

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

<b>1. Indledning .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Fremgangsmåde og afgrænsning .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Analyse af beregningsmetodens egnethed.....</b>	<b>4</b>
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
<b>4. Sammenfattende kommentarer .....</b>	<b>17</b>
<b>5. Referencer .....</b>	<b>18</b>

Referencelaboratoriet, 3. april 2018

  
\_\_\_\_\_  
Birger Plovsing

## 1. Indledning

Beregningsmetoder for støjudbredelse, 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 støjudsendelse med det formål at beregne et ækvivalentniveau (fx  $L_{Aeq}$  eller  $L_{AE}$ ). 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  $L_{pA,I}$ , 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.

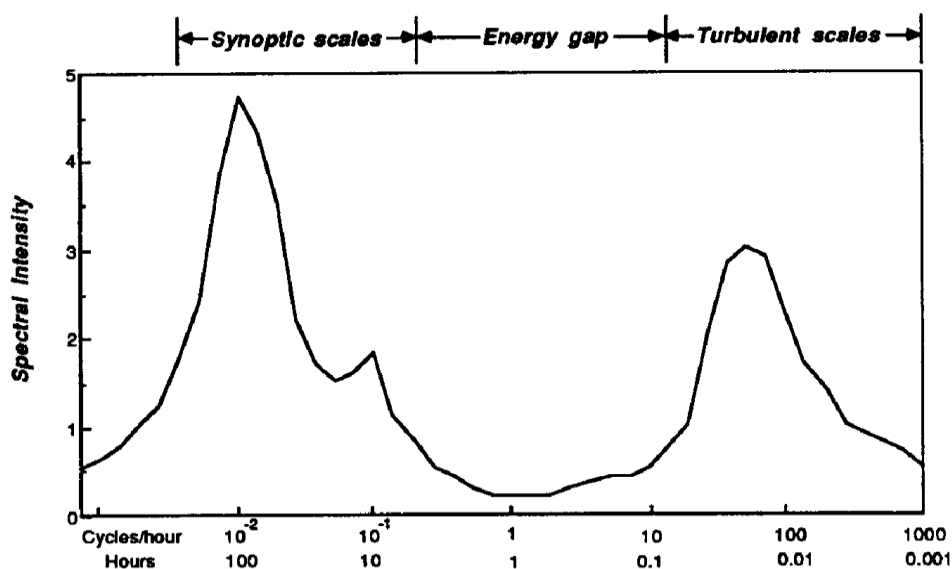
### 3. Analyse af beregningsmetodens egnethed

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 støjdsendelse. Formålet med metoden er at beregne ækvivalentniveauet for en tidsperiode, hvor vejret udtrykt ved de variable, der er tilgængelige fra almindelige vejr målestationer, 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.



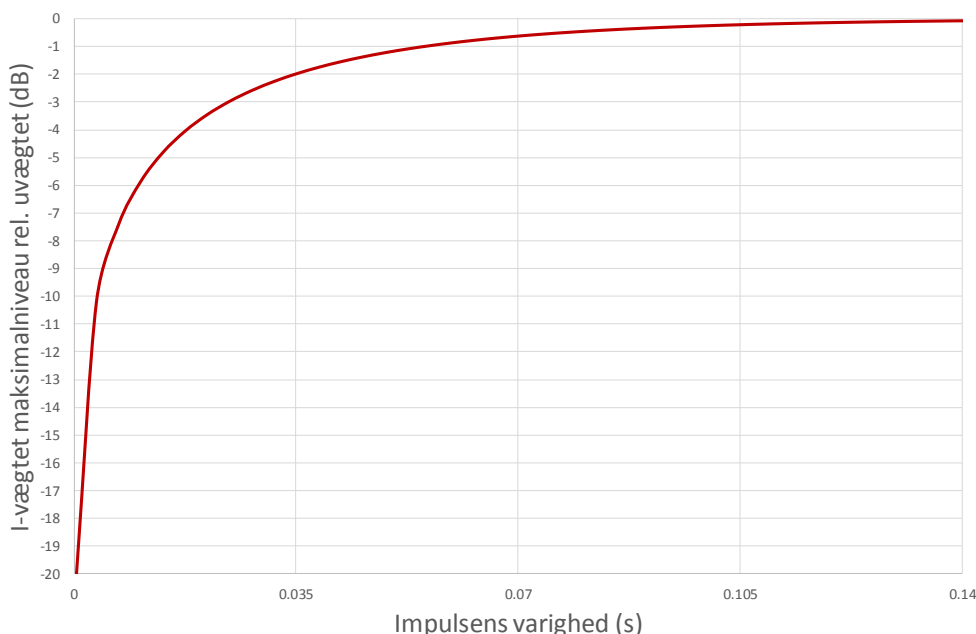
*Figur 1*  
 Atmosfæriske fluktuationer (fra [3], Fig. 13.1: Power spectrum of atmospheric motions in the boundary layer.

