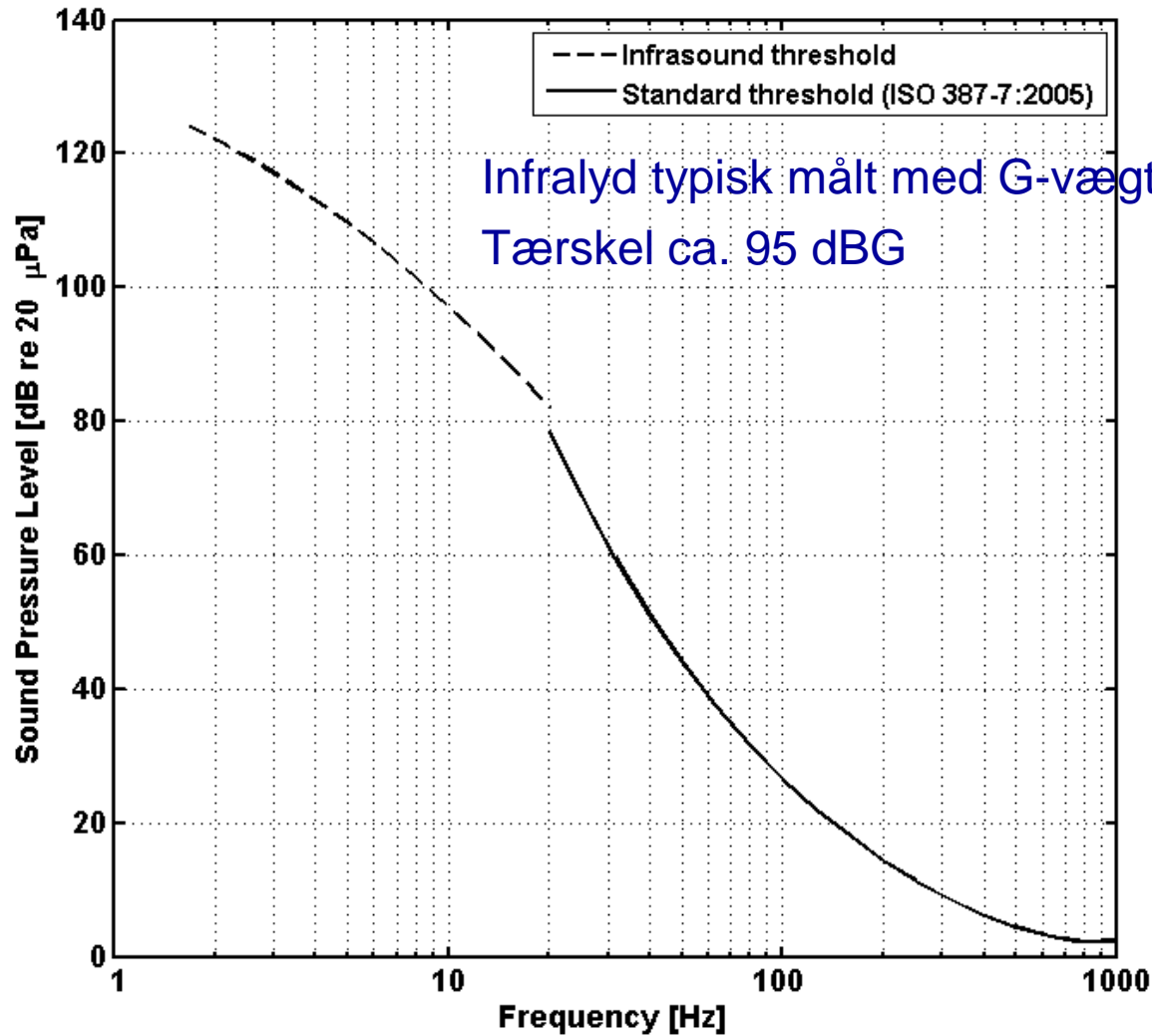


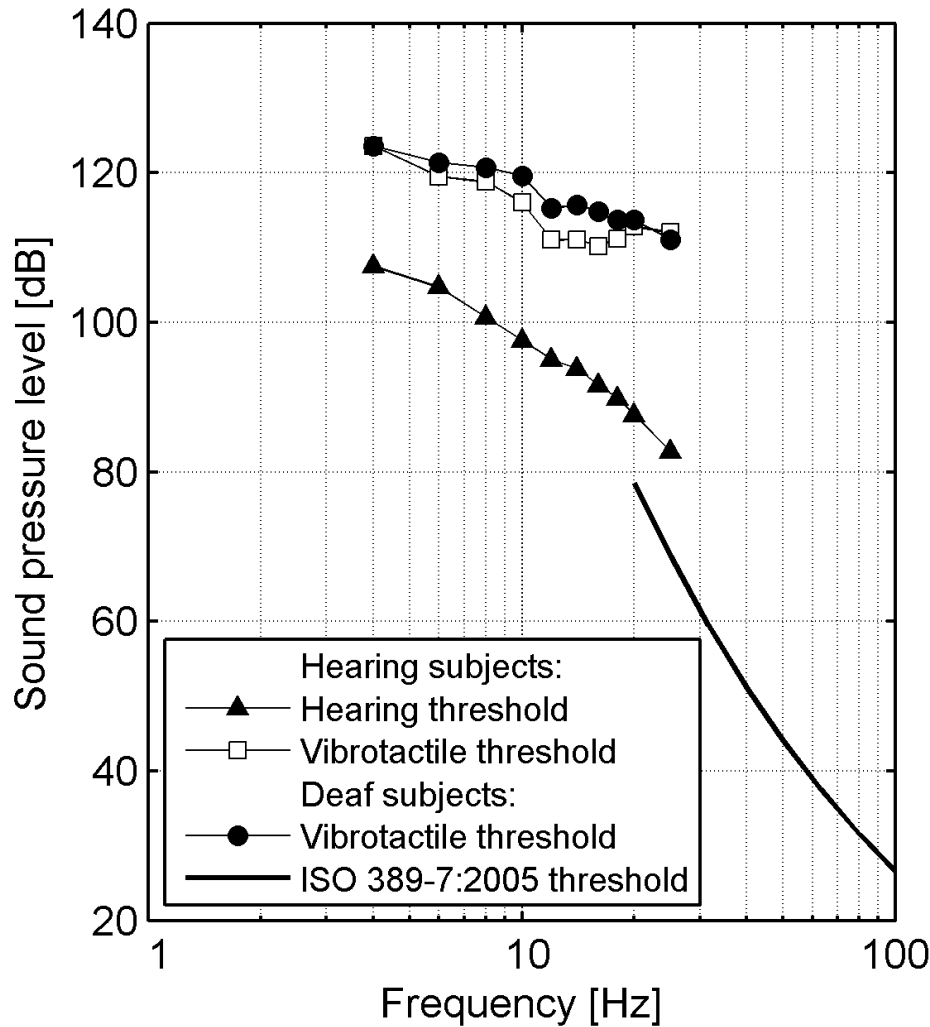
# Hvad er lavfrekvent støj

- Lavfrekvent lyd: frekvenser under 200 Hz
- Infralyd: frekvenser under 20 Hz.
- Typiske kilder til lavfrekvent støj:
  - Motorer
  - Kompressorer
  - Ventilationssystemer
  - ...
  - Vind
  - Hav
  - Jordskælv
  - ...

