

Over normen en waarden;

waarom de Raad van State niet zou mogen toetsen aan de Nederlandse norm*:

1. Ontbreken van een norm voor laag frequent geluid (LFG) *binnen* woningen;
2. De nachtelijke geluidsdruk is hoger dan de opgaves van de producenten;
3. De waarde waarbij al ernstige hinder optreedt is 35 dB(A) voor hoorbaar geluid tegen de gevel (in plaats van 40 (of 42) dB(A));

Inhoud memo:

Inleiding

Algemene overweging

- Deel 1 er moet ook een norm voor LFG *binnen de woning* worden gesteld
- 1.1 LFG draagt (veel) verder dan gewoon geluid
 - 1.2 LFG is binnen de woning vaak sterker dan buiten de woning
 - 1.3 wetenschappelijke aanwijzingen voor gezondheidsschade bij nachtelijk LFG van 15 dB(A)
- Deel 2 de nachtelijke geluidsdruk is hoger dan de opgaves van de producenten
- Deel 3 de norm voor geluid tegen de gevel is te hoog

Inleiding

Het gaat in deze memo niet om de vraag of aan de vigerende Nederlandse norm voor geluidsdruk door windturbines wordt voldaan, maar om de inhoud van die norm. De grens qua acceptabel geluiddrukkniveau is te hoog, en er ontbreekt een norm voor LFG *binnen* de woning. De Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State zou de Stichting Advisering Bestuursrechtspraak moeten vragen om onderzoek te verrichten, waarbij het onderzoek niet alleen door geluidskundigen en psychologen, maar ook door medici zou moeten worden uitgevoerd.

Uitgangspunten:

- ✓ LFG is het belangrijkste probleem met betrekking tot geluidsoverlast: er zou een norm moeten zijn voor laagfrequent geluid *binnen* de woning van maximaal 15 dB(A);
- ✓ De maximale geluidsbelasting voor hoorbaar geluid tegen de gevel zou 35 dB(A) moeten zijn;

Hogere geluidbelasting veroorzaakt immers hinder en gezondheidsklachten voor omwonenden. Sinds 2016 is hiervoor voldoende wetenschappelijke onderzoek gedaan en onderbouwing gepubliceerd, waarnaar verwezen wordt in deze memo.

Onomstotelijk wetenschappelijk bewijs voor gezondheidsschade door blootstelling aan LFG ontbreekt vanwege de aard van de problematiek en de aard van het te verrichten onderzoek (denk aan de benodigde groepsgroottes, bias van andere geluidsbronnen, hoge kosten van onderzoek, subjectiviteit van vragenlijsten, urgentie vanwege de klimaatproblematiek, noodzaak exploitatie windenergie, politieke druk, enz.).

Belangrijk is, dat de *afwezigheid van bewijs geen bewijs is voor afwezigheid van een gezondheidseffect*. Publiek en politici hebben moeite met deze nuancering, de producenten maken hier dankbaar gebruik van.

Op basis van de huidige stand van wetenschappelijk onderzoek verkeert de wetenschappelijke bewijskracht in de fase van 'zeer waarschijnlijk' dat er nadelige gezondheidseffecten zijn.

De huidige norm is de laatste jaren niet naar beneden bijgesteld. Er is geen norm voor LFG binnen de woning gesteld. Voor zover er onderzoek is gedaan in Nederland, maakt dit de laatste jaren gebruik van *vragenlijsten* naar 'beleving', waarbij de weging door een medicus ontbreekt. Ook ontbreekt het in Nederland aan biomedisch onderzoek, terwijl met de huidige plannen vele inwoners in de nabije omgeving van windturbines zullen wonen. De WHO-richtlijnen voor omgevingsgeluid welke in februari 2018 zijn verschenen¹, zijn gebaseerd op een review van de artikelen tussen 2010 en 2015. Juist de afgelopen drie jaar, dus sinds 2015, is onderzoek verschenen op basis waarvan sterk moet worden getwijfeld aan de juistheid van deze guidelines.^{2,3}

* In Nederland bedraagt de norm 47 decibel Lden (gemiddelde van de dag, avond en nacht over lange duur) en 41 decibel Lnight (gemiddelde geluidniveau over alle nachten in een jaar)

Algemene overweging

De **decibel**, symbol dB , is de eenheid van geluidrukniveau, een verhouding op een logaritmische schaal, afgeleid van de geluiddruk.