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 lydtrykniveau 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).

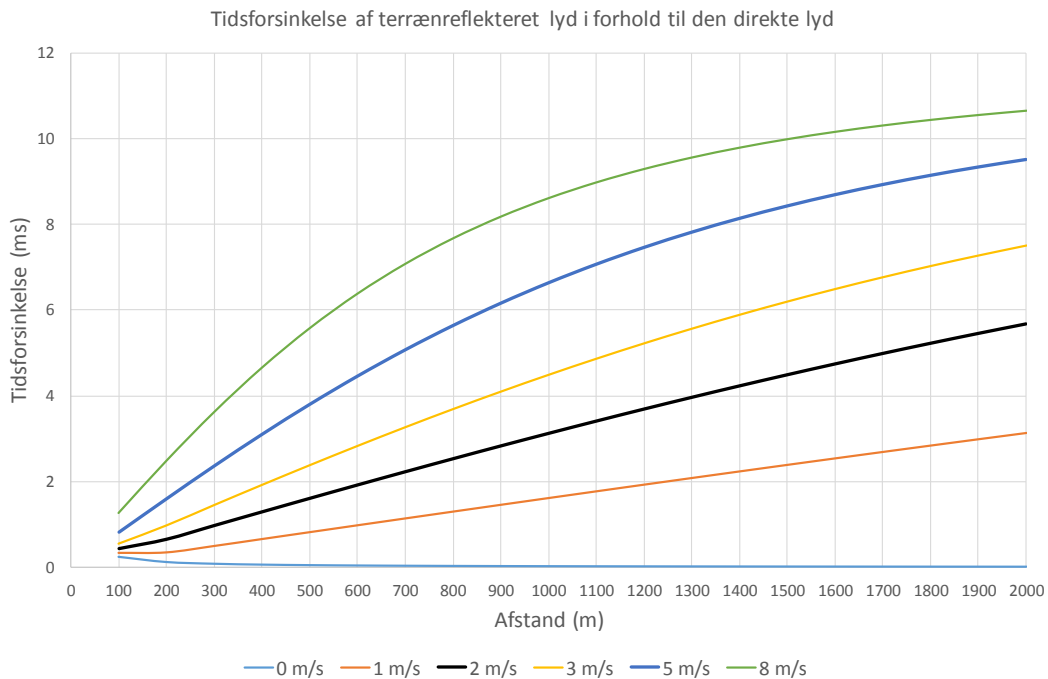


**Figur 2**  
*I-tidsvægtet maksimalniveau i dB rel. til det uvægtede maksimalniveau som funktion af impulsens varighed.*

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.



