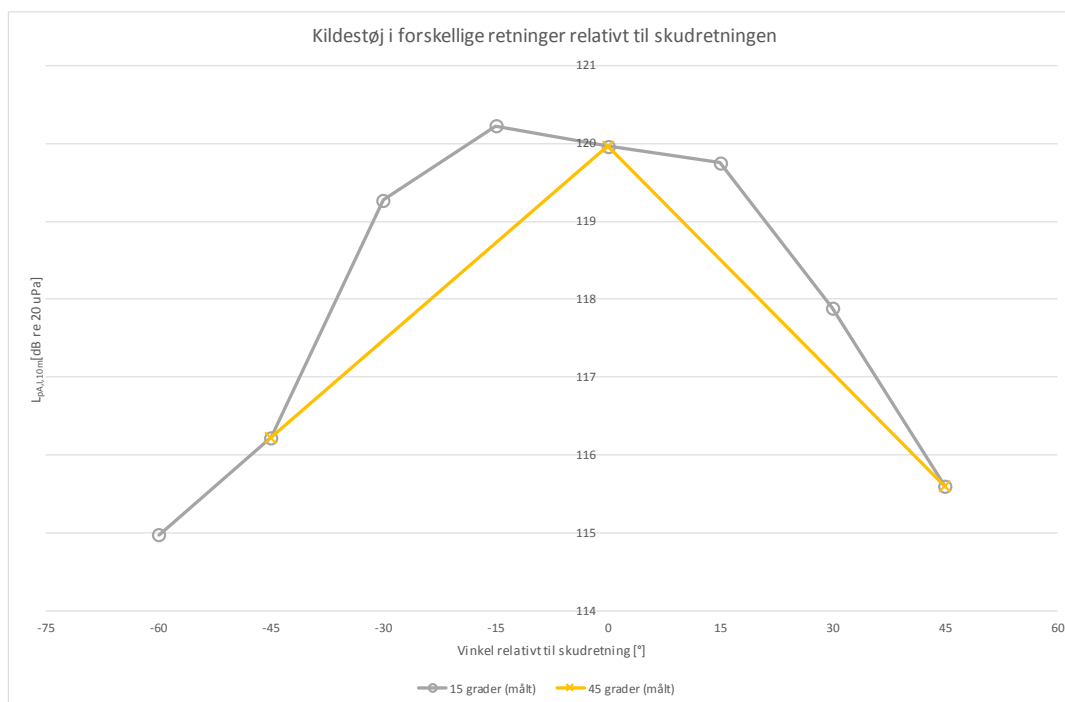
Målingerne er foretaget og analyseret med henblik på at bestemme udgangsværdiernes afhængighed af vinklen til skudretningen (vandret direktivitet) og vinklen med vandret (elevation) og disses sammenhæng med støjbidraget i fjernfeltet. Detaljerede måleblade for måling af udgangsværdierne fremgår af Bilag 4 Måleblade.

3.1.1 Udgangsværdier og vandret direktivitet

Udgangsværdierne er målt i henhold til NT ACOU 099 [12], men med hårdt terræn på hele strækningen mellem våben og mikrofoner. Målingerne er udført i retningerne -15° , 0° , 15° , 30° og 45° i forhold til skudretningen (se Bilag 2 Fotos og figurer, Foto 1). Dette er gjort for at undersøge den vandrette direktivitet tæt på skudretningen. Der er tillige udført måleserier, hvor skudretningen (geværet) er drejet 15° , 30° og 45° i det vandrette plan omkring munden. Dermed er der opnået yderligere informationer om kildestøjen i forskellige retninger. Ved at dreje geværet i måleserie 8, 9 og 10 er der for målingerne med elevation 30° samlet målt i vinklerne -60° , -45° , -30° , -15° , 0° , 15° , 30° og 45° i forhold til skudretningen.

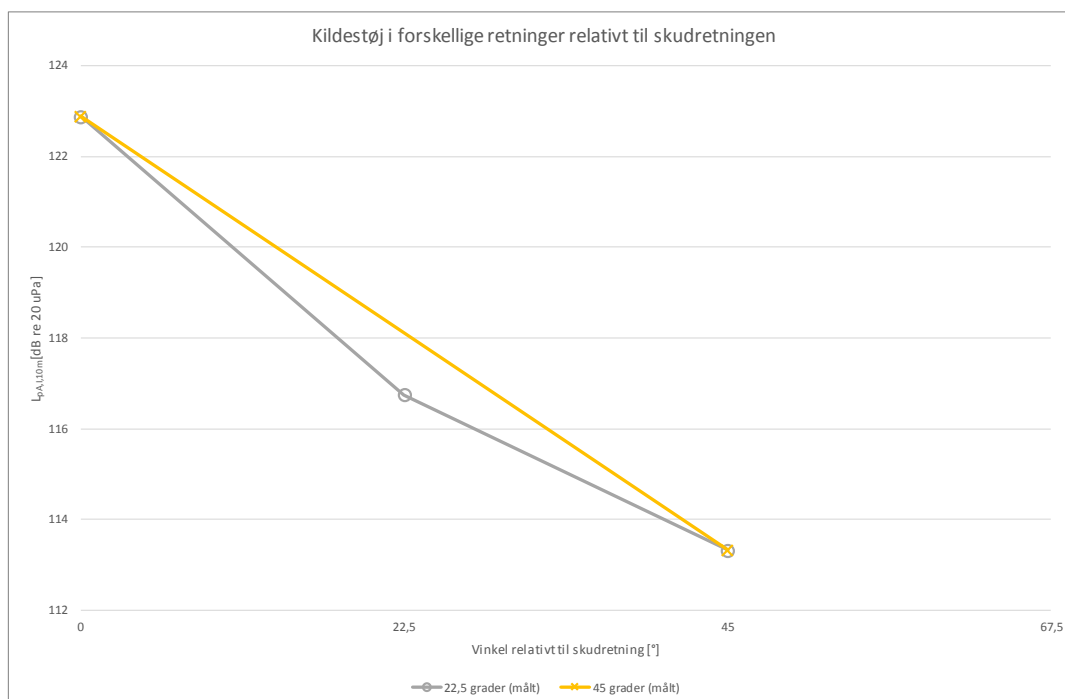
Resultaterne af disse målinger viser, at kildestøjen falder langsommere med vinklen fra skudretningen end hidtil antaget. I Figur 1 er kildestyrken som funktion af vinklen med skudretningen vist for en elevation på 30° . Det fremgår af figuren, at den vandrette direktivitet baseret på traditionelle målinger i 0° og 45° (hvorimellem der ifølge NT ACOU 099 [12] skal foretages kvadratisk interpolation mellem måleværdierne, når den faktiske skudretning ligger mellem kildemålingerne i 0° og 45° eller andre af standardværdierne ved 90° , 135° og 180°) giver lavere udgangsværdier end direktiviteten baseret på målinger i 0° , 15° , 30° og 45° . Forskellen er op til 2 dB. Dermed kan støjeregninger underestimere støjbelastningen med op til 1,5 dB i vinkelområdet 0° til 45° , når der interpoleres mellem standardværdier 0° og 45° .

Der er i Figur 3 vist resultater mellem de målte punkter som lineær regression, da dette forekommer mest hensigtsmæssigt. Kvadratisk interpolation lader sig kun gøre, hvis man har kendskab til måleresultater uden for det undersøgte interval (hvorved der i dette tilfælde ikke kan interpoleres mellem -60° og -45° samt 30° og 45°). Desuden giver kvadratisk interpolation "udsving" i interpolationen, der for skudstøj ikke er fysisk begrundet. Anerkendte programmer til beregning af skudstøj, som fx NoMes, benytter lineær regression.



Figur 3. Udgangsværdier i retningerne -60° til +45°. Den grå linje viser udgangsværdier målt i spring på 15°, og den gule linje viser udgangsværdierne alene målt i de sædvanlige 45°-spring. Positive vinkelværdier er til højre for skudretningen, mens negative værdier er til venstre for skudretningen (skyttens side). Måledata med positive vinkler er baseret på et større antal måleserier end måledata med negative vinkler og dermed mere pålidelige.

Tilsvarende undersøgelser udført af SWECO i Norge [19] viser, at udgangsværdien målt i 22,5° kan ligge lavere end interpolationen mellem 0° og 45° (modsat af hvad resultaterne i Figur 3 viser), og direktiviteten kan derfor muligvis afhænge af våbentype og ammunitionstype. Målingerne for de forskellige kombinationer af våben og ammunitionstyper fra Del 1 viser, at forskellen i støjniveau fra 0° (skudretningen) til 45° varierer fra 1,4 dB til 4,8 dB. Det kan ses, at de mindst støjende patroner også har den mindste forskel fra 0° til 45°, mens de mere støjende patroner har en tendens til en større forskel.

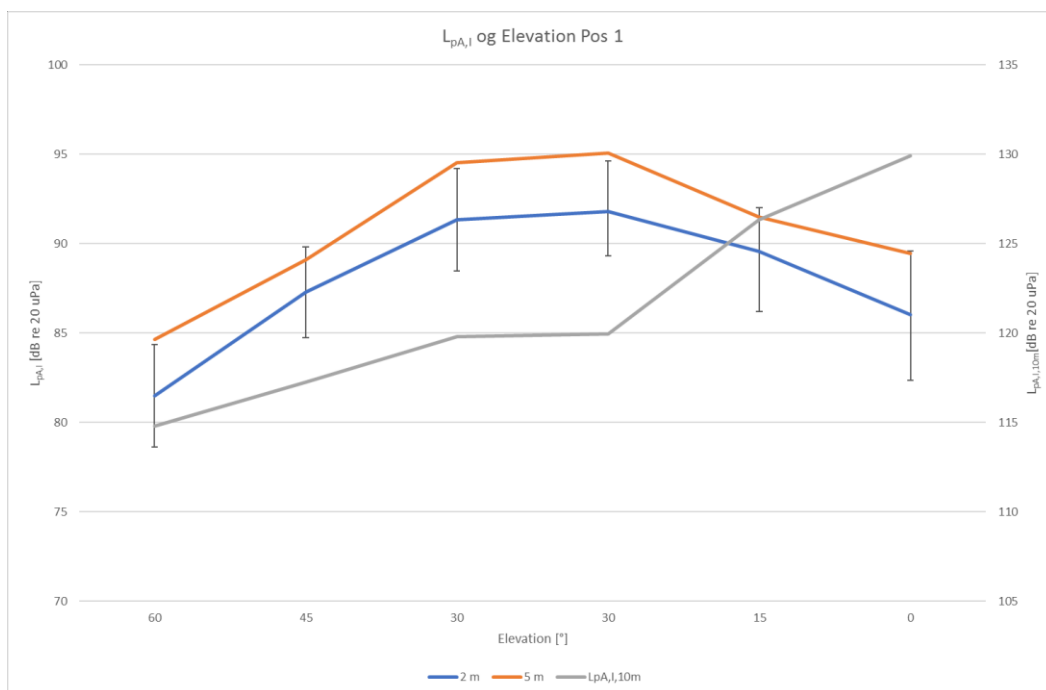


Figur 4. Udgangsværdier i forskellige retninger fra [19].

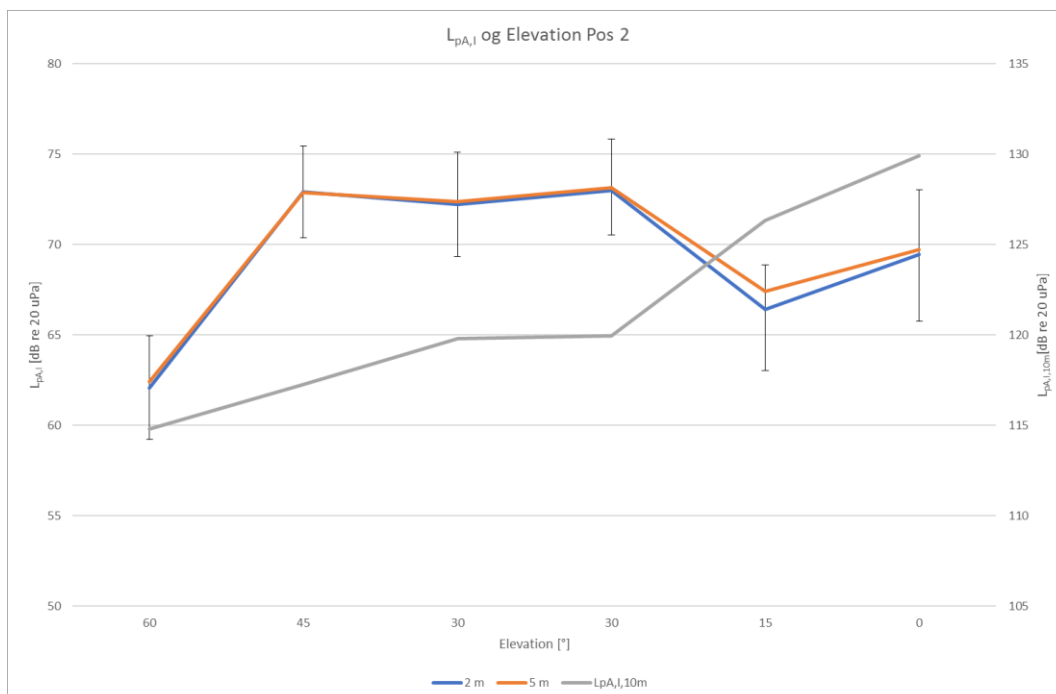
3.1.2 Udgangsværdier og elevation

For at undersøge elevationens betydning for støjbelastningen er der foretaget samtidige målinger af kildestøjen og støjen i fjernfeltet i 3 afstande: 400 m, 1200 m og 1500 m. Målingerne er foretaget med elevationer på 60°, 45°, 30°, 15° og 0° i forhold til vandret.

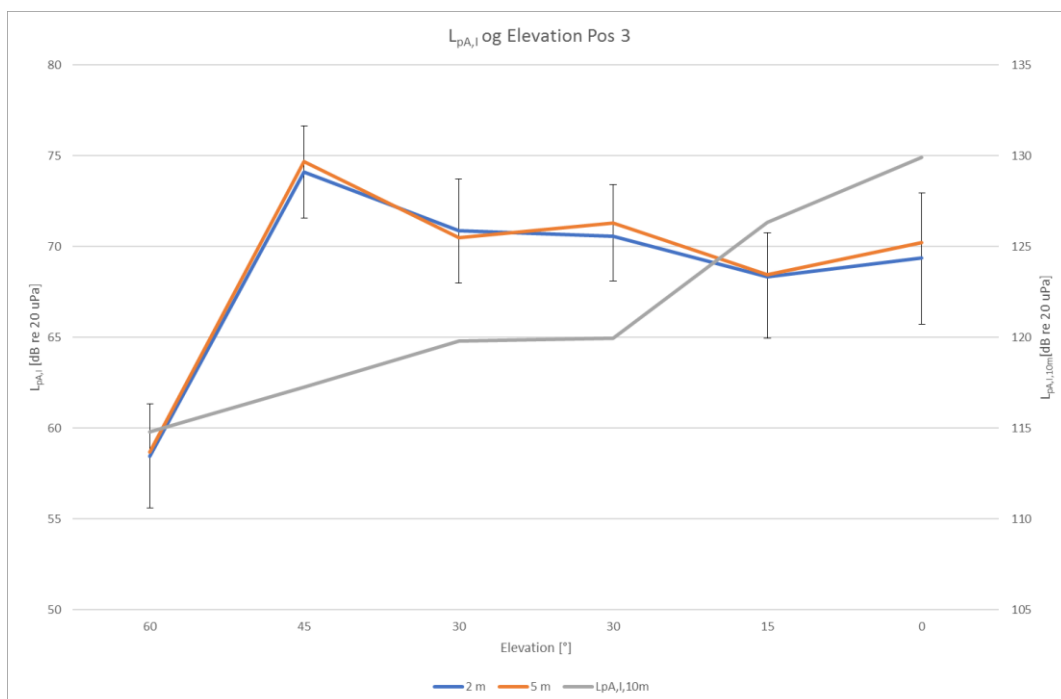
I Figur 5 til Figur 7 er sammenhængen mellem middelværdien af samtidige målinger af kildestøjen og støjniveauet vist for forskellige elevationer. Det kan ses, at der ikke er sammenhæng mellem kildestøjens variation med elevationen og støjniveauet i fjernfeltet. De højeste støjniveauer fås ved skydning med 30° elevation og i 1500 m afstand med 45° elevation. Skydning med 0° elevation giver i alle afstande lavere støjniveauer, selvom kildestøjen vokser med aftagende elevation. Det er således rimeligt at fortsætte med at anvende udgangsværdier fra 30° elevation ved støjberegninger, som der er tradition for i Danmark.



Figur 5. Målte værdier af kildestøj (grå kurve, der refererer til højre Y-akse) og støjniveau målt i 400 m afstand i højden 2 m og 5 m over terræn for forskellige elevationer. De lodrette streger for målinger i 2 m højde angiver standardafvigelsen.



Figur 6. Målte værdier af kildestøj (grå kurve, der refererer til højre Y-akse) og støjniveau målt i 1200 m afstand i højden 2 og 5 m over terræn for forskellige elevationer. De lodrette streger for målinger i 2 m højde angiver standardafvigelsen.



Figur 7. Målte værdier af kildestøj (grå kurve, der refererer til højre Y-akse) og støjniveau målt i 1500 m afstand i højden 2 m og 5 m over terræn for forskellige elevationer. De lodrette streger for målinger i 2 m højde angiver standardafvigelsen.

3.1.3 Støjberegning og lydudbredelse

Da den gennemførte målekampagne havde til formål at undersøge sammenhængen mellem udgangsværdier og støjniveauer i større afstande blev det tilstræbt, at målingerne blev udført under betingelser i overensstemmelse med kravene i Miljøstyrelsens vejledninger om måling af støj fra skydebaner. Målingerne blev foretaget under optimale meteorologiske forhold med let medvind og tæt skydække. Målepositionerne i fjernfeltet var placeret i samme lodrette plan som geværmundingen og mikrofonen i retningen 0° benyttet ved kildemålingen. I alle skudserier på nær 8, 9 og 10 blev der skudt direkte mod målepositionerne.

