

Udøvende institution:

DELTA  
Venlighedsvej 4  
2970 Hørsholm  
Telefon: +45 72 19 40 00  
Telefax: +45 72 19 00 01  
[www.referencelaboratoriet.dk](http://www.referencelaboratoriet.dk)

# **Teknisk Notat**

## **Ny Viden**

2011-1

**Titel** Ny Viden 2011-1  
**Journal nr.** RL 13/11  
**Sagsnr.** A581612-13  
**Vores ref.** JEL/BP/ilk  
**Rekvirent** Miljøstyrelsen  
Strandgade 29  
1401 København K  
**Rekvirentens ref.** Jørgen Jakobsen

DELTA, 7. juli 2011



---

Jens E. Laursen

## Indholdsfortegnelse

<b>1. Baggrund og formål .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Afgrænsning .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Tidsskrifter .....</b>	<b>4</b>
3.1 Journal of the Acoustical Society of America (JASA) .....	4
3.2 Applied Acoustics.....	6
3.3 Journal of Low-Frequency Noise, Vibration and Active Control .....	6
3.4 Noise Control Engineering Journal .....	7
3.5 Acta Acustica.....	11
<b>4. Kongresser .....</b>	<b>12</b>
4.1 Euronoise .....	12
4.2 Inter-Noise .....	12
4.3 International Conference on Noise as a Health Problem.....	12
4.4 Forum Acusticum .....	12
4.5 Baltic-Nordic Acoustics Meeting .....	13
4.6 Low Frequency Noise and Vibration and its Control .....	13
4.7 Wind Turbine Noise 2011 .....	13
<b>Bilag 1 .....</b>	<b>14</b>
Links til tidsskrifters hjemmesider.....	14

## 1. Baggrund og formål

Miljøstyrelsen har ønsket, at en del af Referencelaboratoriets aktiviteter i 2011 skulle være at formidle ny viden til Miljøstyrelsen. Referencelaboratoriet har gennemgået tidsskrifter og overvåget årets kongresser for at identificere ny viden af betydning for måling og administration af ekstern støj. Notatet udsendes to gange om året. Søgningen i tidsskrifter er afsluttet i juni 2011.

Indholdsfortegnelser for de valgte tidsskrifter findes på de respektive hjemmesider på Internettet. Links til disse hjemmesider er angivet i Bilag 1.

## 2. Afgrænsning

Valg af emner og vægtning af stoffet er rettet mod Miljøstyrelsen.

## 3. Tidsskrifter

### 3.1 Journal of the Acoustical Society of America (JASA)

Årgang 2010: Vol. 128, no. 5 - 6 (Nov - Dec)

Årgang 2011: Vol. 129, no. 1 - 6 (Jan - June)

Et link til dette tidsskrift findes i Bilag 1. Der er fundet følgende artikler:

*A principal components model of soundscape perception*

Vol. 128, No. 5, pp. 2836-2846, Östen Axelsson, Mats E. Nilsson and Birgitta Berglund

Artiklen er ikke fundet relevant.

*The role of annoyance in the relation between transportation noise and children's health and cognition*

Vol 128, No. 5, pp. 2817-2828, Elise van Kempen, Irene van Kamp, and Mats Nilsson et al.

Artiklen er ikke umiddelbart fundet relevant.

*Trends in aircraft noise annoyance: The role of study and sample characteristics*

Vol. 129, No.4, pp. 1953-1962, Sabine A. Janssen, Henk Vos, and Elise E. M. M. van Kempen et al. (Kun abstract læst)

Forfatterne har sammenstillet og analyseret databaser fra studier af genevirkningen for beboere nær 34 lufthavne, foretaget i perioden 1967-2005. Formålet var at forsøge at verificere en hypotese om, at genen for beboere nær lufthavne forøges over årene ved et givet støjniveau ( $L_{den}$ ). Analyserne viste, at der var en klar forøgelse af genen over årene. Der blev dog ikke fundet beviser for en øgning af den støjfølsomhed, som beboerne rapporterede.

Forfatterne foreslår, at resultaterne af undersøgelsen kan anvendes til at tage eksisterende dosis/responskurver for støjfølsomhed op til revision.