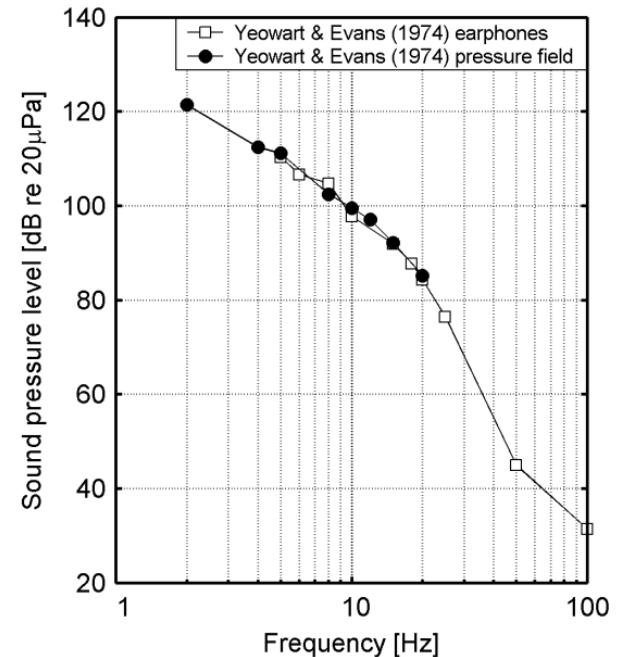
# Generel høretærskel



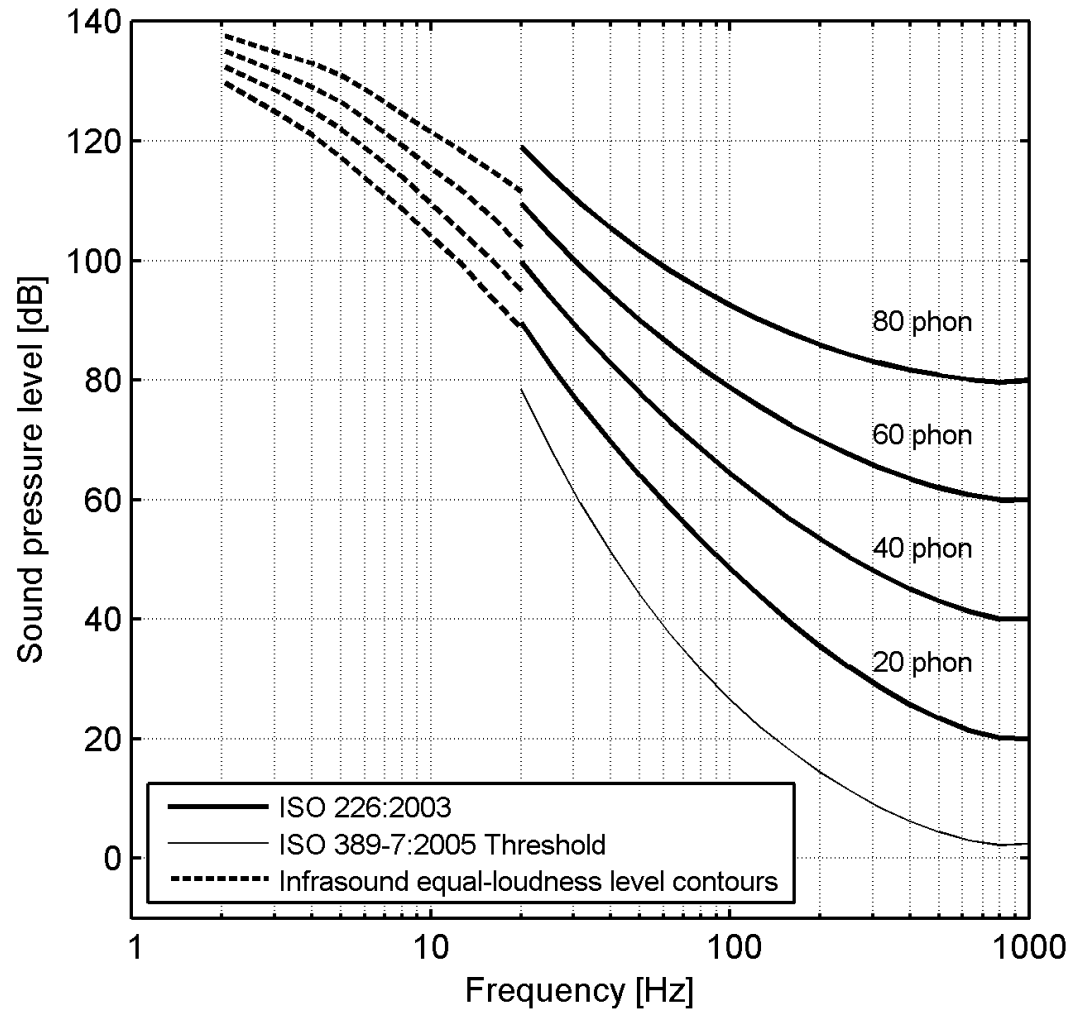
# Vi "hører" infralyden med ørerne



Landström U., Lundström R., Byström M. (1983), "Exposure to infrasound - Perception and changes in wakefulness", J. Low Freq. Noise and Vib., Vol. 2(1), 1-11.

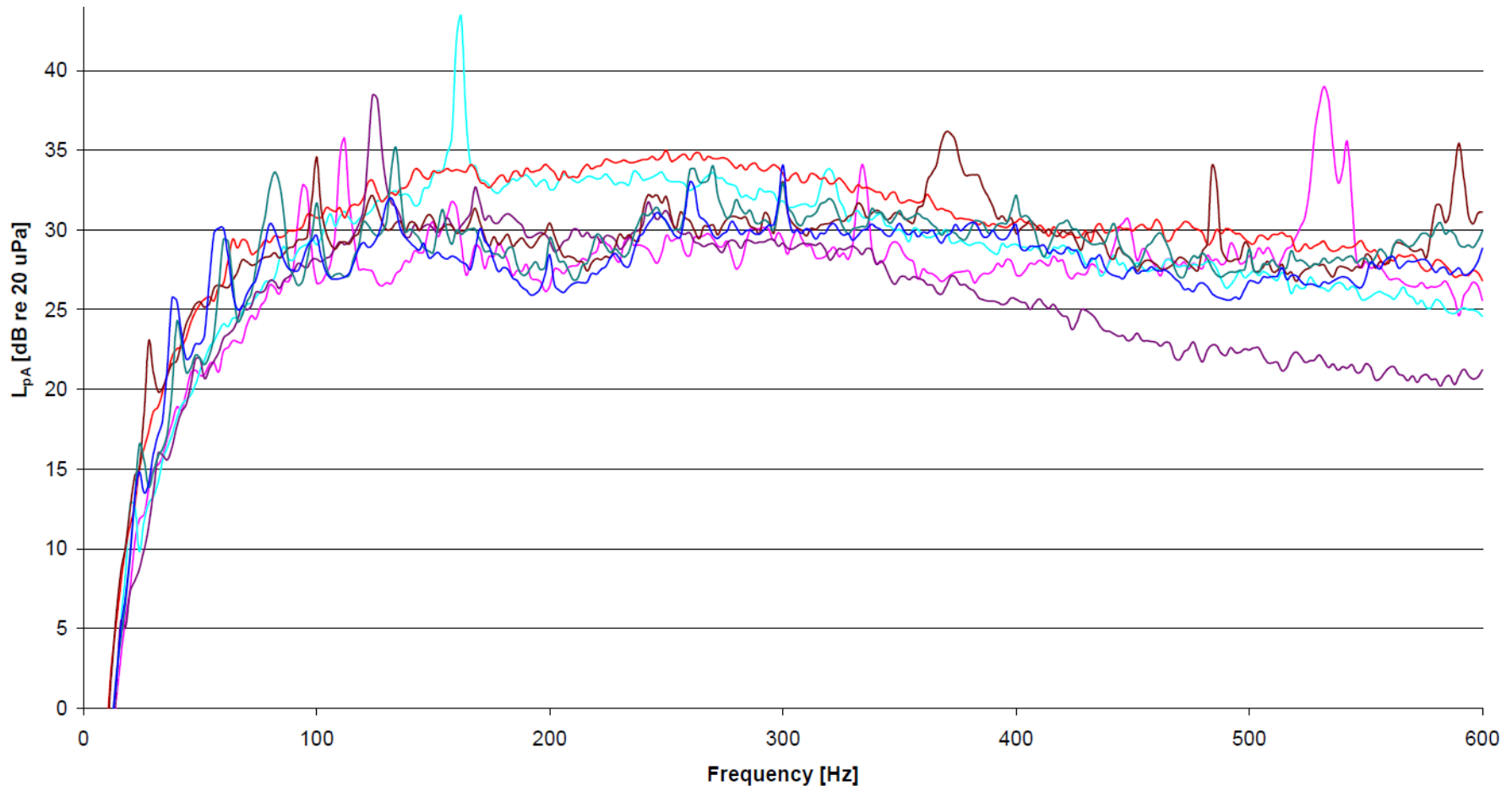


# Hørestyrkekurver



# LF toner – fra 7 vindmøller

Figur fra EFP-06 projekt – Low Frequency Noise from Large Wind Turbines, Final Report. AV 1272/10, 21 November 2010



# Målt og beregnet immission i én nabo position

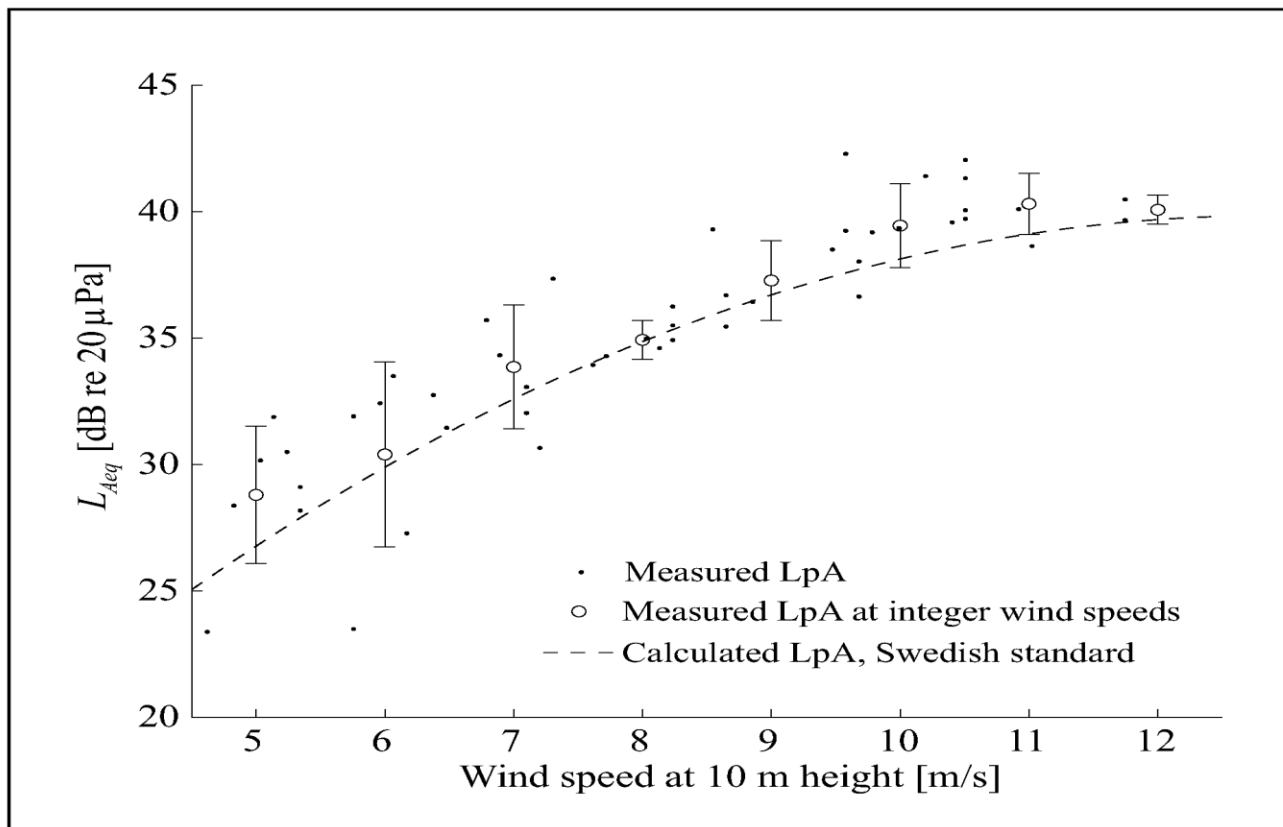


Figure 8. Measured immission levels for downwind cases and calculations according to Swedish standard. Measured levels grouped to integer wind speeds are shown as mean value and standard deviation.