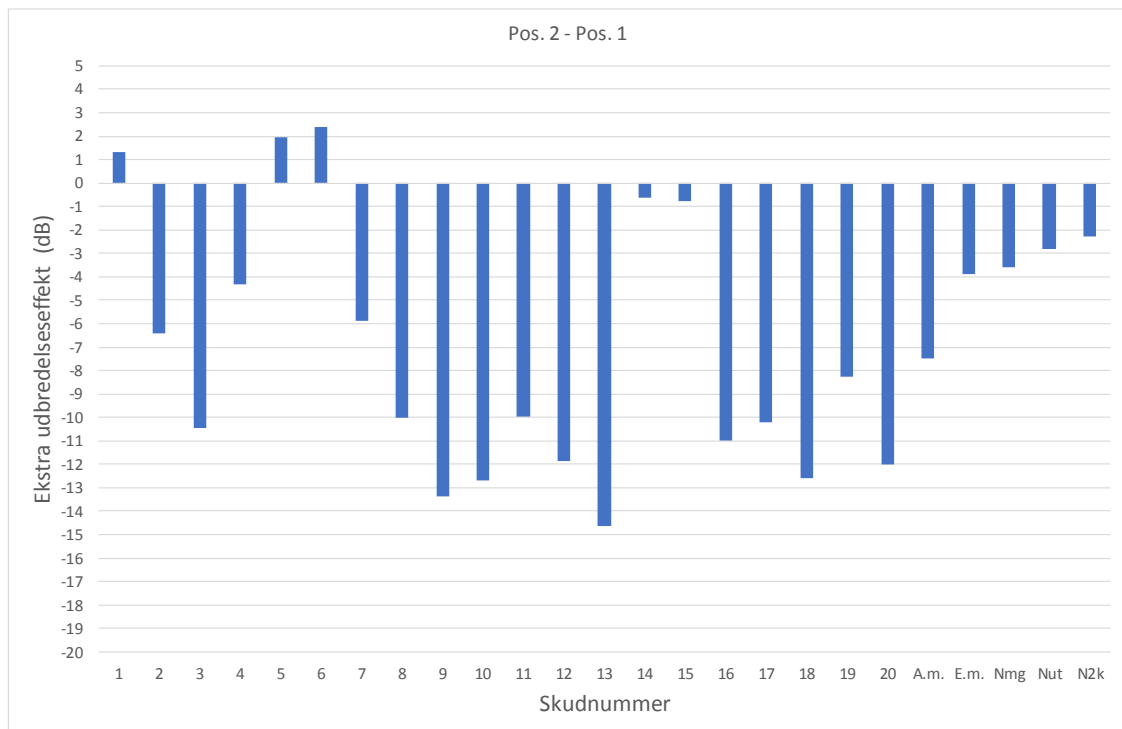
**Figur 3**

Beregnete forsinkelser af den terrænreflekterede lyd i forhold til den direkte under medvindsforskydning 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 udbredelseeffekt ud over udbredelseeffekten for den sfæriske spredning af lydfeltet (-6 dB pr. afstandsfordobling) for hver af de 20 skud. Derudover bestemmes den ekstra lydudbredelseeffekt for følgende fem variable:

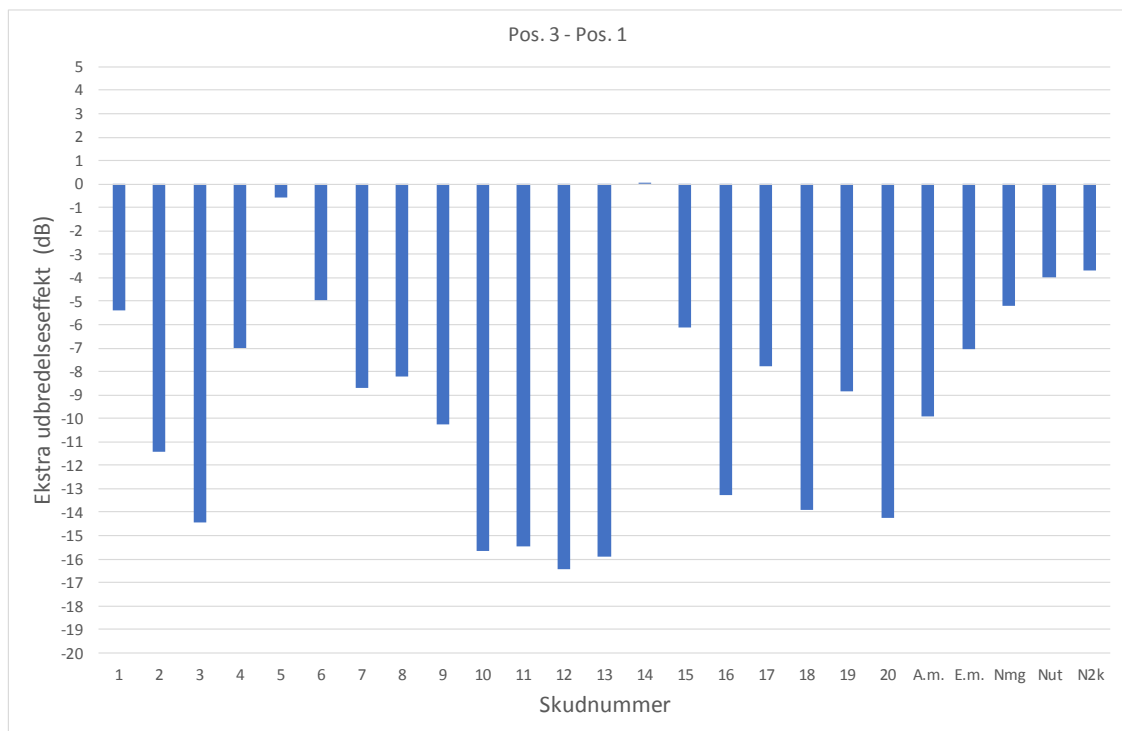
- Den aritmetiske middelværdi af de 20 skud (A.m.)
- Energimiddelværdien af de 20 skud (E.m.)
- Lydudbredelseeffekten beregnet med beregningsmetoden for skydebaner: nomogrammetoden (Nmg)
- Lydudbredelseeffekten beregnet med beregningsmetoden for skydebaner: nomogrammetoden uden terrænvirkning (Nut)
- Lydudbredelseeffekten 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.