*A field study of effects of road traffic and railway noise on polysomnographic sleep parameters*

Vol. 129, No.6, pp. 3716-3726, Gunn Marit Aasvang, Britt Øverland, and Reidun Ursin et al. (Kun abstract læst)

Artiklen omhandler en norsk feltundersøgelse af søvnforhold for 40 personer, foretaget i deres eget soveværelse over to nætter. Formålet var at udforske og sammenligne effekten af støj fra henholdsvis jernbane- og vejtrafik på søvnkvaliteten. Personernes søvnparametre (PSG, polysomnography) blev registreret tillige med støjparametre som  $L_{Aeq}$ ,  $L_{pA,maxFAST}$  og  $L_{AF5}$  (både indendørs og udendørs).

Personerne, der var udsat for jernbanestøj, havde tydeligt mindre REM-søvn (Rapid eye movements) end gruppen, der var udsat for vejtrafikstøj. Der var en klar sammenhæng mellem maksimalstøjniveauet og længden af REM-søvnen, især for den gruppe, der var udsat for én tog-støjhændelse med over 50 dB(A) målt i soveværelset.

Forfatterne finder, at resultaterne støtter laboratorieundersøgelser konklusioner om, at jernbanestøj har en større indvirkning på fysiologiske søvnparametre end vejtrafikstøj, og at maksimalstøjniveauer er en vigtig indikator.

*Low-frequency noise from large wind turbines*

Vol. 129, No.6, pp. 3727-3744, Henrik Møller, Christian Sejer Pedersen

Behandles i Ny Viden 2011-2.

### 3.2 Applied Acoustics

Årgang 2011: Vol. 72, No. 4 - 9 (Mar - Sept)

Et link til dette tidsskrift findes i Bilag 1. Følgende artikler er udvalgt:

*Nocturnal road traffic noise assessment and sleep research: The usefulness of different timeframes and in- and outdoor noise measurements*

Vol. 72, No. 9, Pages 677-683, Sandra Pirrera, Elke De Valck, Raymond Cluydts. (Kun abstract læst)

Forfatterne har undersøgt de eksisterende procedurer til vurdering af beboeres støjeksponering i natperioden. Et af formålene var at undersøge forholdet mellem referencetidsrummet kl. 23-07 og den faktiske tidsperiode, hvor folk ligger i sengen. Derudover var formålet at undersøge sammenhængen mellem støjniveauet udendørs og indendørs tillige med forholdet mellem det estimerede støjniveau og det faktiske støjniveau.

Feltundersøgelsen foregik ved en tæt trafikeret vej i hovedstadsområdet ved Brussel. Der deltog 24 personer, som skulle udfylde et søvnskema over en uge. Parametrene  $L_{Aeq}$ ,  $L_{Amax}$  og individuelle støjbegivenheder blev registreret både udendørs og i soveværelset.

Resultaterne indikerer, at middelværdien  $L_{Aeq}$  er utilstrækkelig til beskrivelse af udendørsstøjen i søvnperioden. Mht. støjen indendørs blev der fundet store forskelle mellem støjen i de to tidsrammer: nat-referencetidsrummet og den faktiske søvnperiode. Der var kun en svag sammenhæng mellem støjmålingerne foretaget udendørs og indendørs.

Forfatterne maner til varsomhed, når udendørsstøjniveauet anvendes som indikator for søvnforstyrrelser, hvilket især har betydning i diskussionen om, hvad en fælles støjindikator til evaluering af støjeksponering og søvnforstyrrelser bør være.

### 3.3 Journal of Low-Frequency Noise, Vibration and Active Control

Årgang 2010: Vol. 29, No. 3 - 4 (Sept - Dec)

Årgang 2011: Vol. 30, No. 1 (March)

Et link til dette tidsskrift findes i Bilag 1. Følgende artikel er udvalgt:

*Hearing thresholds for low-frequency complex tones of less than 150 Hz*

Vol. 30, No. 1, Pages 21-30, Authors Jongkwan Ryu, Hiroshi Sato, Kenji Kurakata and Yukio Inukai

Ikke umiddelbart fundet relevant.

