

Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy – doble skjermer

NAS 2012

Christer Aarnæs og Clas Ola Høsøien

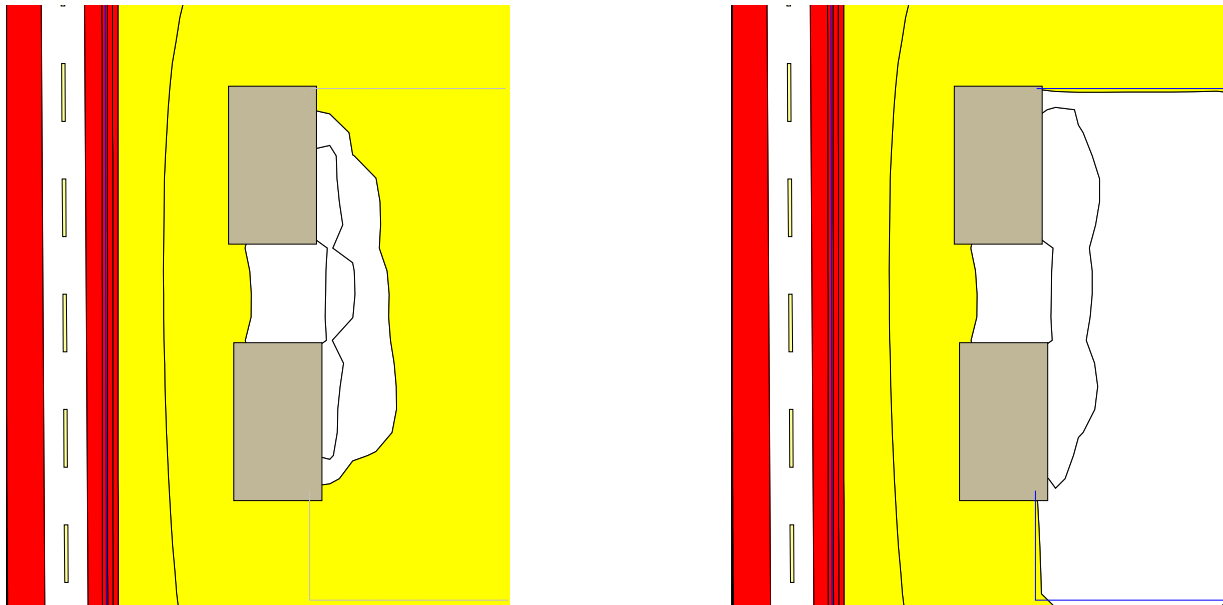
Innledning

- Utgangspunkt
- Aktuelle beregningsmetoder
- Beregning av skjermingseffekt
- Foreløpige resultater
- Videre arbeid

Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Utgangspunkt

- Beregning av utendørs lydnivåer fra vegtrafikk
 - Eksempel:
Resulterende lydnivåer på utendørs oppholdsarealer ligger fortsatt i gul sone med støyskjerm mot veg.



Beregningsmetoder

- Veileder til forurensningsforskriftens kapittel 5 om støy (TA-2207)
 - Punkt 2.6.1 om veitrafikk:
 - Nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy fra 1996 er gjeldende norsk beregningsmetode.
 - Ny felleseuropeisk beregningsmetode (Harmonoise) skal benyttes når denne er på plass.
 - Nord 2000 Road er akseptert brukt for alle typer støyberegninger for vegtrafikk på lik linje med Nordisk beregningsmetode fra 1996.
 - Punkt 3.5.7 om industri, havner og terminaler
 - ISO 9613-2 bør benyttes.
 - Gjeldende nordisk beregningsmetode aksepteres med korreksjoner for meteorologiske forhold ref ISO 9613-2.

Beregningsmetoder

- Veileder til T-1442 (TA-2115)
 - Punkt 4.8 (Bygg- og anleggsvirksomhet)
 - I samsvar med Nordisk beregningsmetode for industristøy (1982).
 - Punkt 7.1.7 (Vegtrafikk)
 - Nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy (1996)
 - Punkt 7.4.4 (Industri og annen næringsvirksomhet)
 - Kartlegging og støysoner: både nordisk beregningsmetode for industristøy og metoden angitt i ISO 9613-2 (1995).
 - Detaljerte beregninger: kun nordisk beregningsmetode.

Beregning av skjermingseffekt

- Implementert i Cadna:
 - Harmonoise
 - Kan foreløpig ikke brukes til beregning av vegtrafikkstøy.
 - Valgt å beregne punkt til punkt for å undersøke effekt av skjerming.
 - Industristøymetoden
 - Også beregnet manuelt.
 - ISO 9613-2
 - Også beregnet manuelt.

Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Beregning av skjermingseffekt

- Industristøymetoden: $\Delta L_S = -10 \cdot C_h \cdot \log(20 \cdot N_v + 3)$

- ISO 9613-1:
$$D_z = 10 \cdot \log \left[3 + \left(\frac{C_2}{\lambda} \cdot C_3 \cdot K_{met} \right) \right]$$

- Harmonoise

$$\Delta L_D(N_F) = \begin{cases} 0 & \text{for } N_F < -0.25, \\ -6 + 12\sqrt{-N_F} & \text{for } -0.25 \leq N_F < 0, \\ -6 - 12\sqrt{N_F} & \text{for } 0 \leq N_F < 0.25, \\ -8 - 8\sqrt{N_F} & \text{for } 0.25 \leq N_F < 1, \\ -16 - 10 \log N_F & \text{for } N_F \geq 1, \end{cases}$$

Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Beregning av skjermingseffekt