# Eksempel på elektronisk styring

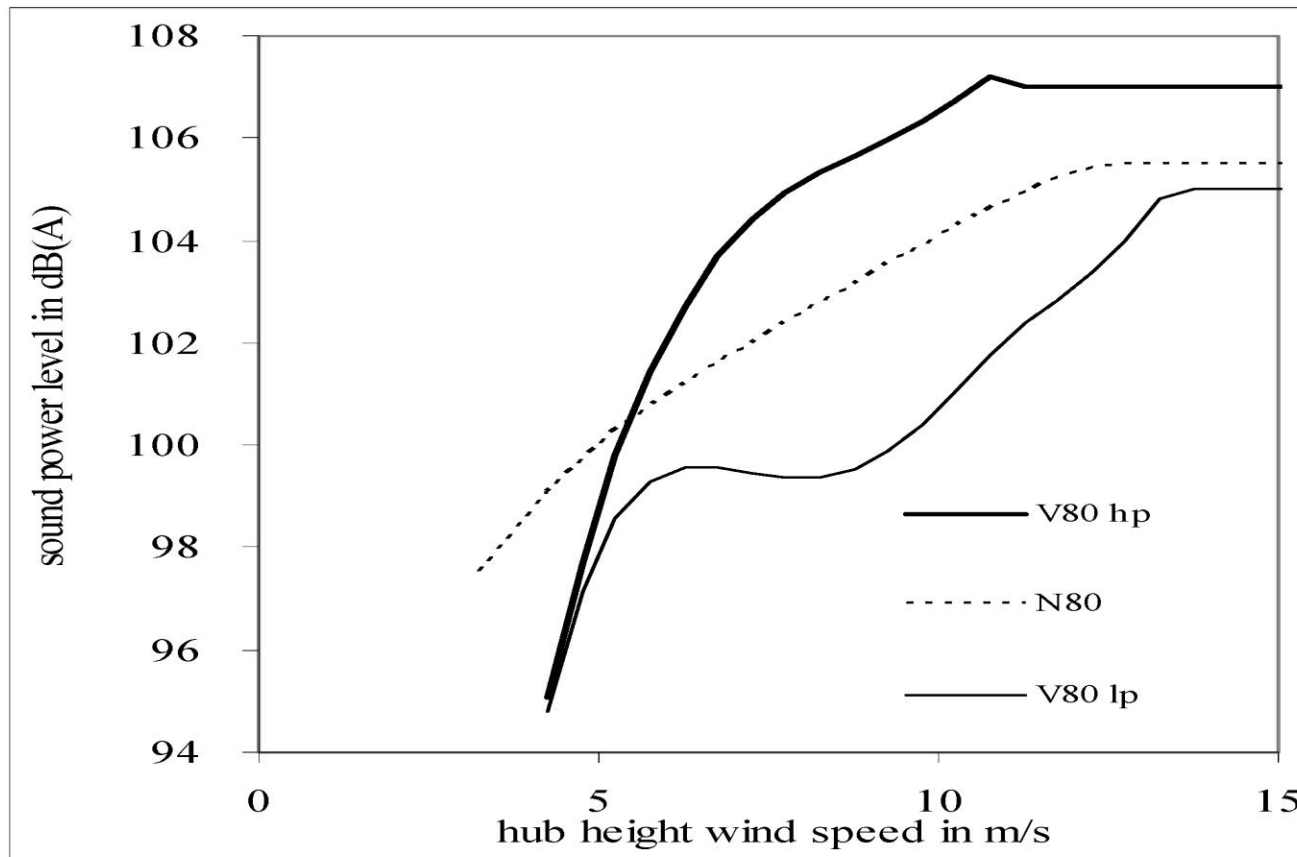
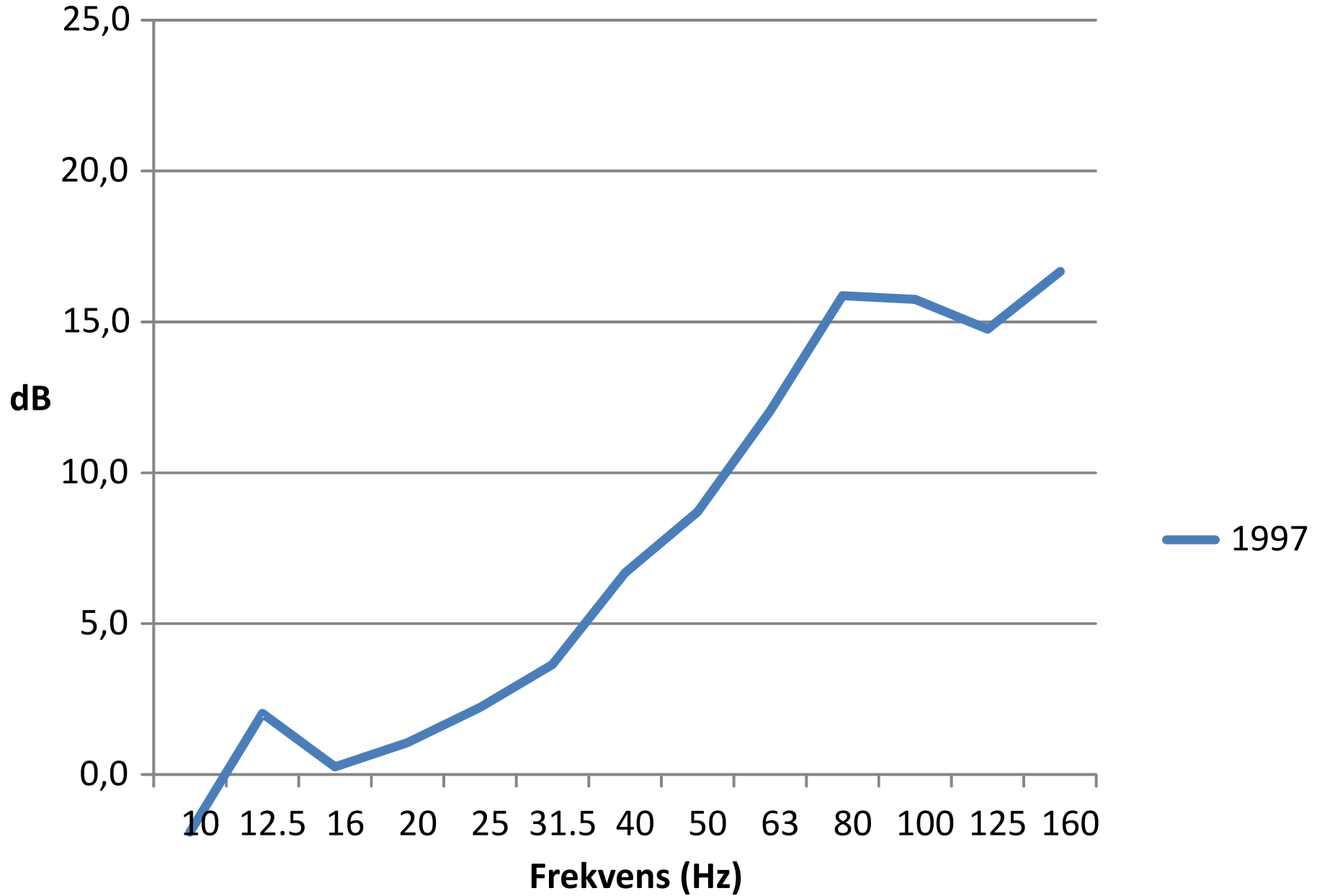


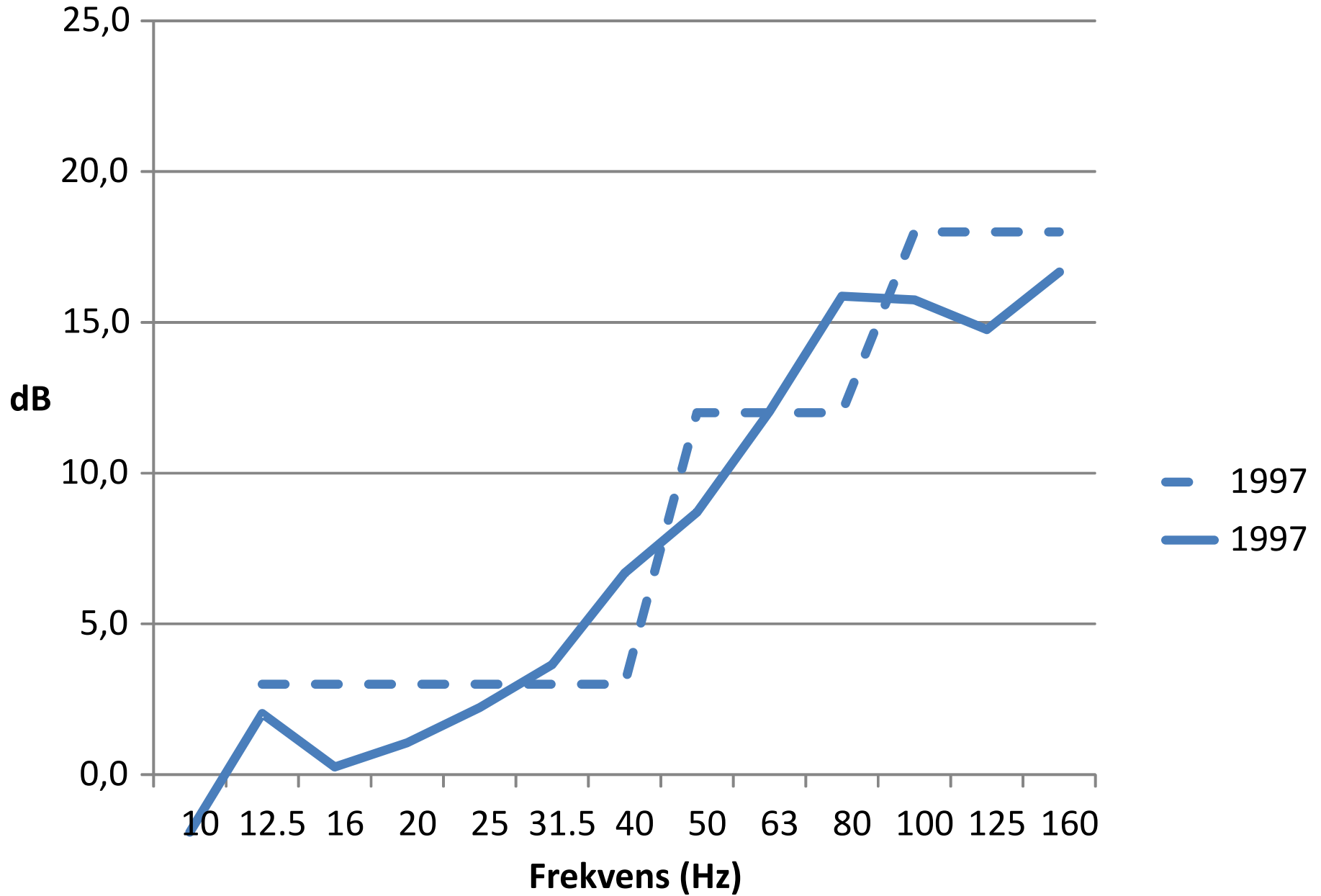
Figure 2: best fits for relation sound power vs. hub height (80 m) wind speed for a Vestas V80-2MW in high power and low power mode, and a Nordex N80-2.5MW