Elke verhoging met 10 decibel betekent een vergroting in vermogen of energie met een factor 10. Een verhoging met 20 dB betekent dus een factor 100, een verhoging met 30 dB een factor 1000 enz.

Kader 1.

De Nederlandse norm in relatie tot andere landen

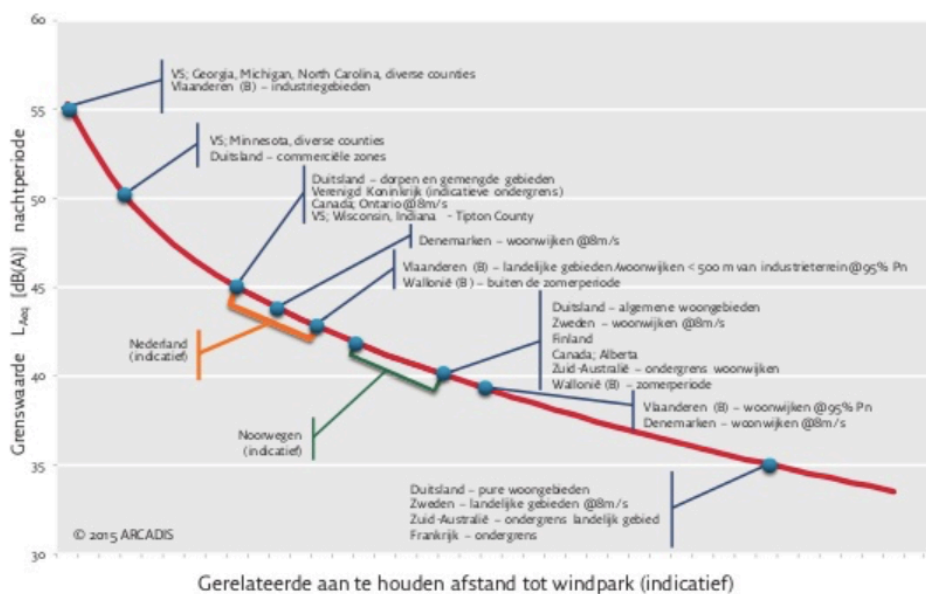
Stelling: *Nederland zou vanwege de hoge bevolkingsdichtheid relatief strenge normen moeten hebben, want relatief veel inwoners leven in de nabijheid van een geplaatste windturbine.*

Maar, de Nederlandse geluidsnorm behoort tot de meest coulante in Europa, waardoor de getolereerde afstand tot bebouwing navenant kleiner is. Deze minimale afstanden tot gebouwen zijn niet perse gebaseerd op samenhangende effecten van veiligheid en gezondheid, maar vooral op basis van de beschikbare ruimte.⁴

Zie afbeelding 1 waarbij op is te zien dat alleen in *industriegebieden* in de VS en Vlaanderen en in commerciële zones in Duitsland dicht bij bewoning wordt geplaatst. De Nederlandse norm is zelfs *naar boven* bijgesteld, naar 47 d(B) gemiddeld.

Dit, terwijl in Nederland geluidsoverlast al een van de belangrijke oorzaken is van distress voor de inwoners.

afbeelding 1: indicatief overzicht van LAeq gerelateerde grenswaarden voor de nachtperiode



1. Er moet ook een norm voor LFG binnen de woning worden gesteld

Een woning kan als een klankkast fungeren voor laagfrequent geluid: vanwege de lange golflengte kan resonantie binnen ruimtes ontstaan en daardoor een duidelijk voelbaar/ hoorbaar 'geluid'.^{5 6 7}

Het laagfrequente geluid is de belangrijkste oorzaak van hinder van omwonenden. Dit wordt vooral binnen de woning gevoeld (meer gevoeld dan 'gehoord').