I nedenstående tabeller er der lavet en sammenstilling af målte og beregnede støjniveauer. Beregningerne er lavet iht. beregningsmodellen i NT ACOU 099, som er næsten identisk med General Prediction Method, der anvendes i Danmark til beregning af industristøj med en modifikation for indregning af vegetationsstøj for skudstøj. Modellen forudsætter netop let medvind og overskyet fra kilde til modtager, hvilket vil give de største støjbidrag i modtagerpunkterne. Da kildestøj og støjniveauer er målt i samme retning, er der ingen korrektion for den vandrette direktivitet af kildestøjen. Resultaterne af beregninger og måling af støjen er vist i Tabel 2 til Tabel 7 for de 3 afstande.

I tabellerne betyder skudserie 30S, at der er målt med elevationen 30° med akustisk porøst terræn overalt mellem geværmunding og målepositionerne. Denne skudposition er vist i Bilag 2 Fotos og figurer, Foto 1. Da skytte og gevær blev flyttet få meter til et område med akustisk porøst underlag (og dermed væk fra de 5 målemikrofoner på terræn), er der ikke emissionsmålinger for skudserie 30S.

Tabel 2. Målte og beregnede støjniveauer i 400 m afstand og 2 m højde for forskellige elevationer

Elevation	Beregnet	Målt	Målt minus beregnet
60	80,1	81,5	1,4
45	82,5	87,3	4,8
30	84,8	91,3	6,5
30S	84,8	94,6	9,8
30	84,9	91,8	6,9
15	92,2	89,6	-2,6
0	95,5	86,0	-9,5

Tabel 3. Målte og beregnede støjniveauer i 400 m afstand og 5 m højde for forskellige elevationer

Elevation	Beregnet	Målt	Målt minus beregnet
60	80,4	84,6	4,2
45	83,1	89,1	6,1
30	85,5	94,5	9,1
30S	85,5	95,9	10,5
30	85,6	95,1	9,5
15	92,7	91,5	-1,2
0	96,1	89,5	-6,6

Tabel 4. Målte og beregnede støjniveauer i 1200 m afstand og 2 m højde for forskellige elevationer

Elevation	Beregnet	Målt	Målt minus beregnet
60	66,2	62,1	-4,2
45	69,1	72,9	3,8
30	71,3	72,2	0,9
30S	71,3	75,4	4,1
30	71,4	73,0	1,6
15	79,3	66,4	-12,8
0	82,6	69,4	-13,2

Tabel 5. Målte og beregnede støjniveauer i 1200 m afstand og 5 m højde for forskellige elevationer

Elevation	Beregnet	Målt	Målt minus beregnet
60	66,9	62,4	-4,5
45	70,0	72,9	2,9
30	72,4	72,4	0,0
30S	72,4	76,7	4,3
30	72,5	73,1	0,6
15	80,0	67,4	-12,6
0	83,4	69,7	-13,7

Tabel 6. Målte og beregnede støjniveauer i 1500 m afstand og 2 m højde for forskellige elevationer

Elevation	Beregnet	Målt	Målt minus beregnet
60	62,9	58,5	-4,4
45	66,0	74,1	8,1
30	68,1	70,9	2,8
30S	68,1	69,9	1,8
30	68,2	70,6	2,4
15	76,2	68,3	-7,9
0	79,5	69,4	-10,2

Tabel 7. Målte og beregnede støjniveauer i 1500 m afstand og 5 m højde for forskellige elevationer

Elevation	Beregnet	Målt	Målt minus beregnet
60	63,7	58,7	-5,0
45	66,9	74,7	7,8
30	69,3	70,5	1,2
30S	69,3	69,8	0,4
30	69,5	71,3	1,8
15	77,0	68,5	-8,5
0	80,4	70,2	-10,2

Generelt er der bedst overensstemmelse mellem målte og beregnede støjniveauer ved 30 graders elevation. I 400 m afstand underestimerer beregningerne støjbelastningen. I 1200 m afstand og 1500 m afstand er der overensstemmelsen indenfor 3 dB ved 30 graders elevation. De beregnede resultater ligger lidt over de målte resultater. Supplerende er der foretaget målinger, hvor skudretningen er drejet i 15 graders spring med elevationen fastholdt i 30 grader. Sammenligning mellem målte og beregnede støjniveauer er vist i Tabel 8 til Tabel 13. I tabellerne betyder målinger markeret med **, at der er målt med et andet gevær og anden ammunition end ved de øvrige målinger.

Tabel 8. Målte og beregnede støjniveauer i 400 m afstand og 2 m højde for forskellige drejninger

Elevation og drejning	Beregnet	Målt	Målt minus beregnet
E30 R0	84,8	91,3	6,5
E30 R0	84,9	91,8	6,9
E30 R15	85,1	92,0	6,8
E30 R30	85,6	88,1	2,6
E30 R45	84,8	83,0	-1,8
E30 R0**	86,3	92,3	6,0

Tabel 9. Målte og beregnede støjniveauer i 400 m afstand og 5 m højde for forskellige drejninger

Elevation og drejning	Beregnet	Målt	Målt minus beregnet
E30 R0	85,5	94,5	9,1
E30 R0	85,6	95,1	9,5
E30 R15	85,9	95,4	9,5
E30 R30	86,2	91,1	4,9
E30 R45	85,5	85,6	0,1
E30 R0**	86,7	94,0	7,3

Tabel 10. Målte og beregnede støjniveauer i 1200 m afstand og 2 m højde for forskellige drejninger

Elevation og drejning	Beregnet	Målt	Målt minus beregnet
E30 R0	71,3	72,2	0,9

E30 R0	71,4	73,0	1,6
E30 R15	71,7	75,1	3,4
E30 R30	72,1	71,4	-0,7
E30 R45	71,3	66,0	-5,3
E30 R0**	72,6	75,4	2,8

Tabel 11. Målte og beregnede støjniveauer i 1200 m afstand og 5 m højde for forskellige drejninger

Elevation og drejning	Beregnet	Målt	Målt minus beregnet
E30 R0	72,4	72,4	0,0
E30 R0	72,5	73,1	0,6
E30 R15	72,8	75,1	2,2
E30 R30	73,1	72,5	-0,6
E30 R45	72,5	66,7	-5,8
E30 R0**	73,2	75,5	2,3

Tabel 12. Målte og beregnede støjniveauer i 1500 m afstand og 2 m højde for forskellige drejninger

Elevation og drejning	Beregnet	Målt	Målt minus beregnet
E30 R0	68,1	70,9	2,8
E30 R0	68,2	70,6	2,4
E30 R15	68,5	70,4	1,8
E30 R30	68,9	70,8	2,0
E30 R45	68,2	65,8	-2,3
E30 R0**	69,3	71,0	1,7

Tabel 13. Målte og beregnede støjniveauer i 1500 m afstand og 5 m højde for forskellige drejninger

Elevation og drejning	Beregnet	Målt	Målt minus beregnet
E30 R0	69,3	70,9	1,5
E30 R0	69,5	71,3	1,8
E30 R15	69,8	70,0	0,2
E30 R30	70,1	70,9	0,8
E30 R45	69,5	65,8	-3,7
E30 R0**	70,0	71,1	1,2

Resultaterne viser god overensstemmelse i retninger ud til 30 grader og i 2 m højde. I større vinkler falder overensstemmelsen.

4. Udbredelse af impulstøj

Ved måling af støj fra haglvåben er det velkendt, at støjniveauet fra det enkelte skud udtrykt ved maksimalniveauet med I-vægtning i en serie på 20 skud normalt viser variationer på op til 10-20 dB i typiske afstande til skydebanens naboer.

Årsagen til de store variationer er blevet undersøgt, og det vurderes at stamme fra den lydudbredelsesmæssige virkning af turbulens i atmosfæren kombineret med den korte varighed af de enkelte skud (af størrelsesordenen 10 ms). Periodetiden for de turbulente hvirvler i atmosfæren kan variere mellem nogle få sekunder og 5 minutter, men er oftest omkring 1 minut. De store fluktuationer fra skud til skud forklares ved, at det enkelte skuds varighed derfor er væsentlig mindre end periodetiden for de turbulente hvirvler. Konklusionen er derfor også, at det ikke er muligt at reducere variationsområdet (fx ved at skærpe meteorologi-rammen for målingerne). Et brugbart måleresultat opnås kun, når måleværdierne for de enkelte skud midles på passende vis.

Dette rejser naturligvis spørgsmålet, om de beregningsmetoder, der er udviklet for kontinuerlig støj, også er anvendelige for skudstøj. Da afviklingen af de 20 skud i måleserien normalt vil vare mindst 5 minutter og derfor være længere end selv den største periodetid for de turbulente hvirvler, vil de 20 målte impulsniveauer i en serie statistisk set kunne forventes at repræsentere alle tænkelige turbulente udbredelsessituationer. Forventningen er derfor, at energimiddelværdien af de 20 skud vil vise en udbredelseseffekt, som svarer til den udbredelseseffekt, der fås for kontinuerlig støj udtrykt ved ækvivalentniveauet.

Dette bekræftes af analysen af Karup-målingerne i 2018, som viser, at målte udbredelseseffekter stemmer godt overens med den eksisterende beregningsmetode, og at overensstemmelsen er bedre ved energimidling end ved aritmetisk midling. Med den normale variation i lydtrykniveauer for de enkelte skud kan den aritmetiske middelværdi i større afstande let blive 2-3 dB lavere end energimiddelværdien.

Ud over den bedre overensstemmelse mellem beregninger og målinger er der to andre argumenter for anvendelse af energimidling. Den ene er, at energimiddelværdier normalt forventes at give den bedste overensstemmelse med genevirkning. Den anden er, at energimiddelværdien er mindre følsom for særligt lave støjniveauer under nogle få af skuddene end den aritmetiske middelværdi. Særligt lave støjniveauer kan for eksempel forårsages af kortvarige forekomster af akustiske skyggezone, specielt når målesituationen er på kanten af meteorologi-rammen.

Det er undersøgt, om maksimalniveauet med tidsvægtning F eller SEL-værdien kunne tænkes at være en bedre indikator end maksimalværdien med tidsvægtning I. Fast-niveauet viser kun marginale ændringer i egnethed i forhold til impulsniveauet, mens SEL-værdien må siges at være en bedre indikator. Forbedringen er dog ikke større, end at det nøje må overvejes, om de administrative ulemper ved skift af indikator opvejes af forbedringen.

Den samlede rapport vedr. udbredelsen af impulstøj er gengivet i Bilag 1 Udbredelse af impulstøj.

5. Konklusion

Miljøstyrelsen har i 2017 igangsat en undersøgelse af støj fra haglvåben, da der i flere tilfælde er fundet større forskelle mellem de målte og beregnede støjbidrag hos naboerne til flugtskydebaner. Der måles generelt højere niveauer af $L_{pA,I}$ end der beregnes.

I "Undersøgelse af støj fra haglvåben, Del 1" fra oktober 2017 blev det konkluderet, at den anvendte målemetode, der blev benyttet i 1996 ved fastlæggelse af udgangsværdierne, underestimerede haglvåbenenes udgangsværdi, hvis der ikke blev målt over hårdt terræn, men kun over delvist hårdt terræn, som målemetoden tillader. Desuden blev det konkluderet, at haglammunitionen, der anvendes i dag, er lidt mere støjende end ved målingerne i 1996. Undersøgelsen viste også, at beregningsmetoden ikke i sig selv underestimerer niveauet af støjbidragene.

Da der efter undersøgelsens Del 1 var uafklarede forhold vedrørende bl.a. våbnenes direktivitet, blev det besluttet at igangsætte en yderligere undersøgelse benævnt Del 2, som er beskrevet i denne rapport.

I Del 2 konkluderes det, at målemetodens 5 mikrofonplaceringer på terræn i 10 m afstand i spring på 45° ikke altid giver en tilstrækkelig information om den vandrette direktivitet i intervallet ca. 10° til 35° i forhold til skudretningen. Ved at interpolere direktiviteten i det vigtige vinkelområde mellem 0° og 45° alene på grundlag af målinger i disse to retninger, underestimeres udgangsværdien i dette område op til ca. 2 dB.

Resultaterne i Del 2 viser endvidere, at målinger med en elevation på 30° i forhold til vandret, som der er præcedens for i Danmark, ikke giver anledning til underestimering af beregningsresultaterne. Sammenligningen mellem målte og beregnede resultater for målingerne foretaget i Del 2 bekræfter, at beregningsmetoden i sig selv ikke underestimerer niveauet af støjbidragene.

Undersøgelsen af meteorologiens indflydelse på de målte støjniveauer viser, at turbulens i atmosfæren forklarer de meget store forskelle i $L_{pA,I}$, der kan høres og måles hos naboerne til skydebaner selv med skud affyret med sekunders mellemrum med samme gevær i samme position og med samme retning og elevation. Undersøgelsen viser også, at med skudserier på 20 skud (som skydevejledningen [6] foreskriver) foretaget over ca. 5 minutter vil man have tilstrækkeligt mange "øjeblikkelige meteorologiske variationer" repræsenteret, så middelværdien af de målte $L_{pA,I}$ -værdier i naboafstande svarer til, hvad der ville kunne måles med en konstant støjemission fra standpladsen. Dermed er den benyttede beregningsmetode for skudstøj – der er udviklet med en forudsætning om nogenlunde konstant støjemission – velegnet. Resultaterne kan forbedres en smule ved at ændre indikatoren til SEL og ved at midle på energibasis i stedet for som foreskrevet i [6] aritmetisk, men det administrative besvær ved sådanne ændringer er ikke proportionalt med forbedringerne.

Sammenfattende konkluderes det, at uoverensstemmelsen mellem målte og beregnede resultater på 4-7 dB i det store hele er forklaret: 2-3 dB forklares med, at der hidtil ved bestemmelsen af udgangsværdier for haglpatroner ikke er målt over akustisk hårdt terræn på hele strækningen mellem geværmunding og målemikrofoner; 1 dB kan forklares med, at haglpatronerne i gennemsnit er blevet lidt mere støjende siden målingerne i 1996, og endelig kan 1-2 dB forklares med, at den hidtidige interpolation mellem udgangsværdier ved 0° og 45° underestimerer de faktiske udgangsværdier mellem disse skudvinkler. Endvidere viser undersøgelserne, at metoden for beregning af skudstøj giver retvisende resultater, og at den hidtil benyttede elevation af geværet på 30° ved måling af udgangsværdier ikke giver anledning til underestimering af de beregnede støjbidrag hos naboerne.

6. Anbefalinger

På grundlag af undersøgelsens Del 1 og 2 anbefales følgende for måling og beregning af støj fra haglvåben:

- 1) Målinger af udgangsværdier skal foregå med akustisk hårdt terræn på hele strækningen mellem geværmunding og mikrofoner.
- 2) Fremtidige målinger af udgangsværdi foretages med geværet i elevation 30° over hårdt terræn i vinklerne 0°, 15°, 30°, 45°, 90°, 135° og 180°.
- 3) Ved beregninger i andre skudretninger end de ovenstående 7 retninger benyttes lineær interpolation for værdier mellem disse.
- 4) Ud over ændringerne i 1), 2) og 3) benyttes målemetoden for udgangsværdier og beregningsmetoden for lydudbredelse i NT ACOU 099 [12] fortsat.
- 5) Udgangsværdien for haglvåben (våbenklasse 4) øges svarende til resultaterne fra denne undersøgelses Del 1:

	0°	45°	90°	135°	180°
75 %-percentil 2017	119,4	115,4	110,5	108,9	107,0
Lydklasse	G2	G2	G2	G3	G3

- 6) For udgangsværdierne ved de anbefalede ekstra måleretninger 15° og 30° er der foreløbigt kun forholdsvis få målinger og kun på én patrontype. Derfor er der ikke i ovenstående skema angivet udgangsværdier for disse retninger. Det anbefales, at der for vinklerne 15° og 30° foretages ekstra målinger på et bredere udvalg af patroner, inden man lægger sig fast på udgangsværdierne.
- 7) Målingerne på 25 forskellige patroner i undersøgelsens Del 1 har vist, at udgangsværdien kan variere op til 5 dB mellem de mest støjsvage og de mest støjende patroner. Derfor anbefales det, at der på skydebaner, hvor der er risiko for, at støjgrænserne overskrides, alene anvendes de mest støjsvage patroner, og at disses udgangsværdier anvendes ved beregning af banens støjbidrag hos naboerne.
- 8) Hvis støjen hos naboerne ønskes dokumenteret ved målinger, skal der måles under meteorologiske forhold, der er mere restriktive end angivet i [6]: Kravene til meteorologi er gældende også på afstande mindre end 1500 m, vindhastighedskomponenten skal ligge i området 2-5 m/s i perioden 1. maj til 1. august, og tidsmæssigt fra kl. 09 til kl. 17 (angivet som sommertid) skal det være helt overskyet 8/8 uanset afstanden mellem skydebane og nabo.

7. Referencer

Nedenstående er samtlige publikationer, der henvises til i undersøgelsens Del 1 og Del 2.