- Industristøymetoden: $\Delta L_s = -10 \cdot C_h \cdot \log(20 \cdot N_v + 3)$

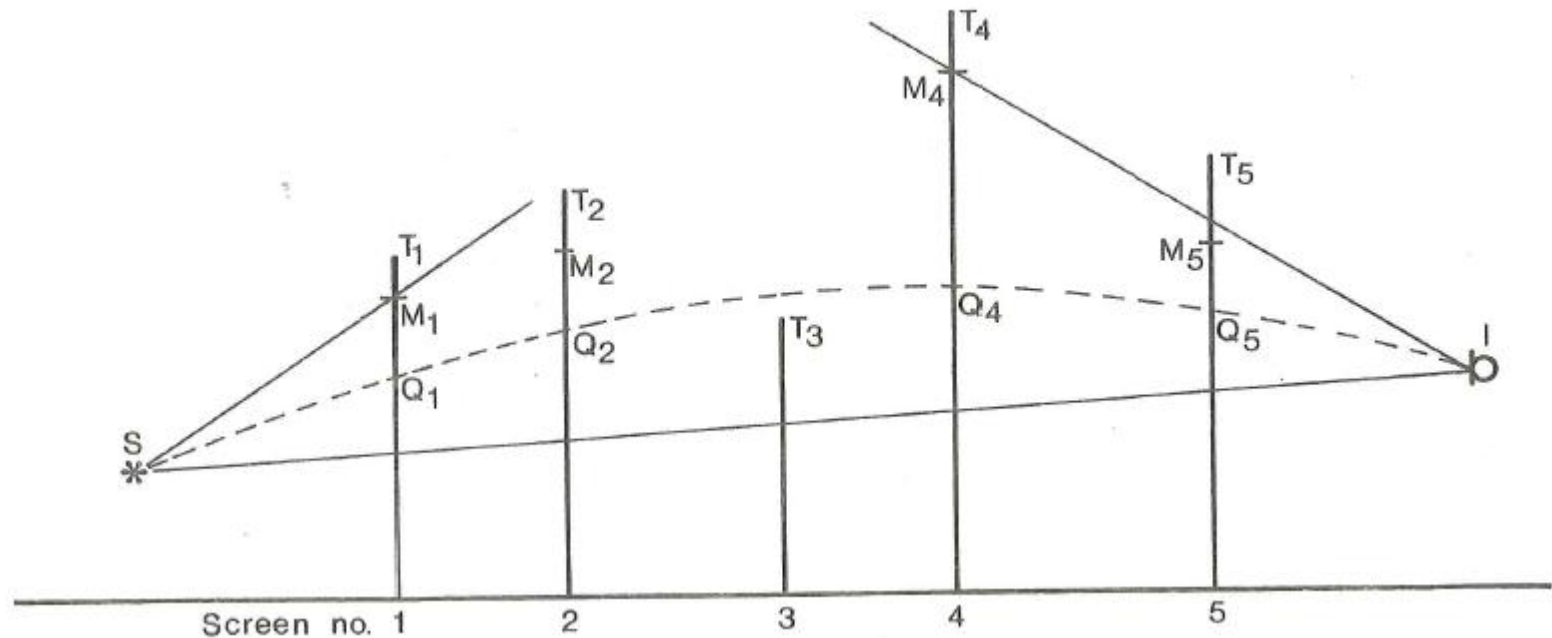
$$C_h = \frac{f_c}{250} \cdot (H_t - H_g)$$

- Begrensninger:
 - Når $\Delta L_s < -20$, settes $\Delta L_s = -20$ (for hver enkelt skjerm).
 - Ved flere skjerner velges de to mest effektive sett fra henholdsvis kilde- og mottakerpunkt.

Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Beregning av skjermingseffekt

- Industristøymetoden:



Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Beregning av skjermingseffekt

- ISO 9613-1:
$$D_z = 10 \cdot \log \left[3 + \left(\frac{C_2}{\lambda} \cdot C_3 \cdot K_{met} \right) \right]$$

- $C_3 = 1$ for enkel diffraksjon

- for dobbel diffraksjon:

 - $e \gg \lambda$: $C_3 = 3$.

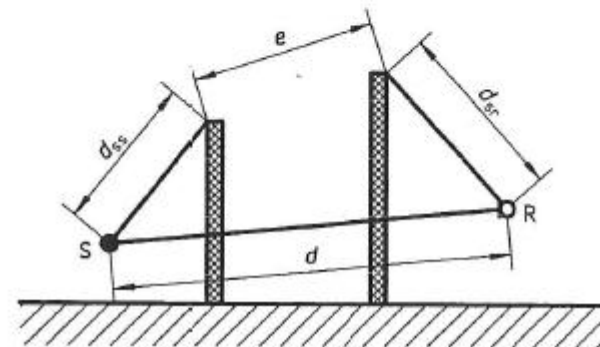
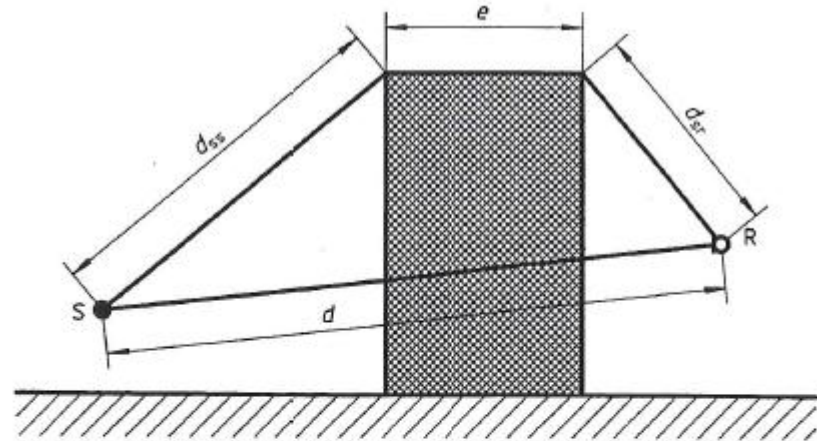
$$C_3 = \frac{\left[1 + \left(\frac{5 \cdot \lambda}{e} \right)^2 \right]}{\left[\left(\frac{1}{3} \right) + \left(\frac{5 \cdot \lambda}{e} \right)^2 \right]}$$

- $K_{met} \approx 1$ for korte avstander.

Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Beregning av skjermingseffekt

- ISO 9613-1
- Begrensninger
 - $D_z \leq 20$ dB for enkle diffraksjon (én skjerm).
 - $D_z \leq 25$ dB for dobbel diffraksjon (bred skjerm eller to skjerner).



Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Beregning av skjermingseffekt

- Harmonoise

$$N_F = 2\delta/\lambda.$$

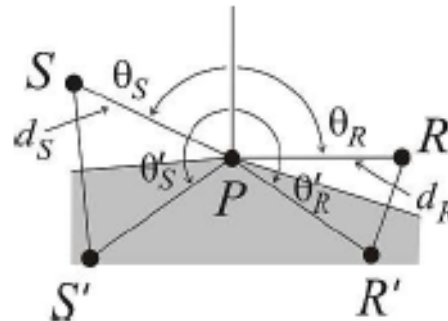
$$\delta = d_d \left(\frac{1}{2} \varepsilon^2 + \frac{1}{3} \varepsilon^4 \right),$$

$$d_d = d_S + d_R,$$

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{d_S d_R}}{d_S + d_R} (\theta - \pi)$$

$$\Delta L_D(N_F) =$$

$$\begin{cases} 0 & \text{for } N_F < -0.25, \\ -6 + 12\sqrt{-N_F} & \text{for } -0.25 \leq N_F < 0, \\ -6 - 12\sqrt{N_F} & \text{for } 0 \leq N_F < 0.25, \\ -8 - 8\sqrt{N_F} & \text{for } 0.25 \leq N_F < 1, \\ -16 - 10 \log N_F & \text{for } N_F \geq 1, \end{cases}$$



Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Foreløpige resultater

- Modell 1
 - Flatt terreng
 - Kilde plassert lavt i forhold til mottaker (type vegtrafikk)
 - «Uendelige» skjermer

