

# Teknisk notat

N6.005.13

## Lavfrekvent støj fra vindmøller - redegørelse

29. januar 2013  
Projekt: 23.0303.09

---

Udarbejdet : Bo Søndergaard/Jørgen Heiden  
Kontrolleret : Peter Henningsen  
Vedlagt : -  
Kopi til : -

---

### 1 INDLEDNING

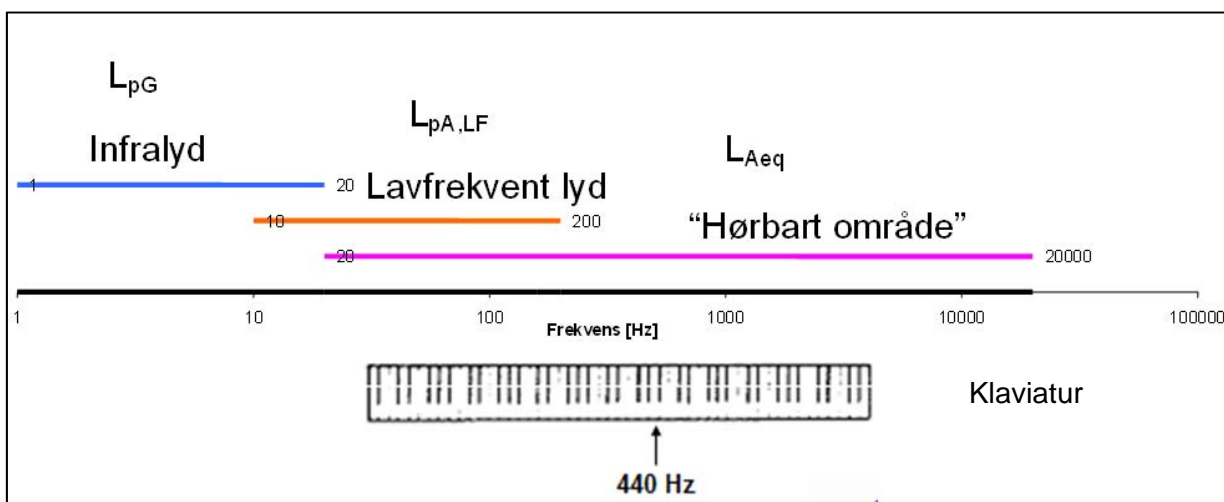
Lavfrekvent støj fra vindmøller har fyldt en del i medierne og har givet anledning til en del usikkerhed. Denne usikkerhed vurderes primært at kunne tilskrives, at rapporter og konklusioner er blevet diskuteret ud fra forskellige udgangspunkter. Ikke mindst er konklusioner oftest gengivet uden henføring til de altafgørende forudsætninger.

Nærværende notat er en gennemgang af den faktiske viden om lavfrekvent støj, som foreligger på nuværende tidspunkt, samt de forhold der er uenighed om.

### 2 HVAD ER LAVFREKVENT LYD?

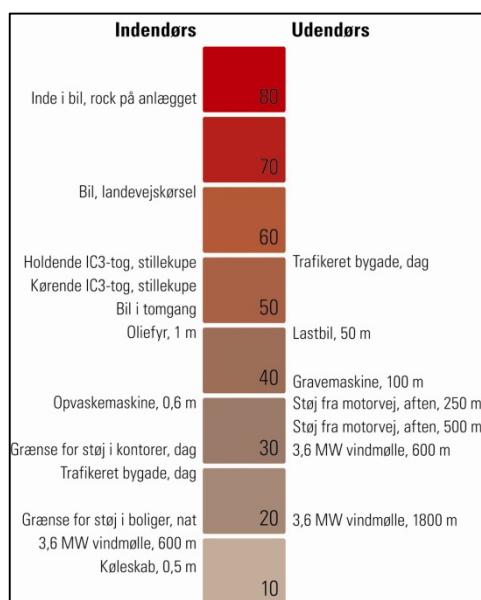
Lavfrekvent lyd er en del af det almindelige lydbillede. Lavfrekvent lyd bevæger sig som lydbølger gennem luften og opfattes med ørene. Der er altså ikke tale om at lavfrekvent lyd opfattes med kroppen.

Der er mange kilder til lavfrekvent lyd: ventilationsanlæg, kompressorer, lastbiler i tomgang, entreprenørmaskiner, vind og lign. I figur 1 er sammenhængen mellem lavfrekvent lyd, infralyd og det, der normalt defineres som hørbart område vist og sammenholdt med tangenterne på et klaver. Som det fremgår af figuren, ligger lavfrekvent støj lydæssigt på niveau med bastangerne på et klaver.



**Figur 1 - Illustration af sammenhængen mellem lyd ved forskellige frekvenser.**

Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for støjmålinger har på et tidspunkt fremstillet et "støjbarometer" for lavfrekvent støj. Støjbarometeret er vist i Figur 2, og viser niveauet af lavfrekvent støj i forskellige situationer. De anvendte data for vindmøller er næsten 10 år gamle og afspejler således ikke de seneste års udvikling.



**Figur 2 - Støjbarometer for lavfrekvent lyd. Venstre side = udendørs, højre side = indendørs**

### 3 LAVFREKVENT STØJ FRA VINDMØLLER

Der har i de seneste 10 år været en del diskussion om lavfrekvent støj fra vindmøller.