- [1] Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6/1984: Måling af ekstern støj fra virksomheder.
- [2] Ny meteorologisk ramme for måling af ekstern støj fra virksomheder. Lydteknisk Institut. Rapport nr. 148, 1990.
- [3] Lydemission fra håndvåben. Målt i Jægerspris den 21. og 22. august 1990. Forsvarets Forskningstjeneste FOFT M-7/1990.
- [4] Måling af støjemission fra håndvåben. DELTA Akustik & Vibration Rapport, DANAK 100/381, AV 984/93.
- [5] Vejledning fra Miljøstyrelsen. Nr. 1 1995. Skydebaner.
- [6] Vejledning fra Miljøstyrelsen. Nr. 2 1995. Beregning og måling af støj fra skydebaner.
- [7] Støjberegninger for skydebaner. Nye støjtal for haglpatroner. J.nr. M 4040-0050. Miljøstyrelsen brev 29. oktober 1996.
- [8] Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 77 1997. Støj fra skydebaner, Emissionskatalog for haglvåben. Jan Christensen og Bo Søndergaard. DELTA Akustik og Vibration.
- [9] Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 78 1997. Støj fra skydebaner, Emissionskatalog for haglvåben. Bilagsrapport. Jan Christensen og Bo Søndergaard. DELTA Akustik og Vibration.
- [10] Elevationens betydning for haglvåben. KRU 877048 Bo Søndergaard DELTA Akustik og Vibration. Udført for Miljøstyrelsen 1998-05-12.
- [11] Skydebaner. Opgørelse af aktivitet, rammegodkendelse, nye støjdata. J.nr. M 171/181-0001. Ref. JJ/TVA/9. Miljøstyrelsens brev af 3. juni 1998.
- [12] NORDTEST Method NT ACOU 099 Edition 2 Approved 2002-11. SHOOTING RANGES: PREDICTION OF NOISE.
- [13] Teknisk rapport VB1/05: «Miljømåling – ekstern støj». Odense Skydecenter, Kærbygårdevej 15, 5220 Odense SØ. Februar 2005. 14. februar 2005. Dok. nr. 158802. Sagsnr. 041887.
- [14] Intern undersøgelse foretaget af Referencelaboratoriet for Miljøstyrelsen i 2005. Målinger af udgangsværdier ifølge ACOU 099 (mikrofon på plade udlagt på porøst terræn) sammenlignet med udgangsværdier på grundlag af målinger hårdt terræn overalt mellem våben og mikrofon.
- [15] Ljudmätning vid skjutning med 24 grams hagelpatroner. Rapport 2007-282 R01. WSP Akustik. 2008-05-30.
- [16] DELTA-rapport DANAK 2067 for Fredensborg Kommune: Måling af støj fra skydebanerne i Karlebo og Langstrup. 18. december 2015.
- [17] Acoustica rapport P6.019.17 :Undersøgelse af haglvåben. Miljømåling – Ekstern støj 2017-09-29.
- [18] Undersøgelse af støj fra haglvåben Del 1, oktober 2017. Miljøstyrelsen.
- [19] EMISJONSNIVÅ FRA HAGLEGEVÆR OG SKISKYTTERGEVÆR OPPDRAGSNUMMER 99645001, RAPPORTNR RIAKU01, 13. december 2013. SWECO Norge.

Bilag 1 Udbredelse af impulsstøj

**MILJØSTYRELSENS
REFERENCELABORATORIUM
FOR STØJMÅLINGER**

DELTA – a part of FORCE Technology
Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Telefon: +45 72 19 40 00
reflab@delta.dk
www.referencelaboratoriet.dk

3. april 2018
BP/CB/ilk
J. nr.: RL 09/18
Sagsnr.: 117-37412

Teknisk Notat

Støj fra haglvåben, lydudbredelse af impulsstøj. April 2018

Udført for Miljøstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

Indholdsfortegnelse

1. Indledning	3
2. Fremgangsmåde og afgrænsning	3
3. Analyse af beregningsmetodens egnethed	4
3.1 Beregningsmetodens anvendelighed til bestemmelse af ækvivalentniveauet fra en skudserie	4
3.2 Beregningsmetodens anvendelighed til bestemmelse af impulsniveauet	5
3.3 Sammenligning med resultater bestemt med andre støjindikatorer	13
3.4 Overvejelser om forslag til ændringer af eksisterende retningslinjer for beregning og måling af skud fra haglvåben	16
4. Sammenfattende kommentarer	17
5. Referencer	18

Referencelaboratoriet, 3. april 2018



Birger Plovsing

1. Indledning

Beregningsmetoder for støjdbredelse, herunder den nordiske metode, som i store træk benyttes ved beregning af skudstøj, er udviklet til beregning af støj fra kilder, som har en nogenlunde konstant støjindsendelse med det formål at beregne et ækvivalentniveau (fx L_{Aeq} eller L_{Aht}). Det er i almindelighed også accepteret, at disse metoder er anvendelige til beregning af maksimalværdier med tidsvægtning Fast eller Slow. Forudsætningerne for metodernes anvendelse er derimod ikke opfyldt for skudstøj, hvor støjen har impulsagtig karakter, da et skud afvikles i løbet af få millisekunder, dvs. opbygges fra stilhed til maksimalniveau og tilbage til stilhed. For skudstøj er formålet desuden ikke at beregne et ækvivalentniveau, men en aritmetisk middelværdi af impulsniveauet (maksimalværdien med tidsvægtning I) bestemt for hvert enkelt skud i en serie på 20.

2. Fremgangsmåde og afgrænsning

Undersøgelsen af beregningsmetodens egnethed til at beregne det i Miljøstyrelsens vejledning anvendte støjindikator I_{pAL} , den aritmetiske middelværdi af det A-vægtede impulsniveau bestemt for hvert enkelt skud i en serie på 20, forventes passende dækket ved at forsøge at besvare følgende fire spørgsmål:

1. Er beregningsmetoden anvendelig til bestemmelse af ækvivalentniveauet fra ikke konstant støj fra fx en skudserie?
2. Er beregningsmetoden anvendelig, hvis den i stedet skal anvendes til at bestemme et impulsniveau (maksimalniveau med impulstidsvægtning)?
3. Kan det tænkes, at andre støjindikatorer for enkelthændelser giver bedre overensstemmelse mellem beregning og måling?
4. Kan det tænkes, at energimiddelværdien af de 20 impuls niveauer er bedre end den aritmetiske middelværdi til skabe overensstemmelse mellem beregninger og målinger?

Disse fire spørgsmål vil blive diskuteret i analysen af beregningsmetodens egnethed i Afsnit 3, som vil danne grundlag for de sammenfattende kommentarer i Afsnit 4.

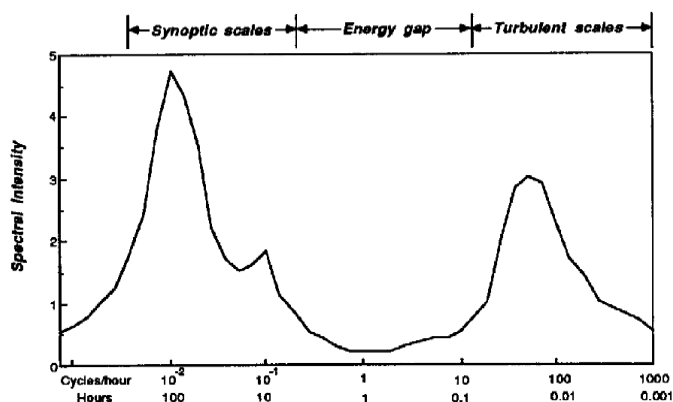
3. Analyse af beregningsmetodens egnethed

I dette afsnit vil beregningsmetodens egnethed til beregning af skudstøj blive analyseret i Afsnit 3.1 til Afsnit 3.4 på basis af de fire spørgsmål, der blev stillet i Afsnit 2.

3.1 Beregningsmetodens anvendelighed til bestemmelse af ækvivalentniveauet fra en skudserie

Som nævnt er den nordiske beregningsmetode [1], som i store træk danner grundlag for beregningsmetoden for skudstøj [2], udviklet til beregning af støj fra kilder, som har en nogenlunde konstant støjudsendelse. Formålet med metoden er at beregne ækvivalentniveauet for en tidsperiode, hvor vejret udtrykt ved de variable, der er tilgængelige fra almindelige vejmålestationer, ikke ændrer sig (tidsperioden kan typisk være fra nogle få timer op til af størrelsesordenen et halvt døgn). Samtidig må tidsperioden ikke være for kort, da beregningsresultatet repræsenterer energimiddelværdien af de kortvarige meteorologiske fluktuationer som skyldes turbulens i atmosfæren.

Figur 1 viser hyppigheden af typiske periodetider for synoptiske og turbulente fluktuationer. Figuren viser at de synoptiske fluktuationer (vejrskift) forekommer med periodetider på ca. 4 timer og opefter med en top omkring 100 timer, mens de turbulente fluktuationer forekommer med en periodetid fra ca. 5 minutter til nogle få sekunders varighed med en top omkring 1,2 minutter. Beregningsmetoden vil derfor typisk give resultater, som er repræsentative for tidsperioden, som svarer til "Energy gap" vist i figuren, men i praksis vil tidsperioden kunne blive både kortere og længere på grund af regionale og tidsmæssige variationer.



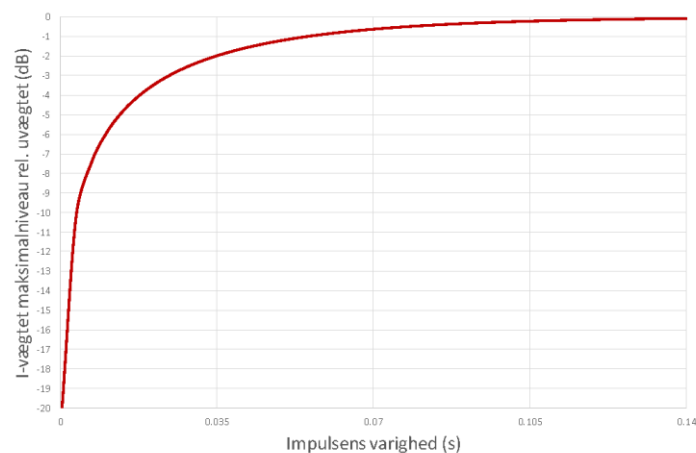
Figur 1
Atmosfæriske fluktuationer (fra [3], Fig. 13.1: Power spectrum of atmospheric motions in the boundary layer.

Da en serie på 20 skud med et haglvåben typisk vil blive afviklet i en tidsperiode på ca. 5 min. og da tiden mellem de enkelte skud sjældent er mindre end 5 sek., vil de 20 skud forekomme nogenlunde jævnt fordelt over hele tidsperioden. Herved vil de enkelte skud komme til at dække hele spektret af turbulente atmosfæriske fluktuationer. Dette vil give store fluktuationer i støjniveauerne fra skud til skud, men effekten på middelenerginiveauet forventes omtrent at være den samme som ved kontinuerlig støj. Der vil muligvis blive en lille stigning i ubestemtheden på middelenerginiveauet, men der forventes ikke systematiske afvigelser i udbredelseeffekten i forhold til kontinuerlig støj.

Det kan således konkluderes, at den nordiske metode ved afgivelse af en skudserie på ca. 20 skud over ca. 5 min. er velegnet til at bestemme ækvivalentniveauet af skudserien hos naboerne.

3.2 Beregningsmetodens anvendelighed til bestemmelse af impulsniveauet

Et centralt spørgsmål i analysen af beregningsmetodens anvendelighed er, om en beregningsmetode, der er udviklet til beregning af ækvivalentniveauet af kontinuerlig støj, også er brugbar til beregning af et maksimalt lydtryk niveau med tidsvægtning I (impulsvægtning) for impulsstøj. Tidsvægtningen I i RMS-detektoren svarer under lydtrykniveauets opvoksen til en tidskonstant på 35 ms og under henfald til en tidskonstant på 1,5 sek. I-vægtningen har derfor en meget hurtig opvoksen (ca. 3 gange hurtige end Fast-vægtningen) og et meget langsomt henfald (1,5 gange langsommere end Slow-vægtningen). Som det ses i Figur 2, vil impulsniveauet påvirkes af impulsens varighed, når denne er mindre end ca. 100 ms, og specielt når varigheden bliver mindre end tidskonstanten (35 ms).

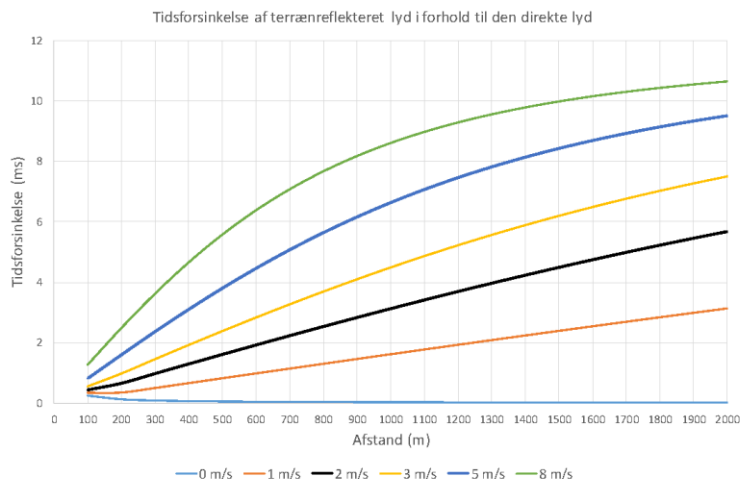


Figur 2
I-tidsvægtet maksimalniveau i dB rel. til det uvægtede maksimalniveau som funktion af impulsens varighed.

Terræneffekten under lydudbredelse opstår ved interferens mellem den direkte lyd fra kilde til modtagerpunkt og den lyd, der reflekteres fra terrænet. Terræneffektens størrelse afhænger af de frekvensafhængige faseforskelle mellem den direkte og reflekterede lyd, som bestemmes af forsinkelsen af den reflekterede lyds ankomst i forhold til den direkte lyd kombineret med det fasespring, der vil ske ved terrænrefleksionen, når terrænoverfladen er porøs. For at få en terrænvirkning er det dog et krav, at den direkte og reflekterede lyd forekommer samtidigt. For kontinuerlig støj er det uden betydning, at refleksionen er forsinket i forhold til den direkte lyd, men for impulsstøj skal forsinkelsen være væsentligt mindre end impulsens varighed for at opnå den fulde interferens. Hvis varigheden af impulsen er kortere end tidsforsinkelsen vil der ikke opstå interferens, og dermed vil der ikke være nogen terræneffekt. I så fald ville man hos naboerne måle højere niveauer end den nordiske metode beregner.

Det første trin i analysen af beregningsmetodens anvendelighed til at bestemme impulsniveauet har derfor været at undersøge, om impulsens varighed, som krævet, er betydelig længere end tidsforsinkelsen. Til dette formål er forsinkelserne af den terrænreflekterede lyd i forhold til den direkte lyd i medvind med vindhastigheder fra 0 til 8 m/s beregnet med metoden beskrevet i Nord2000 [4], og resultatet er vist i Figur 3. I modvind bliver tidsforsinkelserne mindre end de viste værdier for vindhastighed 0 m/s.

Tidsforløbet i lydfilerne fra målingerne udført i Karup [5] viser, at impulsens varighed for hvert skud er af størrelsesordenen 10 ms i Pos. 1 (afstand 400 m), og at varigheden ser ud at stige lidt med afstanden i Pos. 2 (1200 m) og Pos. 3 (1500 m). Til sammenligning viser Figur 3, at inden for den meteorologiske ramme (2-5 m/s) vil tidsforsinkelserne ligge i intervallet 1-3 ms i Pos. 1 og 4-8 ms i Pos. 2 og 3. Tidsforsinkelserne er således mindre end impulsvarigheden, men kan ikke siges at være væsentligt mindre. Det er på dette grundlag vanskeligt at vurdere, om terrænvirkningen kan tænkes at være reduceret i forhold til kontinuerlig støj.



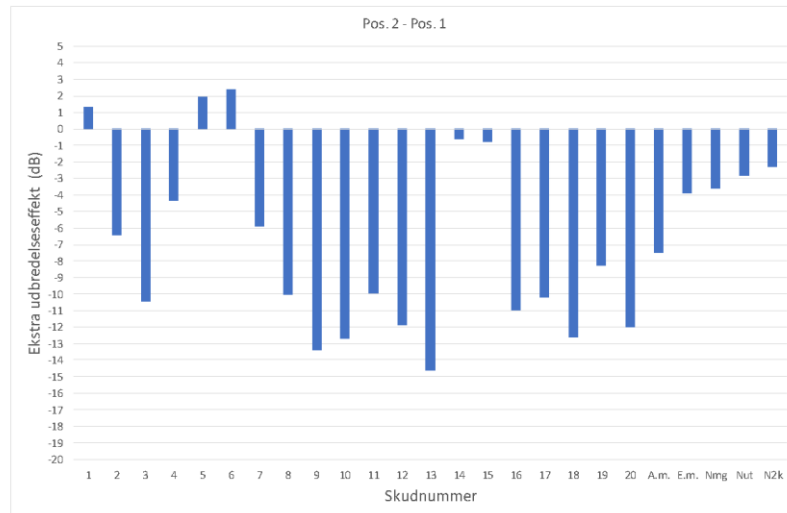
Figur 3

Beregnete forsinkelser af den terrænreflekterede lyd i forhold til den direkte under medvindsforskydninger med vindhastigheder fra 0 til 8 m/s.

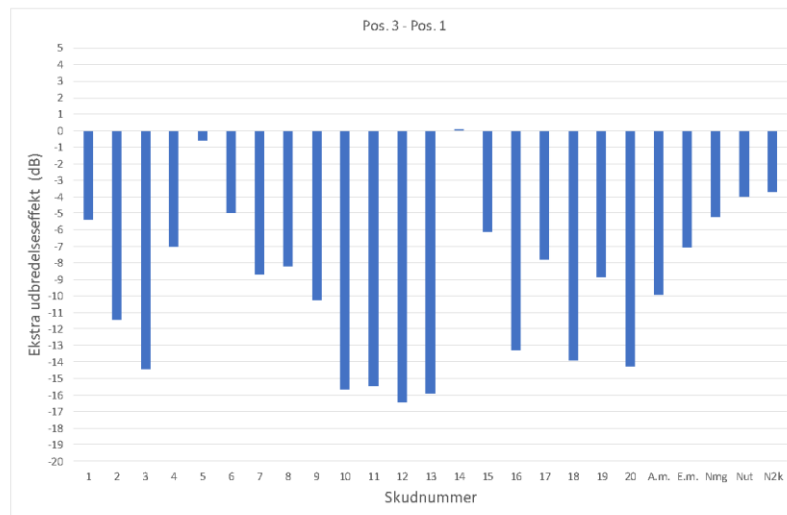
En nærmere analyse af beregningsmetodens anvendelighed til beregning af det maksimale lydtrykniveau med tidsvægtning I for skudstøj er baseret på den ovennævnte måleserie udført i Karup [5]. Analyserne er foretaget på grundlag af målinger udført 2 m over terræn i afstandene 400 m, 1200 m og 1500 m fra skytten. For at adskille udbredelsesproblematikken fra kildeproblematikken (variationer som skyldes lydeffekt, retningskarakteristik og evt. impulsvarigheden) er analysen baseret på forskellene i lydtrykniveauer mellem de tre målepositioner 1, 2 og 3. Da målingerne i de tre positioner er samtidige, forventes det, at de kilderelaterede variationer stort set vil være fjernet fra analysen. I analysen af måleresultaterne bestemmes for hver af de tre kombinationer af målepositioner den ekstra udbredelseseffekt ud over udbredelseseffekten for den sfæriske spredning af lydfeltet (-6 dB pr. afstandsfordobling) for hver af de 20 skud. Derudover bestemmes den ekstra lydudbredelseseffekt for følgende fem variable:

- Den aritmetiske middelværdi af de 20 skud (A.m.)
- Energimiddelværdien af de 20 skud (E.m.)
- Lydudbredelseseffekten beregnet med beregningsmetoden for skydebaner: nomogrammetoden (Nmg)
- Lydudbredelseseffekten beregnet med beregningsmetoden for skydebaner: nomogrammetoden uden terrænvirkning (Nut)
- Lydudbredelseseffekten beregnet med Nord2000 [4] (N2k).