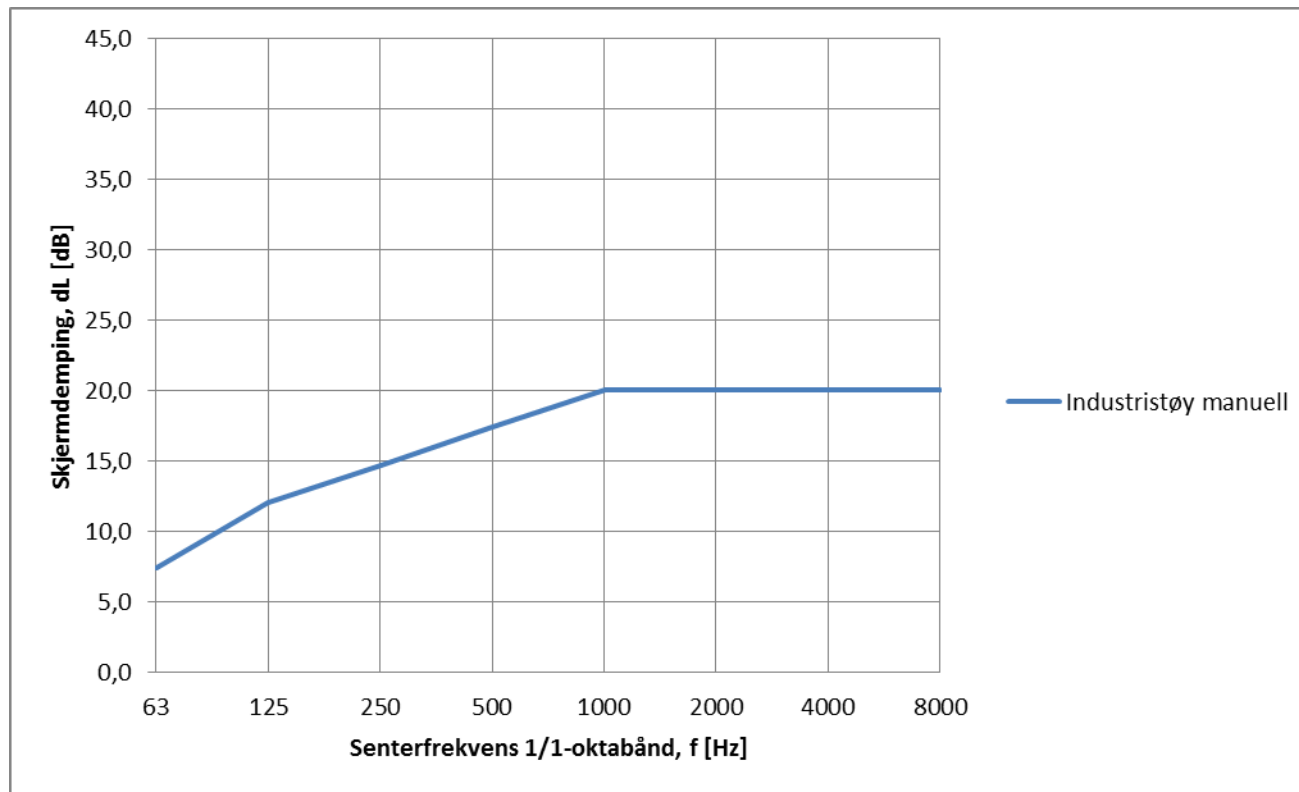
+



Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Foreløpige resultater

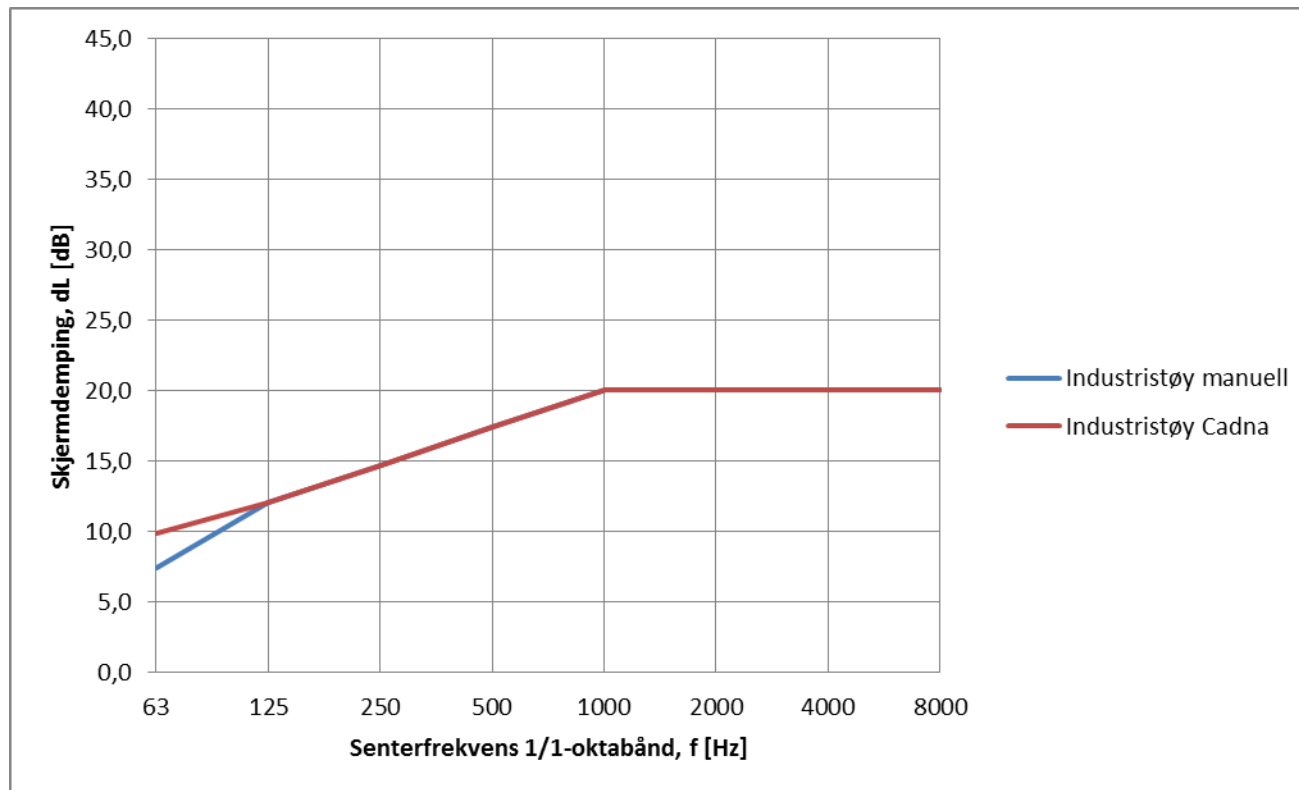
- Modell 1 – en skjerm



Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Foreløpige resultater

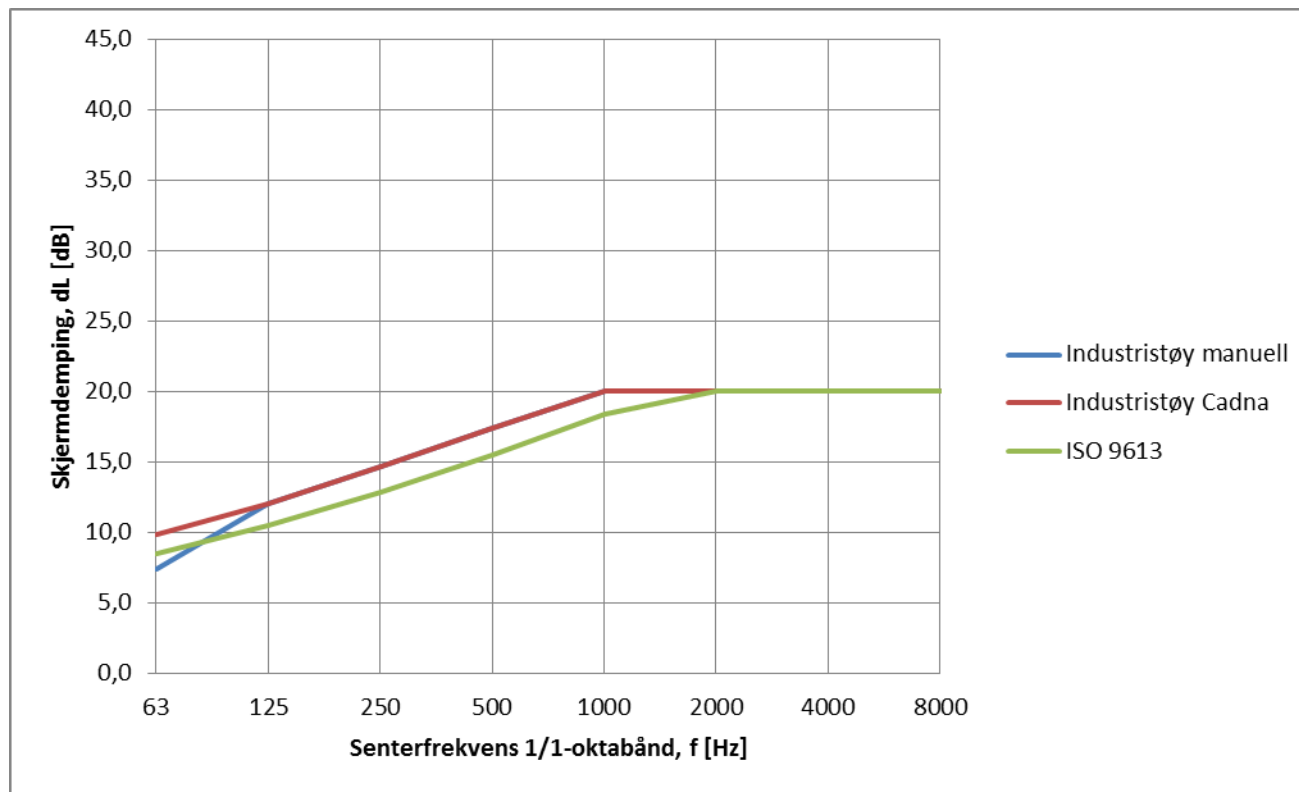
- Modell 1 – en skjerm



Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Foreløpige resultater