# Lydisolation

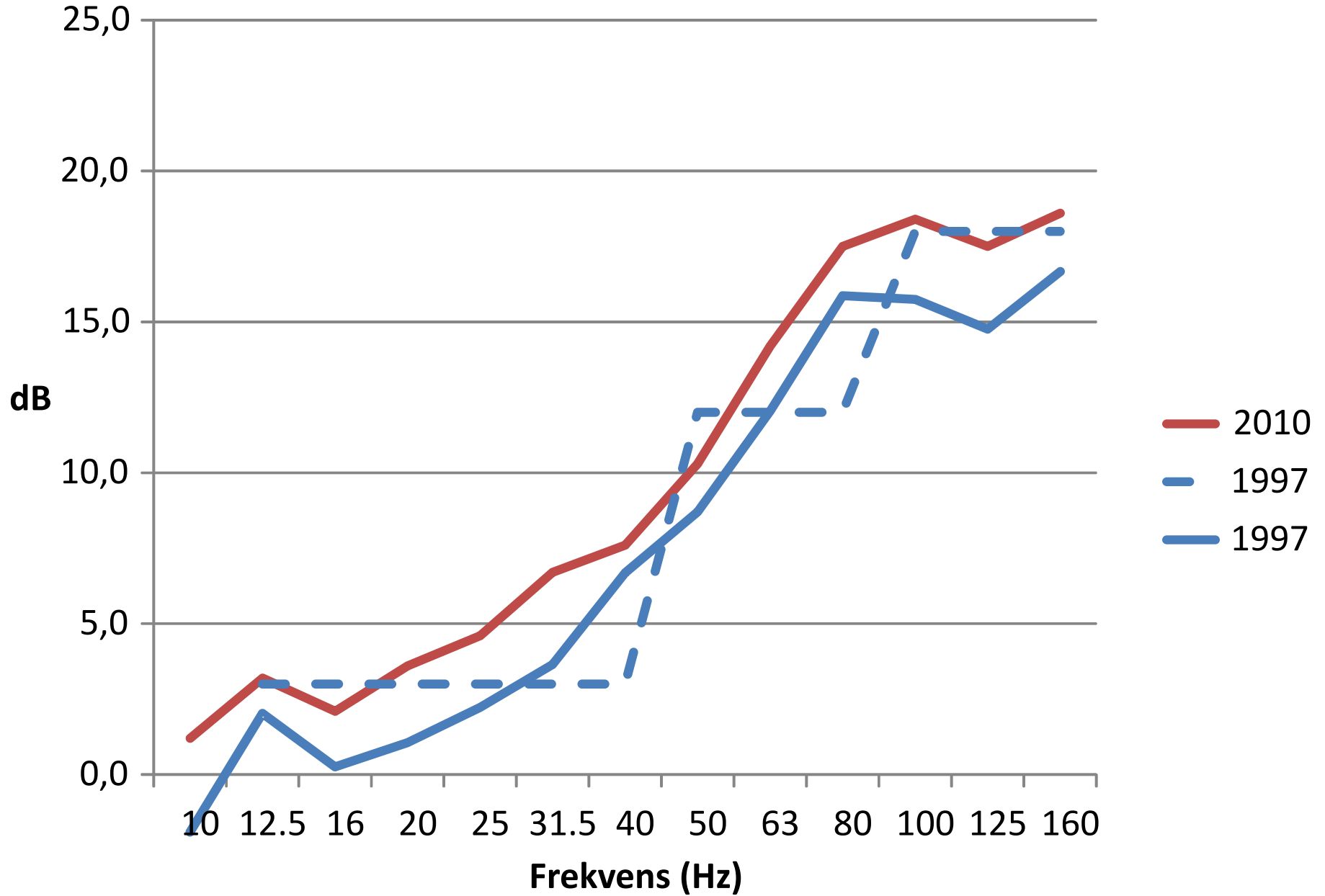




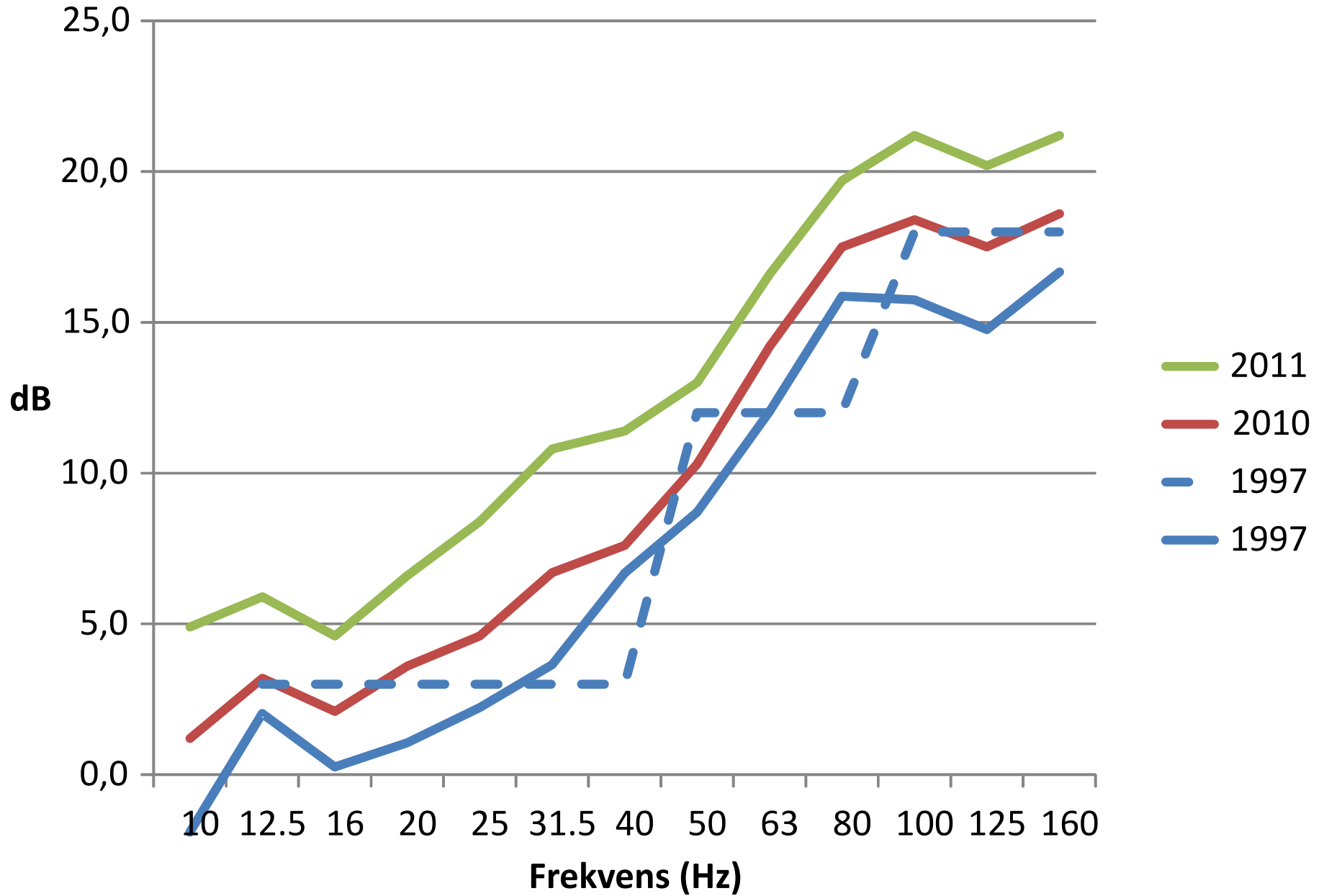
# Lydisolation



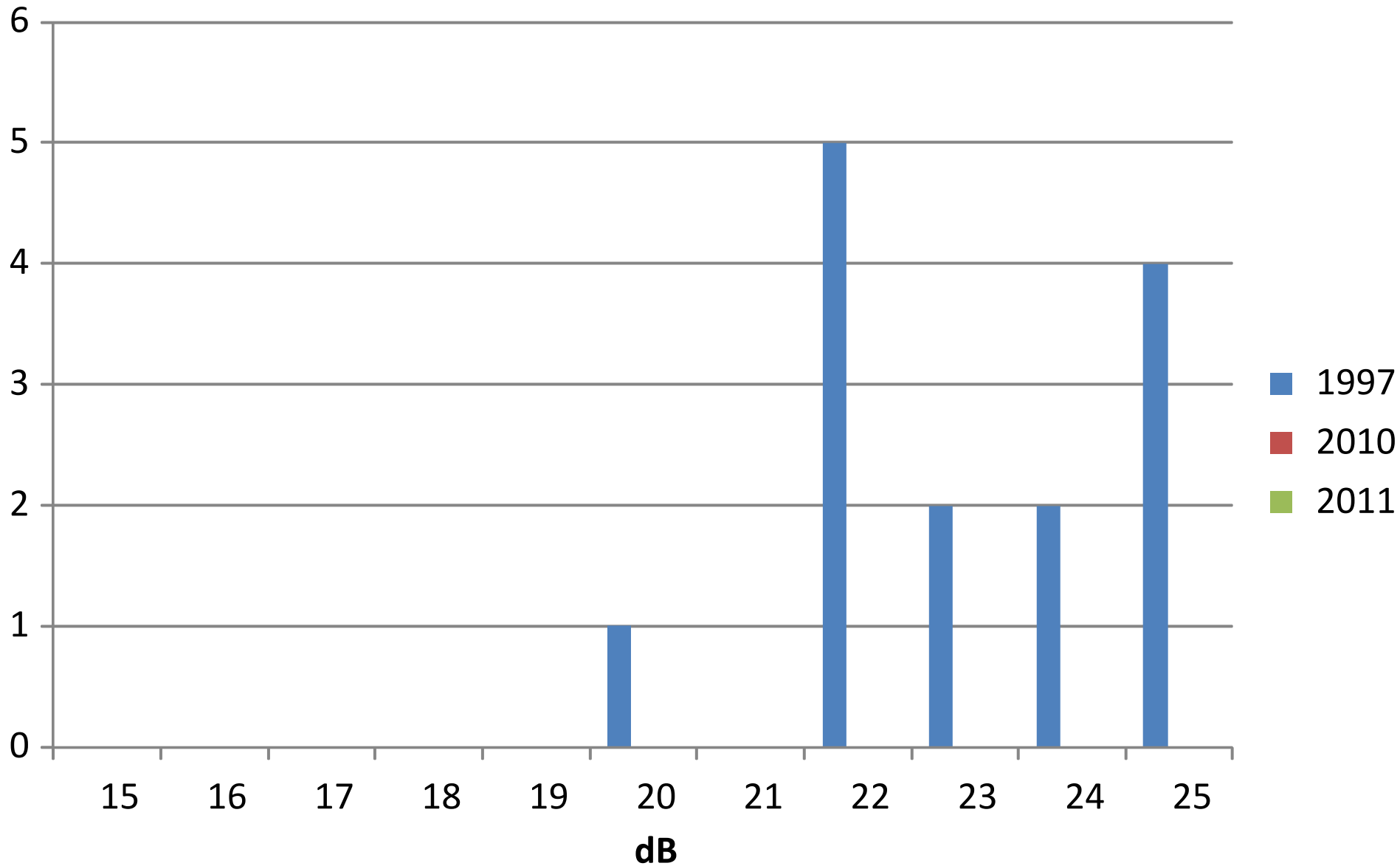
# Lydisolation



# Lydisolation

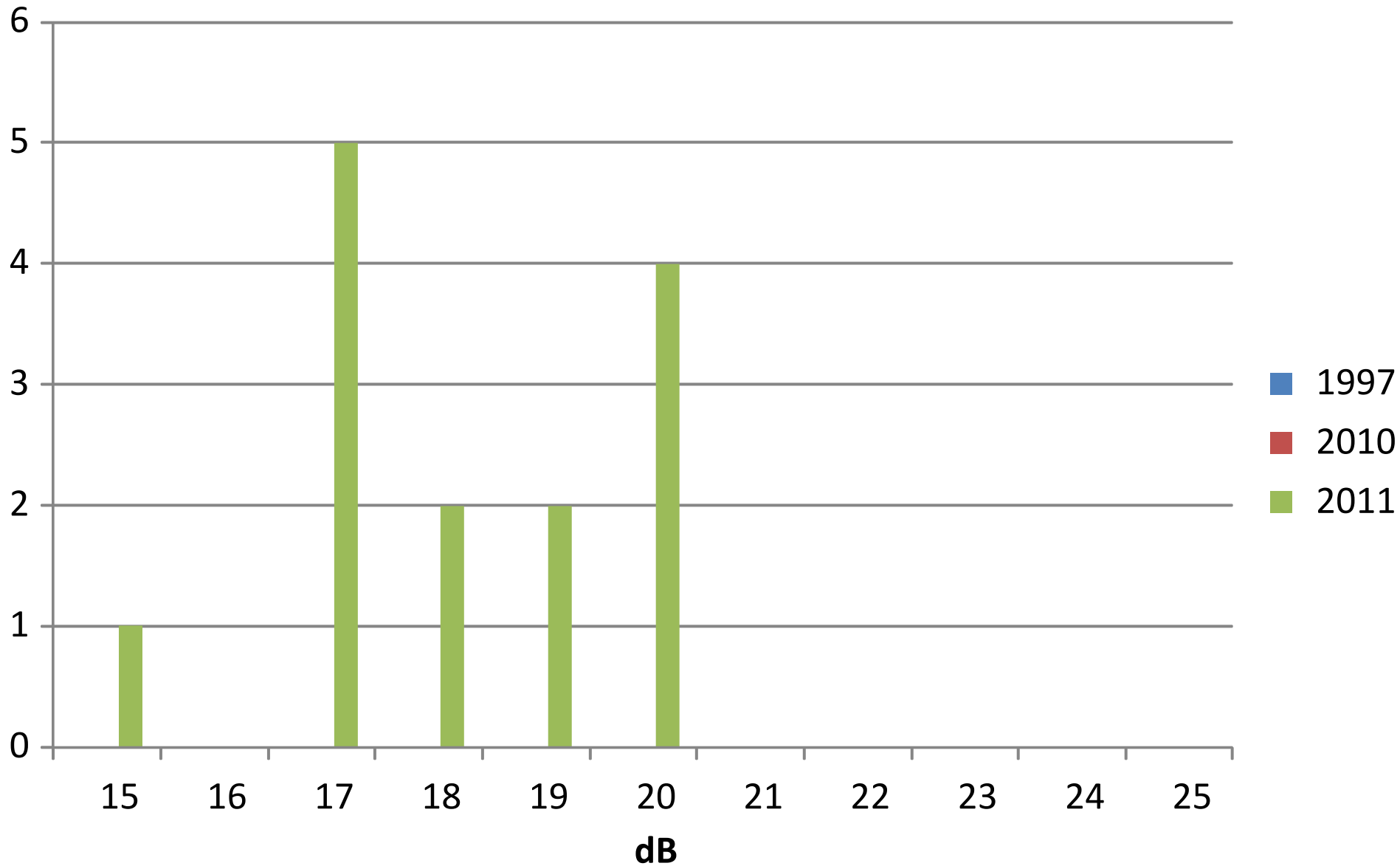


# Indendørs lavfrekvent støj ved 44 dB udendørs