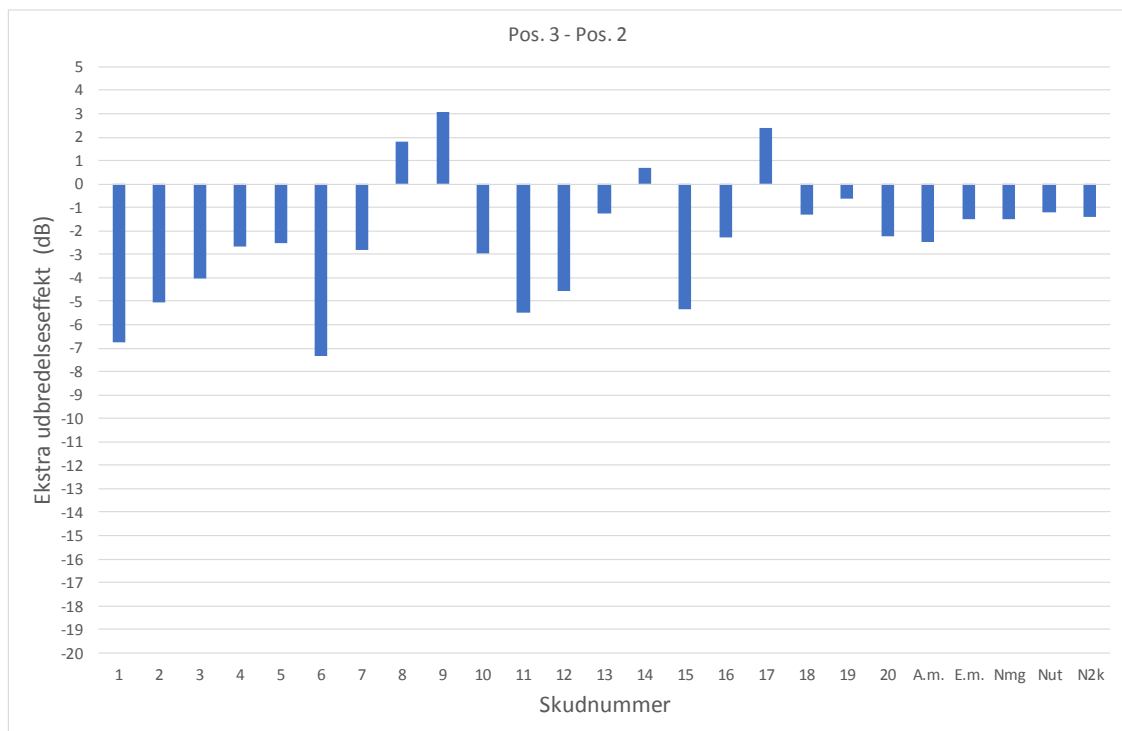


**Figur 4**  
 Den ekstra udbredelseeffekt i Pos. 2 i forhold til Pos. 1 for de 20 skud og for 5 andre variable.





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



**Figur 6**

*Den ekstra udbredelseeffekt i Pos. 3 i forhold til Pos. 2 for de 20 skud og for 5 andre variable.*

