

**Till
Länsstyrelsen Halland
201 86 Halmstad**

Yttrande över Arise Windfarm 3 AB avseende begäran om villkorsändring enligt Miljöbalken (2009-09-22, 551-26132-08) för vindkraftsparken Fröslida på fastigheterna Fröslida 1:1, 2:1, Lopered 1:1, Bökås 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 och 5:1 i Hylte kommun. Ärendenr 551-2451-17.

Föreningen God Livsmiljö Hylte yrkar härmed att begärda ändringar avvisas, med följande skäl.

1. Tillstånd baserade på dBA är förlegat och täcker inte in de hälsofarliga effekterna av lågfrekvent ljud och infraenergipulser. Över 60 % av den hälsofarliga lågfrekventa och infraljudsenergin utelämnas för bedömning. Det är väl bekant att beräkningsmodell Nord2000 ger 8 dBA för låga värden i det lågfrekventa området. Denna modell är än mer bristfällig då den inte tar hänsyn till att lågfrekvent ljud och infraenergipulser utbreder sig mycket långt genom cylindrisk ljudutbredning.
2. Tillstånd baserade på dygnsmedelvärde är förlegat och täcker inte in de momentan hälsofarliga effekterna av lågfrekvent ljud och infraenergipulser.
3. Tillstånd baserade på Folkhälsoinstitutets regelverk för lågfrekvent ljud är inte relevanta. Det går som lägst till 31,5 Hz och täcker överhuvudtaget inte det tunga pulserande infraenergiområdet, och än mindre de starka pulserna vid tornpassagen om 0,8 Hz, 1,6 Hz, och 2,5 Hz. De flesta europeiska länder ligger långt under och Tysklands regelverk täcker 8 Hz. Detta är för övrigt den lägsta nivå som kan registreras via örat.
4. Tillstånd baserade på vindhastigheten 8 m/s är missvisande då det inte återger de kraftiga ljudnivåökningen om 20-30 dB i frekvensområdet <5 Hz vid högre vindhastigheter.
5. Nuvarande beräkningsmodeller beaktar inte den frekventa förekomsten av korta sekvenser av amplitudmodulerat ljud (AM), som återkommande ligger ca 5 dBA över det beräknade värdet (Långtidsmätningar, Conny Larsson). Beräkningarna behandlar överhuvudtaget inte förekomst av OAM-ljud (Other Amplitud Modified), ljudnivåökning om 2 dBA, som först blir mätbart över en km. AM och OAM kan bara konstateras genom immissionsmätning och är möjliga att reducera genom korrigerande av bladvinkel m.m. Dessa åtgärder måste vidtas för att uppfylla begränsningsvärdet som inte får överstigas. Uppföljande kontroller är sedan nödvändiga. Det innebär dessutom nödvändig effektsänkning.
6. Nuvarande beräkningsmodeller beaktar inte att ljudet i medvind utbreder sig som pulserande ljudvågor vars max-värden överstiger det beräknade 40-dBA-värdet, upp mot det tredubbla beräknade cirkulära utbredningen. Refraktion etc. (Långtidsmätningar, Conny Larsson, Ljud från vindkraftverk, modellvalidering-mätning. Slutrapport Energimyndigheten projekt 32437-1, Figure 11). Beräkningsmodellerna tar inte heller hänsyn till att infraenergivågor övergår till cylindrisk ljudutbredning efter ca 700 m, vilket innebär dämpning 3 dBA per dubblat avstånd (halvering).
7. Nuvarande mätmodeller inte är lämpliga för mätning av infraenergi. Mätapparaterna anger medelvärde > 125 millisekunder, medan örat registrera ljud < 10 millisekunder. Härmed bortfaller peaks på 5-7 dB. Finska mätningar med mikrobarometerteknik visar höga infraenergivärden >10 km, under vissa väderleksförhållanden. Resonans i bostäder mäts sällan.
8. Erfarenheter Eon:s 6 verk på östra sidan av Nissan, ger störande effekter från hörbart lågfrekvent ljud och amplitudmodulerat ljud på över 2,5 km från verken, när vinden ligger på.

Det är då helt irrelevant att söka slippa mätningar och övergå till teknokratiska beräkningsmodeller, som redan visat sig missvisande och förlegade.

Allvaret inses vid beaktande av de totala kumulativa effekterna av infraenergipulser i området:

Arise AB	8 verk. Driftsatta.
Eon, Fröslida	6 verk. Driftsatta.
Statkraft-Södra Vind	25 verk. Tillståndsgivna.
Eon, Fröslida	4 verk. Planerade.
Eon. Gräsås	7 verk. Planerade.

Med tanke på den extremt långa utbredningen om ca 10 km, kan det uppstå mycket allvarliga synergieffekter, varför Miljöbalkens försiktighetsprincip måste tillgripas.

- Constructive Interference of tonal infrasound from synchronised wind farm turbines. Andrew Bell. School of Medical Research, Australian National University, Canberra
Mätningar visade att typiska peaks från tornpassagen vid 0,8 Hz, 1,6 Hz, och 2,5 Hz registrerades på samma ljudnivå trots att de kontrollerade verken på 1,5 km stängts av. Förklaringen låg i att **dessa infraenergipulser kom från en annan vindkraftspark på 8 km** avstånd. Flera akustiker förklarar detta med att verken, från och till kommer i fas och amplituderna fördubblas med ca 6 dB. Detta gäller också s.k. heighened zones, som uppstår i skärningspunkten mellan ljud från två parker. De är smala band med upp till 8 dB högre värden, som ”slingrar” sig över landskapet och som utslätas i dygnsmedelvärdet. Vindkraftverken i Torup-Fröslida-området kommer därmed att lägga en kraftigt pulserande infraenergimatta över ett tiotal km. Det blir därmed ännu viktigare att skärpa mätvillkoren för att skydda kommuninnevanorna.
9. Folkrepubliken Kina, redan har tagit föredömligt initiativ till översyn av den internationella mätstandarden för vindkraftsbuller ISO-61400-11. Kineserna kräver kompletterande mätrutiner för lågfrekvent ljud, amplitudmodulerat ljud och infraljud. Denna stat ligger också i framkanten på forskning om infraljudets effekter på människans kropp och immunsystem. Kineserna ha också rapporterat 15 %-ig tillväxtförsämring, sommartid runt vindkraftsparker.
10. Studie av kontrollprogram av buller vid vindkraftverk. Karl Bolin, Martin Almgren. Rapport 6739, Naturvårdsverket. Författarna konstaterar att mätförfarandet togs fram före millennieskiftet och beaktar inte att dagens vindkraftverk ibland har höjder över 200 m vilket medför ökade vindresurser på kvällar och nätter. Författarna anser det befogat att vidare arbete med att undersöka om kvälls-, natt- och morgonmätningar bör komplettera mätmetoden. I slutkommentaren anmäls den ovanliga att författaren svarar själv för innehållet och att centralmakten trots överbevisande fakta inte tar sitt ansvar genom att kallsinnigt tillägga; ”Rapporten uttrycker nödvändigtvis inte Naturvårdsverkets ställningstagande”. Den svenska inställningen är klart faktaförnekande jämfört med Folkrepubliken Kina
- UK. Rapport Internoise 2016. An review of research into the human response to amplitude-modulated wind turbine noise and development of a planning control method. Perkins, Lotinga, Berry, Grimwood, Stansfeld. Här ges exempel på engelsk rapport som föreslår en sänkning av regelverket med 3-5 dBA vid förekomst av AM.
 - Cand, M & Bullmore, A., Measurements demonstrating mitigation of farfield AM from wind turbines, 6th International Meeting on Wind Turbine Noise, Glasgow 20–23 april 2015.
11. Givna tillstånd har fattats av myndighetspersoner som saknar medicinsk kompetens. Detta är ett absolut krav enligt EU:s MKB-direktiv.
Vi vet att infraljud påverkar hjärnan.