Er is recent onderzoek gepubliceerd (april 2017), waarin met behulp van f-MRI beelden een effect op het brein wordt aangetoond van net-niet-hoorbaar LFG. Hierin wordt verhoogde activiteit gezien in regio's van het brein betrokken bij het horen maar ook in de amygdala, belangrijk voor de emotionele en autonome regulatie.⁸

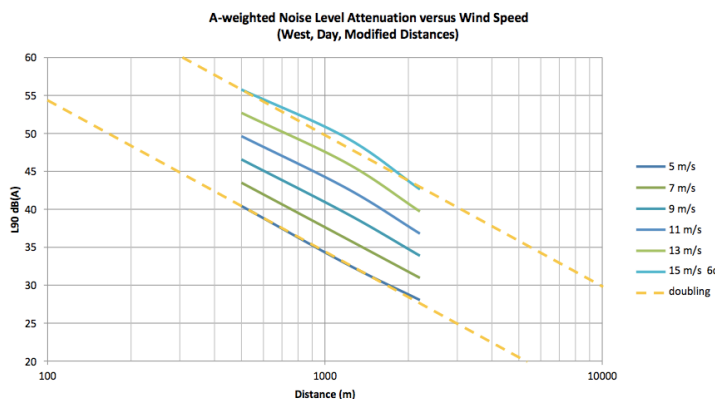
In Denemarken wordt sinds 2012 ook een norm voor LFG voor *binnen* de woningen toegepast. Dit op basis van metingen buiten en binnen woningen. De intentie van deze nieuwe norm was om ervoor te zorgen dat omwonenden beschermd zouden worden tegen hinder van zowel het hoorbare spectrum als het laag frequente geluid c.q. trillingen.⁹

1.1 LFG draagt verder dan gewoon geluid

LFG draagt (veel) verder dan geluid in het hoorbare spectrum.
Zie ook de bijlage, de presentatie van dr.ir. Jan de Laat, klinisch-fysicus – audioloog.

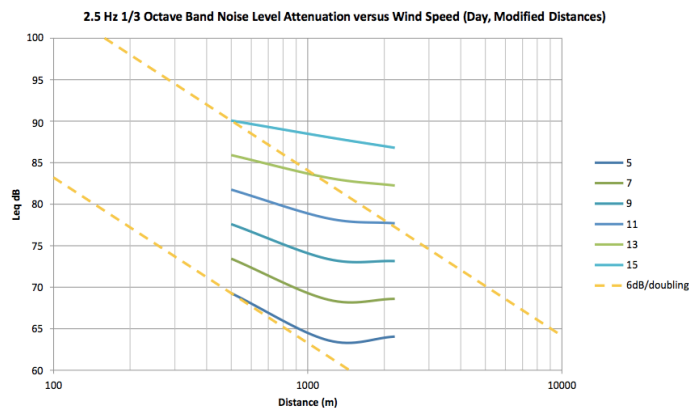
De afname van de geluidsniveaus verloopt volgens een lineaire lijn, mede afhankelijk van de windsterkte

dB(A) Propagation



Infrasound Propagation

De verspreiding van LFG verloopt over een grotere afstand en kan zelfs op grotere afstand iets luider zijn dan nabij de turbines.



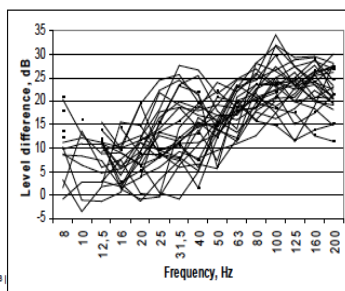
1.2 Deense metingen tonen aan dat LFG binnen de woning kan worden versterkt

Metingen binnen en buiten Deense woningen laten zien dat het LFG geluidsniveau binnen de woning 2 tot 100 maal sterker (+ 20 dB) kan zijn dan buiten de woning (sheets uit een presentatie van E. Koppen, Arcadis).⁸

LF niveauverschil binnen-buiten

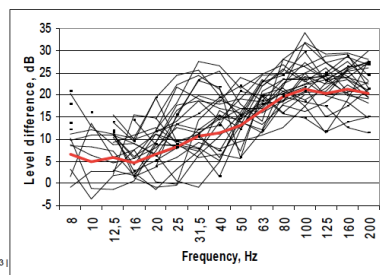
Metingen in 26 kamers in 14 verschillende Deense woningen in het buitengebied en in dorpen