støj

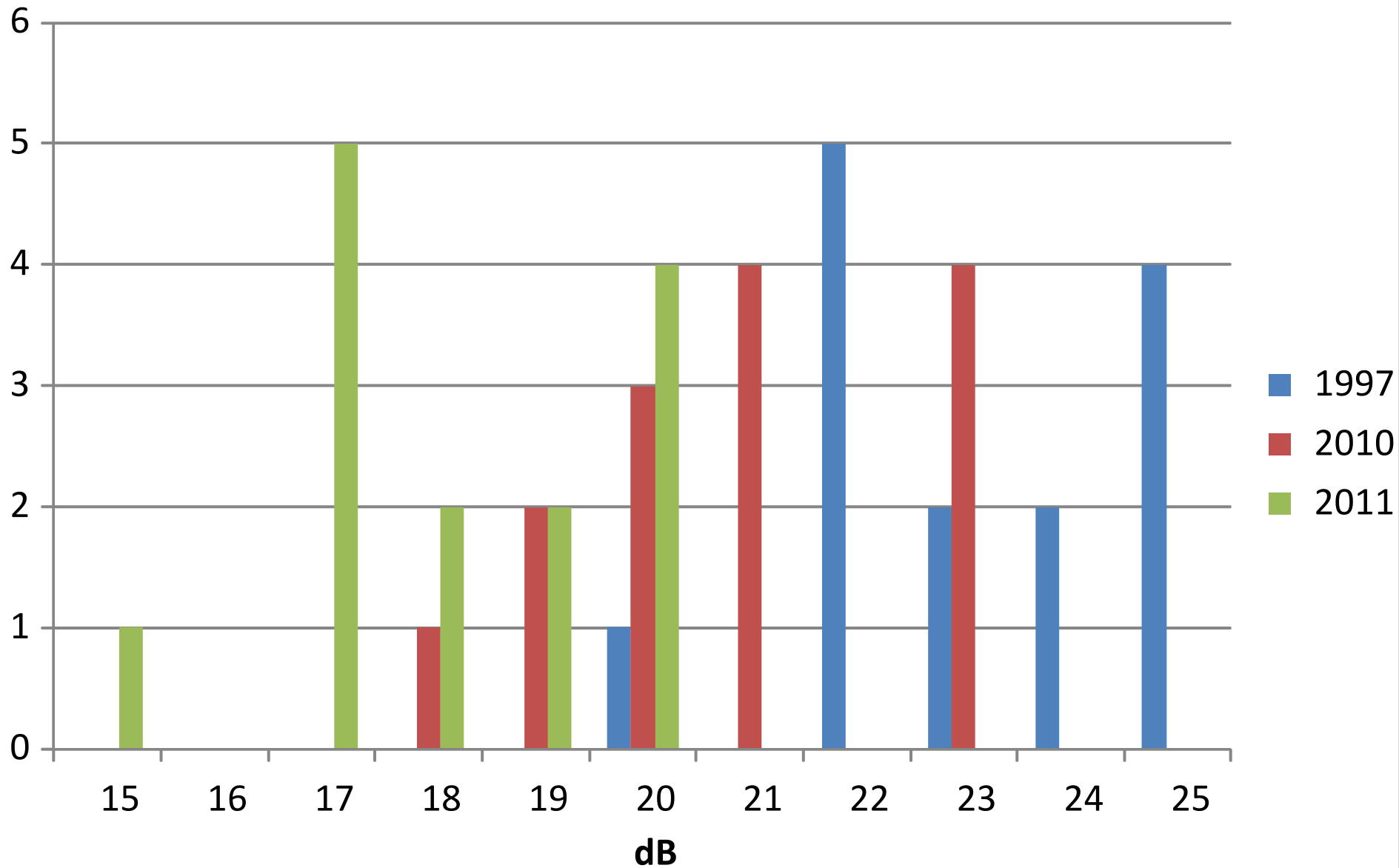




# Indendørs lavfrekvent støj ved 44 dB udendørs støj



# Indendørs lavfrekvent støj ved 44 dB udendørs støj



---

”Ofte kan beboerne udpege punkter, hvor støjen opleves som kraftigst, og det er væsentligt at måle i disse målepunkter.”