- C. Kasprzak har studerat hur infraljud från vindkraftverk (< 20 Hz) påverkar förändringar av hjärnans EEG-signaler. Ljud inspelades på ett avstånd av 750 meter från ett vindkraftverk och frekvenser över 20 Hz utsorterades. Effekten av en 20 minuter lång infraljudsexponering undersöktes. Analys av EEG-signalerna visade ändringar i EEG-mönstren och reducering av hjärnans aktivitet under de fyra olika sömnfaserna 4-16 Hz. De normala värdena återvände efter att bullerexponeringen avbröts. Det ska noteras att experimentet varade i 20 minuter. Det finns således anledning att befara att effekterna är betydligt större för personer som permanent utsätts för detta ljud och i synnerhet från större vindkraftsparker.
- Kommentar från der Ärzte für Immissionsschutz und des Ärzteforum Emissionsschutz Bad Orb Dr. Eckhard Kuck och Dr. Thomas Carl Stiller, AEFIS, Ärzte für Immissionsschutz, konstaterar i ett bemötande av ett myndighetsdokument "Faktenpapier Windenergie und Infraschall" (17. April 2015-04-17) att den hälsorelaterade tröskel vid vilken det mänskliga örat kan reagera på infraljud, är ca 60 dB. Denna tröskel nås inte för ett stort vindkraftverk förrän vid 10 km avstånd. Läkargruppen består av ett tiotal medicinska experter. Den tyska läkargruppen menar att förvanskningen av infraenergivågornas effekter kan vara slutet på den tyska "Energiwende-epoken". Thomas Stiller och den tyska specialistläkar-gruppen gör nu ett upprop för att samla all europeisk medicinsk kompetens för att påverka den cyniska europeiska politiken. Vi ser här ett avgörande initiativ. Gruppens kommentarer refererar huvudsakligen till den breda vetenskapliga bas, som finns i "die Machbarkeitsstudie Infraschall", som sammanställts av Umweltbundesamtes 2104, under ledning av professor Detlef Krahe. Utdrag ur studien konstaterar att sedan slutet av 90-talet, noteras kraftigt ökande klagomål från invånarna om hälsoproblem som är förknippade med vindkraftverk. "Stora vindkraftverk producerar infraenergi med frekvenser runt 1 Hz. Räckvidden för infraljud från ett enda vindkraftverk är upp till 25 km, vilket visar att den långa våglängden (340 m vid en Hz) resulterar i låg dämpning.
- franska medicinska akademien har nyligen bekräftat att vindkraftverk orsakar sjukdomen "Vindturbinsyndrom" (Paris, 2017-05-19). Den har dragit slutsatsen att vindkraftverk på allvar påverkar invånarnas välbefinnande och hälsa. Bullret utgörs delvis av ohörbart infraljud som kan förorsaka "fenomen av resonans eller pulsationer" och omformas till irriterande vibrationer. Psykologisk påverkan genom försämring av sömnkvaliteten, stress, depression, ångest, minnesproblem, intresseförlust för andra och en minskad av professionell prestation.
- Polens regering har 2016 fastställt lag som fastställer minst 2 km mellan bostad och vindkraftverk. Efter genomgång av ca 300 vetenskapliga rapporter.
- Övriga medicinska aspekter, se Appendix.

12. WHO genomför revidering av Guidelines for Noise in Europe. Krav har av den europeiska organisationen EPAW, ställts på komplettering av regelverket med riktlinjer för lågfrekvent ljud och infraenergi. Skolanställd Whistleblower (UK) har redovisat allvarliga effekter på skolbarn vars skolor ligger 2 resp 5 km från två vindkraftsparker.

13. Vindkraftsplan Hylte kommun avses omarbetas 2018. Nya medicinska fakta bör beaktas, med hänsyn till lågfrekvent ljud och pulserande infraenergivågor, samt krav på skärpta mätvillkor.

14. Det kan noteras att vissa miljötillstånd inte uppfyller Vindvals nya kriterier för skydd av fladderhöns.

Det handlar idag inte om att avlasta elbolagen mättningsansvar och övergång till tekniska beräkningar.

Med tanke på konstaterade hälsorisker för kommuninnevånarna och bristande beräknings- och mätmodeller, är det istället fråga om att rätta till befintliga miljötillstånd enligt 24 kap. 3 § Miljöbalken, (återkallelse av tillstånd) och skärpa miljövillkoren för såväl bullerkrav som mätkrav.

Länsstyrelsen och kommunen bör istället ompröva befintliga villkor så att

- kumulativa effekter från samtliga vindkraftverk i Fröslida och Örkenområdet beaktas.
- infraenergipulser och lågfrekvent ljud ej överstiger 60 dB. Nedsatt drift över ca 8 m/s.
- effekter av amplitudmodulerat ljud, samt kumulativa effekter genom, interferens, heighened zones, cylindrisk ljudutbredning mm. elimineras. T.ex genom direktstyrning genom immissionsmätning vid fasad i vindriktningen och anpassning till vindriktning och verkens direktivitet.

Länsstyrelse, kommun och elbolag, kan hos centrala myndigheter hemställa om översyn av certifikatsystemet så att bolagen kompenseras för effektförlusten, genom relevant förlängning av certifikatstödet.

Den svenska myndighetsutövningen är beklaglig och oförståelig. Den rigida faktaförnekelsen är i längden ohållbar. Vi hävdar att tillräckliga fakta finns för att med råge tillämpa Miljöbalkens Försiktighetsprincip för att skydda liv, hälsa och egendom. De lokala och regionala hälsoaspekterna måste ges företräde av lokala beslutsfattare.

Föreningen God Livsmiljö Hylte yrkar således att de av Arise Windfarm 3 AB begärda villkorsändringarna avvisas och att befintliga drift och mätvillkor omprövas.

Hylte 2017-06-20

Gert Björklund
Ordförande

Ove Björklund
Styrelseledamot

Eldshult 115
31491Hyltebruk

Dagsländevägen 27
302 56 Halmstad

Appendix

Medicinska effekter genom vindkraftsbuller och infraenergipulser.