Referentie: J. Jakobsen, Low Frequency Noise Conference 2012, Danish Ministry of the Environment Environmental Protection Agency



LF niveauverschil binnen-buiten

Hantering van verschilwaarden die voor 67 % van de meetresultaten wordt overschreden



NSG 5 februari 2013

ARCADIS

LF niveauverschil binnen-buiten

Tertsband [Hz]	10	12,5	16	20	25	31,5	40
ΔL_p : verschil buiten-binnenniveau woning (dB)	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4

Tertsband [Hz]	50	63	80	100	125	160
ΔL_p : verschil buiten-binnenniveau woning (dB)	13,0	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2

In Nederland worden, voor zover ons bekend, geen metingen gedaan van deze aard.

Er zijn geen argumenten denkbaar waarom LFG zich in Nederland anders zou gedragen dan in Denemarken.

Ook zou de Nederlandse overheid haar burgers op dezelfde wijze moeten beschermen tegen geluidhinder als de Deense overheid.

Wij pleiten voor instellen van dezelfde –extra- normering voor LFG binnen woningen als in Denemarken:

Nederlandse en Deense geluidsnormen windturbines	
Nederland	
- 47 dB Lden (jaargemiddeld)	
- 41 dB Lnight (jaargemiddeld) [$\approx 43 - 45$ dB(A) bij 8 m/s op 10 m hoogte]	
Denemarken	
In woongebieden:	Nabij woningen in het buitengebied:
• 37 dB(A) bij 6 m/s*	• 42 dB(A) bij 6 m/s*
• 39 dB(A) bij 8 m/s*	• 44 dB(A) bij 8 m/s*
En sinds 1 januari 2012 in Denemarken	
Laagfrequent geluid <u>in woningen</u> in woongebieden:	Laagfrequent geluid <u>in woningen</u> in het buitengebied:
• 20 dB bij 6 m/s*	• 20 dB bij 6 m/s*
• 20 dB bij 8 m/s*	• 20 dB bij 8 m/s*
* Windsnelheid op 10 m hoogte	

NSG 5 februari 2013 | © ARCADIS 2013

ARCADIS

1.3 sterke aanwijzingen voor gezondheidsschade bij nachtelijk LFG binnen de woning van > 15 d(B)

Zeer recent wetenschappelijk onderzoek in Denemarken op basis van big-data analyses laat zien dat de relatieve risico's op beroerte en acuut myocardinfarct sterk verhoogd zijn bij LFG niveaus van 15 dB binnen de woning.³ Wij nemen de samenvatting van dit onderzoek hier integraal over.

Abstract:

"Aims: The number of people exposed to wind turbine noise (WTN) is increasing. WTN is reported as more annoying than traffic noise at similar levels. Long-term exposure to traffic noise has consistently been associated with cardiovascular disease, whereas effects of short-term exposure are much less investigated due to little day-to-day variation of e.g. road traffic noise. WTN varies considerably due to

changing weather conditions allowing investigation of short-term effects of WTN on cardiovascular events.

Methods and results: We identified all hospitalizations and deaths from stroke (16,913 cases) and myocardial infarction (MI) (17,559 cases) among Danes exposed to WTN between 1982 and 2013. We applied a time stratified, case-crossover design. Using detailed data on wind turbine type and hourly wind data at each windturbine, we simulated mean nighttime outdoor (10–10,000 Hz) and nighttime low frequency (LF) indoor WTN (10–160 Hz) over the 4 days preceding diagnosis and reference days. For indoor LF WTN between 10 and 15 dB(A) and above 15 dB(A), odds ratios (ORs) for MI were 1.27 (95% confidence interval (CI): 0.97–1.67; cases=198) and 1.62 (95% CI: 0.76–3.45; cases=21), respectively, when compared to indoor LF WTN below 5 dB(A). For stroke, corresponding ORs were 1.17 (95% CI: 0.95–1.69; cases=166) and 2.30 (95% CI: 0.96–5.50; cases=15). The elevated ORs above 15 dB(A) persisted across sensitivity analyses. When looking at specific lag times, noise exposure one day before MI events and three days before stroke events were associated with the highest ORs. For outdoor WTN at night, we observed both increased and decreased risk estimates.