Med en undersøgelse udført af akustikfirmaet DELTA for Energistyrelsen, blev forholdene for første gang belyst objektivt gennem målinger og bearbejdelse af eksisterende data. Undersøgelsen er fra 2008 og blev opdateret med de afsluttende undersøgelser i 2010. De støjdata for de største vindmøller, som indgår i undersøgelsen, stammer primært fra prototypemøller, da egentlige produktionsserier ikke var gennemført på daværende tidspunkt.

Sektionen for Akustik på Aalborg Universitet har på baggrund af de samme måledata udarbejdet en rapport i 2010, som blev opdateret i 2011.

Overordnet set er der overensstemmelse mellem de to undersøgelser, idet det konstateres, at der er et lettere forhøjet niveau af lavfrekvent støj i de store vindmøller (> 2 MW) sammenlignet med de mindre vindmøller. Den videre tolkning af resultaterne er dog forskellig. I Energistyrelsens projekt konkluderes det, at den væsentligste årsag til den lavfrekvente støj fra de målte møller er toner fra gearkassen, som det vurderes muligt at reducere i de færdige produktionsserier. Aalborg Universitet vurderer derimod, at resultaterne viser en klar sammenhæng mellem møllernes størrelse og omfanget af lavfrekvent støj. Aalborg Universitet mener måleresultaterne viser, at lavfrekvent støjs andel af den samlede støj stiger med vindmøllernes størrelse (effekt) og opregner konsekvenserne, hvis tendensen fortsætter for møller med endnu større effekt.

### 4 MÅLING AF LAVFREKVENT STØJ

Bekendtgørelsen om støj fra vindmøller fra 2011 indeholder udover de almindelige grænser for vindmøllernes samlede støj også særskilte grænser for lavfrekvent støj fra vindmøller. Bestemmelserne er uddybet i en tilhørende vejledning (nr. 1/2012). En afgørende forskel i forhold til de almindelige støjgrænser, som gælder udendørs, er, at grænserne for lavfrekvent støj gælder indendørs i nabohusene. Denne afgørende forskel betyder, at grænserne for lavfrekvent støj er fastsat tilsvarende lavere end de udendørs støjgrænser.

Introduktionen af grænseværdier for lavfrekvent støj har den konsekvens, at der siden 2012 har været en øvre grænse for, hvor meget lavfrekvent støj vindmøllerne må generere og udsende i omgivelserne. Dermed er det sikret, at udviklingen af vindmøller vil have fokus på at begrænse den lavfrekvente støj.

Støjgrænsen for lavfrekvent støj fra vindmøller er sat til 20 dB(A), hvilket svarer til den laveste støjgrænse, som Miljøstyrelsen har sat for lavfrekvent støj. Som baggrund for at vurdere om den lavfrekvente støjgrænse er overholdt er det i bekendtgørelsen fastsat, at der skal anvendes beregninger i stedet for direkte målinger af den lavfrekvente støj indendørs. Dette skyldes bl.a., at det er ret kompliceret at måle indendørs støj, til tider umuligt på grund af uvedkommende lokal støj (f.eks. fra vindens susen omkring huset). Den lyd, som vindmøllen udsender, måles dog relativt tæt på møllen, hvor møllestøjen kan overdøve al den øvrige støj. Den møllespecifikke støj indgår herefter i beregninger af støjen i omgivelserne, både for den udendørs støj og den indendørs lavfrekvente støj. Den støjreduktion, som forekommer udefra og ind i en almindelig dansk bolig, har Miljøstyrelsen fået målt og en typisk værdi indgår således i beregningsmodellen for lavfrekvent vindmøllestøj.

Aalborg Universitet har kritiseret Miljøstyrelsens bekendtgørelse og hævdet, at dele af den beregningsmetode, der anvendes til at bestemme den indendørs lavfrekvente støj, er behæftet med fejl. Aalborg Universitet har præsenteret en alternativ metode og efter denne vil den lavfrekvente støj være højere, end når støjen beregnes ved hjælp af metoden beskrevet i den gældende bekendtgørelse. Der er uenighed blandt forskere om, hvorvidt Aalborg Universitets metode forbedrer beregningsmetoden i bekendtgørelsen, men bekendtgørelsen er fortsat gældende.

## 5

### VURDERINGER

Grontmij's lydafdeling Acoustica har gennem de seneste tre år gennemført adskillige støjmålinger på nyopstillede vindmøller, heraf flere af de nu største møller, ved anvendelse af principperne i den nye bekendtgørelse. Det har på baggrund af de beregnede lavfrekvente støjniveauer kunnet konkluderes, at grænseværdierne for lavfrekvent støj har været overholdt i nabobebyggelserne, ofte med en god margin.

I praksis vil det normalt vil være den samlede udendørs støj - og ikke den lavfrekvente støj - som er afgørende for minimumsafstanden mellem vindmølle og nærmeste bolig.

Støjgrænser er politisk valgte geneniveauer – selvfølgelig valgt med baggrund i den foreliggende objektive viden. Det er Acousticas faglige vurdering, at støjgrænserne for vindmøllestøj er afpasset efter de måle- og beregningsmetoder, som Miljøstyrelsen foreskriver. Det vil sige, at måle-/beregningemetode og støjgrænse er afpasset efter hinanden og dermed i sammenhæng fastlægger et specifikt geneniveau, som ud fra det givne erfaringsmateriale generelt opfattes som acceptabelt.

Grontmij A/S  
Acoustica  
Bo Søndergaard/Jørgen Heiden