Vi vet att

- vindkraftsbuller är 2-3 gånger mer störande än trafik- eller flygbuller, vid samma ljudnivå. Pedersen/Persson-Waye (2004-2007).
- ohörbara infraenergipulser och lågfrekvent ljud uppfattas av andra organ vid en känsel/upplevelsetröskel vid 50-62 dB. (Kelley, Cooper).
- förmågan att uppfatta ljud är starkt individuellt. Antalet nervtrådar i hörselnerven från örat till hjärnan varierar mellan 15-20.000.
- människans hörselkurva är baserad på ett medelvärde för unga vuxna. Hälften av befolkningen är därmed känsligare för ljud.
- äldre personer förlorar hörsel i högre frekvenser, vilket gör det lågfrekventa ljudet mer störande.
- hörselkurvan saknar också relevans för barn, ungdom och personer med hörseldefekter. 2 % av befolkningen har en hörselkurva som ligger 12 dBA under normalkurvan, vilket innebär att normalkurvan upplevs 3-4 gånger starkare. Max-ljuden blir då ännu mer stressande. I synnerhet under nattetid, från pulserande lågfrekvent ljud när omgivningsbullret är lågt. Ljudnivån vid dessa frekvenser ökar 20-30 dB när det blåser över 8 m/s.
- en ökning med 8-10 dBA motsvarar en fördubbling av ljudupplevelsen. En höjning från 20 till 50 dBA upplevs därför 8 gånger starkare.
- man inte kan vänja sig vid bullerstörningar utan att de snarare blir sensibiliserande och förstärks.
- att barnens talutveckling försämras och att detta hämmar studieresultat och yrkesutbildning.
- störningseffekten förstärks när verken är synliga och ständigt påminner om negativa ljudupplevelse och frustration över intrångets förlust av rekreativsmöjligheter, barndomens landskapsbild, fastighetsvärden och framtid.

Det kan inte uteslutas att kombination av nevrofysisk stress och återkommande sömnstörningar är orsak till de varierande hälsoproblem som drabbar de som är ständigt utsatta. Effekter av amplitudmodulerat ljud eller OAM bör också utvärderas.

- Tyska läkarförbundet har 2014-12-14, redovisat material om studier av infraljud. Större verk med längre vingar och högre vindhastigheter ger kraftigt infraljud.

http://www.vernunftkraft.de/de/wp-content/uploads/2014/12/141216_%C3%84rztforum_Abstand1.pdf

Här sägs att patogena effekter av lågfrekventa ljudvågor är frikopplat från normala upplevelser på grund av att ljuduppfattningen inte bara är begränsad till hörseln. Idag är det känt att uppfattning kan påvisas i de yttre hårcellerna i innerörat (OHCs) och balansorganen. Denna bearbetning kan upptäckas vid EEG undersökningar och resultera - i sjukdomssymtom (Ising 1978, Kasprzak 2010, Krahe 2010, Holstein 2011). Båda dessa extraaurala mekanismer har visat sig mycket känsligare för infraljud än den normala hörselfunktionen.

Yttre hårceller (OHCs) har vid 10 Hz en uppfattningströskel vid 60 dB, vilket är 35 dB känsligare än innerörat. Balansorganen har en påverkanströskel vid 75 dB eller 20 dB känsligare än innerörat vid 10 Hz.

Det innebär att infraljud från ett vindkraftverk med källjudet 106 dBA påverkar de yttre hårcellerna på 10 km (10 Hz, 60 dB) och det vestibulära systemet (balansorganet) på 7 km (16 Hz, 60 dB). Det ligger också i nivå med den upplevelsetröskel på 51-61 dB som redovisats av Kelley (1985) och Cooper (2014).

Svenska forskare (Persson Wayne, Rylander) redovisade redan 2001 uppkomst av irritation, störd koncentration och sömn, vid exponering av lågfrekvent buller.

O Danielsson - Landström, 1985. Blodtrycket förändras hos människan under infrasonisk exponering. En experimentell studie. Abstrakt:
Tjugo friska manliga volontärer utsattes för infraljud i en tryckkammare speciellt utformad för experimenten. Effekterna på blodtrycks-, puls- och serumkortisolnivåer av akut infrasonisk stimulering studerades i en rad olika experiment. Varierande frekvenser (6, 12, 16 Hz) och trycknivåer (95, 110, 125 dB (lin)) testades. Signifikant ökat diastoliskt och minskat systoliskt blodtryck registrerades utan någon ökning av pulsfrekvensen. Ökningen i diastoliskt blodtryck uppnådde ett maximalt medelvärde av ca 8 mmHg efter 30 min exponering. Resultaten tyder på att akut infrasonisk stimulering inducerar en perifer vasokonstriktion med ökat blodtryck som tidigare visat sig inträffa i samband med industriellt buller. Kronisk långvarig exponering av miljöinfraljud kan vara av betydelse för utvecklingen av essentiell hypertoni hos predisponerade individer.

Infrasound increases intracellular calcium concentration and induces apoptosis in hippocampi of adult rats. Liu Z et al 2012. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21946944> .

Kortfattat visas att en period av infraljudsexponering (90 resp. 130 dB, 2 tim/dag) inducerades apoptos (celldöd) och höjda Ca-nivåer i hippocampus, vilket tyder på att infraljud kan orsaka skador på det centrala nervsystemet (CNS).

Notering: Hjärnans signalsystem baseras på elektronutbyte mellan Ca-joner. Dessa effekter samt påverkan av immunsystemet rapporteras i andra rapporter.

Involvement of cannabinoid receptors in infrasonic noise-induced neuronal impairment.

Acta Biochim Biophys Sin (Shanghai) 2015 aug 9; 47 (8): 647-53. Epub 2015 9 juni.

<http://www.pubpdf.com/pub/24002225/Glial-cell-expressed-mechanosensitive-channel-TRPV4-mediates-infrasound-induced-neuronal-impairment>.

”Överdriven exponering för infraljud, en typ av lågfrekvent men högintensivt ljudbuller som genereras av tunga transporter och maskiner, kan orsaka vibroakustisk sjukdom som är en progressiv och systemisk sjukdom och resulterar slutligen i dysfunktion i centrala nervsystemet. Våra tidigare studier har visat att glialcellmedierad inflammation kan bidra till infraljudsinducerad neuronal försämring. Här visar vi att cannabinoidreceptorer (CB) kan vara involverade i infraljudsinducerad neuronskada”. Alltmer grundforskning visar att fortsatt förnekelse av portugisiska rapporter om vibroakustiskt syndrom är ohållbar.

Den senaste rapporten ”Altered cortical and subcortical connectivity due to infrasound administered near the hearing threshold ± Evidence from fMRI” (Weichenberger et al, 2017-04-12), är starkt oroande. Studien är baserad på Funktionell magnetresonanstomografi (fMRI), som är en röntgenologisk metod, som löpande visar röntgenbilder vid neurologisk aktivitet i olika hjärncentra. Rapporten konstaterar bl.a. Påverkan av dessa hjärnområden som reaktion på infraljud under eller nära hörseltröskeln, kan sålunda spegla en initial stressrespons av kroppen. Främjad syntombildning efter upprepade stimulering är en ytterligare riskfaktor.

Chronic exposure to low frequency noise at moderate levels causes impaired balance in mice.

Ohgami et al. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22768129>

LFN har rapporterats påverka balansen hos människor. Forskarna undersökte om kronisk exponering av LFN vid en måttlig nivå på 70 dB SPL påverkar det vestibulära balanssystemet hos möss. Mössen exponerades under 1 månad vid 100 Hz på ett avstånd av 10-20 cm.

Beteendeanalys m.m. visade försämringar i balans i LFN-exponerade möss men inte hos ickeexponerade möss. Immunohistokemisk analys visade ett minskat antal vestibulära hårceller och

ökade nivåer av oxidativ stress. Resultatet visade vikten av att överväga risken för obalans vid kronisk exponering för LFN på en måttlig nivå.

Estimation of environmental low frequency noise– a comparison of previous suggestions and the new Swedish recommendation. Persson-Waye Kerstin.