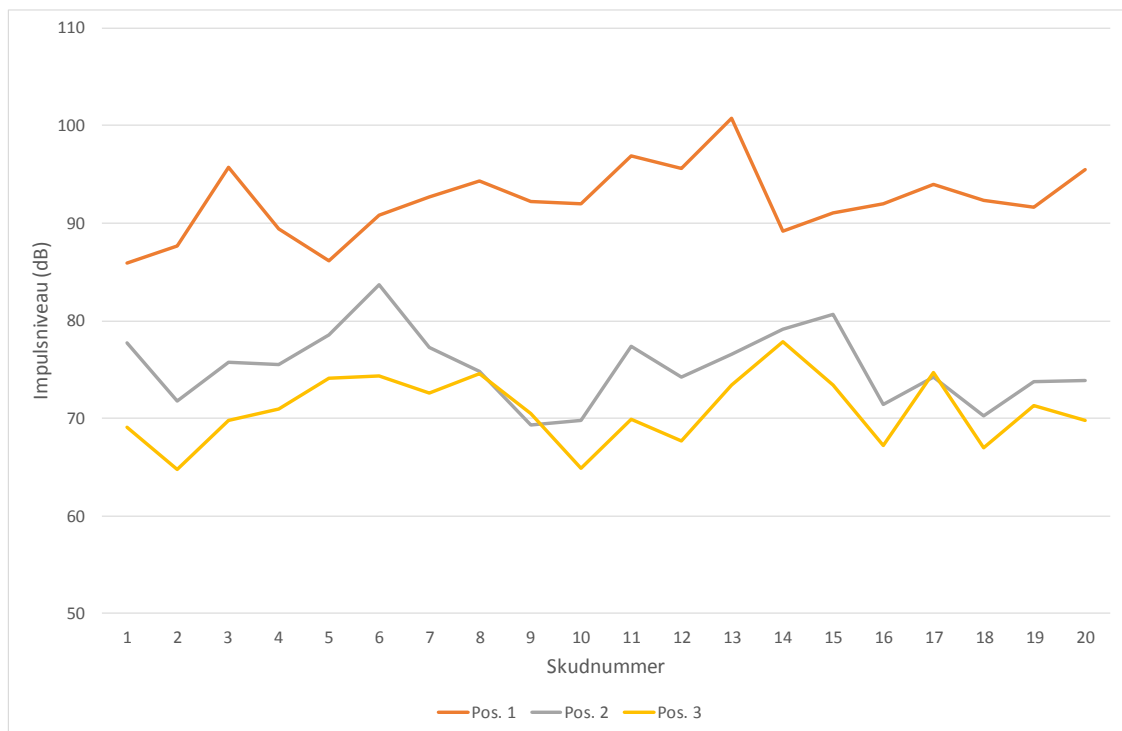
Figur 4-6 viser meget store fluktuationer i udbredelseeffekten for de enkelte skud. I Figur 4 og 5 (Pos. 2 og 3 i forhold til Pos. 1) ses et variationsområde på 17 dB, mens Figur 6 (Pos. 3. i forhold til Pos. 2) viser et variationsområde på 9 dB, selv om der kun er 300 m mellem de to positioner. Fluktuationerne formodes at stamme fra turbulente variationer i udbredelseeffekten 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 lydudbredelseeffekter (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.