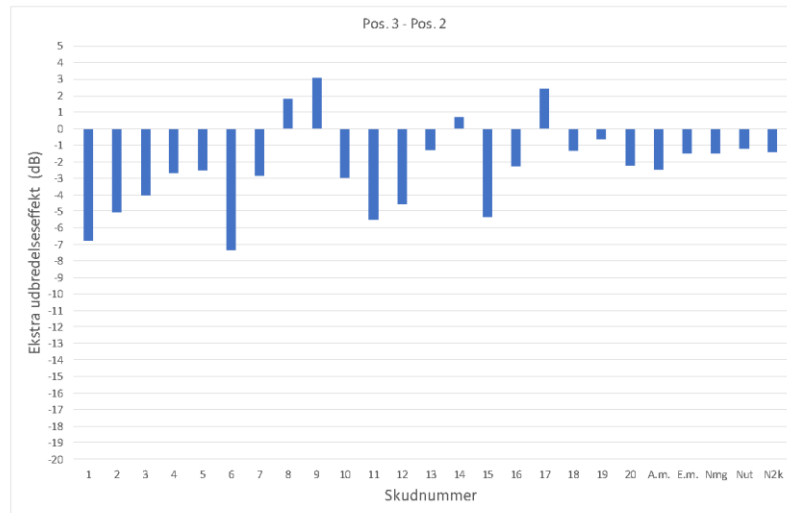
Resultaterne for differencen mellem Pos. 2 og 1, Pos. 3 og 1, og Pos. 3 og 2 er vist henholdsvis i Figur 4, 5 og 6. Hver figur viser den ekstra udbredelsesdæmpning for hver af de 20 skud (1-20) samt for de 5 variable defineret ovenfor med variabelens figurbetegnelse vist i parentes.



Figur 4
Den ekstra udbredelseseffekt i Pos. 2 i forhold til Pos. 1 for de 20 skud og for 5 andre variable.



Figur 5
Den ekstra udbredelseseffekt i Pos. 3 i forhold til Pos. 1 for de 20 skud og for 5 andre variable.



Figur 6
Den ekstra udbredelseseffekt i Pos. 3 i forhold til Pos. 2 for de 20 skud og for 5 andre variable.

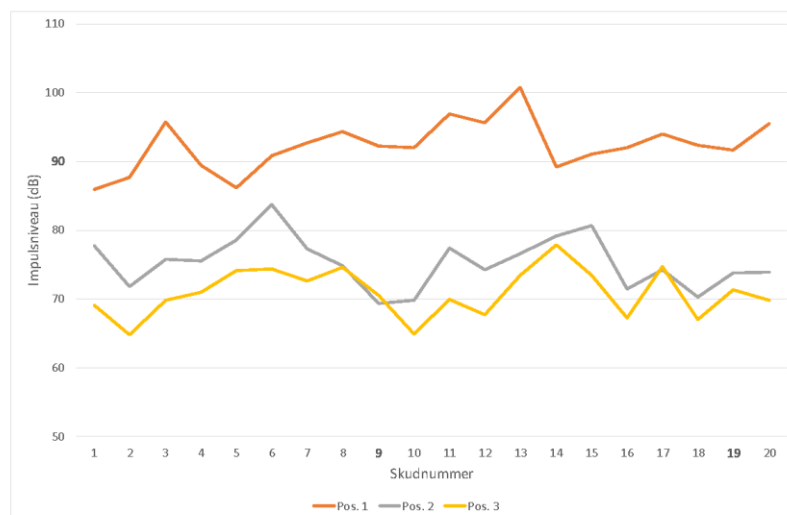
Figur 4-6 viser meget store fluktuationer i udbredelseseffekten for de enkelte skud. I Figur 4 og 5 (Pos. 2 og 3 i forhold til Pos. 1) ses et variationsområde på 17 dB, mens Figur 6 (Pos. 3. i forhold til Pos. 2) viser et variationsområde på 9 dB, selv om der kun er 300 m mellem de to positioner. Fluktuationerne formodes at stamme fra turbulente variationer i udbredelseseffekten fra skud til skud inden for det korte tidsrum på 10-20 ms, hvor impulsen forekommer. På trods af de store fluktuationer viser middelværdierne for de 20 skud god overensstemmelse med de tre prædikterede ekstra lydudbredelseseffekter (Nmg, Nut, N2k) som vist i både de tre figurer og i Tabel 1. Specielt god er overensstemmelsen med energimiddelværdien.

	Pos. 2 - Pos. 1 (dB)	Pos. 3 - Pos. 1 (dB)	Pos. 3 - Pos. 2 (dB)
Aritmetisk middelværdi	-7,5	-9,9	-2,5
Standardafvigelse	5,6	5,0	2,9
Energimiddelværdi	-3,9	-7,0	-1,5
Nomogram	-3,6	-5,2	-1,5
Nomogram uden terræneff.	-2,8	-4,0	-1,2
Nord2000	-2,3	-3,7	-1,4

Tabel 1

Middelværdier og standardafvigelser for udbredelseseffekterne vist i Figur 4-6 samt tre beregnede udbredelseseffekter.

For at undersøge om impulsniveauerne målt i de tre målepositioner fluktuerer lige så meget fra skud til skud som udbredelsesdæmpningerne, er impulsniveauerne vist i Figur 7 som funktion af skudnummeret. Figuren viser i alle tre positioner stort set samme variationsområde (13-14 dB) og standardafvigelse (se Tabel 2). Tabel 2 viser endvidere korrelationen mellem de tre målepositioner udtrykt ved korrelationskoefficienten. Som det også kan ses i Figur 7, er der meget lidt korrelation mellem Pos. 1 og de to andre målepositioner (korrelationskoefficienterne er tæt på 0), mens der er vis korrelation mellem Pos. 2 og 3 (korrelationskoefficient ca. 0,7). Dette passer med, at den observerede standardafvigelse på lydudbredelseseffekterne mellem Pos. 2 eller 3 og Pos. 1 er ca. 1,4 gange større end standardafvigelsen på impulsniveauerne i de enkelte målepositioner, mens standardafvigelsen på lydudbredelseseffekterne mellem Pos. 2 og 3 er lidt mindre end standardafvigelsen på impulsniveauerne i de enkelte målepositioner. Analysen af korrelationen mellem målepositionerne viser, at de store fluktuationer i impulsniveau fra skud til skud i den undersøgte måleserie er bestemt af lydudbredelsesrelaterede variationer og kun i ringe grad af kilderelaterede variationer. Grunden til at der er nogen korrelation mellem Pos 2 og 3 er, at udbredelseseffekten mellem Pos. 2 og 3 på grund af afstanden (300 m) er mindre end den udbredelseseffekt, der er opstået fra kilde til Pos. 2 (afstand 1200 m), og som også har en vis indflydelse på niveauet i Pos. 3.



Figur 7
Impulsniveauet i dB i de tre målepositioner som funktion af skudnummeret.

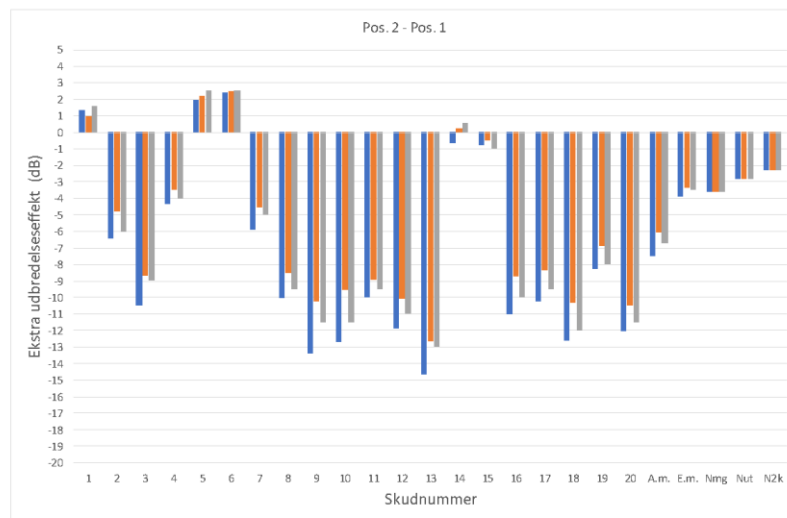
Pos.	Standard-afvigelse (dB)	Korrelationskoefficient re.	
		Pos. 1	Pos. 2
1	3,7	-	-
2	3,7	-0,13	-
3	3,5	0,03	0,68

Tabel 2
Standardafvigelse for impulsniveauerne vist i Figur 7 for hver måleposition samt observeret korrelation mellem målepositionerne.

3.3 Sammenligning med resultater bestemt med andre støjindikatorer

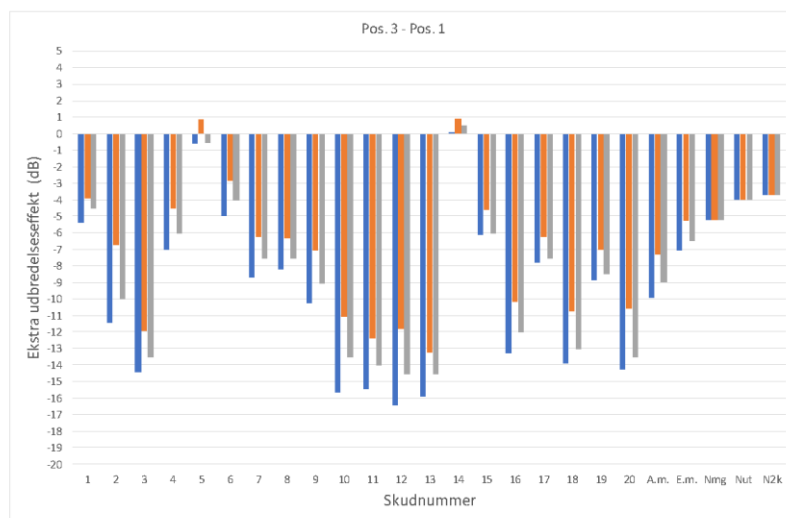
For at undersøge om andre enkelthændelsesstøjindikatorer kunne tænkes at give mindre fluktuationer i støjniveauet end impulsstøjniveauet eller bedre overensstemmelse med beregningsmetoden, er analysen baseret på maksimalniveauet med tidsvægtning I (impulsniveauet) i Afsnit 3.2 gentaget for maksimalniveauet med tidsvægtning F (Fast-niveauet) og støjdosens L_{AE} (SEL).

Resultaterne for impulsniveauet, som tidligere har været vist i Figur 4-6, er vist igen i Figur 8-10 med Fast-niveauet og SEL-niveauet tilføjet.

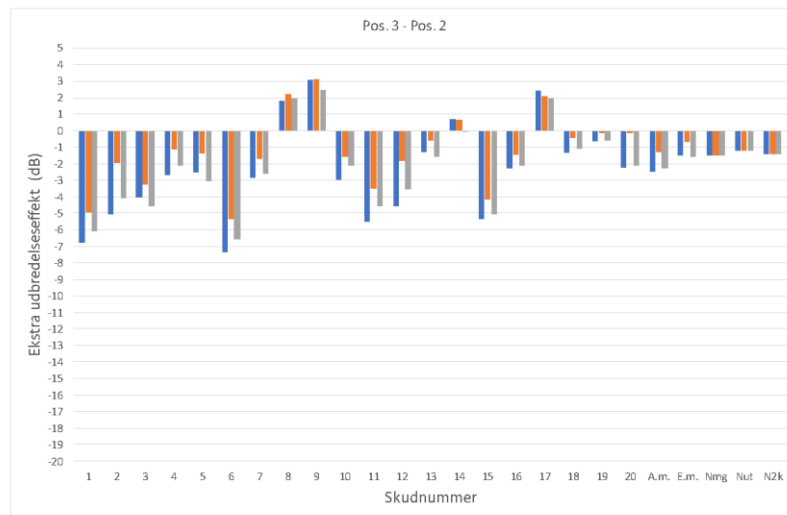


Figur 8

Den ekstra udbredelseeffekt i Pos. 2 i forhold til Pos. 1 for de 20 skud og for 5 andre variable for henholdsvis impulsniveauet (blå), Fast-niveauet (grå) og SEL-værdien (orange).



Figur 9
Den ekstra udbredelseseffekt i Pos. 3 i forhold til Pos. 1 for de 20 skud og for 5 andre variable for henholdsvis impulsniveauet (blå), Fast-niveauet (grå) og SEL-værdien (orange).



Figur 10

Den ekstra udbredelseseffekt i Pos. 3 i forhold til Pos. 2 for de 20 skud og for 5 andre variable for henholdsvis impulsniveauet (blå), Fast-niveauet (grå) og SEL-værdien (orange).

Figur 8-10 viser, at fluktuationerne i udbredelseseffekten mindskes en anelse ved anvendelse af Fast-niveauet og lidt mere ved anvendelse af SEL-værdien. Mindskelsen forekommer mest i den lave ende af udbredelseseffekterne, hvilket øger middelværdierne lidt. Dette afspejler sig i de i Tabel 3 viste standardafvigelser og energimiddelværdier.

Variationsområdet for impulsniveauerne målt i de tre målepositioner vil også reduceres ved anvendelse af Fast-niveauet eller SEL-værdien. For Fast-niveauet er reduktionen marginal, men for SEL-værdien er den mellem 10 % og 25 %.

Supplerende er korrelationskoefficienten mellem Fast-niveauet og impulsniveauet og mellem SEL-værdien og impulsniveauet blevet bestemt for hver måleposition, og den viser sig i alle tilfælde at være tæt på 1. For Fast-niveauet varierer den fra 0,997 i Pos. 1 til 0,994 i Pos. 3. For SEL-værdien varierer den fra 0,998 i Pos. 1 til 0,983 i Pos. 3.

		Pos. 2 - Pos. 1 (dB)	Pos. 3 - Pos. 1 (dB)	Pos. 3 - Pos. 2 (dB)
Standardafvigelse	Impuls	5,6	5,0	2,9
	Fast	5,3	4,6	2,6
	SEL	4,8	4,2	2,3
Energimiddelværdi	Impuls	-3,9	-7,0	-1,5
	Fast	-3,4	-6,5	-1,5
	SEL	-3,4	-5,2	-0,7
Nomogrammetode		-3,6	-5,2	-1,5
Nomogram uden terræneffekt		-2,8	-4,0	-1,2
Nord2000		-2,3	-3,7	-1,4

Tabel 3

Standardafvigelser og energimiddelværdier for udbredelseseffekterne vist i Figur 8-10 samt tre beregnede udbredelseseffekter.

3.4 Overvejelser om forslag til ændringer af eksisterende retningslinjer for beregning og måling af skud fra haglvåben

I analysen af Karup-målingerne ovenfor er det vist, at det observerede, store variationsområde for impulsniveauerne i hver måleposition på ca. 14 dB kun i marginalt omfang kan relateres til kildevariationer. Konklusionen er derfor, at fluktuationerne alene skyldes variationer i udbredelseseffekten på grund af turbulens i atmosfæren. Det store variationsområde skyldes primært skuddets korte varighed af størrelsesordenen 10 ms og fremstår derfor som en fysisk betinget variation, som ikke kan undgås. Analysen viser også, at når middelværdien af lydudbredelseseffekten bestemmes over 20 skud med en samlet varighed på omkring 5 minutter, fås en lydudbredelseseffekt, som er sammenlignelig med målte værdier for kontinuerlig støj.

Det har i analysen været undersøgt, om andre støjindikatorer for enkelthændelser kunne tænkes at reducere variationsområdet. Analysen viser, at både anvendelse af Fast-niveauet og SEL-værdien vil reducere variationsområdet.

For Fast-niveauets vedkommende er reduktionen dog marginal, men for SEL-værdien reduceres standardafvigelsen for både lydtrykniveauerne i de tre målepositioner og udbredelseseffekterne med i gennemsnit 15-20 %. SEL-værdien fremstår derfor umiddelbart som den bedste støjindikator af de tre undersøgte. Fordelene ved SEL er dog så begrænsede, at de administrative ulemper af et skift i støjindikator må afvejes mod de forventede fordele.

Derimod har analysen vist, at en anvendelse af energimiddelværdien af lydtrykniveauerne for de enkelte skud af flere grunde er at foretrække frem for anvendelsen af den aritmetiske middelværdi. Dels giver energimiddelværdien en bedre overensstemmelse mellem målte og beregnede værdier, og dels betragtes energimiddelværdien i støjsammenhæng generelt som den bedste indikator til at beskrive gene. Med den observerede variation i lydtrykniveauerne for de enkelte skud kan den aritmetiske middelværdi let blive 2-3 dB lavere end energimiddelværdien. Et andet argument for anvendelse af energimiddelværdien er, at hvis de meteorologiske forhold befinder sig i den nedre ende af den meteorologiske ramme, kan der muligvis forekomme meget lave støjniveauer på grund af kortvarige forekomster af en meteorologisk skyggezone under enkelte skud. Skulle dette ske, vil det påvirke den aritmetiske middelværdi i langt højere grad, end det vil påvirke energimiddelværdien.

4. Sammenfattende kommentarer

Ved måling af støj fra haglvåben er det velkendt, at støjniveauet fra det enkelte skud udtrykt ved maksimalniveauet med I-vægtning i en serie på 20 skud normalt viser variationer på op til 10-20 dB i typiske afstande til skydebanens naboer. Årsagen til de store variationer er blevet undersøgt i dette notat, og det vurderes at stamme fra den lydudbredelsesmæssige virkning af turbulens i atmosfæren kombineret med den korte varighed af de enkelte skud (af størrelsesorden 10 ms). Periodetiden for de turbulente hvirvler i atmosfæren kan variere mellem nogle få sekunder og fem minutter, men er oftest omkring et minut. De store fluktuationer fra skud til skud forklares ved, at det enkelte skuds varighed derfor er væsentlig mindre end periodetiden for de turbulente hvirvler. Konklusionen er derfor også, at det ikke er muligt at reducere variationsområdet (fx ved at skærpe meteo-rammen for målingerne). Et brugbart måleresultat opnås kun, når måleværdierne for de enkelte skud midles på passende vis.