Modulationsfrekvenserna 1 Hz, 6 Hz och 2,5 Hz visade ha en negativ inverkan på prestanda (Benton och Leventhall 1986), reducerad vakenhet (Landström et al. 1985) respektive negativ effekt på sömnhet (Persson et al. 1993). Landström et al. (1996) fann sedan att modulationsfrekvenser på ca 3 Hz var mest störande vid lågfrekventa ljud. Resultatet stöddes i en ny studie där personer som kunde anpassa sig till det mest behagliga ljudet undviker intervallet 3 till 5 Hz (Bengtsson et al 2004). I enlighet med resultat som erhållits av Zwicker och Fastl (1999).

Flera rapporter visar att den individuella ljudkänsligheten har mycket stor betydelse för belastning av lågfrekvent ljud. Detta visades i rapporten Low frequency noise enhances cortisol among noise sensitive subjects during work performance. Waye KP, Bengtsson J, Rylander R, Hucklebridge F, Evans P, Clow A.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11833738>

Två grupper testades vid 40 dBA lågfrekvent respektive normalt referensljud. Den ljudkänsliga gruppen visade mer stresspåverkan och störning av lågfrekvent ljud.

Ett 40-tal liknande rapporter har sammanställts i länkarna

<http://www.aweo.org/infrasound.htm>

<http://docs.wind-watch.org/Infrasound-wind-turbines-4-August-2015.pdf>

Infraljud och Lågfrekvent ljud vid industriella vindkraftverk, Juli 2015. Rapporten är sammanställd för en ”Multi-municipal Wind Turbine Working Group”.

Dessutom bör långtidseffekter som diskuteras i portugisiska rapporter om begreppet Vibro Acoustic Disease beaktas. Portugisisk rapport. Clinical Protocol for Evaluating Pathology Induced by Low Frequency Noise Exposure.

<http://docs.wind-watch.org/Euronoise2015-000601.pdf>

Fyra portugisiska forskare C. Branco (Patolog), M. Alves-Pereira (Ph.D. Biomedical Engineer), A. Pimenta (Neurolog) och J. Ferreira (Pneumolog) har under lång tid studerat påverkan av infra- och lågfrekvent ljud (ILFN). Bl.a. på personer som levit intill vindkraftverk. Rapporten presenterades på den årliga konferensen för bullerforskning, Euronoise 2015.

dBA. Filtrerat dB-värde utesluter minst 60 % av ljudenergin i det lågfrekventa ljudområdet och det ohörbara infraenergiområdet. I praktiken enbart ett nominellt värde som inte återspeglar den kraftiga emissionen av lågfrekvent ljud och infraenergi. En höjning med 10 dB infraljud, motsvarar endast +0,2 dBA (Rich Jones)

Traditionell linjär avståndsrelatering innehåller ett antal faktorer, som medför risk för felbedömning av begreppen ljudnivå, ljudstyrka, ljudtryck och ljudintensitet (Energi), med hänsyn till de nya höghöjdsverkens högre källjud och högre emission av ohörbara infraenergi-pulser och kraftiga ljudstötter.

<http://www.sengpielaudio.com/Rechner-schallpegel.htm#top>

Ljudstyrka är en psykoakustisk variabel som beskriver hur ett antal testpersoner har utvärderat den upplevda ljudstyrkan och ger en proportionell bild av den mänskliga ljuduppfattningen: Om ljudet uppfattas som dubbelt så högt, fördubblas ljudstyrkan. Detta sker vid varje höjning av ljudnivån med 10 dB.

Ökad Ljudnivå Max-värden, "peaks", m.m.	Ökad Ljudstyrka ggr	Ökat Ljudtryck ggr	Ljudintensitet Energi ggr
+40 dB	16	100	10000
+30 dB	8	31,6	1000
+20 dB	4	10	100
+10 dB	2,0 = Fördubbling	$3,16 = \sqrt{10}$	10
+6 dB	1,52	2,0 = Fördubbling	4,0
+3 dB	1,23	$1,414 = \sqrt{2}$	2,0 = Fördubbling
Utgångsläge, natt i tyst landsbygd 20 dB = 0	= 1	= 1	=1
Logaritmisk storlek dB- förändring	Psykoakustiskt värde Ljudstyrkefaktor	Fältvärde Amplitudfaktor	Energistorlek Prestationsfaktor
	Den psykoakustiska ljudstyrkan är ett subjektivt upplevelsevärde. Definierades 1936 av Stanley Smith Stevens. Standardmätmetod i DIN 45631 och ISO 532 B	10 dB ljudnivå- höjning betyder ljudtryckshöjning med faktor 3,16	För 10 dB ljudnivå- höjning behövs 10 ggr mer effekt

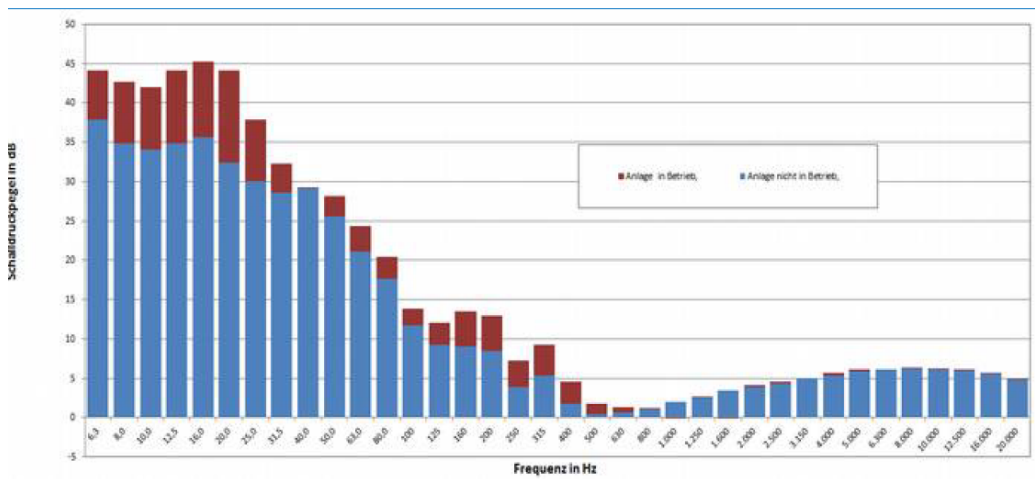
Den akustiska expertisen redovisar också hur den tillåtna exponeringstiden drastiskt sjunker vid ljudnivåer över 60 dB, vilket är normalt för infraenergifrekvenser från vindkraftverk över stora avstånd.

Ljudnivå dB	Ljudtryck Pa	Tillåten påverkanstid Timmar
115		0,5 minut
112		1 minut
109		2 minuter
106		4 minuter
103		7,5 minuter
100		15 minuter
97		30 minuter
94	1 pascal	1 timme
91	0,71	2
88	0,5	4
85	0,36	8
82	0,25	16

79		32
76	0,125	64
73		128 = 5 dygn
70	0,063	256 = 11 dygn
67		512 = 21 dygn
64	0,031	1024 = 42 dygn
61		2048 = 85 dygn
58	0,015	4096 = 170 dygn
55		8192 = 340 dygn