### 3.4 Noise Control Engineering Journal

Årgang 2010: Volume 58, No. 5 - 6 (Sept - Nov)

Årgang 2011: Volume 59, No. 1 - 2 (Jan - March)

Et link til dette tidsskrift findes i Bilag 1.

Følgende artikler er udvalgt:

*Wind turbine noise propagation: Comparison of measurements and predictions by a method based on geometrical ray theory*

Vol. 59, No. 1, pp. 10-22, Birger Plovsing, Bo Søndergaard

Forfatterne har udført feltmålinger for at undersøge præcisionen af lydudbredelsesberegning-metoden Nord2000, specielt for højt placerede støjklæder såsom vindmøller. Følgende tre forsøg blev foretaget: 1) Højtaler blev placeret i 30 meters og i 50 meters højde, og lydudbredelsen foregik over fladt græsklædt terræn. Målingerne blev både foretaget i med- og modvindretningen, 2) Højtaler blev placeret i 70 meters højde på toppen af en vindmølle-nacelle, og lydudbredelsen herfra foregik over ikke-fladt græsklædt terræn. Også her blev målingerne foretaget i både med- og modvindsretningen, og 3) Vindmølle med højden 70 meter og lydudbredelse i medvind over ikke-fladt terræn.

Forsøg nr. 1 viste for medvindretningen en god overensstemmelse mellem målte og beregnede A-vægtede støjniveauer inden for de valgte måleafstande (op til 1500 m). Den gennemsnitlige forskel var 0,1 dB, og standardafvigelsen var 0,7 dB. Sammenhængen for modvindsituationen var knap så god (forskellen var 4,3 dB med en standardafvigelse på 1,9 dB). I forsøg nr. 2 var afvigelsen 0,5 dB, og standardafvigelsen var 1,9 dB. I forsøg nr. 3, hvor en vindmølle blev brugt som kilde, var afvigelserne mellem beregnede og målte værdier større end for højtalerforsøgene, idet afvigelsen var 1 dB og standardafvigelsen var 2,3 dB.

I modvindsituationen, i forsøget hvor vindmøllen blev anvendt som støjkilde, kan afvigelserne skyldes, at der i målemetoden (IEC 61400-11) ikke indgår informationer om kildens retningsvirkning. Det har sandsynligvis også betydning, at der i beregningerne i forsøg nr. 3 antages, at støjen fra vindmøllen udsendes fra ét punkt (navhøjden).

*The estimation of noise levels in residual areas surrounding an operating wind farm*

Vol. 59, No. 1, pp. 23-29, Roberto Ziliani

Forfatterne har udviklet en metode til beregning af "rest-støjniveauet" ved boliger, der er naboer til en vindmøllepark. Metoden kan anvendes på en vindmøllepark i fuld drift, uden at man behøver at "slukke" for vindmølleparken. Rest-støjniveauet er defineret som forskellen mellem totalstøjen målt ved boligerne og vindmølleparkens beregnede støjbidrag i samme punkt. Totalstøjen ved nabobebyggelsen blev registreret ud for boligen i tre meters højde over en tre måneders periode. Vindmøllernes kildestyrke målt efter ISO 61400-11. Ud fra en fundet sammenhæng mellem vindmøllens elektriske effekt og kildestyrke beregnedes vindmøllernes støjbidrag ved modtagerne ved hjælp af lydudbredelsesprogrammet SoundPLAN efter standarden ISO 9613-2. I den italienske lovgivning kan metoden anvendes til at afdække vindmølleparkens støjforhold.

*Wind turbine noise assessment in a small and quiet community in Finland*

Vol. 59, No. 1, pp. 30-37, Carlo Di Napoli

Abstract læst. Ikke fundet relevant.