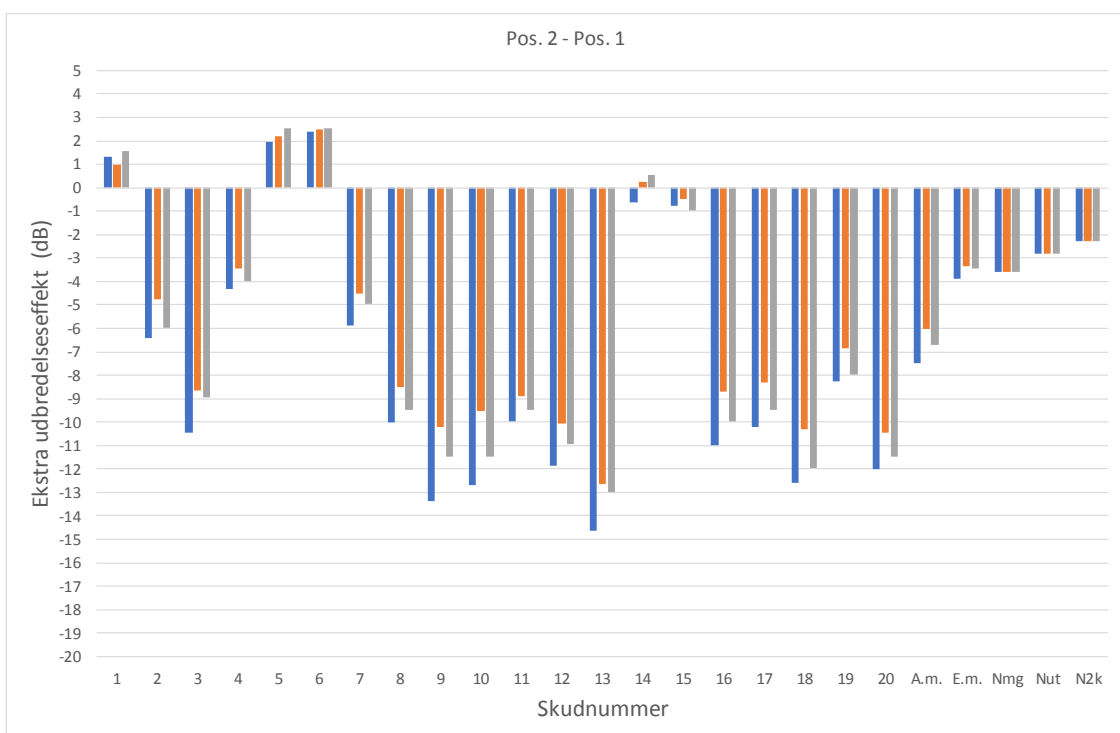
Pos.	Standardafvigelse (dB)	Korrelationskoefficient re.	
		Pos. 1	Pos. 2
1	3,7	-	-
2	3,7	-0,13	-
3	3,5	0,03	0,68

**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

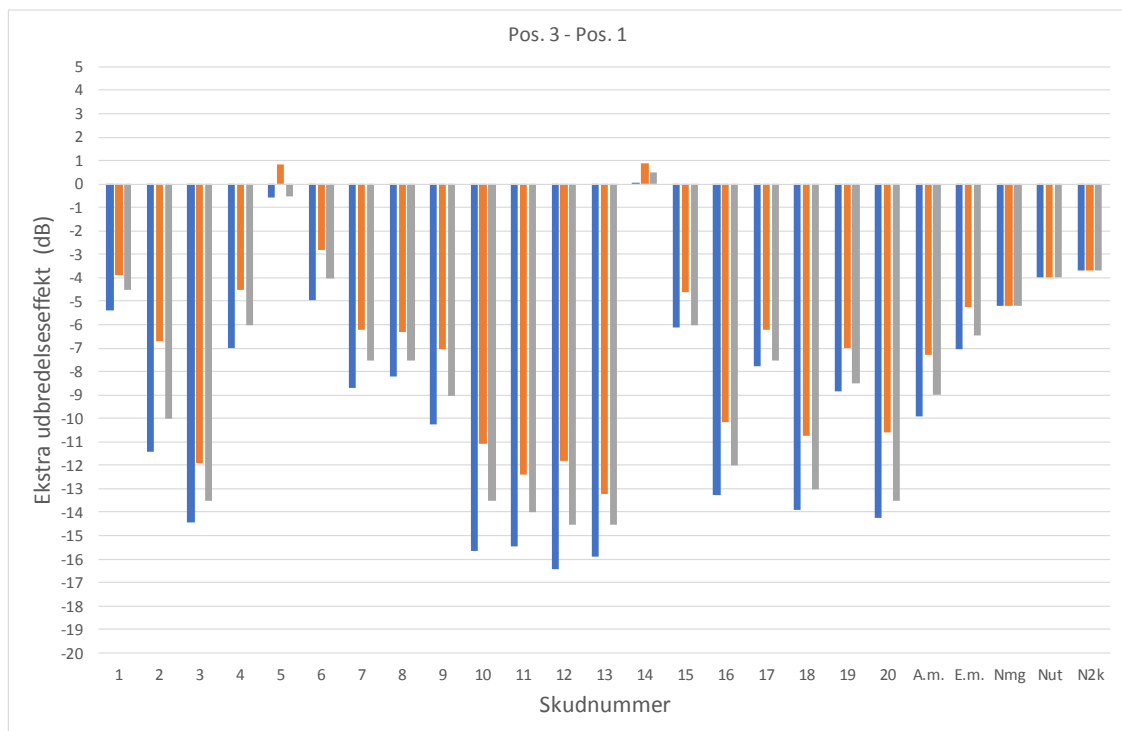
For at undersøge om andre enkelthændelsesstøjindikatorer kunne tænkes at give mindre fluktuationer i støjniveauet end impulsstøjniveauet eller bedre overensstemmelse med beregningsmetoden, er analysen baseret på maksimalniveauet med tidsvægtning I (impulsniveauet) i Afsnit 3.2 gentaget for maksimalniveauet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