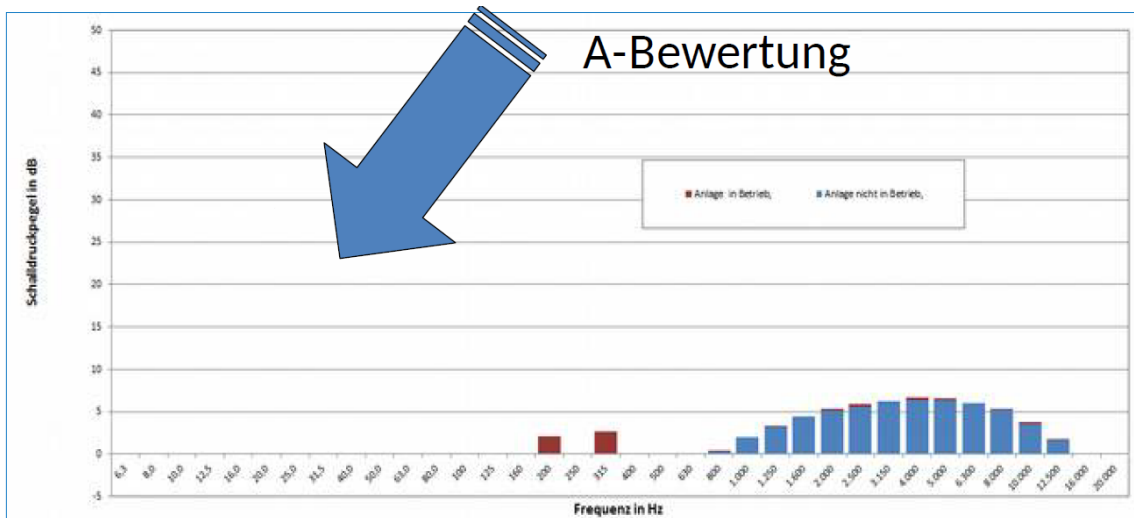
<http://www.sengpielaudio.com/Rechner-schallpegel.htm#top>

Den irrelevanta tillämpningen av dBA-värden visas av Tomas Stiller, ordföranden för den tyska specialisläkargruppen Ärzte für Emmissionsschutz, i nedanstående bildpresentation av verkligt ljudbild över hela ljudspektrumet och det begränsade förvanskade dBA-värdet.



„unbewertet“

<http://www.gegenwind-bad-orb.de/windkraft-fakten/gesundheitsgefahren/%C3%A4rzteforum/>



„A-bewertet“

Den tyska läkargruppen menar att förvanskningen av infraenergivågornas effekter kan vara slutet på den tyska "Energiwende-epoken". Grotiska placeringar i tätbefolkade områden är skrämmande. Thomas Stiller och den tyska specialistläkargruppen gör nu ett upprop för att samla all europeisk medicinsk kompetens för att påverka den cyniska europeiska politiken. Vi ser här ett avgörande initiativ som med stor sannolikhet kommer att leda till officiella erkännande av vindkraftsbullrets skadliga effekter och behov av revidering av regelverk och nedställning och nedmontering av felplacerade vindkraftverk.

Bilderna är talande och visar att den svenska vindkraftsutbyggnaden baserats på ovederhäftiga bullerutredningar, som utsätter ett stort antal medborgare för långsiktiga hälso- och sjukdomsrisker. Bilderna visar att större delen av den emitterade ljudenergin **inom de mest hälsofarliga frekvenserna** inte beaktas.

Det ska noteras att betydligt högre värden uppmätts vid fältstudier av den tyske etablerade akustikern Lars Ceranna (2004, 7 verk á 0,2 MW). Här ses övertygande bevis på flera kraftigt påverkande faktorer;

- vindhastighet. Kraftig ökad infranivå mellan 5-10 m/s.
- kraftiga tonala energipulser "peaks" (+7- 20 dB), med ekon upp till 10 Hz. Därtill + 5-7 dB om mätning görs med teknik som motsvarar örats uppfattningsförmåga vid 10 millisekunder.
- även infraljud vid svag vind. Andra forskare hävdar att höga strukturer (master, kraftledningar, byggnader) avger infraljud när vinden delas och återförenas i turbulens bakom objektet. Detta gäller även för vindkraftverkens torn och vingar.

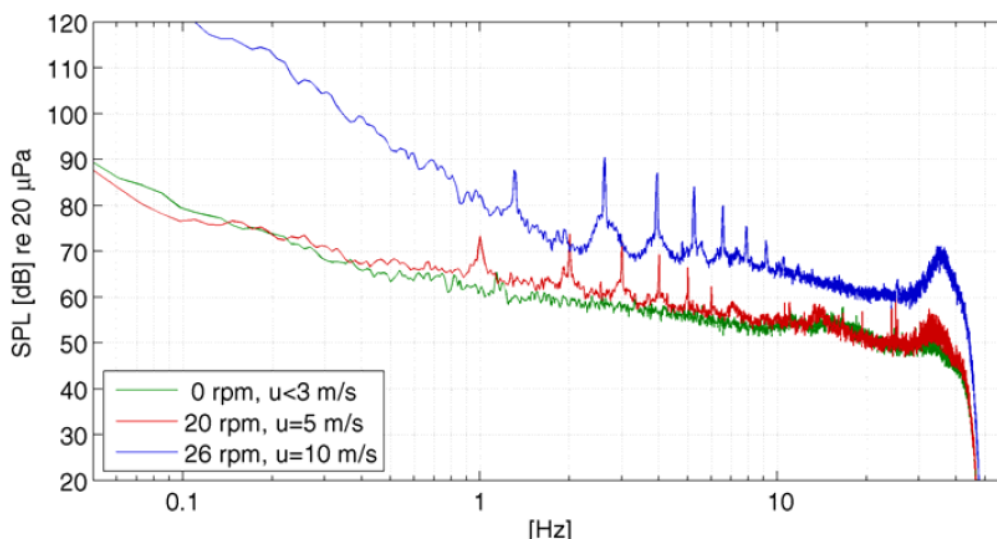


Abbildung 3: Spektrale Darstellung des registrierten Schalldruckpegels (SPL) am Standort 3 in etwa 200 m Entfernung zum Windrad über einen Zeitraum von jeweils 30 Minuten bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten von etwa 10, 5 und 3 m/s gemessen an der Nabe (blau, rot bzw. grün). Deutlich sind die Flügelharmonischen zu erkennen, deren Grundharmonische 1 Hz bei 20 U/min (rpm) ist bzw. 1.3 Hz bei 26 U/min.

Den svenska myndighetsutövningen är beklaglig och oförståelig. Den rigida faktaförnekelsen är i längden ohållbar.

Vi hävdar att tillräckliga fakta finns för att med råge tillämpa Miljöbalkens Försiktighetsprincip för att skydda liv, hälsa och egendom. De lokala och regionala hälsoaspekterna måste ges företräde av lokala beslutsfattare.

Medicinska rapporter

Kommentar der Ärzte für Immissionsschutz und des Ärzteforum Emissionsschutz Bad Orb

Dr. Eckhard Kuck, Ärzteforum Emissionsschutz Bad Orb AEFIS Ärzte für Immissionsschutz für das ÄRZTEFORUM EMISSIONSSCHUTZ – Bad Orb och

Dr. Thomas Carl Stiller, AEFIS, Ärzte für Immissionsschutz

Bemötande av "Faktenpapier Windenergie und Infraschall" utfärdat av Hessen Agentur GmbH på uppdrag av hessiska ministeriet för ekonomi. Bad Orb, den 17. April 2015.

Läkargruppen består av ett tiotal medicinska experter.

Gruppens kommentarer refererar huvudsakligen till den breda vetenskapliga bas, som finns i "die Machbarkeitsstudie Infraschall", som sammanställts av Umweltbundesamtes 2104, under ledning av professor Detlef Krahe och nyare ännu ej registrerade internationella studier.