*Annoyance caused by amplitude modulation of wind turbine noise*

Vol. 59, No. 1, pp. 38-46, Seunghoon Lee, Kyutae Kim, Wooyoung Choi, and Soogab Lee

Forfatterne har foretaget lytteforsøg med 30 deltagere for at finde en sammenhæng mellem genevirkningen af vindmøllestøj og graden af amplitudemodulation af støjen fra vindmøllen. Lydeksemplerne til forsøget var målinger af støjen fra en 1,5 MW vindmølle foretaget i afstanden én navhøjde fra møllen i direkte modvind fra møllen samt vinkelret på vindretningen. Amplitudemodulationen, som skyldes hver vinges passage af tårnet, blev antaget at være sinusformet. De målte spektre kunne derfor modificeres med hensyn til graden af amplitudemodulationen (modulation depth) af det originale signal ved hertil at addere mere og mere hvid støj med samme spektrumform og derved gradvist mindske tydeligheden af amplitudemodulationen (i 5 trin). Forsøget viste en klar sammenhæng mellem genevirkningen og graden af amplitudemodulation. Forfatterne påpeger, at resultaterne ikke direkte kan sammenlignes med andre undersøgelser, da lydeksemplerne i undersøgelserne ikke er sammenlignelige.

Forfatterne opfordrer dels til, at der foretages yderligere undersøgelser af effekten af amplitudemodulationen i større afstande fra vindmøllen, og dels til at der udvikles et repræsentativt mål for graden af amplitudemodulation, der ikke er frekvensafhængig, således at genevirkning kan forudsiges på basis heraf.



*Health aspects associated with wind turbine noise – Results from three field studies*

Vol. 59, No. 1, pp. 47-53, Eja Pedersen

Forfatteren har analyseret 3 feltstudier: 2 fra Sverige (i 2000 og 2007) og 1 fra Holland (i 2007), som omhandlede støj fra bl.a. vindmølleparker (men også trafikstøjkluder). I undersøgelserne indgik beregninger af det A-vægtede lydtrykniveau ved boligerne og spørgeskema-svar fra i alt 1755 beboere indhentet i sommerperioden. Ved analysen af data fra de 3 undersøgelser blev der kun udvalgt de parametre, som alle tre undersøgelser havde tilfælles: gene, kroniske sygdomme, diabetes, tinnitus, nedsat hørelse, hovedpine, unødigt træthed, anspændthed / stress, irritation samt søvnforstyrrelser.

Der blev observeret en klar sammenhæng mellem *lydtrykniveau* og *gene* både uden- og indendørs. Sammenhængen mellem *lydtrykniveau* og *søvnforstyrrelser* var mindre udtalt, idet andelen af søvnforstyrrede beboere var konstant op til et vist støjniveau, hvorefter antallet steg forholdsvis brat. I den første svenske undersøgelse var dette minimumsniveau 40 dB(A) og i den hollandske undersøgelse 45 dB(A). I den anden svenske undersøgelse var der imidlertid ingen sammenhæng mellem lydtrykniveau og søvnforstyrrelser, hvilket kan skyldes, at denne undersøgelse er foretaget i et bymiljø med højere baggrundsstøj; i modsætning til det første svenske studie, som er foretaget i et landligt kuperet område, hvor forventningen til stilhed om natten er større.

For at sammenligne data om helbredseffekter blev der korrigeret for alder, køn, lydtrykniveau ved boligen samt for de tilfælde, hvor beboere havde en økonomisk fordel af vindmøllerne.

Ud over søvnforstyrrelser var der ikke andre variable for velvære / helbred, som viste en konsistent sammenhæng med vindmøllestøjniveauet igennem alle tre studier. I enkelte af studierne sås positive sammenhænge mellem visse helbredsparametre og *lydtrykniveauet*, fx sås der i det første svenske studie forekomst af tinnitus, mens der i det andet svenske studie fandtes en (svag) sammenhæng med forekomst af diabetes, men sammenhængen sås ikke i de øvrige studier.

Sammenhængen mellem *gene udendørs* og *helbredseffekter* var imidlertid tydelig for mange af de subjektive variable. I alle tre studier sås en sammenhæng mellem gene og anspændthed / stressfølelse. I ét studie sås en sammenhæng mellem gene og hovedpine, i et andet sås en sammenhæng mellem gene og unødigt træthed.