Dette rejser naturligvis spørgsmålet, om de beregningsmetoder, der er udviklet for kontinuerlig støj, også er anvendelige for skudstøj. Da afviklingen af de 20 skud i måleserien normalt vil vare mindst 5 minutter og derfor være længere end selv den største periodetid for de turbulente hvirvler, vil de 20 målte impuls-niveauer i en serie statistisk set kunne forventes at repræsentere alle tænkelige turbulente udbredelsessituationer. Forventningen er derfor, at energimiddelværdien af de 20 skud vil vise en udbredelseseffekt, som svarer til den udbredelseseffekt, der fås for kontinuerlig støj udtrykt ved ækvivalentniveauet.

Dette bekræftes af analysen af Karup-målingerne, som viser, at målte udbredelseeffekter stemmer godt overens med den eksisterende beregningsmetode, og at overensstemmelsen er bedre ved energimidling end ved aritmetisk midling. Med den normale variation i lydtrykniveauer for de enkelte skud kan den aritmetiske middelværdi i større afstande let blive 2-3 dB lavere end energimiddelværdien.

Ud over den bedre overensstemmelse mellem beregninger og målinger er der to andre argumenter for anvendelse af energimidling. Den ene er, at energimiddelværdier normalt forventes at give den bedste overensstemmelse med genevirkning. Den anden er, at energimiddelværdien er mindre følsom for særligt lave støjniveauer under nogle få af skuddene end den aritmetiske middelværdi. Særligt lave støjniveauer kan for eksempel forårsages af kortvarige forekomster af akustiske skyggezone, specielt når målesituationen er på kanten af meteo-rammen.

Det er undersøgt, om maksimalniveauet med tidsvægtning F eller SEL-værdien kunne tænkes at være en bedre indikator end maksimalværdien med tidsvægtning I. Fast-niveauet viser kun marginale ændringer i egnethed i forhold til impulsniveauet, mens SEL-værdien må siges at være en bedre indikator. Forbedringen er dog ikke større, end at det nøje må overvejes, om de administrative ulemper ved skift af indikator opvejes af forbedringen.

5. Referencer

- [1] J. Kragh et al.: *Environmental noise from industrial plants. General prediction method*, Danish Acoustical Laboratory, Report no. 32, 1982.
- [2] Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 2/1995: *Beregning og måling af støj fra skydebaner*, 1995.
- [3] I. M. Nordhook et al.: *Harmonoise - State of the art of modeling*, Harmonoise WP2 Task 2.2, Technical Report HAR22-TR020220-TNO11, 2002.
- [4] B. Plovsing: *Proposal for a Nordtest method: Nord2000 Prediction of outdoor sound propagation*, DELTA report AV 1106/07, Hørsholm 2007 (revised 2014).
- [5] Målingerne i Karup.

Bilag 2 Fotos og figurer

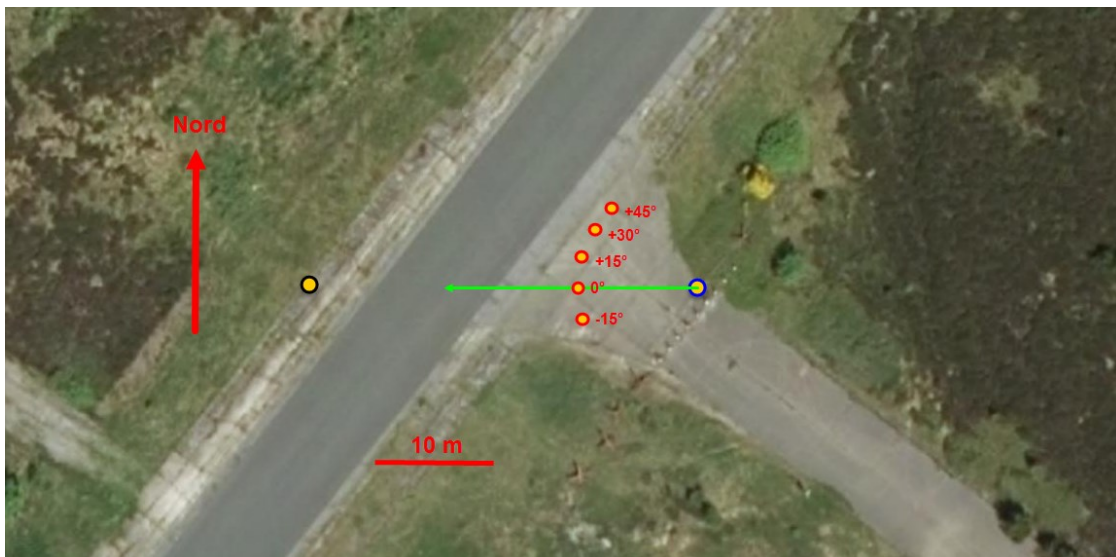


Foto 1. Måleopstilling i Karup 29. januar 2018. Grøn pil markerer skudretningen, der hovedsageligt blev benyttet. Rød-gule punkter er målepositioner på terræn ved måling af udgangsværdi. Blå-gult punkt er skyttens position. Sort-gult punkt er skyttens position under få målinger foretaget over fuldstændigt porøst terræn mellem skytte og punkterne i afstandene 400 m, 1200 m og 1500 m.



Foto 2. Målepunkterne i afstandene 400 m, 1200 m og 1500 m fra geværmundingen i Karup. Grøn pil markerer skudretningen, der hovedsageligt blev benyttet.



Foto 3. Foto af måleopstillingen i Karup. Målemikrofonerne ses som sorte prikker ved de 5 skudretninger.



Foto 4. Fotos af måleopstillingen i Karup. Afgivelse af skud ved elevation 0°, 30°, 45° og 60°.

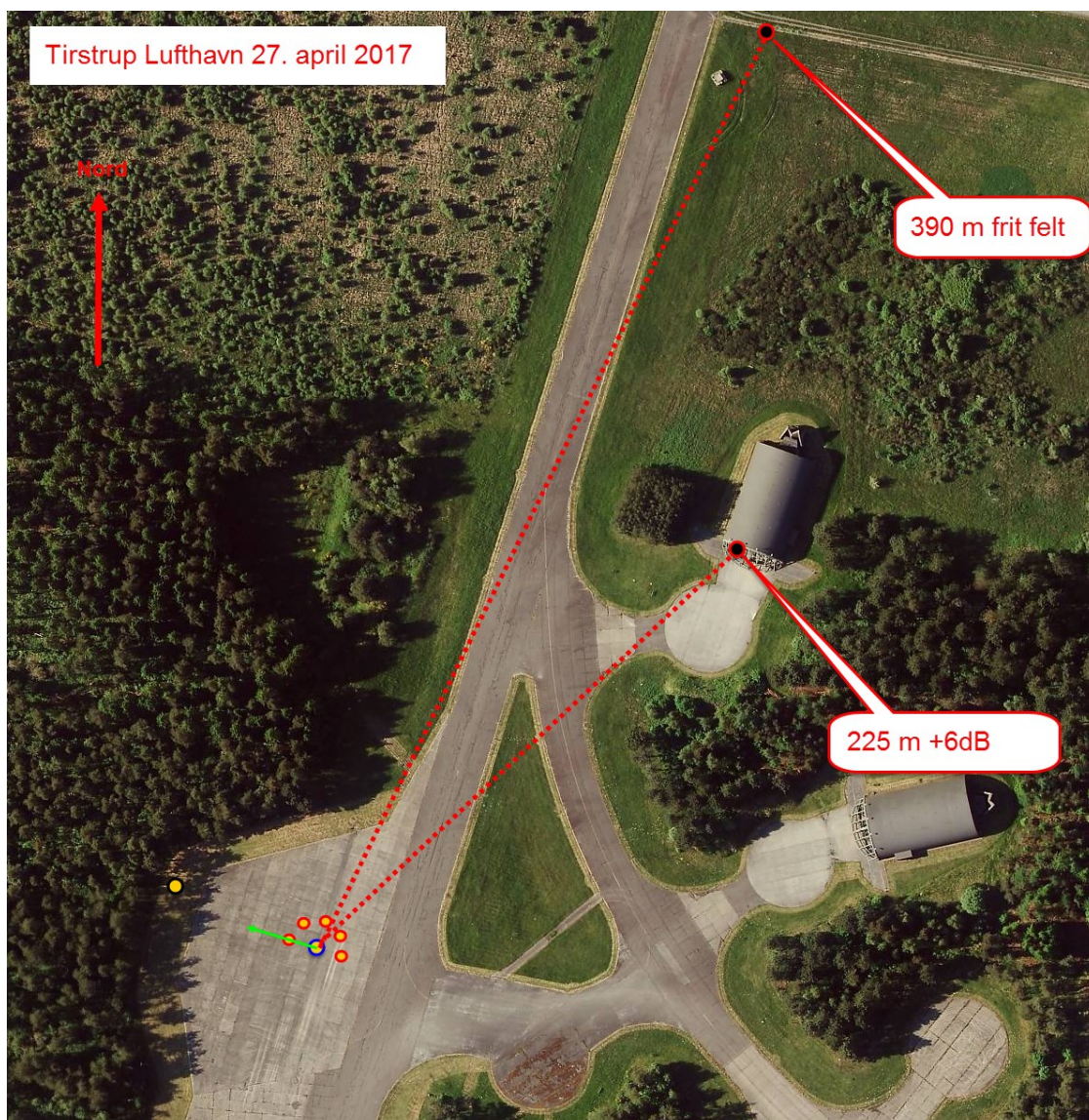


Foto 5. Måleopstilling i Tirstrup 27. april 2017. Grøn pil markerer skudretningen, der hovedsageligt blev benyttet. Rød-gule punkter er målepositioner på terræn ved måling af udgangsværdi. Blå-gult punkt er skyttens position. Sort-gult punkt mod vest er skyttens position under målinger foretaget over blandet porøst og hårdt terræn mellem skytte og målepunkter i 10 m afstand.

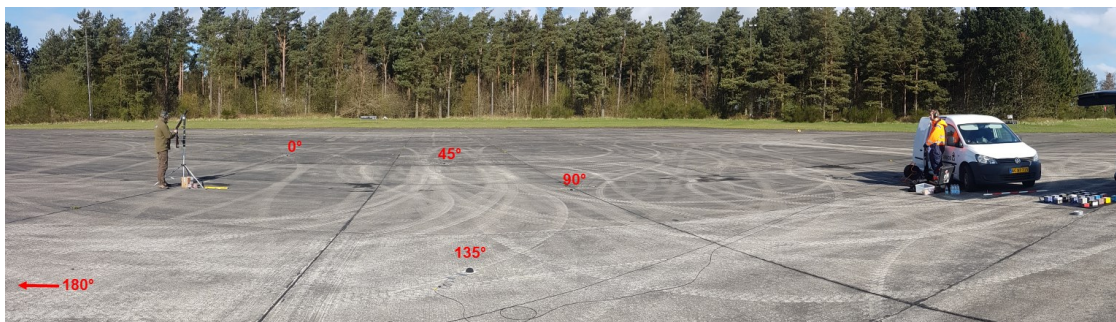


Foto 6. Foto af måleopstillingen i Tirstrup 27. april 2017. Målemikrofonerne ses som sorte prikker ved de 5 skudretninger (mikrofonen i retning 180° ligger uden for billedet).



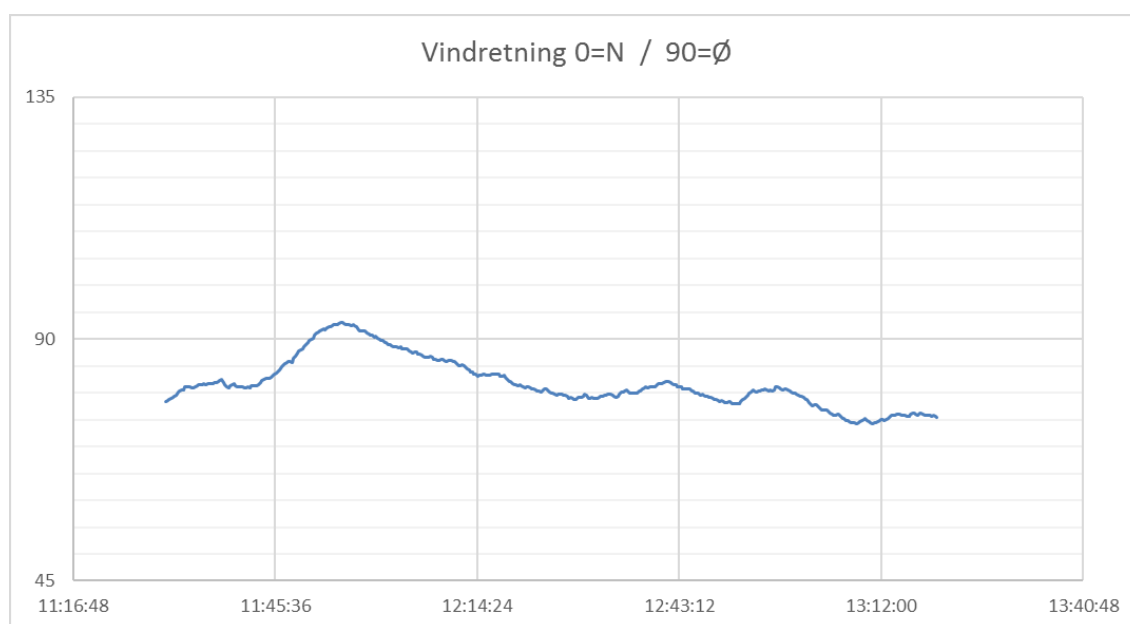
Foto 7. Patron typer benyttet ved målingerne i Tirstrup.

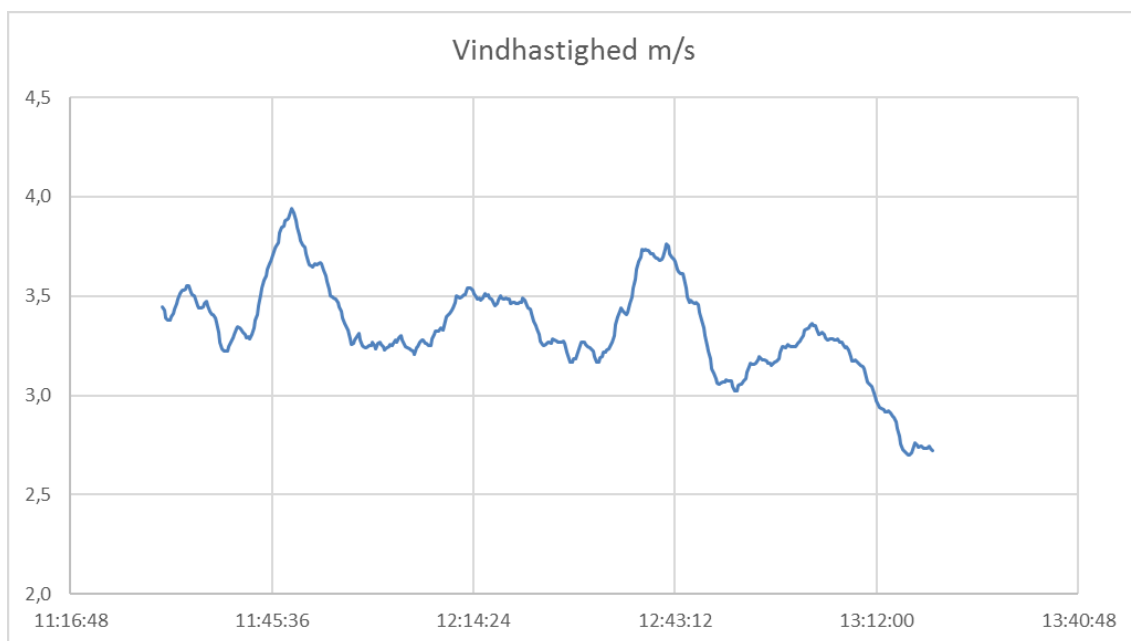


Foto 8. Tirstrup. Skytte og stativet der fastholder geværet i den ønskede stilling.

Bilag 3 Vejrforhold under målingerne i Karup

I forbindelse med målingerne i Karup den 12. januar 2018 blev de meteorologiske forhold registreret 10 m over terræn i en position ca. 100 m sydøst for skytten. Vindretning og vindhastighed er vist i figurerne nedenfor. Målepositionerne i fjernfeltet i afstandene 400 m, 1200 m og 1500 m var placeret vest for skydepositionen i retning 270° og dermed (for de fleste måleserier) direkte i skudretningen. Med en vindretning mellem 70° og 90° og en vindhastighed mellem 2,5 m/s og 4 m/s er de meteorologiske forhold i overensstemmelse med Vejledning 5/1984 [1] og 2/1995 [6] fra Miljøstyrelsen. Der var overskyet 8/8 under hele målekampagnen. Temperaturen var omkring 2 °C og den relative luftfugtighed RH 80-85%.