Utdrag

Studien av Umweltbundesamtes 2014 om detta ämne konstaterar att sedan slutet av 90-talet, att klagomål från invånarna om hälsoproblem som är förknippade med vindkraftverk ökar kraftigt. Stora vindkraftverk producerar infraenergi med frekvenser runt 1 Hz. Räckvidden för infraljud från ett enda vindkraftverk är upp till 25 km, vilket visar att den långa våglängden (340 m vid en Hz) resulterar i låg dämpning.

Den hälsorelaterade tröskel vid vilken det mänskliga örat kan reagera på infraljud, är ca 60 dB. Denna tröskel nås inte för ett stort vindkraftverk förrän vid 10 km avstånd.

"Umweltsbundesamtes infraljudsstudie konstaterar att ljudberäkningar är förvanskade genom felaktigt utbredningsantagande: Lågfrekventa ljudvågor fortplantas genom den cylindriska utbredningsmodellen med en mycket lägre luftdämpning om 3 dB (i stället för 6 dB!) per fördubbling av avståndet (Turnbull 2012, Hohenwarter 2014, Ambrose/Rand). Starka vindriktade turbulensvirvlar bildas vid skärning av de olika luftskikten. "Sådan turbulens kan lösgöra formstabila riktade virvlar över långa avstånd."

Aktuell litteratur om strålningsegenskaper och mätningar under verkliga förhållanden (t.ex. Shomer, Ambrose /Rand, Möller, Hansen) och insikter från flödesmekanik leder till slutsatsen att den sfäriska vågmodellen är ohållbar och luftdämpning 3 dB därför representerar ett långt mer realistiskt mått.

Vindriktning, luftskiktning, ljuddiffraktion genom luftflödesskillnader är vanliga miljöförhållanden, som gör ljudprognoser värdelösa.

Hänsyn måste tas till lågfrekvent buller. "Detta är dock endast möjligt genom att använda opåverkad ljudtrycksnivå. Varje använd reduktionsfaktor (A, B, C) i ILFN-området genom en reducerad ljudtrycksskala följer den föråldrade föreställningen att ljud endast har medicinsk effekt i det hörbara frekvens och nivåområdet. Det är nu allmänt erkänd kunskap att ljuduppfattning kan ske genom andra organ såsom balanssystemet och de yttre hårcellerna i innerörat (OHC), vilket kräver en ovägd ljudtrycksanalys (Z) i ILFN-intervallet. Den föråldrade DIN 45680 och den använda metoden att beräkna skillnaden mellan A och C-skalan, upptäcker inte tillräckligt dessa verkningsmekanismer".

3.4. Ljuduppfattning och effekten av infraljud på människor.

Hälsoeffekter från ILFN i samband med vindkraft, uppträder enligt den kända dos-respons-principen inom medicinen för kroniska sjukdomar, uteslutande vid långvarig men nära känsel/upplevelse-tröskeln för ILFN-effekter. Särskilt när tonala toppar, smalbandiga störningar, amplitudmodulering och pulserande egenskaper är involverande sensoriska element. (Notering: Känsel/upplevelse-tröskeln är definierad mellan 50-62 dB av Kelley/Cooper).

Cerebrala ILFN effekter, uppstår även utan hörselintryck, genom de mycket mer känsliga yttre hårcellerna i innerörat (OHC), som redan vid ljudnivåer från 60 dB(Z), är att känsliga 35 dB under hörtröskeln.

Celler av den vestibulära systemet, vilket kan betraktas som evolutionära hörselorganet för lågfrekvent ljud (fisk), reagerar redan vid infraljudnivåer från 75 dB (Z) och ligger 20 dB under uppfattningströskelvärde. Av denna anledning kräver andra länder (till exempel Polen) minst 20 dB lägre infraljudnivå än i Tyskland!

Cardiovascular effects of environmental noise exposure

[Thomas Münzel](#) [Tommaso Gori](#) [Wolfgang Babisch](#) [Mathias Basner](#)

European Heart Journal (2014) 35 (13): 829-836. April 2014.

<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu030>

<https://academic.oup.com/eurheartj/article/35/13/829/634015/Cardiovascular-effects-of-environmental-noise>

Författarnas slutsatser baseras på 95 referenser på fält och laboratoriestudier av bullerstörningar från trafik och flygbuller. Det ska noteras att svensk klassisk studie (Pedersen/Waye Persson) av vindkraftsbuller visade att vindkraftsbullrets specifika natur, var 2-3 mer störande än trafikbuller, vid samma ljudnivå. Vindkraftsbuller vid 40 dBA upplevs lika störande som trafikbuller vid 55 dBA, vilket har konstaterats vara sjukdomsalstrande.

Abstract

Bullrets roll som miljöförorenare och dess påverkan på hälsan blir alltmer erkänd. Utöver dess effekter på hörselsystemet orsakas irritation, störd sömn och försämrad kognitiv prestanda. Vidare visar epidemiologiska studier att miljöbuller hör samman med ökad förekomst av arteriell hypertension, hjärtinfarkt och stroke. Både observations- och experimentstudier indikerar att särskilt nattljud kan orsaka störningar i sömnstrukturen, vegetativa störningar (t.ex. ökning av blodtryck och hjärtfrekvens) samt ökning av stresshormonnivåer och oxidativ stress, vilket i sin tur kan leda till endoteldysfunktion (endotel = insidan av blodkärlsväggen) och ateroskleros (åderförkalkning). Studien fokuserade på de kardiovaskulära konsekvenserna av omgivningsbuller och betonar vikten av bullerreduceringsstrategier för folkhälsan.

Ur rapporten kan nämnas

Modellen för beskrivning av de allmänna psykofysiologiska reaktionerna på stress, formulerades 1977 av Henry och Stephens och kan appliceras på buller. I modellen provas olika former av stress (eller stimulans) och deras aktivering av två neuro-hormonella system, som ska motverka stressorsaken eller åtminstone begränsa skadan. Dessa reaktioner innefattar aktivering av sympatiska kamp-flyktreaktioner samt frisättning av kortikosteroider (nederlagsreaktion). Särskilt intensiva ljudstimulanser vid laboratorietester (särskilt aggressiva eller skrämmande), utlöser en kamp-flyktreaktion med sekretion av adrenalin och noradrenalin.

I synnerhet tycks sådana förändringar inte involvera kortikala strukturer (hjärnbarken), dvs. **den kognitiva uppfattningen av buller verkar inte vara nödvändig** för dessa effekter på hjärt-kärlsystemet. Aktiveringen av kamp-flykt och nederlagsreaktioner antas involvera områden i hjärnan som hypothalamus, med ingångar till det autonoma nervsystemet, det endokrina systemet och det limbiska systemet. Sådana stressresponser resulterar tvärtom i förändringar i ett antal fysiologiska funktioner och i balanssystemen hos flera organ, inklusive blodtryck, hjärtproduktion, blodlipider (kolesterol, triglycerider, fria fettsyror, fosfatider), kolhydrater (glukos), elektrolyter (magnesium, kalcium), trombos/fibrinolys m.m.

Såsom beskrivits ovan kan buller få effekt, antingen direkt genom synaptiska interaktioner eller indirekt genom den emotionella och kognitiva uppfattningen av ljud. Med andra ord bestämmer både den objektiva bullerexponeringen (ljudnivån) och dess subjektiva uppfattningseffekten av buller på neuroendokrin balans.