Sammenhængen mellem *gene indendørs* og *helbredseffekter* var meget udtalt for søvnforstyrrelser, som den eneste variabel på tværs af alle tre undersøgelser.

Forfatterne pointerer, at selv om der ses en klar sammenhæng mellem lydtrykniveau og gene samt mellem gene og anspændthed / stressfølelse, kan det ikke konkluderes, at der en årsags-sammenhæng mellem lydtrykniveau og anspændthed / stressfølelse formidlet af gene.

*Comprehensive evaluation and assessment of trailing edge noise prediction based on dedicated measurements*

Vol. 59, No. 1, pp. 54-67, M. Kamruzzaman, A. Herrig, Th. Lutz, W. Würz, E. Krämer, and S. Wagner

Kun resumé læst. Ikke fundet relevant.

*The effects of vegetation on reducing traffic noise from a city ring road*

Vol. 59, No. 1, pp. 68-74, Theano Samara and Thekla Tsitsoni

Ikke umiddelbart fundet relevant.

*Low frequency noise and infrasound from wind turbines*

Vol. 59, No. 2, pp. 135-157, Robert D. O'Neal, Robert D. Hellweg, Jr., and Richard M. Lampeter

Artiklen omhandler en undersøgelse af lavfrekvent støj (LFN) og infralyd fra vindmøller foretaget af det rådgivende ingeniørfirma Epsilon Associates, Massachusetts USA, for den amerikanske energiproducent NextEra Energy Resources. I artiklen beskrives projektets tre faser:

1) Litteraturstudie og afdækning af genekriterier, 2) feltmålinger og 3) sammenligning med standarder og genekriterier. Det understreges, at kun effekten af selve støjemissionen undersøges og altså ikke andre potentielle genevirkninger fra vindmølledriften.

I 1. fase lægges især vægt på DEFRA-undersøgelsen af LFN og dets effekter (Leventhall og Moorhouse) samt lydperceptionsundersøgelser af Møller og Pedersen. Kriterier for acceptabel indendørs støj fandtes i den amerikanske standard ANSI/ASA S12.2 ( $L_{Aeq}$ , NC-kurver, fluktuerende LFN) samt ANSI/ASA S12.9 om anbefalede grænseværdier for udendørs støj, fx  $L_{dn}$  og grænser for LFN-indhold i heloktavbåndene 16 Hz, 31,5 Hz og 63 Hz. Det japanske miljøministerium har retningslinier for indendørs LFN, som kan bevirke raslen fra vinduer og døre, idet Japan ifølge artiklen har relativt lette konstruktioner i beboelser. For at omregne indendørs støjkræfter til udendørs støjniveauer anvendte forfatterne lydisolationsdata fra undersøgelser af Sutherland (1978) samt Hubbard & Stephard (1993).

Feltmålingerne i 2. fase blev foretaget ved to møller (Siemens 2,3MW og General Electric 1,5MW) i 4 huse i afstanden 290 m - 610 m fra nærmeste mølle. I husene blev der foretaget måling af niveaudifferensen mellem udendørs- og indendørsniveauet for vindmøllestøjen både med åbne og lukkede vinduer. Worst case resultaterne herfra blev anvendt i de videre analyser.

I 3. fase sammenlignedes feltmålingerne med de valgte støjbeskyttelseskriterier, og forfatterne konkluderer, at støjen fra de udvalgte to vindmøller opfylder de opstillede beskyttelseskriterier, både for åbne og lukkede vinduer. Infralyd er ikke hørbar, heller ikke for de mest sensitive lyttere. LFN kan være hørbar over 50 Hz afhængig af øvrig baggrundsstøj.

### 3.5 Acta Acustica

Årgang 2011: Vol. 97, No. 1 – 3 (January/February – May/June)

Et link til dette tidsskrift findes i Bilag 1. Følgende artikler er udvalgt:

#### *The Harmonoise Sound Propagation Model*

Vol. 97, No. 1, pp. 62-74, Salomons, Erik; van Maercke, Dirk; Defrance, Jérôme; de Roo, Foort

Meget teoretisk og detaljeret beskrivelse af Harmonoise-modellen (beregning af lydudbredelse). Der præsenteres beregningseksempler, som sammenlignes med en anden lydudbredelsesmodel Nord2000 og desuden numeriske referenceberegninger.