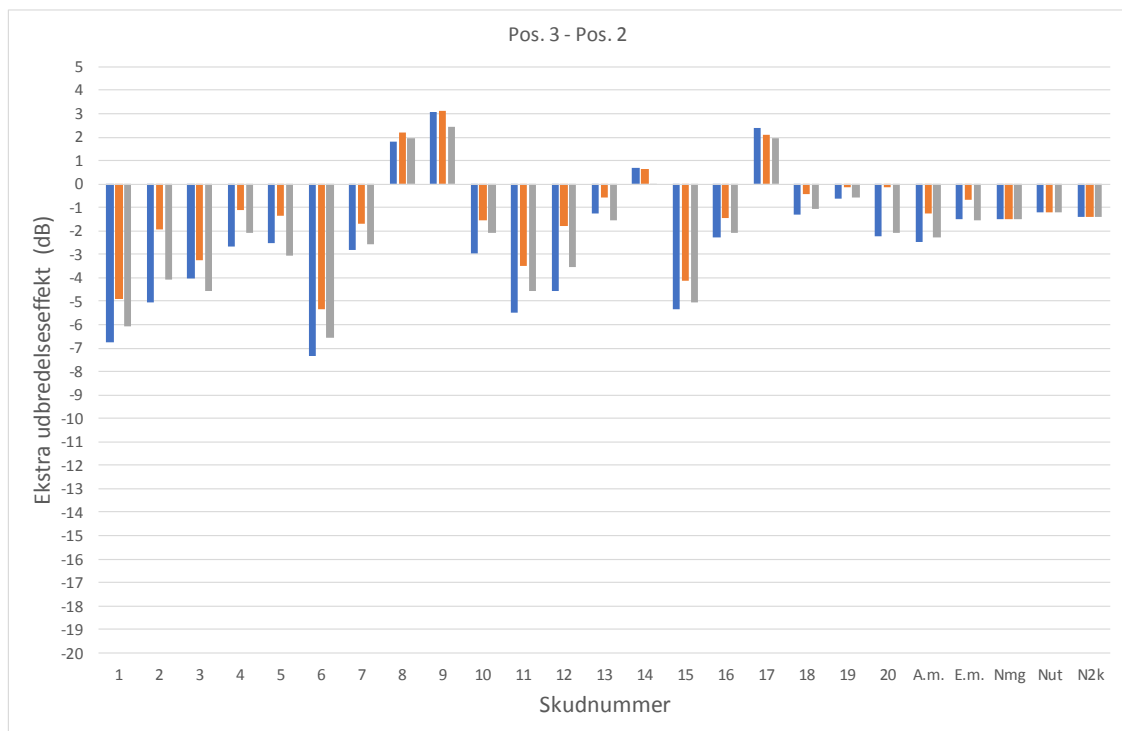


**Figur 8**

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 udbredelseeffekt 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 udbredelseeffekt 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 udbredelseeffekten mindskes en anelse ved anvendelse af Fast-niveauet og lidt mere ved anvendelse af SEL-værdien. Mindskelsen forekommer mest i den lave ende af udbredelseeffekterne, 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

**Table 3**

*Standardafvigelser og energimiddelværdier for udbredelseeffekterne vist i Figur 8-10 samt tre beregnede udbredelseeffekter.*

### 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 udbredelseeffekten 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 lydudbredelseeffekten bestemmes over 20 skud med en samlet varighed på omkring 5 minutter, fås en lydudbredelseeffekt, 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 udbredelseeffekt, som svarer til den udbredelseeffekt, 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.