Det retikulära aktiveringssystemet är det nätverk i hjärnstammen som reglerar vakenhetsgraden. Aktiveringssystemet mottar inmatning från flera sensoriska system (inklusive hörselsystemet) och vidarebefordrar denna information, till exempel till hjärnbarkens andningsfunktion och genom Thalamus¹ till Cortex². Således känner vi igen, utvärderar och reagerar på miljöbuller även under sömn. Thalamus har en fördelningsfunktion, det vill säga baserat på den sensoriska informationen och det nuvarande centrala nervsystemet, kan informationen vidarebefordras till eller skiljas från Cortex.

1) *Område i hjärnan med flera funktioner, såsom omfördelning av sensoriska och motoriska signaler till hjärnbarken och reglering av medvetenhet, sömn och vakenhet.*

2) *Hjärnbarken. Yttre skiktet av storhjärnan.*

Om informationen vidarebefordras till Cortex kan det leda till stimulans av hjärnbarken, som även om individen sover, kan störa eller fragmentera sömnen. Därför är organismens reaktion på buller inte baserad på principen om allt eller ingenting, så att varje ljudhändelse inte kommer att leda till ett medvetet uppvaknande. I stället fördelas reaktionen gradvis från en isolerad reaktion (ökning av hjärtfrekvens och blodtryck) till fullständig stimulans av hjärnbarken och medveten uppvakning som vanligtvis innefattar kroppsrörelser.

Faktum är att så låga ljudnivåer som LAmax 33 dB har visat sig framkalla fysiologiska reaktioner under sömnen. Fysiologiska reaktioner kan förväntas så snart organismen kan urskilja en bullerhändelse i bakgrunden. Individer fortsätter att reagera på bullerhändelser även efter flera års bullerexponering.

Effekter av simulerat flygplansbuller visade på försämrad kärlväggfunktion och höjda stresshormonnivåer hos friska volontärer. Tillförsel av antioxidanten C-vitamin medförde förbättrad kärlväggfunktion, vilket tyder på förekomst av oxidativ stress.

Dessa studier ger biologisk trovärdighet för samband mellan nattlig bullerexponering och kardiovaskulär hälsa. Alltfler epidemiologiska studier tyder på att nattlig bullerexponering kan vara mer relevant för kardiovaskulär hälsa än bullerexponering under dagtid.

Altered cortical and subcortical connectivity due to infrasound administered near the hearing threshold - Evidence from fMRI

Markus Weichenberger et al.

1 Department of Psychiatry and Psychotherapy, Charité-Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany,

2 Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig and Berlin, Germany,

3 University Clinic Hamburg-Eppendorf, Clinic and Policlinic for Psychiatry and Psychotherapy, Hamburg, Germany

<http://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0174420&type=printable>

I studien undersöktes hjärnans reaktion på infraljud i närheten av gränsen för infraljudsstimulering (<20 Hz) med funktionell magnetresonanstomografi (fMRI) under vilande tillstånd. När nervceller aktiveras förbrukas mer syre, varpå blodflödet ökar lokalt. Blodflödet gör det möjligt att bildmässigt kartlägga hjärnans aktivitet med några sekunders intervall.

Under studien genomgick deltagarna tre övernattningsprov, en utan hörselstimulering (no-tone), en med 12-Hz Infraljudton (nära tröskelvärdet) och en med ton ovanför individens hörselkurva.

Sammanfattningsvis är den här studien den första som demonstrerar att infraljud nära hörtröskeln kan inducera förändringar av neural aktivitet över flera hjärnregioner, varav några är kända för att vara inblandade i auditiv bearbetning, medan andra betraktas som centrala för emotionell och autonom kontroll.

Infrasound/lågfrekvent ljud och vindkraftverk

En informationsrapport sammanställd för the Multi-municipal Windturbine Working Group.

Mark Davis, Deputy Mayor, Arran-Elderslie, Chair, Stewart Hallyday, Deputy Mayor, Grey Highlands, Cochair.

Compiled by Keith Stelling, MA, (McMaster)MNIMH, MCPP (England)

Reviewed by William K. Palmer, P. Eng and Carmen Krogh, Bsc (Pharm), provided comments on the health component. July, 2015

En informationsrapport sammanställd av etablerade experter för en Multi-municipal Windturbine Working Group i Grey, Bruce och Huron Counties i Ontario, Kanada.

Sammanfattning

Tillsynsmyndigheterna har vanligtvis inte krävt mätning av infraljud (<20 Hz) och låg frekvens (LFN) (20 - 200 Hz) i bostäder som ligger intill vindkraftverk som villkor för tillstånd och driftövervakning.

Hälsoriskerna från infraljud från vindkraftverk har avvisats av vindindustrin som obetydlig.

De har hävdats att om vindkraftsbullrets typiska ljudstyrka och frekvens inte hörs inom ett hem, kan det inte påverka människors hälsa.

Bullermätningar i de flesta studier och miljöbedömningar har varit begränsade till mätning av hörbart ljud utomhus - med hjälp av dBA-vägd mätutrustning, **som är okänslig för infraljudsfrekvenser.**

Vissa studier och miljöbedömningar har till och med åberopat projicerade ljudmedelvärden från datorproducerade modeller.

Sådana observationer och prognoser misslyckas med att ta lämpliga hänsyn till vindkraftverkens särskiljande ljudsignatur. Till skillnad från de mer slumpmässiga naturligt förekommande ljuden (som vind- eller sjövägor som själva har en infraljudskomponent) visar ljudet från vindkraftverk egenskaper som producerar ett mönster som örat och ljudbehandlingen i hjärnan känner igen. Vår hörsel är starkt influerat av mönsterigenkänning. Det är därför vi kan välja ut ljudet av en välbekant röst även i ett trångt rum med många som talar.

Ett igenkänt vindkraftverksmönster är en tonal signal av kraftigt stigande och fallande pulser i infraljudområdet (typiskt omkring 0,75 Hz, 1,5 Hz, 2,25 Hz, 3,0 Hz osv.). Det produceras när vingen passerar tornet. Vid denna frekvens kan dessa pulser vara mer "kända eller upplevda" än "hörda" av öronen.

Forskning av Dr. Alec Salt och andra har visat att ohörbart (subaudible) infraljud resulterar i en fysiologisk reaktion från olika system i kroppen.

Det andra igenkännbara mönstret är amplitudmoduleringen. Det är det typiska stigande och fallande "swoosh"-ljudet, som hörs.

Ett tredje kännetecken för ljud från vindkraftverk utgår från utrustningen i turbinhuset (t.ex. eventuell växellåda) och ventilationsfläktar.

Även om den tredje ljudkällan i vissa fall kan bli dominerande, har den vanligtvis mindre effekt än de två första.

Vi vet nu att ohörbara pulserande infraljud kan detekteras inomhus nära vindkraftverk. **Det kan också identifieras upp till 10 kilometer avstånd.** Vi vet också att mycket låga nivåer av infraljud och lågfrekvent ljud registreras av nervsystemet och påverkar kroppen, även om de inte kan höras. Forskningen som nämns i denna rapport innebär att dessa infrasoniska pulsationer är orsaken till några av de vanligast rapporterade "känsl/upplevelser" som upplevs av många som bor nära vindkraftverk, inklusive kronisk sömnstörning, yrsel, tinnitus, hjärtklappning, vibrationer och tryckkänslor i huvud och bröst etc.

På samma sätt finns det medicinsk forskning (även citerad nedan) som visar att pulserande infraljud kan vara en direkt orsak till sömnstörning.