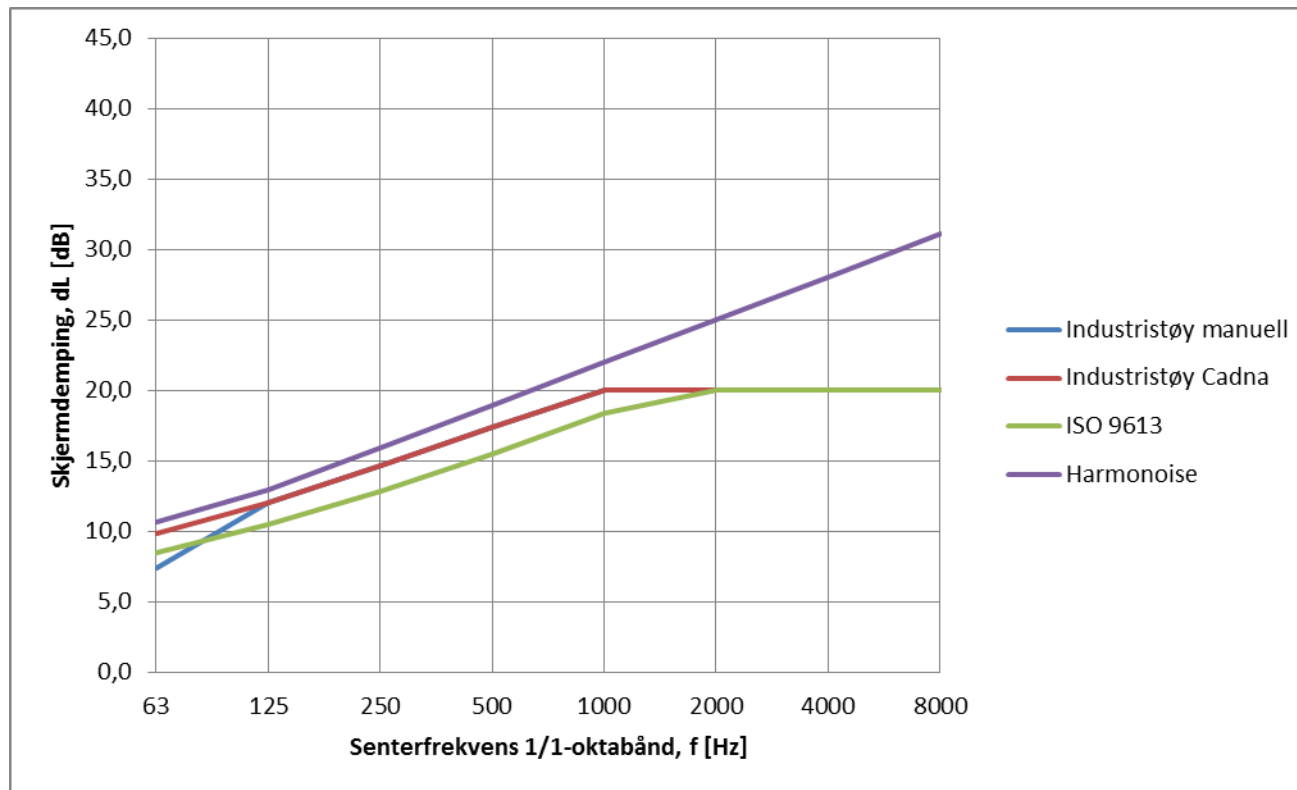
- Modell 1 – en skjerm



Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Foreløpige resultater

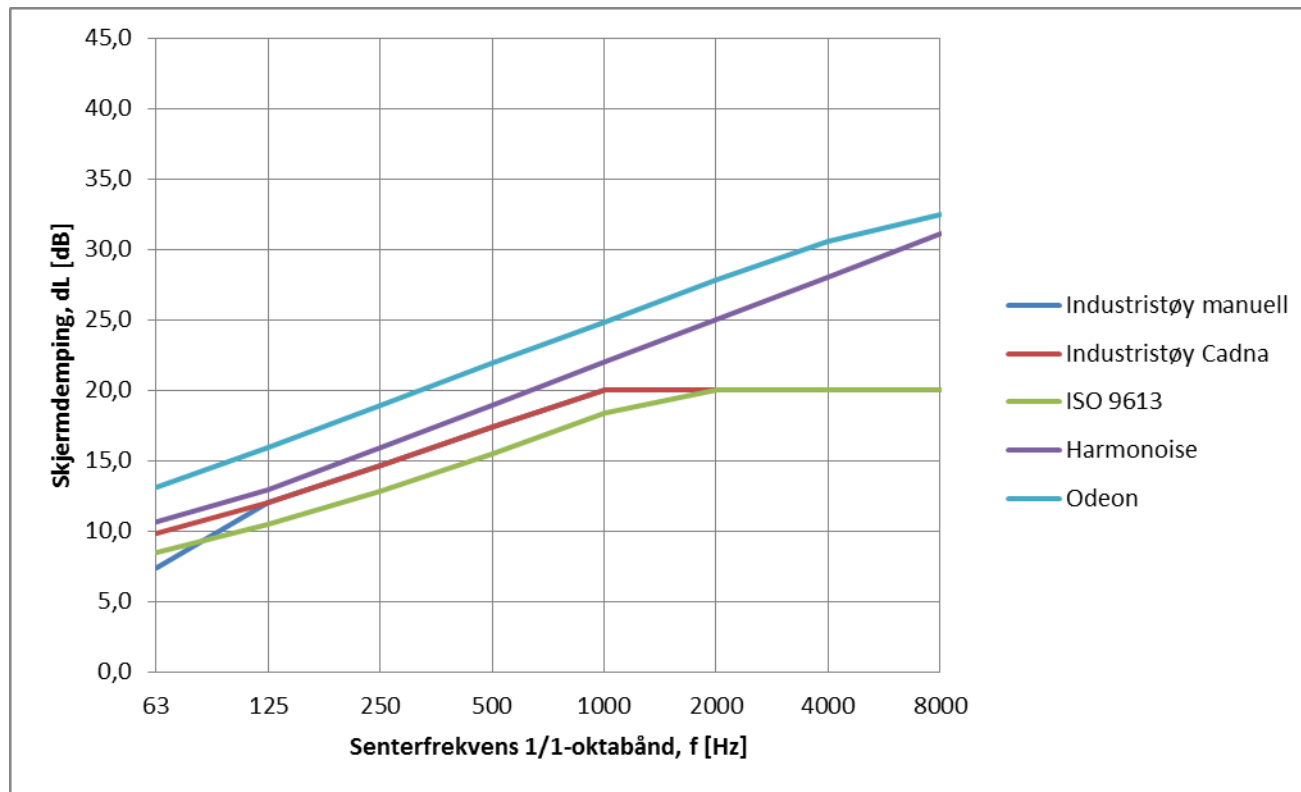
■ Modell 1 – en skjerm



Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Foreløpige resultater

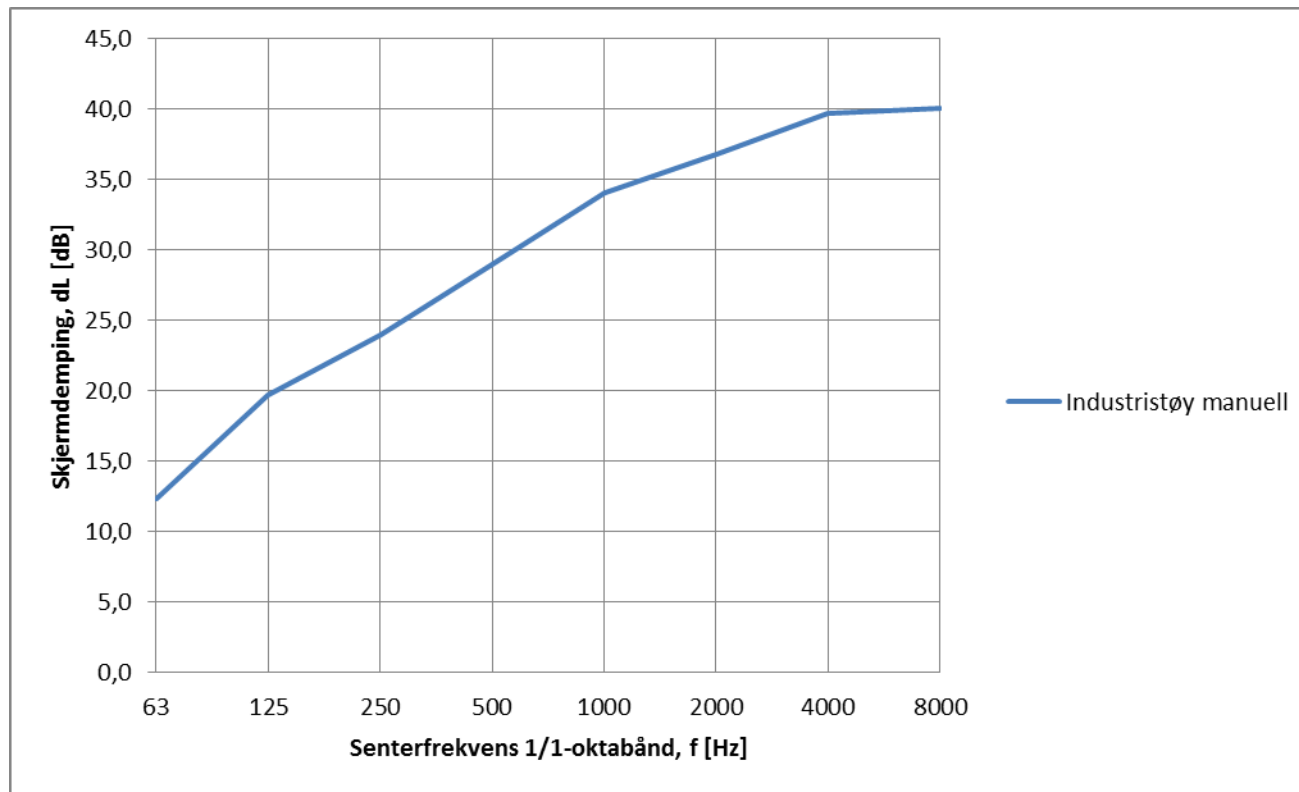
■ Modell 1 – en skjerm



Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Foreløpige resultater