Conclusion: This study did not provide conclusive evidence of an association between WTN and MI or stroke. It does however suggest that indoor LF WTN at night may trigger cardiovascular events, whereas these events seemed largely unaffected by nighttime outdoor WTN. These findings need reproduction, as they were based on few cases and may be due to chance.”

Wij hebben de data uit het onderzoek opgenomen in onderstaande tabel, waarbij de berekende blootstelling aan LFG binnen de woning is weergegeven, in relatie tot het relatieve risico op een cardiovasculair event. (referentiegroep met RR van 1: degenen met een blootstelling aan minder dan 5 dB).

Nachtelijk LFG binnen de woning	Hartinfarct		Beroerte	
	Aantal	Relatief risico	Aantal	Relatief risico
< 5 dB	14.042	1	13.682	1
5 – 10 dB	831	1.04	759	1.02
10 – 15 dB	198	1.20	166	1.27
> 15 dB	21	1.54	15	2.30

Onder andere omdat in Denemarken relatief weinig mensen worden blootgesteld aan geluidsniveaus boven de 15 dB was het *absolute aantal* extra events te laag om van wetenschappelijke evidentie te kunnen spreken, ondanks het grote *relatieve risico* op beroerte en hartinfarct boven 15 dB.

Echter, door de hoge bevolkingsdichtheid in Nederland en de norm van 47 dB(A) zal een groter deel van de bevolking met deze geluidsbelasting worden geconfronteerd en daarmee zullen de absolute aantallen hoger zijn. Hier zou een epidemioloog of arts maatschappelijke gezondheid onderzoek naar moeten verrichten.

Onze stelling is, dat zolang het Deense onderzoek niet is gefalsificeerd, inwoners niet mogen worden blootgesteld aan deze potentiële risico's. (Mede gezien het feit dat de turbines tegenwoordig veel hoger zijn dan de turbines die ten tijde van dit Deense onderzoek gebruikelijk waren.)

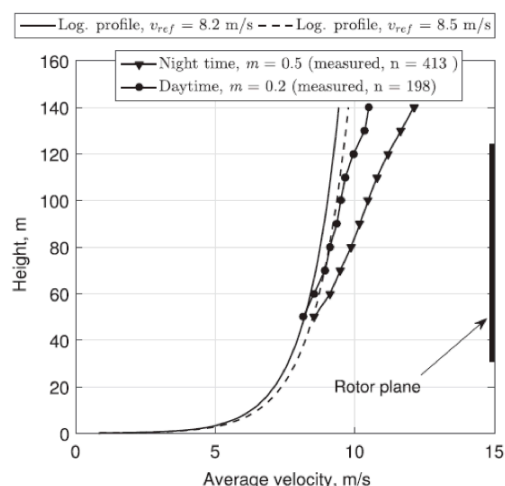
Tot die tijd zou het voorzorgsbeginsel moeten gelden en de Raad van State zou op deze gronden moeten weigeren om aanvragen te toetsen aan de huidige normering waarbinnen een norm voor LFG binnen de woning ontbreekt.

2. Nachtelijke geluidsproductie groter dan de opgaves van de producenten

's Nachts is de geluidsproductie van turbines relevant hoger dan overdag. De opgaves van de windindustrie zijn gebaseerd op waardes overdag aan de hand van windsnelheden van 8m/sec op 10 meter hoogte.

Orzaken voor deze verschillen

1. de wind waait 's nachts sterker op grotere hoogte, zie tabel. Naarmate de turbines hoger worden, wordt het verschil groter, en daarmee ook de verschillen in geproduceerd geluid. De huidige turbines hebben tiphoogtes van meer dan 200 meter. Hierdoor stemmen de werkelijke –nachtelijke– waardes niet overeen met de opgegeven waardes, welke worden bepaald op 10 meter hoogte.