Bilag 4 Måleblade

Hagpatronundersøgelse

Ammunition:	Rio Target Load Blue Steel
Kaliber:	12
Ladning:	24
Hagl:	7
Våben:	Browning Ultra XS – 46602 MM, Kaliber 12, Løbslængde 76 cm
Måling nr.:	-4 Elevation 30°

Ikke korrigeret for ulineær lydudbredelse

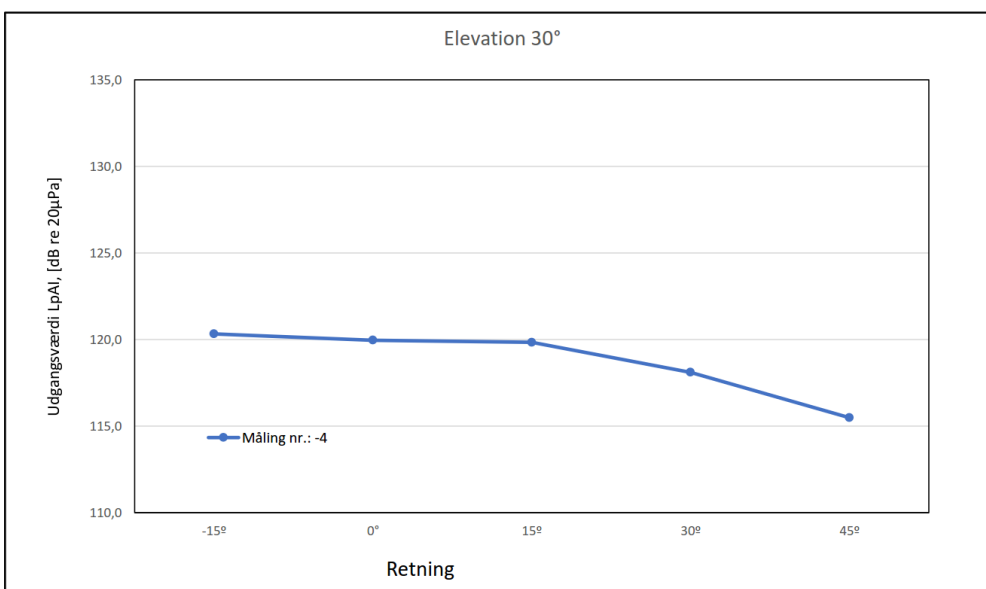
Retning	Frekvens [Hz]										Lp,LIN,l	Lpeak	UI korr.
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
-15°	83,1	92,1	100,1	107,5	113,9	115,8	114,3	115,9	110,7	107,5	121,8	143,8	-1,6
0°	83,9	92,5	100,4	107,8	114,0	116,2	113,9	116,0	110,8	106,2	121,9	143,6	-1,6
15°	83,0	91,9	99,9	107,4	113,7	115,6	114,2	115,5	109,9	105,4	121,5	143,1	-1,5
30°	82,4	90,5	98,5	105,8	111,8	113,5	113,6	112,8	108,9	105,0	119,8	140,8	-1,2
45°	80,8	89,1	97,2	104,1	109,5	110,5	109,8	110,2	107,8	103,0	117,1	139,4	-1,0

Tabel 1: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt lineært lydtrykniveau (Lp,LIN,l). Desuden anført lineært peak lydtrykniveau (Lpeak).

Korrigeret for ulineær lydudbredelse i hht. NT ACOU 099

Retning	Frekvens [Hz]										LpAl
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
-15°	84,0	92,9	101,0	108,4	114,7	116,3	114,2	115,2	109,1	105,8	120,3
0°	84,7	93,3	101,2	108,6	114,8	116,5	113,1	114,9	109,1	104,6	120,0
15°	83,8	92,7	100,7	108,2	114,5	116,0	113,9	114,6	108,3	103,8	119,8
30°	83,0	91,1	99,2	106,4	112,4	113,9	113,3	111,7	107,7	103,8	118,1
45°	81,3	89,6	97,7	104,6	110,0	110,8	109,5	109,6	106,7	102,0	115,5

Tabel 2: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt A-vægtet lydtrykniveau (LpAl).



Hagpatronundersøgelse	
Ammunition:	Rio Target Load Blue Steel
Kaliber:	12
Ladning:	24
Hagl:	7
Våben:	Browning Ultra XS – 46602 MM, Kaliber 12, Løbslængde 76 cm
Måling nr.:	-2 Elevation 30°

Ikke korrigeret for ulineær lydudbredelse

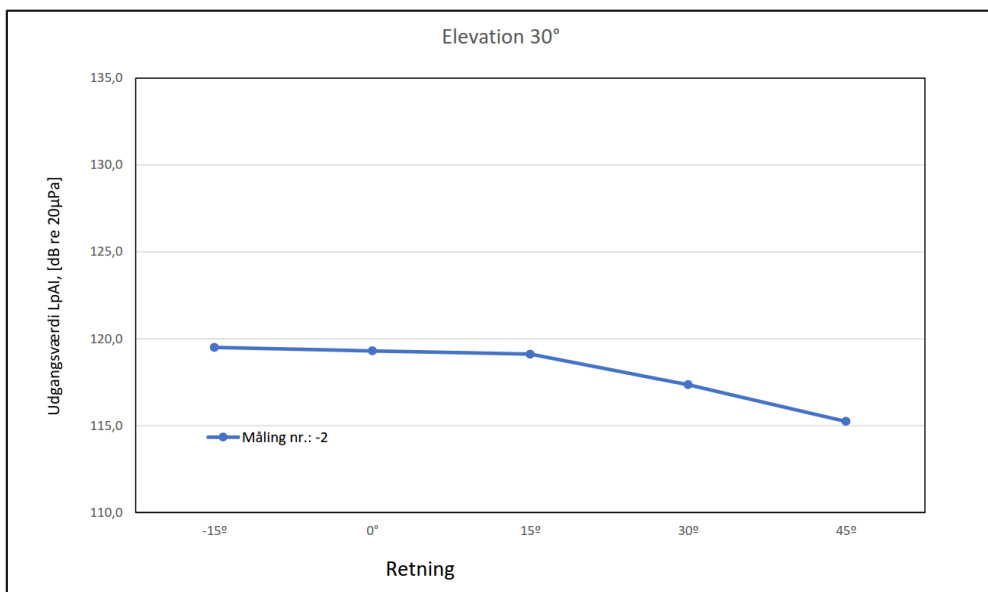
Retning	Frekvens [Hz]										Lp,LIN,l	Lpeak	U/I korr.
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
-15°	83,1	92,0	100,0	107,3	113,6	115,4	114,0	115,2	110,7	107,0	121,4	143,3	-1,6
0°	83,8	92,3	100,2	107,5	113,5	115,7	113,4	115,2	110,5	105,6	121,3	143,0	-1,5
15°	82,8	91,8	99,7	107,2	113,4	115,4	113,8	114,7	109,9	105,0	121,1	142,7	-1,5
30°	82,3	90,4	98,5	105,6	111,6	113,3	112,6	111,8	109,0	105,1	119,3	140,5	-1,2
45°	80,7	89,1	97,2	104,1	109,5	110,5	108,9	110,2	108,2	102,9	117,0	139,3	-1,0

Tabel 1: Lydtrykkniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt lineært lydtrykkniveau (LpLIN). Desuden anført lineært peak lydtrykkniveau (Lpeak).

Korrigeret for ulineær lydudbredelse i hht. NT ACOU 099

Retning	Frekvens [Hz]										LpAI
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
-15°	83,9	92,8	100,8	108,1	114,3	115,7	113,3	114,0	109,1	105,4	119,5
0°	84,5	93,1	100,9	108,3	114,3	115,9	112,5	114,0	108,9	104,1	119,3
15°	83,6	92,5	100,5	107,9	114,2	115,6	113,0	113,6	108,5	103,6	119,1
30°	82,8	91,0	99,1	106,2	112,2	113,5	112,0	110,8	107,9	103,9	117,4
45°	81,2	89,6	97,7	104,6	109,9	110,6	108,4	109,5	107,2	101,9	115,2

Tabel 2: Lydtrykkniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt A-vægtet lydtrykkniveau (LpAI).



Haglpatronundersøgelse	
Ammunition:	Rio Target Load Blue Steel
Kaliber:	12
Ladning:	24
Hagl:	7
Våben:	Browning Ultra XS – 46602 MM, Kaliber 12, Løbslængde 76 cm
Måling nr.:	-1 Elevation 45°

Ikke korregeret for ulineær lydudbredelse

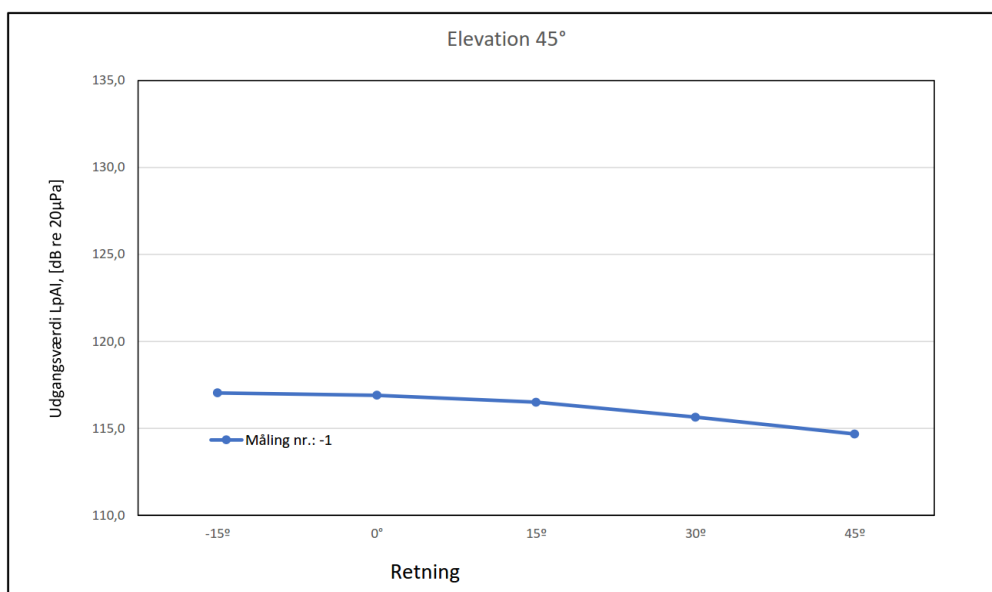
Retning	Frekvens [Hz]										Lp,LIN,l	Lpeak	UI korr.
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
-15°	80,8	89,9	98,1	105,2	110,9	112,0	112,2	111,4	108,7	104,7	118,6	140,6	-1,2
0°	81,5	90,2	98,2	105,3	110,8	112,1	112,4	111,2	108,1	103,2	118,6	140,0	-1,1
15°	80,7	89,9	98,0	105,2	110,9	112,0	111,9	110,7	108,0	103,0	118,3	139,9	-1,1
30°	80,7	89,0	97,1	104,0	109,5	110,3	109,6	110,5	107,9	103,4	117,1	139,6	-1,0
45°	79,5	88,1	96,3	102,9	107,7	108,6	107,8	109,8	107,0	101,9	115,8	138,7	-0,9

Tabel 1: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt lineært lydtrykniveau (LpLIN). Desuden anført lineært peak lydtrykniveau (Lpeak).

Korregeret for ulineær lydudbredelse i hht. NT ACOU 099

Retning	Frekvens [Hz]										LpAI
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
-15°	81,4	90,5	98,7	105,8	111,5	112,5	112,1	110,5	107,5	103,5	117,0
0°	82,1	90,7	98,8	105,9	111,3	112,6	112,2	110,3	107,0	102,1	116,9
15°	81,3	90,4	98,5	105,8	111,5	112,4	111,7	109,7	106,9	101,9	116,5
30°	81,3	89,5	97,7	104,5	110,0	110,7	109,6	110,0	106,9	102,3	115,6
45°	80,0	88,5	96,7	103,3	108,2	109,0	108,2	109,6	106,1	101,0	114,7

Tabel 2: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt A-vægtet lydtrykniveau (LpAI).



Haglpatronundersøgelse

Ammunition:	Rio Target Load Blue Steel
Kaliber:	12
Ladning:	24
Hagl:	7
Våben:	Browning Ultra XS – 46602 MM, Kaliber 12, Løbslængde 76 cm
Måling nr.:	1 Elevation 60°

Ikke korrigeret for ulineær lydudbredelse

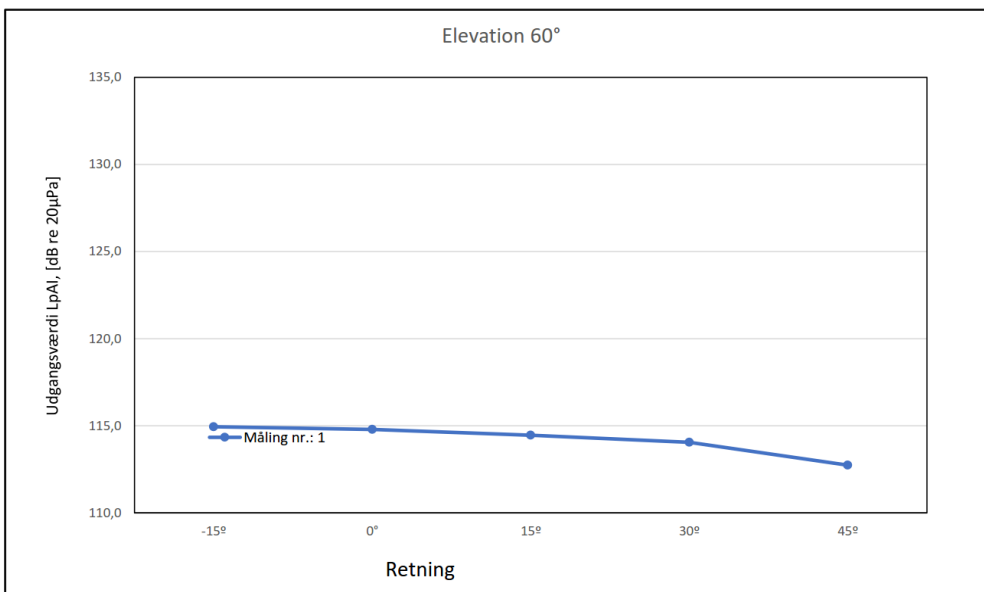
Retning	Frekvens [Hz]										Lp,LIN,l	Lpeak	UI korr.
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
-15°	78,7	87,9	96,0	102,8	107,7	108,6	108,7	110,1	106,1	102,4	115,9	138,8	-0,9
0°	79,2	88,1	96,0	102,7	107,4	108,5	108,6	109,9	106,1	101,6	115,7	138,5	-0,9
15°	78,2	87,8	95,7	102,6	107,5	108,3	108,5	109,5	105,5	100,8	115,5	138,2	-0,9
30°	78,9	87,1	95,1	101,6	106,4	107,5	108,2	109,0	105,5	101,7	115,0	137,8	-0,8
45°	77,8	86,5	94,5	100,7	105,1	106,6	107,1	107,4	104,6	100,7	113,8	136,8	-0,7

Tabel 1: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt lineært lydtrykniveau (LpLIN). Desuden anført lineært peak lydtrykniveau (Lpeak).

Korrigeret for ulineær lydudbredelse i hht. NT ACOU 099

Retning	Frekvens [Hz]										LpAI
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
-15°	79,2	88,4	96,4	103,2	108,1	109,0	109,1	110,0	105,1	101,4	114,9
0°	79,7	88,5	96,4	103,2	107,9	108,9	109,0	109,8	105,2	100,7	114,8
15°	78,6	88,2	96,2	103,0	107,9	108,8	108,9	109,3	104,6	99,9	114,5
30°	79,3	87,5	95,5	102,0	106,8	107,9	108,5	108,8	104,7	100,9	114,0
45°	78,2	86,9	94,8	101,0	105,5	106,9	107,2	107,1	103,9	100,0	112,7

Tabel 2: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt A-vægtet lydtrykniveau (LpAI).



Haglpatronundersøgelse	
Ammunition:	Rio Target Load Blue Steel
Kaliber:	12
Ladning:	24
Hagl:	7
Våben:	Browning Ultra XS – 46602 MM, Kaliber 12, Løbslængde 76 cm
Måling nr.:	2 Elevation 45°

Ikke korrigeret for ulineær lydudbredelse

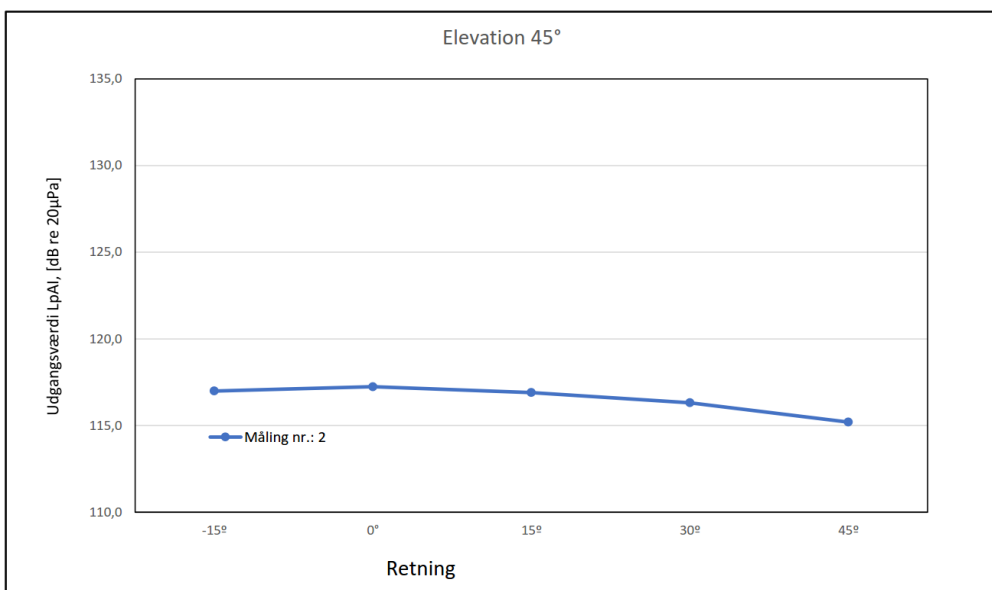
Retning	Frekvens [Hz]										Lp,LIN,l	Lpeak	UI korr.
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
-15°	81,2	90,2	98,4	105,5	111,2	112,4	112,6	111,5	108,5	105,3	118,9	140,7	-1,2
0°	81,9	90,6	98,6	105,8	111,3	112,7	112,8	111,8	108,1	103,6	119,0	140,2	-1,1
15°	81,1	90,2	98,4	105,6	111,4	112,6	112,6	111,4	107,8	103,3	118,8	140,2	-1,1
30°	81,2	89,4	97,5	104,5	110,1	111,0	111,0	110,9	108,1	103,8	117,8	139,9	-1,1
45°	80,0	88,5	96,6	103,2	108,4	109,0	108,8	110,0	107,7	102,3	116,3	139,0	-1,0

Tabel 1: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt lineært lydtrykniveau (LpLIN,l). Desuden anført lineært peak lydtrykniveau (Lpeak).