I klinisk medicin erkänns kronisk sömnstörning och sömnförlust, som en utlösare av allvarliga hälsoproblem.

Slutsats

Baserat på den information som presenteras ovan måste infraljud som genereras av vindkraftverk

betraktas som en potentiell direkt orsak till de negativa hälsoreaktioner som rapporteras i stor utsträckning från samhällen med vindkraftverk.

Nu när så många indikatorer pekar på infraljud som en potentiell orsak till negativa hälsoeffekter är det viktigt att ompröva inställningen till denna aspekt av vindkraftsverksamhet, revidera regelverk och omedelbart genomföra skyddsåtgärder för folkhälsan utifrån försiktighetsprincipen.

Environmental Noise Pollution: Has Public Health Become too Utilitarian?

Alun Ewans. Centre for Public Health, Queen's University Belfast, Belfast, UK

http://file.scirp.org/pdf/JSS_2017051214293370.pdf

Professor Alun Ewans är expert på buller och sömstörningar och har länge studerat problemen med hälsa och det speciella vindkraftsbullret.

Här görs några utdrag ur rapporten, som verifieras med referenser till vetenskapliga studier.

Det finns ökande bevis för att infraljud uppfattas av hjärnan och möjligen av andra sensoriska systems vibrerande receptorer: i det vestibulära organet med balans, hud och leder, i stället för de som överför hörselupplevelse. Ett annat problem med ljud i de nedre frekvenserna är att de kvarstår längre, utbreder sig långt och tack vare diffraktion kan gå runt hörn.

Människor bär ett stort antal gener som förvärvades i vårt evolutionära förflutna men som nu är överflödiga. Olfaktorreceptor (OR) -gener är ett bra exempel på gener som människor har men inte använder. Däggdjur har över 1000 OR-gener. Hos människor är ca 60 % av dessa pseudogener och har annullerats genom mutation. Individuella skillnader i genuttryck kan också förklara varför en liten men betydande andel av befolkningen kan vara känsligare för infraljudets effekter än andra, och för buller i allmänhet. En alternativ hypotes är att patienterna har varit "sensibiliserade" genom tidigare exponering, även om båda faktorerna kan bidra.

2,2. Betydelsen av sömn

Det finns en allt större mängd forskning som visar att sömn är avgörande för hjärnan och hela kroppens fysiologiska välbefinnande. Sömlöshet stör inlärning, vilket orsakar minnesförlust, eftersom minnet läggs ner och förstärks under både sömnavågens långsamma och snabba ögonrörelser. I möss har det visat sig att sömn spelar en nyckelroll för att främja inlärningsberoende synapsbildning vilket bidrar till minneslagring. Det finns ett antal andra negativa effekter i samband med sömnstörning. Trötta individer är mer benägna att drabbas av trafikolyckor och skadas när de använder maskiner. Under sömnen tas neurotoxiner bort från hjärnan.

På senare tid har en koppling mellan sömlöshet och förlust av hjärnvolymer visats. Denna studie baserades på seriella MRI-skanningar utförda i 147 vuxna. Dessutom har det visats att olika inflammatoriska biomarkörer påverkas av sömnstörning.

Sömnbrist som produceras experimentellt förändrar också ett brett spektrum av gener, vilket involverar flera kroppssystem. Detta kan förklara kopplingarna mellan sömnberövning och kardiovaskulär decess, där de förmodade mellanliggande riskfaktorerna innefattar blodtryck, koagulationsfaktorer, blodviskositet och blodlipider och glukos.

Vindkraftparker avger buller, ibland flera dagar i sträck och det här är ett problem eftersom de byggs på landsbygden där bakgrundsljudet är lågt. Det är ett speciellt problem på natten, eftersom infraljudet kvarstår länge efter att de högre frekvenserna har försvunnit.

Sömnbrist har också visats vara associerad med hjärtsvikt i HUNT-studien. Uppgifterna är ganska robusta eftersom de är baserade på 54.279 normmän som var fria från sjukdom vid studiens början (män och kvinnor, 20 - 89 år). Totalt 1412 fall av hjärtsvikt utvecklades under en genomsnittlig uppföljning av 11,3 år. Ett dosberoende förhållande observerades mellan risken för sjukdom och

antalet rapporterade sömnlöshetssymptom: 1) svårigheter att inleda sömn; 2) svårighet att upprätthålla sömn. 3) svårighet att återställa sömn.

Schomer och kollegor har sedan framfört teorin om att som större vindkraftverk emitterar alltmer infraljud med en frekvens under 1 Hz. Under denna frekvens svarar otoliterna i inre örat på ett överdriven sätt för en mottaglig minoritet som kommer att drabbas av symptom på WindTurbine Syndrom. Tidigare ansågs det att hjärnan endast kontrollerades av elektriska och biokemiska stimuli, men det finns nya bevis om att den dessutom är känslig för mekaniska stimuli.

Tröskeln för den bullerexponerade gruppen var >55 dBA LDN, men det finns bevis i litteraturen att det kan finnas viktiga effekter vid ännu lägre nivåer av bullerexponering. Vid bedömning av bullerexponering beräknas de genomsnittliga ljudnivåerna, medan det kan vara så att det är ljudets högsta toppar "peaks" som gör skadan. I en studie av sälar i fångenskap visades att upprepad akustisk Startle-reflex ('skrämsel-reflexen', en evolutionär försvarsrespons, som innebär att haka eller hoppa till vid plötslig stark stimulering) ledde till sensibilisering, avvikelsebeteende och rädsla. Uppgifterna indikerar att upprepade Startle-reflexer och plötsliga bullerkällor kan ha allvarliga effekter på långsiktigt beteende.

I en studie rapporterad från Japan exponerades 15 personer för olika ljudstimuli, inklusive inspelat aerodynamiskt ljud och infraljud samt syntetiskt periodiskt ljud och utvärderades genom elektroencefalografi. Frekvensen av alfa 1-rytmen minskade när testpersonerna lyssnade på alla ljudstimuler och minskade ytterligare med reducerad frekvens. I synnerhet vid 20 Hz. Det drogs slutsatsen att individen inte kan slappna av bekvämt när de utsätts för infraljud.

Flera detaljer i hjärnröntgenproven vid 20 Hz ledde till tanken att vi uppfattar infraljud direkt genom vår kroppsytta. Detta passar in med begreppet vibrationer av kroppsstrukturer som Persing antyder. I Cape Bridgewater-studien, där vindkraftverk intermittent slogs på och av, kunde den individ som var djupt döv, bäst förutse om rotorerna var i rörelse eller inte.

Tidigare referens

The Effect of Wind Turbine Infrasonic Emission on Subjectively Rated Activation LevelC (2014). Kasprzak et al, redovisade försök med EEG-mätning vid infraljudsexponering.

Försökspersoner utsattes under 20 minuter, för vindkraftsbuller som inspelats från ett vindkraftverk på avståndet 750 m. Hjärnans aktivitet dämpades och andningscentrum i bakre delen intill hjärnstammen påverkades. Långvarigt reducerad andning har i andra studier belagts med klara ohälsoeffekter.

Tidigare referens

WHO. Expertpanel för revidering av Guidelines for Noise in Europe. Här kan nämnas engelsk Whistlerblower-rapport som redovisar beteendeförändringar hos elever i två engelska skolor när vinden ligger på från två vindkraftsparker på avstånden 2 respektive 5 km.