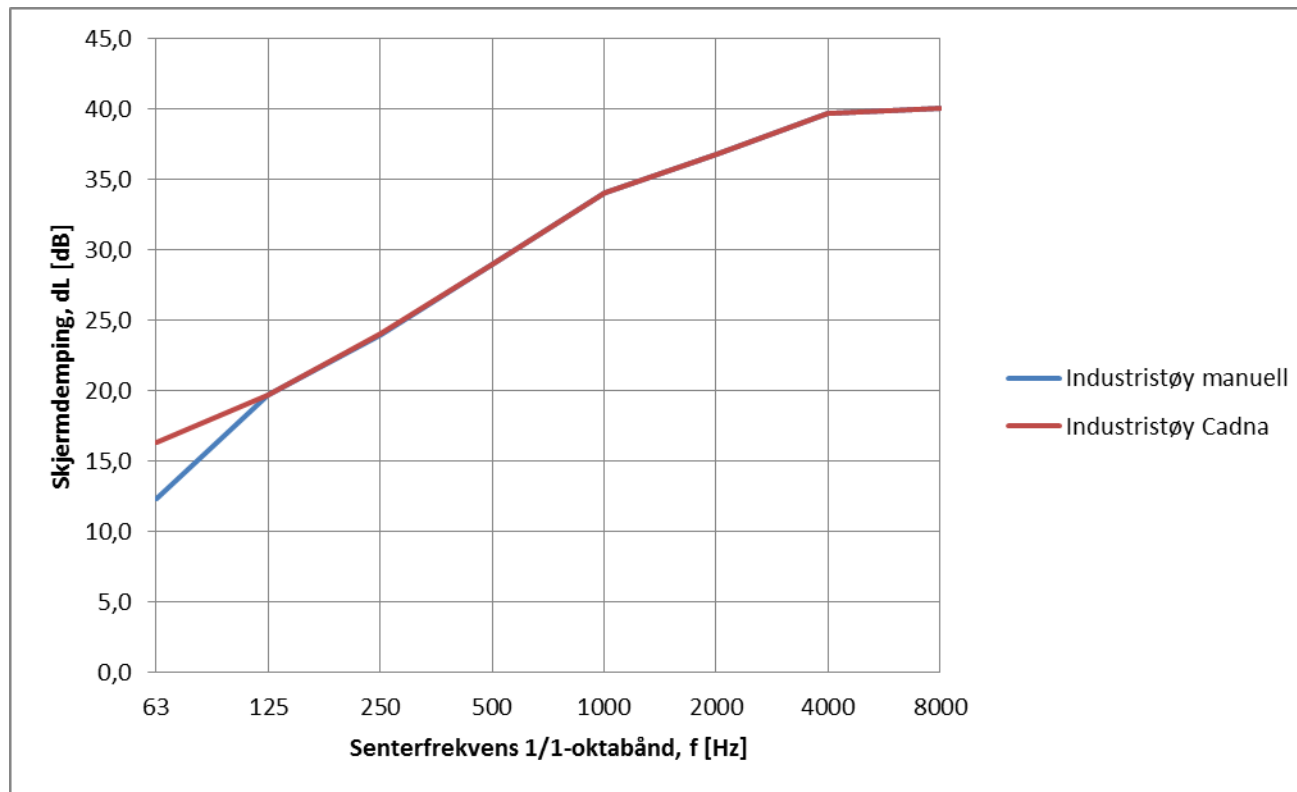
- Modell 1 – to skjermer



Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Foreløpige resultater

- Modell 1 – to skjermer



Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Foreløpige resultater

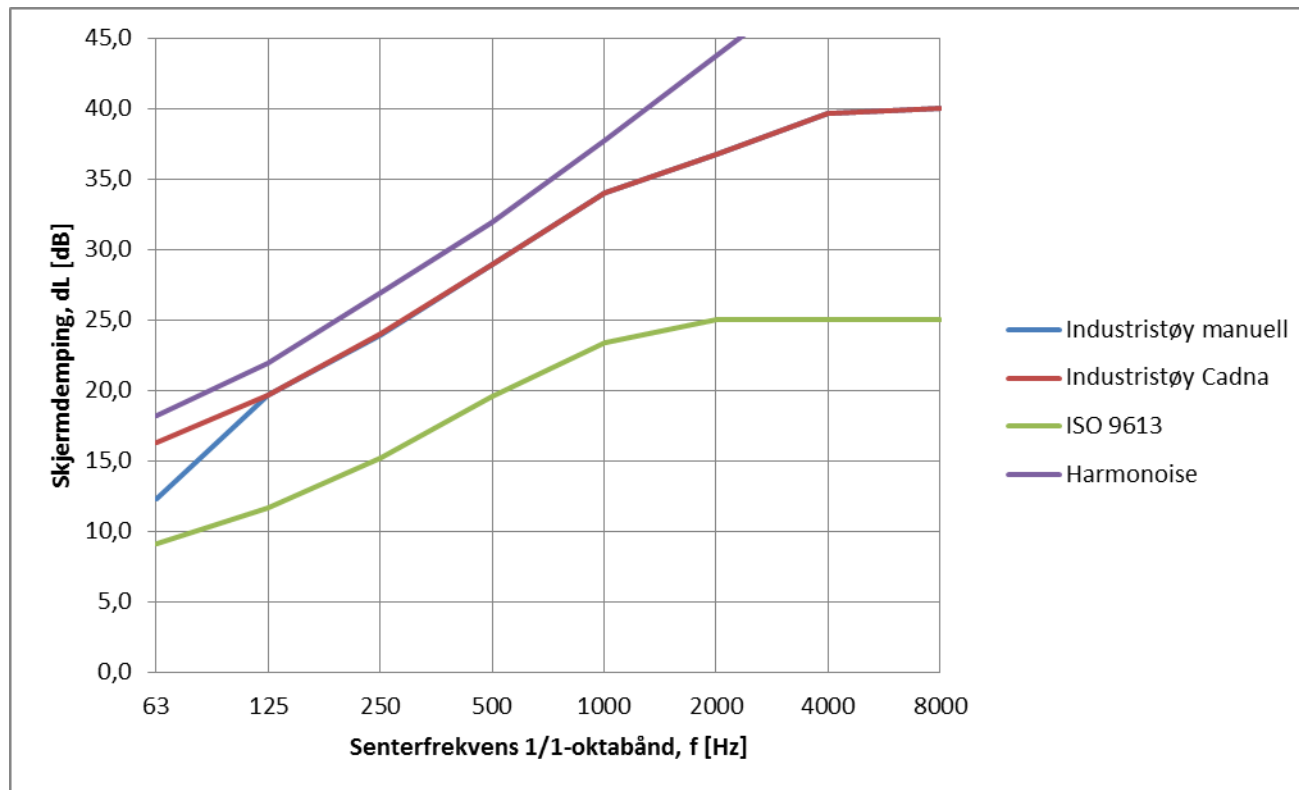
■ Modell 1 – to skjermer



Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Foreløpige resultater

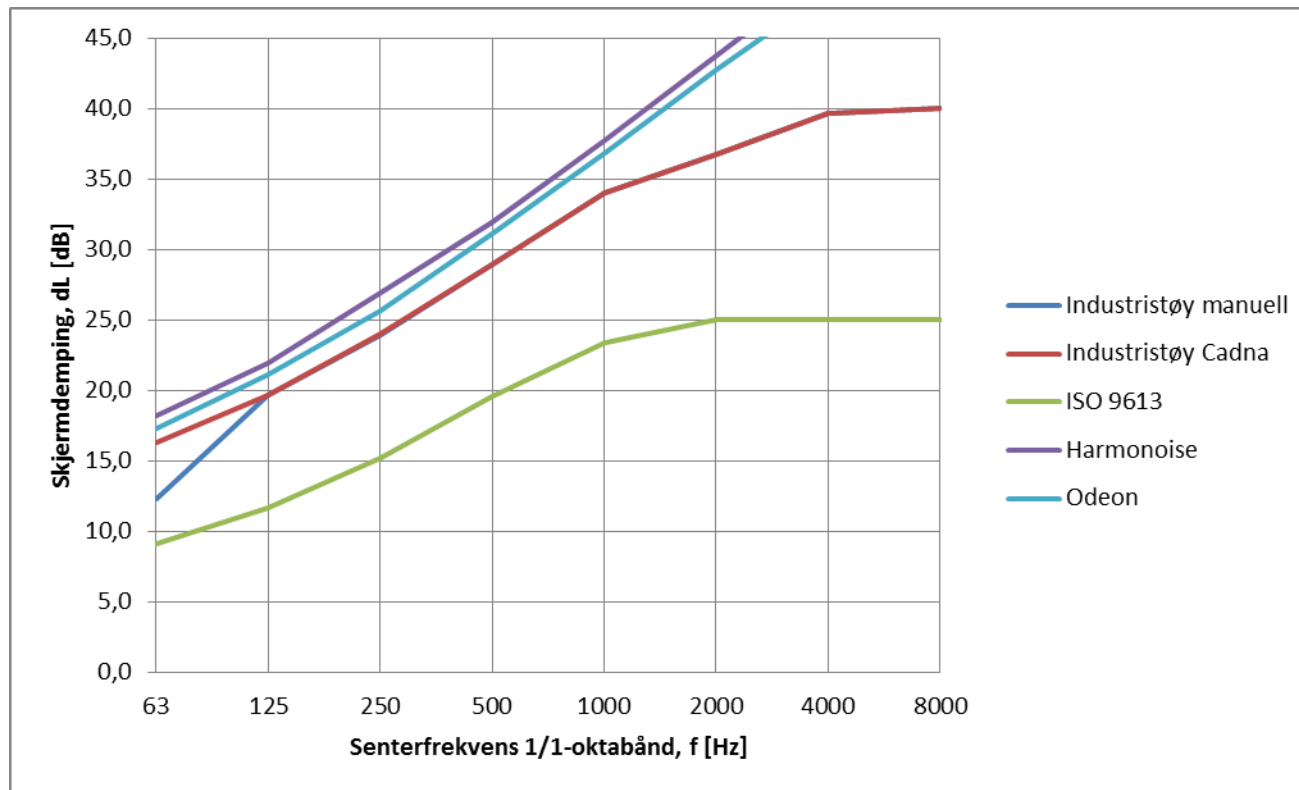
■ Modell 1 – to skjermer



Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Foreløpige resultater

■ Modell 1 – to skjermer



Foreløpige resultater

- Modell 2
 - Samme prinsippet som modell 1, men med lengre avstander mellom kilde og første skjerm, mellom første og andre skjerm, og mellom andre skjerm og mottaker.
 - Kilde og mottaker i to ulike høyder.
 - Måleresultater fra skalamodell.