Korrigeret for ulineær lydudbredelse i hht. NT ACOU 099

Retning	Frekvens [Hz]										LpAI
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
-15°	81,8	90,8	98,9	106,1	111,8	112,7	112,0	110,4	107,3	104,1	117,0
0°	82,5	91,2	99,1	106,3	111,8	113,0	112,4	110,9	107,0	102,5	117,2
15°	81,7	90,8	98,9	106,2	112,0	112,9	112,1	110,3	106,6	102,2	116,9
30°	81,7	89,9	98,1	105,0	110,7	111,5	111,0	110,3	107,1	102,7	116,3
45°	80,4	88,9	97,1	103,7	108,9	109,5	109,1	109,8	106,7	101,3	115,2

Tabel 2: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt A-vægtet lydtrykniveau (LpAI).



Haglpatronundersøgelse	
Ammunition:	Rio Target Load Blue Steel
Kaliber:	12
Ladning:	24
Hagl:	7
Våben:	Browning Ultra XS – 46602 MM, Kaliber 12, Løbslængde 76 cm
Måling nr.:	3 Elevation 30°

Ikke korrigeret for ulineær lydudbredelse

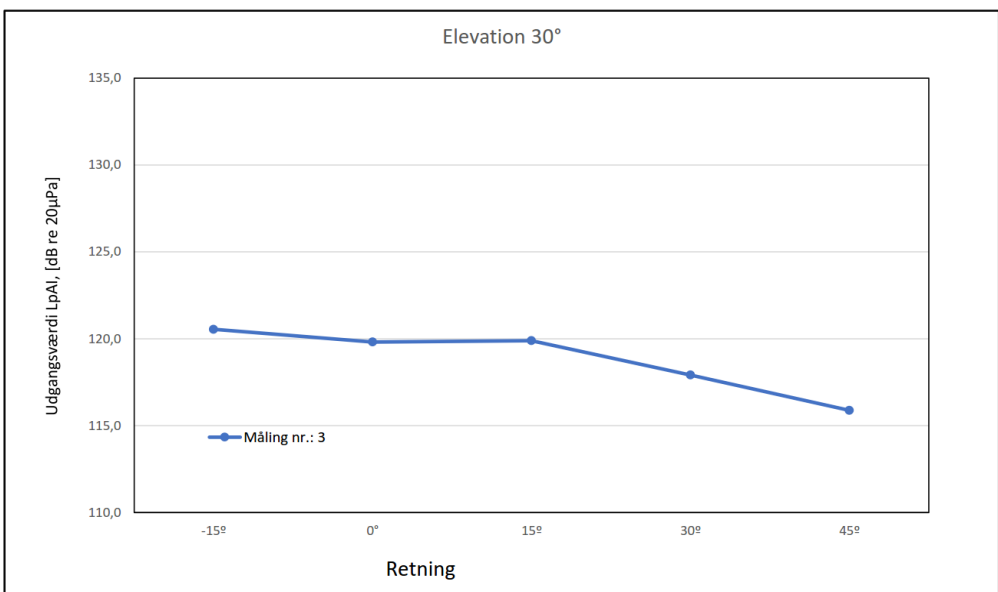
Retning	Frekvens [Hz]										Lp,LIN,l	Lpeak	UI korr.
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
-15°	83,9	92,5	100,6	108,1	114,4	116,1	114,3	116,1	111,7	107,7	122,2	144,3	-1,7
0°	84,4	92,9	100,9	108,4	114,5	116,6	113,8	115,8	111,3	106,4	122,1	143,9	-1,7
15°	83,4	92,3	100,4	108,0	114,2	116,0	114,1	115,5	110,6	105,9	121,8	143,5	-1,6
30°	82,8	90,8	99,1	106,3	112,3	113,7	113,6	112,4	109,2	105,2	119,9	141,1	-1,2
45°	81,0	89,5	97,7	104,6	109,9	110,8	109,8	110,5	108,7	103,7	117,5	139,8	-1,1

Tabel 1: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt lineært lydtrykniveau (LpLIN). Desuden anført lineært peak lydtrykniveau (Lpeak).

Korrigeret for ulineær lydudbredelse i hht. NT ACOU 099

Retning	Frekvens [Hz]										LpAl
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
-15°	84,7	93,4	101,5	109,0	115,3	116,7	114,1	115,3	109,9	106,0	120,5
0°	85,2	93,8	101,7	109,2	115,3	116,7	112,6	114,4	109,6	104,7	119,8
15°	84,2	93,1	101,2	108,8	115,0	116,4	113,6	114,6	109,0	104,3	119,9
30°	83,4	91,5	99,7	106,9	112,9	114,0	112,9	111,3	107,9	103,9	117,9
45°	81,6	90,0	98,2	105,2	110,5	111,1	109,6	109,9	107,6	102,6	115,9

Tabel 2: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt A-vægtet lydtrykniveau (LpAl).



Haglpatronundersøgelse	
Ammunition:	Rio Target Load Blue Steel
Kaliber:	12
Ladning:	24
Hagl:	7
Våben:	Browning Ultra XS – 46602 MM, Kaliber 12, Løbslængde 76 cm
Måling nr.:	5 Elevation 30°

Ikke korrigeret for ulineær lydudbredelse

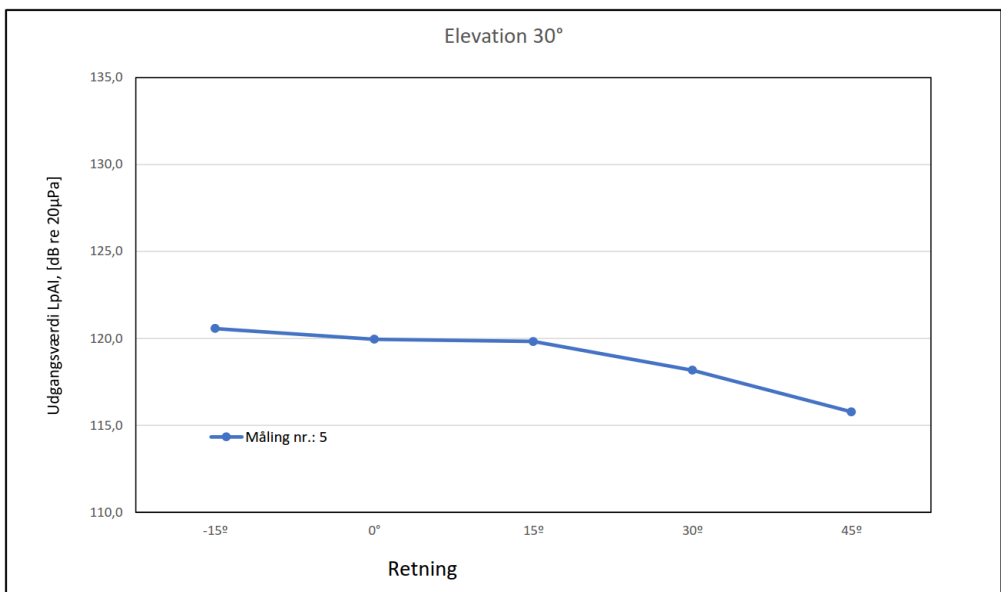
Retning	Frekvens [Hz]										Lp,LIN,l	Lpeak	UI korr.
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
-15°	84,0	92,7	100,9	108,4	114,7	116,8	114,4	116,7	112,0	108,0	122,6	144,6	-1,8
0°	84,6	93,1	101,2	108,7	114,8	117,1	113,9	116,2	111,4	106,4	122,4	144,2	-1,7
15°	83,3	92,3	100,5	108,1	114,3	116,3	114,0	115,9	110,8	106,1	122,0	143,7	-1,6
30°	82,8	90,9	99,1	106,3	112,4	114,0	113,5	113,1	109,2	105,1	120,1	141,2	-1,3
45°	81,1	89,5	97,7	104,5	110,0	111,0	109,7	110,5	108,6	103,3	117,5	139,7	-1,1

Tabel 1: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt lineært lydtrykniveau (LpLIN). Desuden anført lineært peak lydtrykniveau (Lpeak).

Korrigeret for ulineær lydudbredelse i hht. NT ACOU 099

Retning	Frekvens [Hz]										LpAl
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
-15°	84,9	93,6	101,8	109,2	115,6	117,0	113,4	115,4	110,2	106,2	120,6
0°	85,4	94,0	102,0	109,5	115,6	117,1	112,4	114,6	109,7	104,7	120,0
15°	84,1	93,1	101,3	108,9	115,2	116,5	112,8	114,6	109,2	104,5	119,8
30°	83,4	91,5	99,7	106,9	113,0	114,3	112,9	112,0	108,0	103,9	118,2
45°	81,6	90,0	98,2	105,1	110,5	111,2	109,3	109,8	107,6	102,3	115,8

Tabel 2: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt A-vægtet lydtrykniveau (LpAl).



Haglpatronundersøgelse	
Ammunition:	Rio Target Load Blue Steel
Kaliber:	12
Ladning:	24
Hagl:	7
Våben:	Browning Ultra XS – 46602 MM, Kaliber 12, Løbslængde 76 cm
Måling nr.:	6 Elevation 15°

Ikke korrigeret for ulineær lydudbredelse

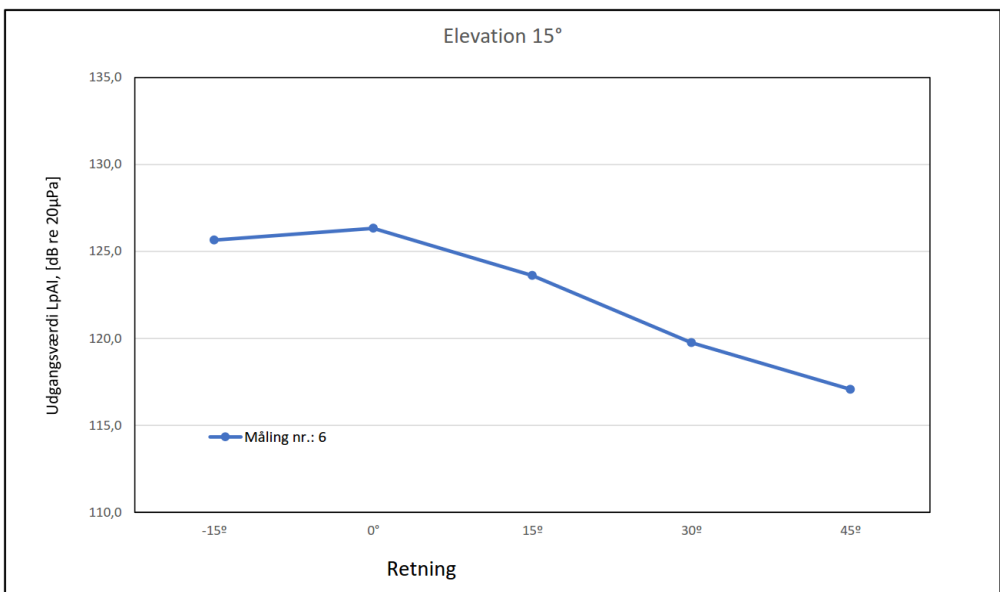
Retning	Frekvens [Hz]										Lp,LIN,l	Lpeak	UI korr.
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
-15°	87,4	95,8	104,1	112,0	119,0	121,1	122,7	120,0	114,8	109,7	127,4	149,2	-2,6
0°	87,7	96,4	104,6	112,5	119,1	121,0	123,9	119,7	114,2	109,4	127,8	149,4	-2,6
15°	86,2	95,1	103,3	111,3	118,2	120,7	120,3	119,1	113,2	108,3	126,2	148,2	-2,4
30°	84,6	92,8	101,0	108,5	114,9	116,9	114,0	115,8	111,1	107,0	122,3	144,3	-1,7
45°	82,4	90,7	98,8	105,9	111,6	113,1	112,6	111,2	109,0	104,5	119,1	140,5	-1,2

Tabel 1: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt lineært lydtrykniveau (LpLin). Desuden anført lineært peak lydtrykniveau (Lpeak).

Korrigeret for ulineær lydudbredelse i hht. NT ACOU 099

Retning	Frekvens [Hz]										LpAl
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
-15°	88,7	97,1	105,4	113,3	120,3	122,3	122,4	117,4	112,3	107,1	125,7
0°	89,0	97,7	105,9	113,8	120,4	122,3	123,9	117,1	111,6	106,8	126,3
15°	87,3	96,3	104,5	112,5	119,4	121,2	118,8	116,7	110,8	105,9	123,6
30°	85,5	93,7	101,9	109,3	115,7	117,0	112,4	114,2	109,4	105,3	119,8
45°	83,0	91,3	99,4	106,5	112,2	113,3	111,9	110,1	107,9	103,4	117,1

Tabel 2: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt A-vægtet lydtrykniveau (LpAl).



Haglpatronundersøgelse	
Ammunition:	Rio Target Load Blue Steel
Kaliber:	12
Ladning:	24
Hagl:	7
Våben:	Browning Ultra XS – 46602 MM, Kaliber 12, Løbslængde 76 cm
Måling nr.:	7 Elevation 0°

Ikke korrigeret for ulineær lydudbredelse

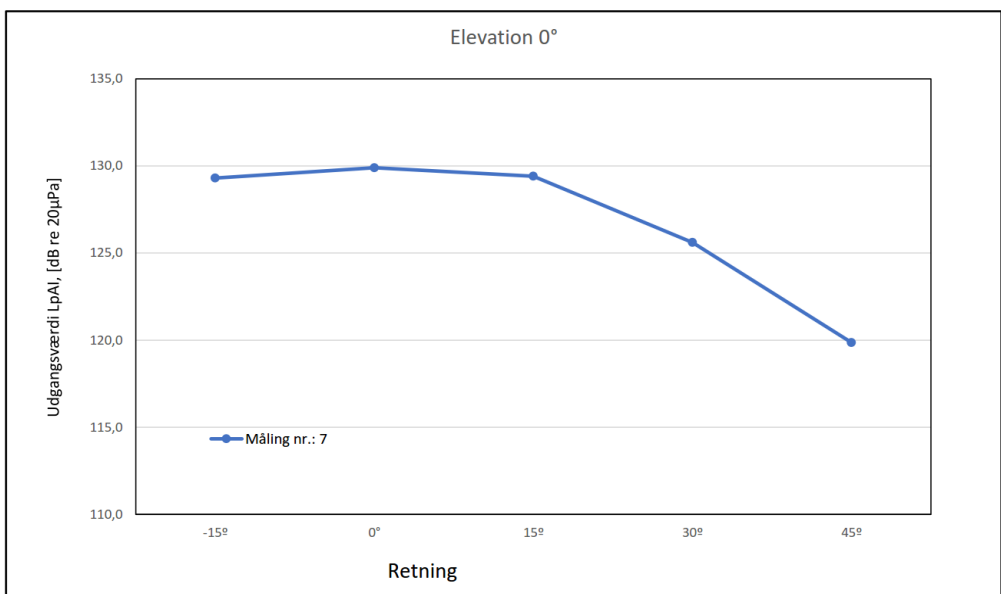
Retning	Frekvens [Hz]										Lp,LIN,l	Lpeak	UI korr.
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
-15°	92,9	99,5	107,0	113,5	113,7	123,4	126,7	124,2	117,9	114,4	130,3	149,3	-2,6
0°	92,7	101,8	109,6	114,0	119,0	125,3	126,9	124,0	121,1	117,2	131,4	153,4	-3,4
15°	90,4	99,2	107,4	114,6	116,2	122,7	127,3	123,6	118,9	113,6	130,5	151,5	-3,0
30°	87,2	95,5	103,8	111,7	118,7	121,3	122,5	119,9	114,9	110,4	127,4	149,5	-2,6
45°	84,1	92,4	100,5	107,8	114,1	116,1	113,9	115,7	110,9	107,2	121,8	144,0	-1,7

Tabel 1: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt lineært lydtrykniveau (LpLIN). Desuden anført lineært peak lydtrykniveau (Lpeak).

Korrigeret for ulineær lydudbredelse i hht. NT ACOU 099

Retning	Frekvens [Hz]										LpAI
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
-15°	94,2	100,8	108,3	114,8	114,9	124,7	126,7	121,6	115,3	111,9	129,3
0°	94,4	103,4	111,2	115,7	120,6	126,9	126,8	120,7	117,8	113,9	129,9
15°	91,9	100,7	108,9	116,1	117,8	124,2	127,3	120,6	115,9	110,6	129,4
30°	88,6	96,9	105,2	113,0	120,1	122,5	122,3	117,2	112,3	107,7	125,6
45°	85,0	93,3	101,3	108,6	114,9	116,4	113,1	114,6	109,3	105,5	119,9

Tabel 2: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt A-vægtet lydtrykniveau (LpAI).



Haglpatronundersøgelse	
Ammunition:	Rio Target Load Blue Steel
Kaliber:	12
Ladning:	24
Hagl:	7
Våben:	Browning Ultra XS – 46602 MM, Kaliber 12, Løbslængde 76 cm
Måling nr.:	8 Elevation 30° Rotation 15°

Ikke korregeret for ulineær lydudbredelse

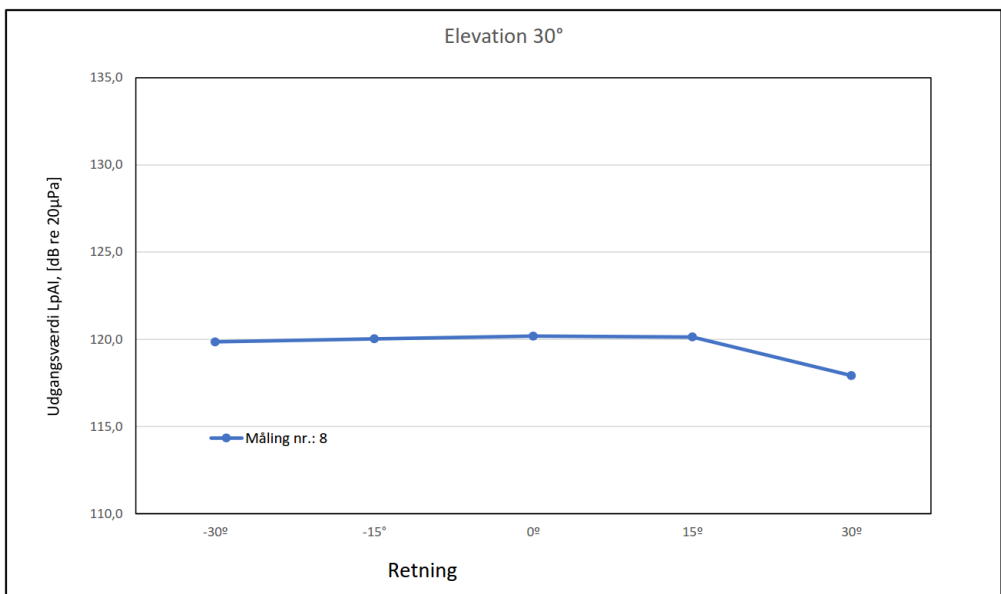
Retning	Frekvens [Hz]										Lp,LIN,l	Lpeak	UI korr.
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
-30°	83,0	91,8	99,9	107,3	113,4	114,8	114,7	115,0	110,8	107,0	121,3	143,1	-1,5
-15°	82,4	92,2	100,5	108,1	114,4	116,5	114,6	116,1	110,9	107,1	122,2	143,9	-1,7
0°	84,2	93,2	101,3	109,1	115,5	117,4	114,6	116,5	111,4	106,5	122,8	144,6	-1,8
15°	84,3	92,5	100,6	108,0	114,4	116,1	114,2	116,0	111,3	107,0	122,1	144,0	-1,7
30°	83,0	91,3	99,4	106,6	112,5	113,9	113,4	112,7	109,5	104,4	120,0	141,2	-1,3

Tabel 1: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt lineært lydtrykniveau (LpLIN). Desuden anført lineært peak lydtrykniveau (Lpeak).