*(Miljøstyrelsens orientering)*



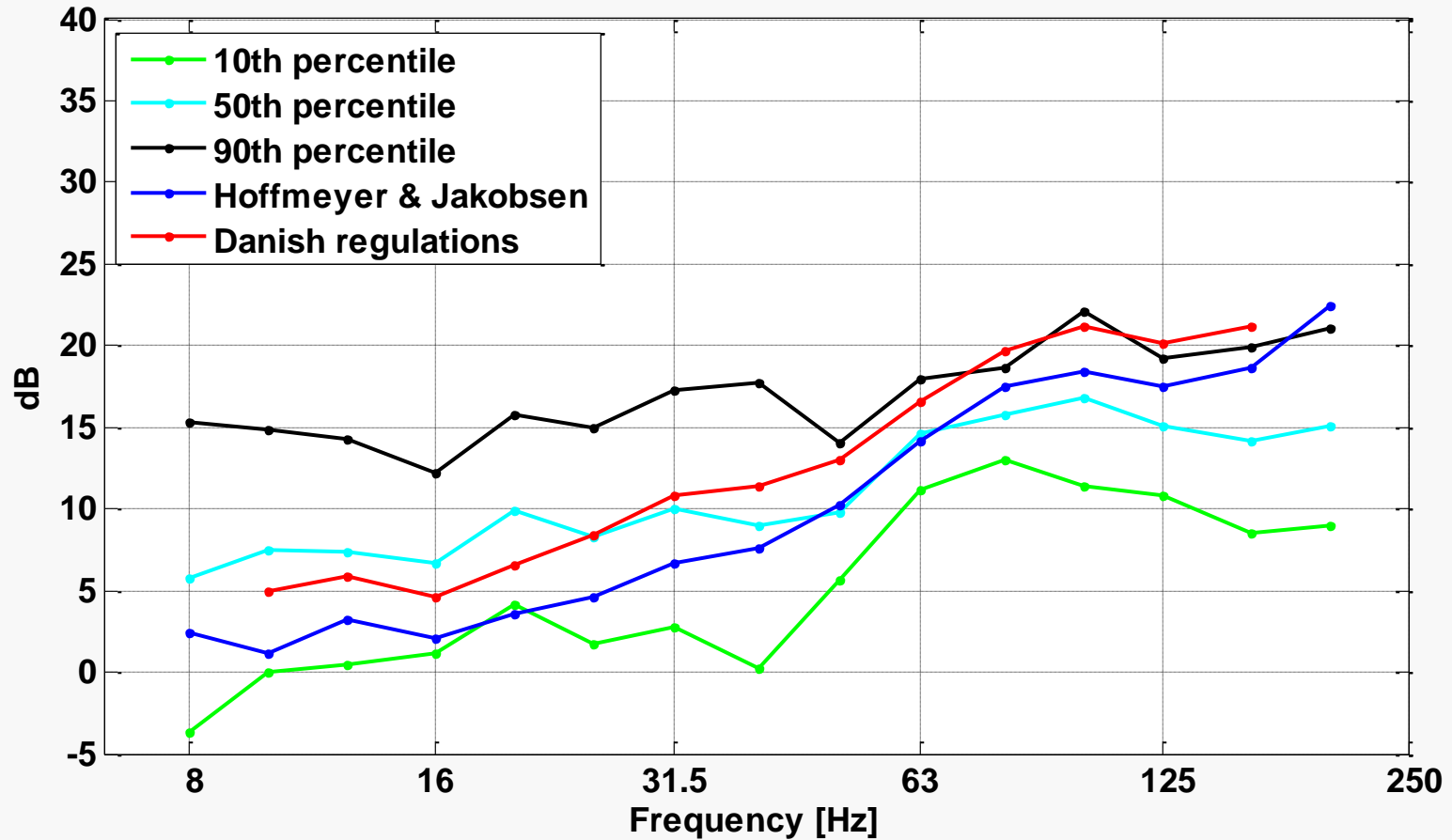
---

”Ofte kan beboerne udpege punkter, hvor støjen opleves som kraftigst, og det er væsentligt at måle i disse målepunkter.”

*(Miljøstyrelsens orientering)*

**Det skete slet ikke under  
isolationsmålingerne!**

# Sound insulation data comparison

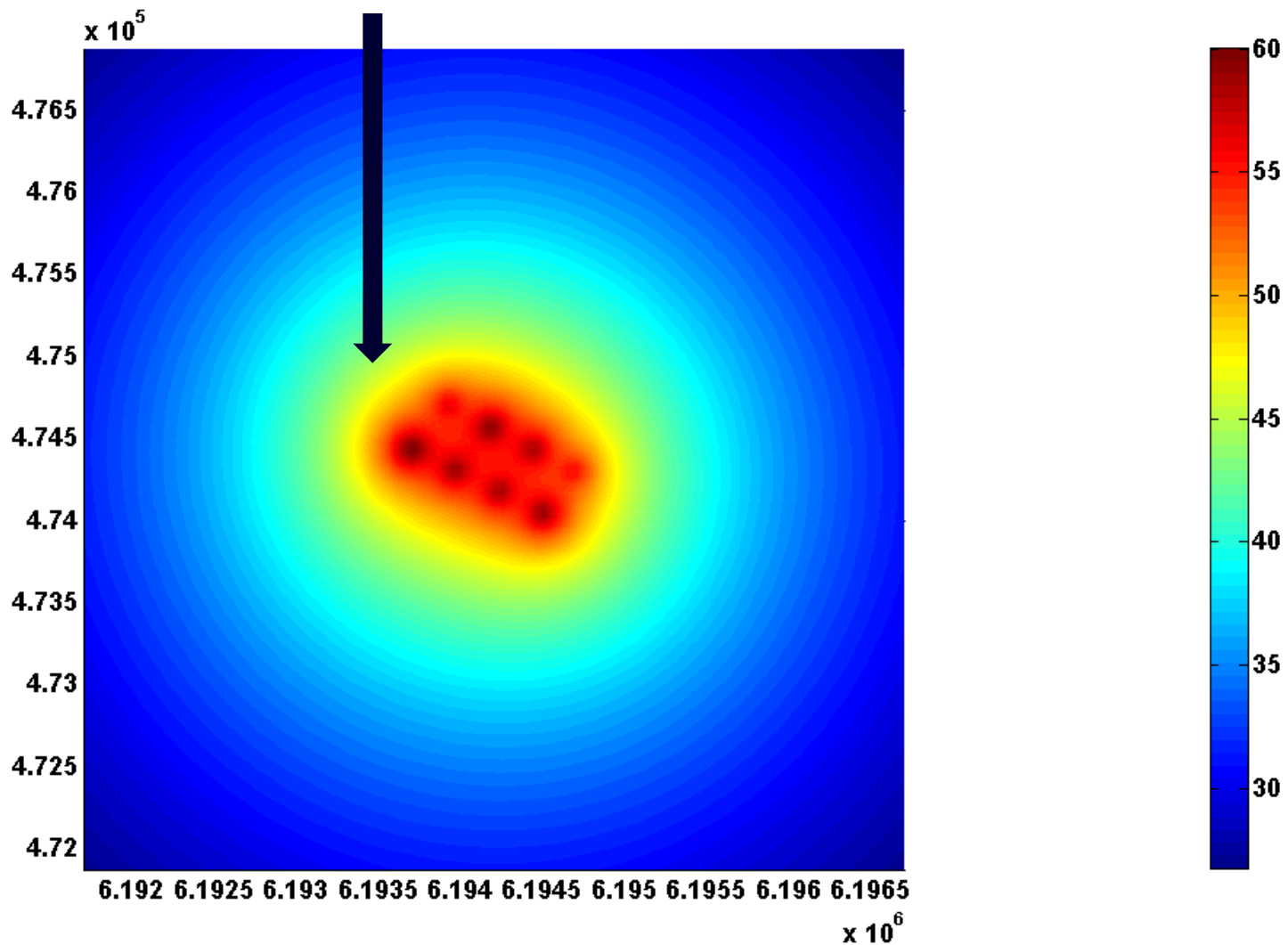


# Eksempel fra virkeligheden

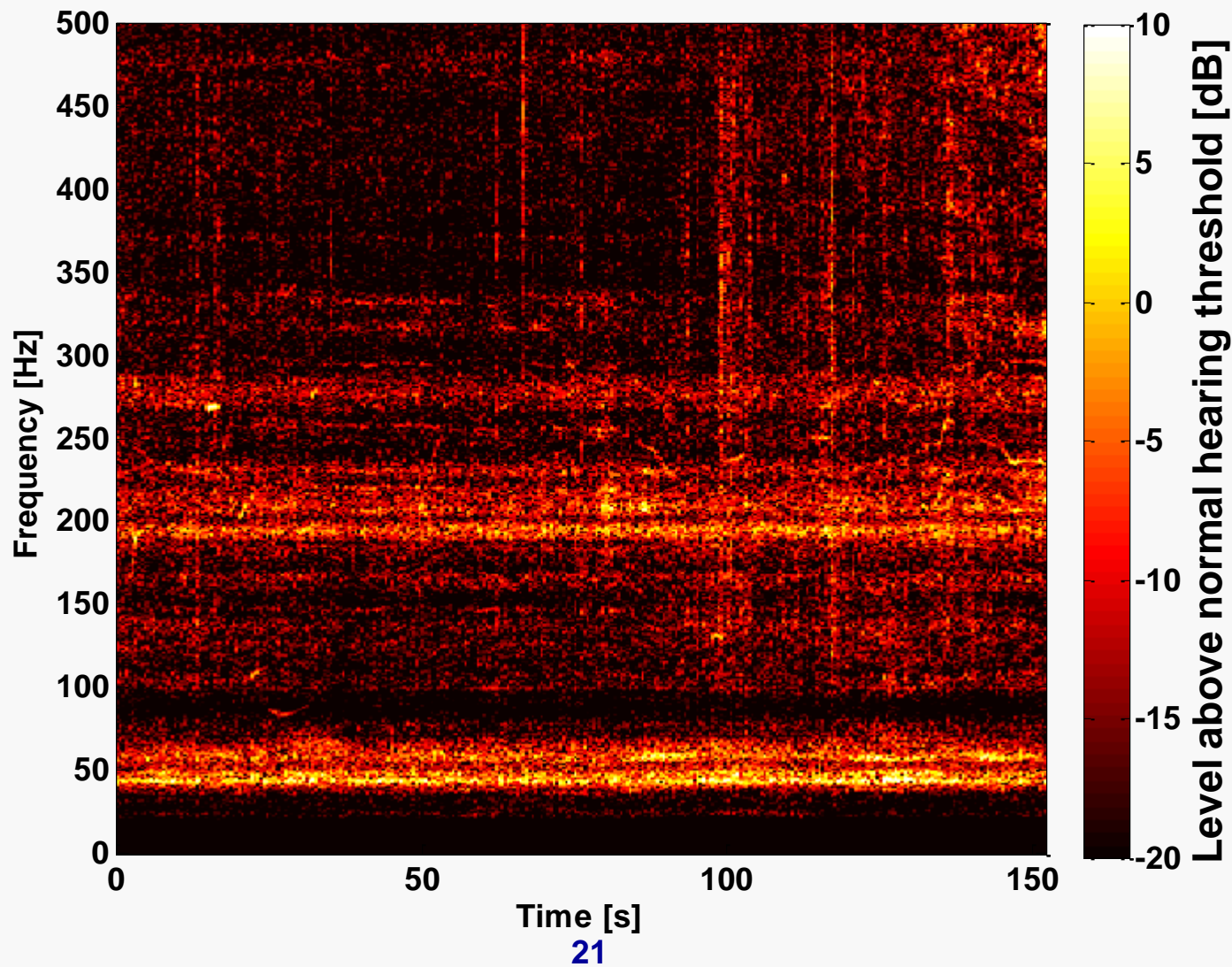
---

- Målinger hos nabo til 8 store vindmøller (3 MW), som klager over lavfrekvent støj fra vindmøllerne.
- Vindmøllerne er rejst før den nye bekendtgørelse trådte i kraft, men ville også overholde den nye bekendtgørelse.
- Kontrolmålinger på alle 8 vindmøller lavet af Delta.
- Indendørsmåling hos en nabo (vindhastighed omkring 6 m/s, modvind).
- Indendørs niveau beregnet efter den nye bekendtgørelse.