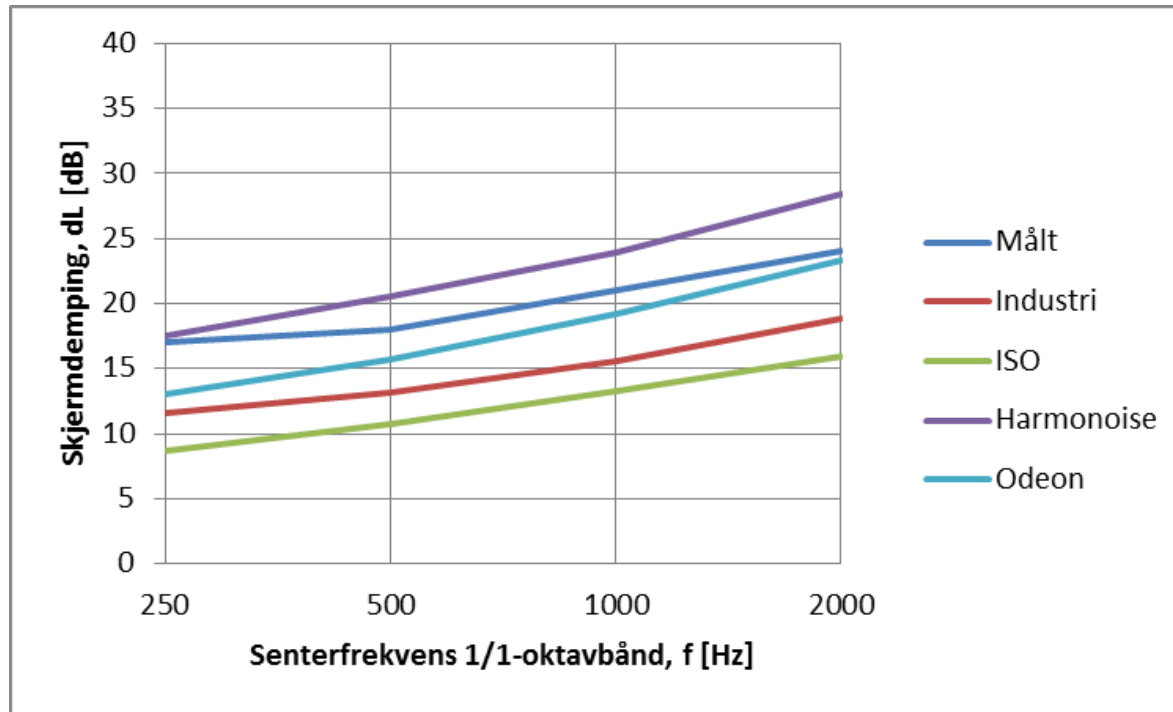
‡



Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Foreløpige resultater

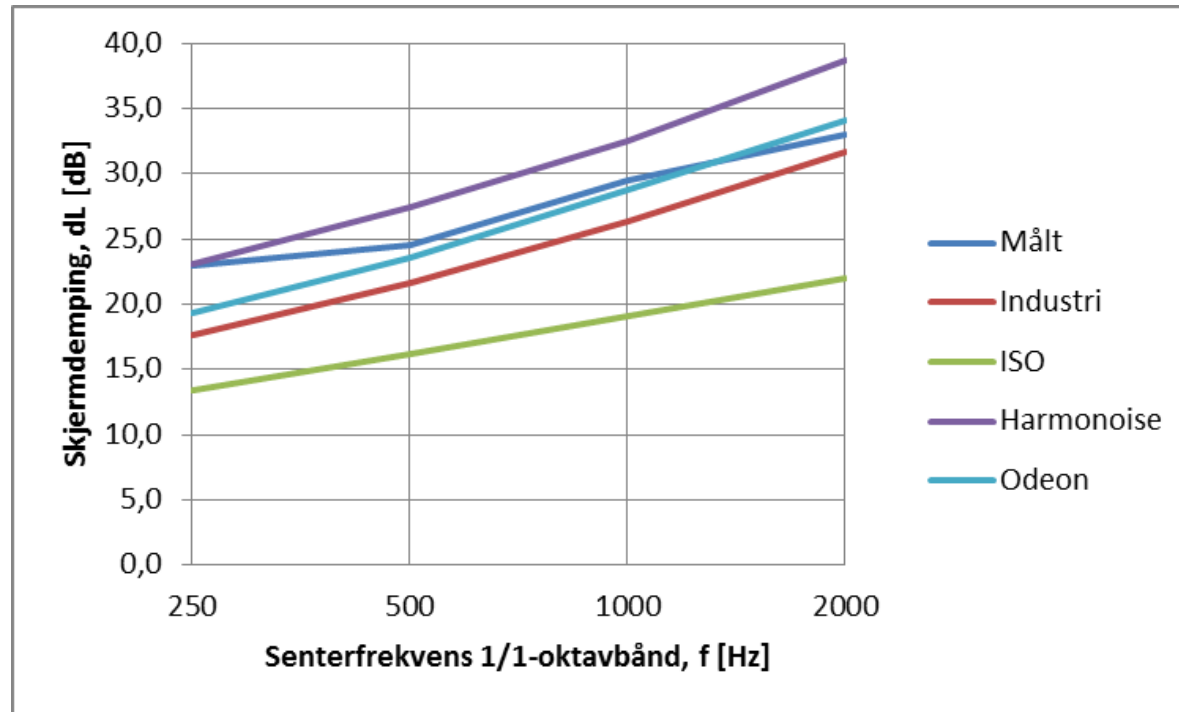
- Modell 2 – situasjon 1
 - Både kilde og mottaker i høy posisjon



Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Foreløpige resultater

- Modell 2 – situasjon 2
 - Både kilde og mottaker i lav posisjon



Skjermingseffekt i beregning av utendørs støy

Videre arbeid

- Sammenlignende resultater fra Nord2000 (implementert i SoundPlan)
- Skjermndemping i Nord 1996.
- Dypere litteratursøk etter modell- og feltmålinger.
- Eventuelt egne målinger.