Korregeret for ulineær lydudbredelse i hht. NT ACOU 099

Retning	Frekvens [Hz]										LpAI
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
-30°	83,7	92,5	100,6	108,1	114,2	115,4	114,6	114,1	109,3	105,4	119,9
-15°	83,2	93,1	101,3	108,9	115,3	116,6	113,3	114,7	109,3	105,5	120,0
0°	85,1	94,1	102,2	109,9	116,4	117,4	112,8	114,7	109,6	104,7	120,2
15°	85,1	93,3	101,5	108,9	115,3	116,5	113,5	114,9	109,6	105,3	120,1
30°	83,7	91,9	100,0	107,2	113,2	114,1	112,6	111,5	108,2	103,2	117,9

Tabel 2: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt A-vægtet lydtrykniveau (LpAI).



Haglpatronundersøgelse		
Ammunition:	Rio Target Load Blue Steel	
Kaliber:	12	
Ladning:	24	
Hagl:	7	
Våben:	Browning Ultra XS – 46602 MM, Kaliber 12, Løbslængde 76 cm	
Måling nr.:	9	Elevation 30° Rotation 30°

Ikke korregeret for ulineær lydudbredelse

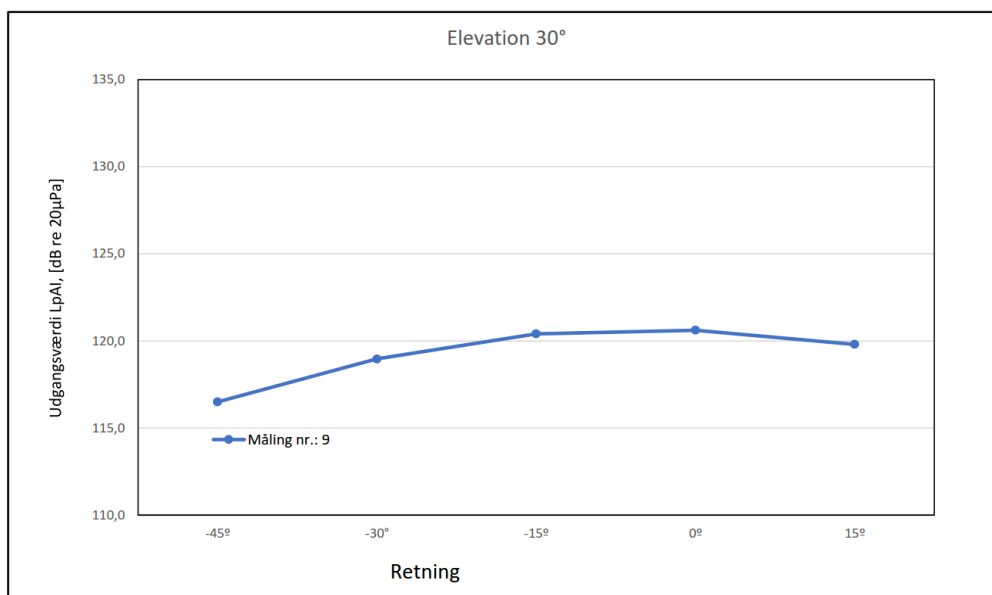
Retning	Frekvens [Hz]										Lp,LIN,l	Lpeak	UI korr.
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
-45°	81,1	90,1	98,3	105,5	111,0	112,0	111,9	110,5	108,7	105,0	118,4	140,3	-1,1
-30°	80,9	91,0	99,2	106,7	112,7	114,4	114,6	114,0	109,6	105,5	120,8	141,8	-1,3
-15°	83,8	92,8	101,0	108,7	115,1	116,8	114,6	116,4	111,4	106,6	122,6	144,2	-1,7
0°	84,9	93,2	101,4	108,9	115,4	117,4	114,8	116,7	112,3	107,8	123,0	144,9	-1,8
15°	84,6	92,7	100,8	108,2	114,5	116,1	114,0	115,6	111,8	106,8	122,0	144,0	-1,7

Tabel 1: Lydtrykkniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt lineært lydtrykkniveau (LpLIN). Desuden anført lineært peak lydtrykkniveau (Lpeak).

Korregeret for ulineær lydudbredelse i hht. NT ACOU 099

Retning	Frekvens [Hz]										LpAI
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
-45°	81,6	90,7	98,8	106,1	111,6	112,3	111,4	109,5	107,6	103,9	116,5
-30°	81,6	91,7	99,9	107,4	113,4	114,8	114,1	112,7	108,3	104,2	119,0
-15°	84,6	93,7	101,8	109,5	115,9	117,1	113,7	115,1	109,7	104,9	120,4
0°	85,8	94,1	102,3	109,8	116,3	117,5	113,4	115,1	110,5	106,0	120,6
15°	85,4	93,6	101,7	109,0	115,4	116,3	112,8	114,3	110,1	105,1	119,8

Tabel 2: Lydtrykkniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt A-vægtet lydtrykkniveau (LpAI).



Haglpatronundersøgelse	
Ammunition:	Rio Target Load Blue Steel
Kaliber:	12
Ladning:	24
Hagl:	7
Våben:	Browning Ultra XS – 46602 MM, Kaliber 12, Løbslængde 76 cm
Måling nr.:	10 Elevation 30° Rotation 45°

Ikke korrigeret for ulineær lydudbredelse

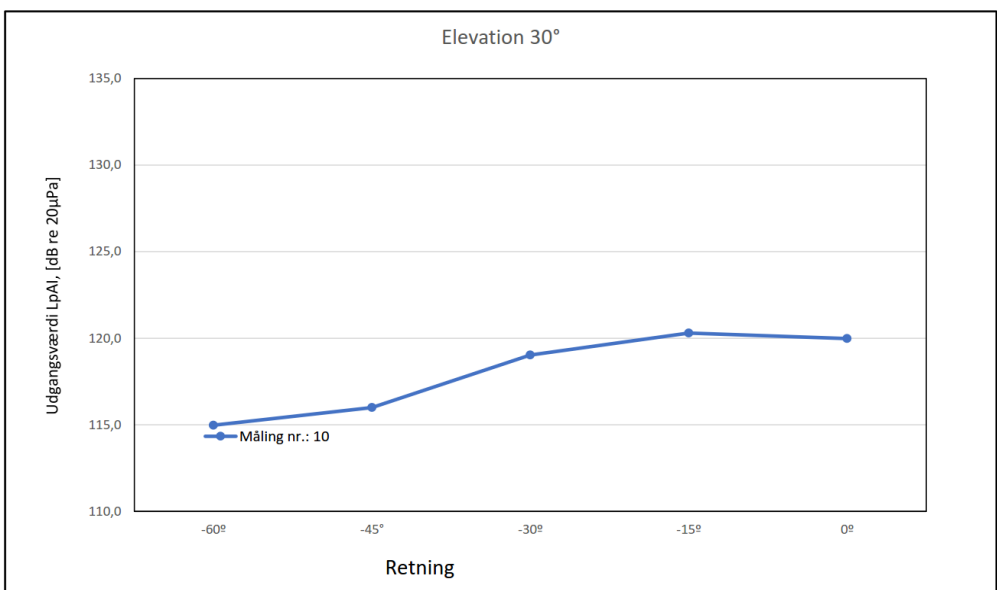
Retning	Frekvens [Hz]										Lp,LIN,l	Lpeak	UI korr.
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
-60°	79,0	88,2	96,4	103,2	108,1	108,9	109,0	109,8	106,5	103,0	116,1	139,2	-1,0
-45°	79,3	89,3	97,5	104,7	110,2	111,5	111,9	109,5	107,4	103,6	117,8	139,5	-1,0
-30°	82,4	91,5	99,6	107,1	113,2	114,7	114,5	114,2	109,5	104,7	120,9	142,2	-1,4
-15°	84,5	92,8	100,9	108,3	114,7	116,5	114,5	116,1	112,0	107,3	122,4	144,5	-1,8
0°	85,2	93,4	101,5	108,9	115,4	117,2	114,2	115,9	112,4	107,0	122,6	144,8	-1,8

Tabel 1: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt lineært lydtrykniveau (LpLIN). Desuden anført lineært peak lydtrykniveau (Lpeak).

Korrigeret for ulineær lydudbredelse i hht. NT ACOU 099

Retning	Frekvens [Hz]										LpAI
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
-60°	79,5	88,7	96,9	103,7	108,5	109,4	109,3	109,6	105,5	102,0	115,0
-45°	79,8	89,8	98,0	105,2	110,7	111,9	111,6	108,5	106,4	102,6	116,0
-30°	83,1	92,2	100,3	107,8	113,9	115,0	113,9	113,1	108,1	103,3	119,0
-15°	85,4	93,6	101,8	109,2	115,6	116,8	113,5	114,9	110,3	105,5	120,3
0°	86,1	94,3	102,4	109,8	116,3	117,2	112,4	114,1	110,6	105,2	120,0

Tabel 2: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt A-vægtet lydtrykniveau (LpAI).



Haglpatronundersøgelse

Ammunition:	Kent Fastell		
Kaliber:	12		
Ladning:	32		
Hagl:	3,5		
Våben:	MP-27EM-1C	76 cm	
Måling nr.:	11	Elevation 30°	

Ikke korrigeret for ulineær lydudbredelse

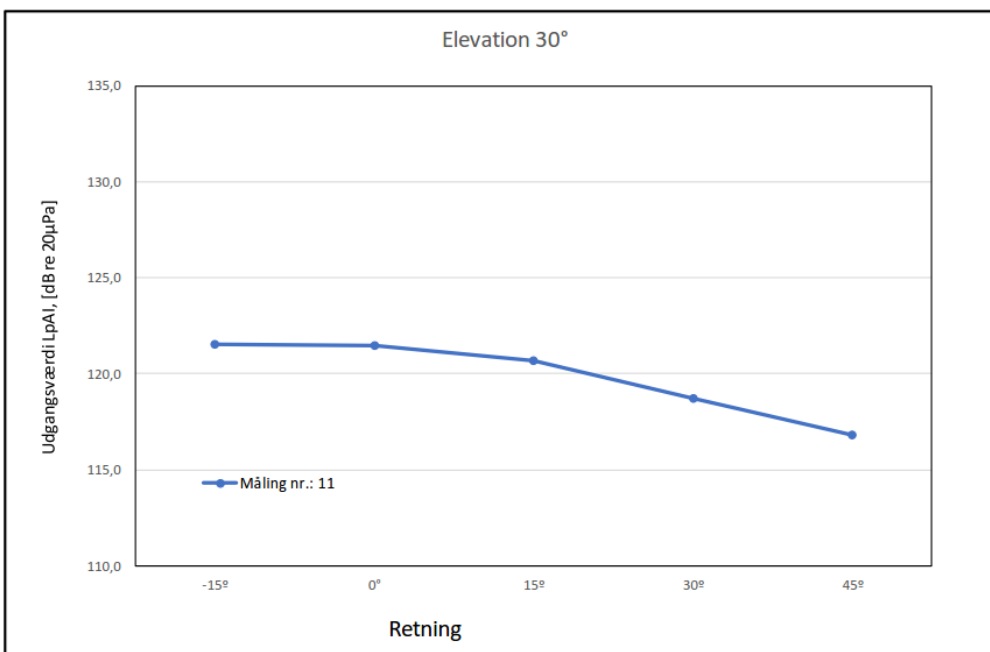
Retning	Frekvens [Hz]										Lp,LIN,l	Lpeak	UI korr.
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
-15°	85,7	94,6	102,9	110,7	117,1	118,8	117,5	116,9	112,0	108,2	124,3	145,9	-2,0
0°	83,7	94,1	102,5	110,4	116,9	118,9	117,6	116,6	111,4	107,2	124,2	145,4	-1,9
15°	84,5	93,8	102,1	110,0	116,4	117,9	116,8	115,8	110,4	105,5	123,3	144,5	-1,8
30°	84,1	92,5	100,7	108,2	114,3	115,3	114,7	113,4	109,7	105,6	121,2	142,5	-1,5
45°	82,5	91,1	99,2	106,4	111,8	112,3	111,1	112,1	108,9	104,2	118,9	141,3	-1,3

Tabel 1: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt lineært lydtrykniveau (LpLIN). Desuden anført lineært peak lydtrykniveau (Lpeak).

Korrigeret for ulineær lydudbredelse i hht. NT ACOU 099

Retning	Frekvens [Hz]										LpAI
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
-15°	86,7	95,6	103,9	111,7	118,1	119,0	115,9	114,9	110,0	106,2	121,5
0°	84,6	95,0	103,5	111,4	117,9	119,0	116,0	114,7	109,5	105,3	121,4
15°	85,4	94,7	103,0	110,9	117,2	118,0	115,3	114,0	108,7	103,8	120,7
30°	84,8	93,2	101,4	108,9	115,0	115,4	113,4	111,9	108,2	104,1	118,7
45°	83,2	91,7	99,8	107,0	112,3	112,2	110,4	111,2	107,6	102,9	116,8

Tabel 2: Lydtrykniveauer pr. 1/1-oktav (dB re 20 µPa) samt totalt A-vægtet lydtrykniveau (LpAI).



Bilag 5 Anvendt måleudstyr

Instr. nr.		Måleudstyr	Fabrikat	Type
S/N 9262	Pos. -15°	¼" Condenser Microphone	BSWA	MP 411
S/N 500 252	Pos. -15°	¼" Microphone Preamplifier	BSWA	MA 401
S/N 9259	Pos. 0°	¼" Condenser Microphone	BSWA	MP 411
S/N 500 234	Pos. 0°	¼" Microphone Preamplifier	BSWA	MA 231
S/N 9418	Pos. 15°	¼" Condenser Microphone	BSWA	MP 411
S/N 500 261	Pos. 15°	¼" Microphone Preamplifier	BSWA	MA 231
S/N 9460	Pos. 30°	¼" Condenser Microphone	BSWA	MP 411
S/N 500 242	Pos. 30°	¼" Microphone Preamplifier	BSWA	MA 231
S/N 9454	Pos. 45°	¼" Condenser Microphone	BSWA	MP 411
S/N 500 265	Pos. 45°	¼" Microphone Preamplifier	BSWA	MA 231
ACA 412		Dataopsamlings-kort	National Instruments	9234
ACA 411		Dataopsamlings-kort	National Instruments	9234
ACA 799		Kalibrator	Brüel og Kjær	4230

Anvendt udstyr ved kildestøjmålingen.

Instr. nr.		Måleudstyr	Fabrikat	Type
1470L	Position 1, 2 m	Mikrofon	Brüel & Kjær	4188

1479L	Position 1, 2 m	Forforstærker	Brüel & Kjær	2671
1471L	Position 1, 5 m	Mikrofon	Brüel & Kjær	4188
1480L	Position 1, 5 m	Forforstærker	Brüel & Kjær	2671
1190L	Position 1	Kalibrator	Brüel & Kjær	4231
1348L	Position 1	Harddiskopt.	Sound Devices	744T
1472L	Position 2, 2 m	Mikrofon	Brüel & Kjær	4188
1481L	Position 2, 2 m	Forforstærker	Brüel & Kjær	2671
1473L	Position 2, 5 m	Mikrofon	Brüel & Kjær	4188
1482L	Position 2, 5 m	Forforstærker	Brüel & Kjær	2671
1190L	Position 2	Kalibrator	Brüel & Kjær	4231
1370L	Position 2	Harddiskopt.	Sound Devices	744T
1474L	Position 3, 2 m	Mikrofon	Brüel & Kjær	4188
1483L	Position 3, 2 m	Forforstærker	Brüel & Kjær	2671
1615L	Position 3, 5 m	Mikrofon	Brüel & Kjær	4188
1602L	Position 3, 5 m	Forforstærker	Brüel & Kjær	2671
1190L	Position 3	Kalibrator	Brüel & Kjær	4231
1386L	Position 3	Harddiskopt.	Sound Devices	744T

Anvendt måleudstyr i fjernfeltet. Position 1: 400 m fra geværmunding, Position 2: 1200 m fra geværmunding og Position 3: 1500 m fra geværmunding.

Undersøgelse af støj fra haglvåben – Del 2

Miljøstyrelsen og Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger har over en periode modtaget henvendelser, der indikerer, at der kan være store forskelle mellem målte og beregnede støjniveauer for skudstøj, når der skydes med haglvåben. Henvendelserne og konkrete sager indikerer, at der beregnes 4-7 dB for lave værdier af $L_{pA,L}$.

Miljøstyrelsen har derfor besluttet at igangsætte en undersøgelse af støj fra haglvåben. Undersøgelsen er gennemført i 2017 (Del 1) og 2018 (Del 2).

Undersøgelserne er forestået af SWECO og Referencelaboratoriet. Bo Søndergaard, Niels F. Christensen, Bo Lithén Madsen og Niels F. Christensen fra SWECO samt Birger Plovsing og Claus Backalarz fra Referencelaboratoriet har medvirket i undersøgelsen.



Miljøstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

www.mst.dk