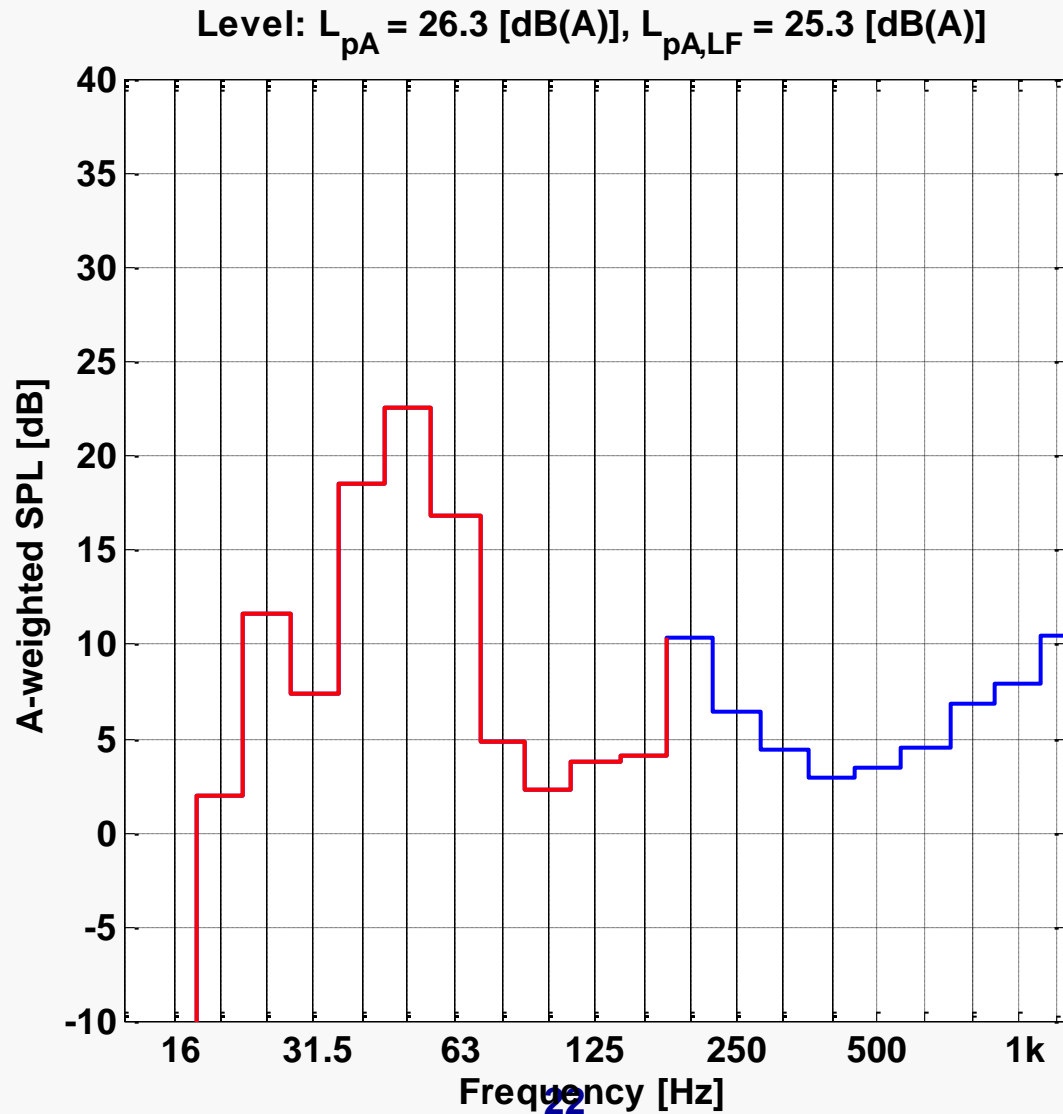
# Støjkontur beregnet fra kontrolmålinger



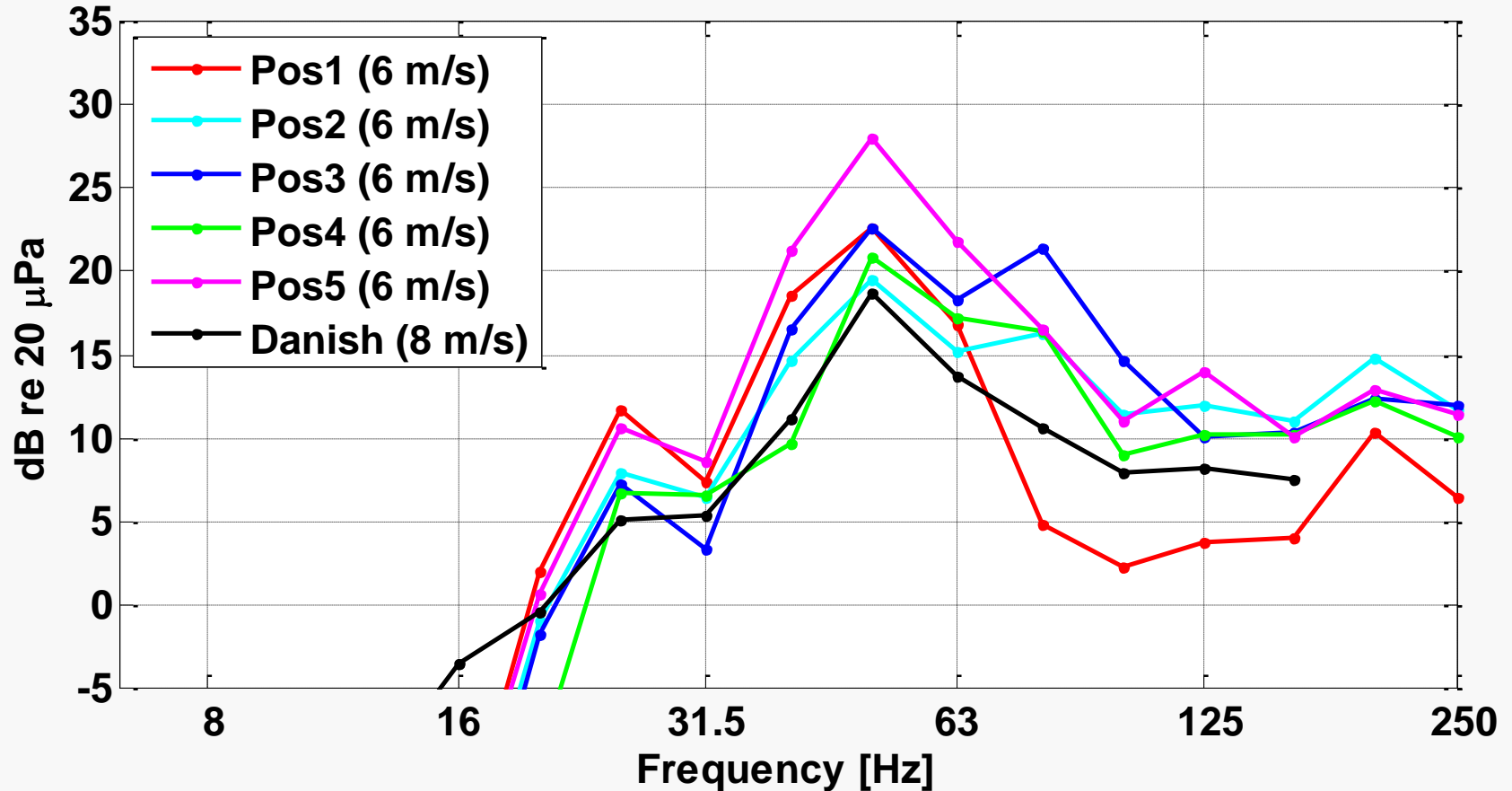
# Threshold-weighted spectrogram measurement position 1



# Indendørsmåling hos nabo (pos 1)



# Indendørs målinger hos nabo



# Sammendrag af målinger hos nabo

---

- Bekendtgørelsen giver  $L_{pA,LF}$  lidt under 22 dB ( $L_{pA,LF} = 21.8$  dB) ved 8 m/s.
- Men 2 dB usikkerhed trækkes fra før sammenligning med grænsen ( $L_{pA,LF} = 20$  dB).
- Det betyder at bekendtgørelsen er overholdt.
- Men indendørs målinger viser  $L_{pA,LF}$  mere end 25 dB (for vindhastigheder ved 6 m/s og modvind! – mere kan forventes ved højere vindhastigheder).
- Andre positioner i rummet viste endnu højere niveauer.
- Så der er ingen tvivl om at bekendtgørelsen understimerer indendørsniveauerne hos naboen.