Forfatterne konkluderer, at Harmonoise er et fremskridt i forhold til ISO 9613-2. Harmonoise er baseret på Nord2000, men er blevet videreudviklet og finjusteret ved sammenligning med præcise referenceberegninger. Punkt-til-punkt beregninger af 16 typetilfælde viser, at Harmonoise er en anelse mere præcis end Nord2000.

#### *The Magnitude of Tonal Content. A Review*

Vol. 97, No. 3, pp. 355-363, Hans Hansen, Jesko L. Verhey, Reinhard Weber

Ikke umiddelbart fundet relevant.

## 4. Kongresser

### 4.1 Euronoise

Afholdtes sidst den 26.-28. oktober 2009 i Edinburgh, Skotland. Næste konference "Ninth European Conference on Noise Control" foregår den 10.-13. juni 2012 i Prag, Tjekkiet.

Link:

[www.euronoise2012.cz](http://www.euronoise2012.cz)

### 4.2 Inter-Noise

Afholdtes sidst den 13.-16. juni 2010 i Lissabon, Portugal. Inter-Noise afholdes næste gang den 4.-7. september 2011 i Osaka, Japan.

Links:

[www.spacustica.pt/internoise2010](http://www.spacustica.pt/internoise2010)

[www.internoise2011.com](http://www.internoise2011.com)

### 4.3 International Conference on Noise as a Health Problem

Afholdtes sidst den 21.-25. juli 2008 i Mashantucket, Pequot Tribal Nation (CT, USA), som en del af "The 9th Congress of the International Commission on the Biological Effects of Noise (ICBEN)". Papers fra denne konference kan hentes på [www.icben.org](http://www.icben.org).

Konferencen afholdes næste gang den 24.-28. juli 2011 i London, England.

Link:

[www.icben2011.org](http://www.icben2011.org)

### 4.4 Forum Acusticum

Afholdes hvert 3. år, sidst den 29. juni - 4. juli 2008 i Paris, Frankrig (5th European Congress on Acoustics). Afholdes næste gang den 26. juni - 1. juli 2011 i Aalborg, Danmark.

Link:

<http://www.fa2011.org>

#### **4.5 Baltic-Nordic Acoustics Meeting**

Afholdes hvert 2. år, sidst 10.-12. maj 2010 i Bergen, Norge (BNAM2010). Afholdes næste gang 18.-20. juni 2012 på Syddansk Universitet i Odense, Danmark.

Link:

[www.bnam2012.com](http://www.bnam2012.com)

#### **4.6 Low Frequency Noise and Vibration and its Control**

Afholdtes sidste gang den 9.-11. juni 2010 i Aalborg, Danmark. Konferencen afholdes næste gang den 22.-24 maj 2012 i Stratford upon Avon, England (14th International Conference on Low Frequency Noise and Vibration and its Control).

Link:

[www.lowfrequency2010.org](http://www.lowfrequency2010.org)

#### **4.7 Wind Turbine Noise 2011**

Afholdes hvert 2. år, sidste gang den 11.-14. april 2011 i Rom (4rd International Conference on Wind Turbine Noise). Konferencen i 2013 foregår i USA.

Link:

[www.windturbinenoise2011.org](http://www.windturbinenoise2011.org)

## **Bilag 1**

### **Links til tidsskrifters hjemmesider**

#### **Journal of the Acoustical Society of America (JASA)**

<http://asadl.org/jasa/resource/1/jasman>

#### **Applied Acoustics**

<http://www.sciencedirect.com/science/journal/0003682X>

#### **Journal of Low-Frequency Noise, Vibration and Active Control**

<http://multi-science.metapress.com/content/121510/>

#### **Noise Control Engineering Journal**

<http://scitation.aip.org/dbt/dbt.jsp?KEY=NCEJD5>

#### **Acta Acustica**

<http://www.ingentaconnect.com/content/dav/aaau;jsessionid=2hrx8pvp3nh7.victoria>