# Støjgrænser for virksomheder

	Mandag - fredag kl. 07 - 18, lørdag kl. 07 - 14	Mandag - fredag kl. 18 - 22, lørdag kl. 14 - 22, søn- og helligdag kl. 07 - 22.	Alle dage kl. 22 - 07
Boligområder for åben og lav boligbebyggelse	45 dB	40 dB	35 dB
Sommerhusområder og offentligt tilgængelige rekreative områder	40 dB	35 dB	35 dB

Grænseværdierne angivet som A-vægtede ækvivalente korrigerede støjniveau, *støjbelastningen*. Ækvivalent støjniveau er støjens middelværdi over et tidsrum (om dagen 8 timer, om aftenen 1 time og om natten ½ time). Hvis støjen indeholder tydeligt hørbare toner eller impulser skal man lægge 5 dB til det ækvivalente støjniveau for at bestemme støjbelastningen. Støjgrænserne skal overholdes i alle punkter udendørs i det pågældende område, og altså ikke kun i nærheden af bygningerne.

# Aalborg Universitets involvering

- I et brev til internationale organisationer forklarer Miljøstyrelsens direktør vores manglende indflydelse med, at vi selv havde afvist at deltage.

As to our knowledge, wind turbine noise has no different health effects from other types of noise. The Danish noise limits for wind turbines are comparable to our recommended noise limits for industrial noise, and they are lower than the recommended noise limits for traffic noise.

In your warning you mention that the Danish authorities refuse to hear the recommendations from Professor Henrik Møller of Aalborg University. I can inform you that the Danish EPA has had an extensive communication with Professor Henrik Møller, and that he informed us in a letter of 23<sup>rd</sup> September that the university had no possibility to contribute to our work on the new limits for low frequency noise from wind turbines.

Yours sincerely



Lars Hindkjær  
Director General

# Aalborg Universitets involvering

- I et brev til internationale organisationer forklarer Miljøstyrelsens direktør vores manglende indflydelse med, at vi selv havde afvist at deltage.

As to our knowledge, wind turbine noise has no different health effects from other types of noise. The Danish noise limits for wind turbines are

inform you that the Danish EPA has had an extensive communication with Professor Henrik Møller, and that he informed us in a letter of 23<sup>rd</sup> September that the university had no possibility to contribute to our work on the new limits for low frequency noise from wind turbines.

inform you that the Danish EPA has had an extensive communication with Professor Henrik Møller, and that he informed us in a letter of 23<sup>rd</sup> September that the university had no possibility to contribute to our work on the new limits for low frequency noise from wind turbines.

Yours sincerely



Lars Hindkjær  
Director General

# Aalborg Universitets involvering

- Direktøren undlod at nævne, at AAU gav en lang række faglige forslag og kommentarer, og først trak sig ud, efter at Styrelsen havde insisteret på, at det var en forudsætning for arbejdet, at støjreglerne for vindmøller ikke blev skærpet

Senest i vores kommunikation har Styrelsen pointeret, at støjreglerne ikke må blive skærpet. Vores beregninger viser imidlertid, at den foreslåede grænse for lavfrekvent støj i mange tilfælde vil blive overskredet, selvom de eksisterende støjgrænser er overholdt. I disse tilfælde vil indførelse af lavfrekvensgrænsen således betyde en skærpelse af støjreglerne, hvilket kolliderer med forudsætningerne for revisionen. Vi har ikke fagligt og videnskabeligt belæg for at foreslå beregningsmetoder, der viser noget andet.

Inden for de givne rammer har vi således ikke mulighed for at bidrage til revisionen. (Jeg skal afholde mig fra at kommentere det rimelige i at indføre grænser, som man på forhånd har vedtaget ikke må få betydning).

Skulle forudsætningerne for revisionen ændre sig, er du velkommen til at kontakte mig igen.

Med venlig hilsen



Henrik Møller  
Professor

# Aalborg Universitets involvering

- Direktøren undlod at nævne, at AAU gav en lang række faglige forslag og kommentarer, og først trak

sig ud efter at Styrelsen havde insistere på, at det blive overskredet, selvom de eksisterende støjgrænser er overholdt. I disse tilfælde vil indførelse af lavfrekvensgrænsen således betyde en skærpelse af støjreglerne, hvilket kolliderer med forudsætningerne for revisionen. Vi har ikke fagligt og videnskabeligt belæg for at foreslå beregningsmetoder, der viser noget andet.

Inden for de givne rammer har vi således ikke mulighed for at bidrage til revisionen. (Jeg skal afholde mig fra at kommentere det rimelige i at indføre grænser, som man på forhånd har vedtaget ikke må få betydning).

Skulle forudsætningerne for revisionen ændre sig, er du velkommen til at kontakte mig igen.

Med venlig hilsen



Henrik Møller  
Professor

- Fra beslutningsreferat af møde (9. marts 2011) mellem Miljøstyrelsen, Delta, Vindmølleindustrien og industriens støjeksperter m.fl.

JJ præsenterede kort sit oplæg til grundelementer i den kommende regulering af lavfrekvent støj. *Metodikken* bliver lige som for de nuværende støjgrænser; der skal anmeldes og kommunen kan forlange kontrol. *Kildestyrken* måles med IEC metoden med nødvendige forenklinger; med ekstra vindskærm er der ikke store problemer i at måle ned til 20 Hz, det er et spørgsmål om der skal måles helt ned til 10 Hz. *Lydudbredelse*, her er vi i gang med at få lavet en tabel over terrænkorraktionerne fra Nord2000 til land- og havplacerede møller i de relevante afstande. *Lydisolation*, her bruges data fra den artikel som jeg og Dan Hoffmeyer fik offentliggjort i sommer. *Grænseværdien* skal nok være den samme ved 6 og 8 m/s; det vil være fint hvis den hedder 20 dB men det afhænger af den overordnede målsætning, nemlig at den nye grænseværdi ikke må medføre nye begrænsninger for vindmøller. Det der kan lade sig gøre at etablere i dag skal også kunne lade sig gøre efter sommer; det er en udfordring.

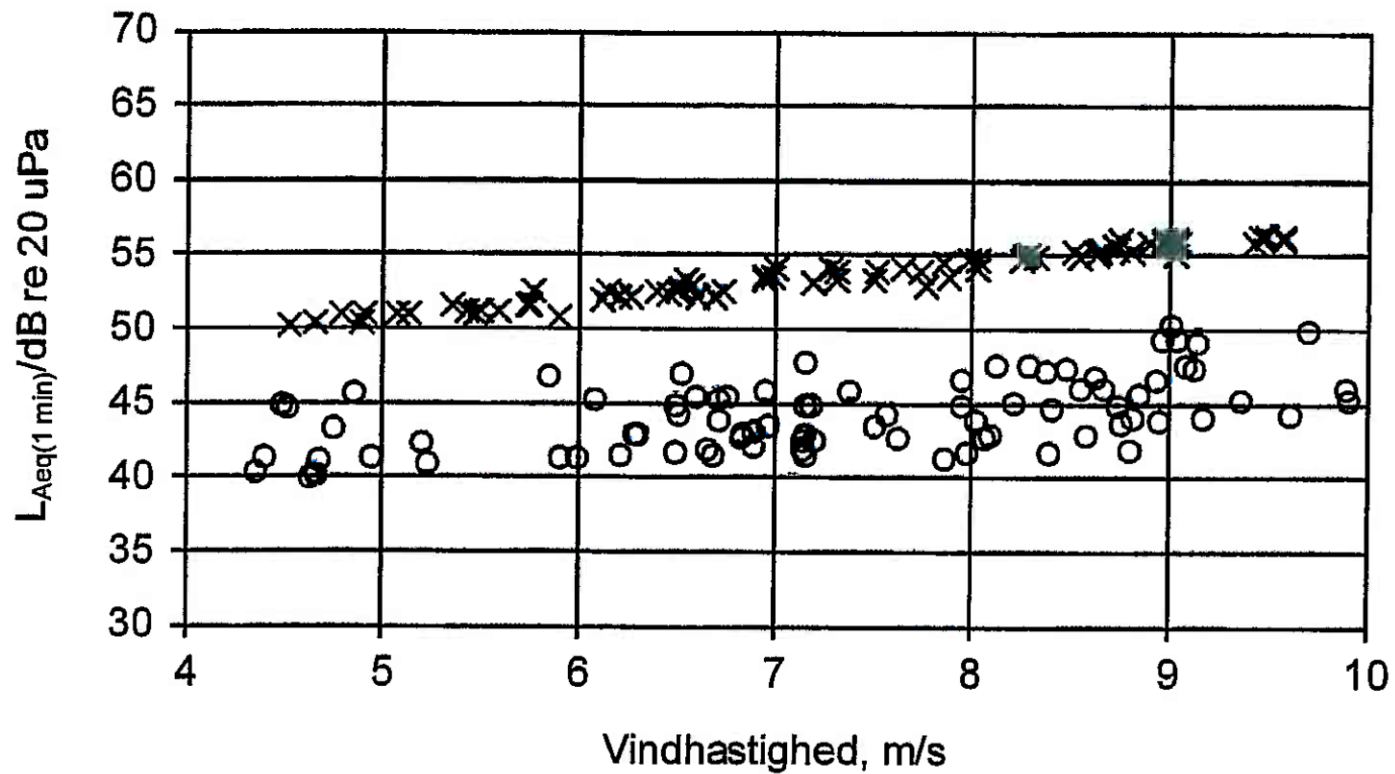
- Fra beslutningsreferat af møde (9. marts 2011) mellem Miljøstyrelsen, Delta, Vindmølleindustrien og industriens støjeksperter m.fl.

JJ præsenterede kort sit oplæg til grundelementer i den kommende regulering af lavfrekvent støj. *Metodikken* bliver lige som for de nuværende støjgrænser; der skal anmeldes og kommunen kan forlange kontrol. *Kildestyrken* måles med IEC metoden med nødvendige forenklinger; med ekstra vindskærm er der ikke store problemer i at måle ned til 20 Hz, det er et spørgsmål om der skal måles helt ned til 10 Hz. Lydudbredelsen her er vi i gang med at få lavet en tabel over for at kunne måle

den overordnede målsætning, nemlig at den nye grænseværdi ikke må medføre nye begrænsninger for vindmøller. Det der kan lade sig gøre at etablere i dag skal også kunne lade sig gøre efter sommer; det er en udfordring.

ger for vindmøller. Det der kan lade sig gøre at etablere i dag skal også kunne lade sig gøre efter sommer; det er en udfordring.

# Vestas V90



× Vindmølle i drift    ○ Vindmølle standset