2. conversie (de temperatuur aan de grond is 's nachts lager dan de temperatuur in hogere atmosferen), waardoor het geluid 'naar beneden valt', en met name het laagfrequente geluid verder draagt en op grotere afstand meetbaar is; In Nederlands onderzoek uit 2006 werden variaties tot wel 9 dB gevonden (bijna 10 x zo luid).

3. de maskerende geluiden van overdag vallen 's nachts weg;

4. vanwege wisselingen in windsterkte treedt er variatie op in de geluidsdruk; de menselijke slaap kan juist door deze variaties worden verstoord in de vorm van 'micro-arousals' het niet daadwerkelijk wakker worden, maar wel een meetbare versnelling van de hartslag en een verhoging van de bloeddruk doormaken.¹⁰ Slaapproblemen zijn een bewezen oorzaak van toename van hart- en vaatziekten.

3. De norm voor hoorbaar geluid tegen de gevel is te hoog: ernstige hinder vanaf 35 dB (A)

De normering voor geluidsbelasting zou moeten worden bepaald op basis van hinder en daardoor (gezondheid) effecten op omwonenden. Het omslagpunt voor ernstige (nachtelijke) hinder ligt bij 35 dB(A), zoals te zien is in de onderstaande tabel uit het onderzoek van Michaud.¹¹ Ook dr.ir. Jan de Laat komt tot deze conclusie (zie bijlage).

TABLE IV. Perception of community noise and related variables.

Variable	Wind Turbine Noise (dB)					Overall	CMH p -value ^a
	<25	[25–30)	[30–35)	[35–40)	[40–46]		
Reporting a high (very or extreme) level of annoyance to wind turbine features, n (%)							
Noise	0 (0.0)	2 (2.1)	3 (1.0)	52 (10.0)	32 (13.7)	89 (7.2)	<0.0001
Visual	2 (2.4)	15 (16.0)	17 (5.6)	81 (15.5)	44 (18.9)	159 (12.9)	
Visual (ON)	2 (3.3)	15 (17.6)	17 (7.0)	76 (16.9)	36 (21.2)	146 (14.5)	<0.0001 ^d
Visual (PEI)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	5 (7.0)	8 (12.7)	13 (5.8)	0.0268 ^d
Blinking lights	2 (2.4)	8 (8.5)	17 (5.6)	61 (11.7)	34 (14.6)	122 (9.9)	<0.0001
Shadow flicker	0 (0.0)	3 (3.2)	6 (2.0)	51 (9.8)	36 (15.5)	96 (7.8)	<0.0001
Vibrations/rattles	0 (0.0)	1 (1.1)	2 (0.7)	9 (1.7)	7 (3.0)	19 (1.5)	0.0198
Reporting a high (very or extreme) level of WTN annoyance by time of day, n (%)							
Morning	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.3)	28 (5.4)	10 (4.3)	39 (3.2)	
Afternoon	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.3)	26 (5.0)	14 (6.1)	41 (3.3)	
Evening	0 (0.0)	1 (1.1)	2 (0.7)	48 (9.2)	26 (11.3)	77 (6.3)	
Nighttime	0 (0.0)	1 (1.1)	2 (0.7)	48 (9.2)	26 (11.3)	77 (6.3)	
Reporting a high (very or extreme) level of WTN annoyance by season, n (%)							
Spring	0 (0.0)	1 (1.1)	1 (0.3)	45 (8.6)	22 (9.6)	69 (5.6)	
Fall	0 (0.0)	1 (1.1)	2 (0.7)	42 (8.1)	22 (9.6)	67 (5.5)	
Summer	0 (0.0)	2 (2.1)	4 (1.3)	50 (9.6)	31 (13.7)	87 (7.1)	
Winter	0 (0.0)	1 (1.1)	1 (0.3)	38 (7.3)	21 (9.2)	61 (5.0)	
Closing bedroom window to block outside noise during sleep n (%)	26 (31.3)	30 (31.6)	87 (28.7)	178 (34.3)	68 (29.2)	389 (31.6)	0.8106
Source identified as cause for closing window ^b n (%)							
Road traffic	15 (18.1)	13 (13.7)	47 (15.5)	77 (14.8)	24 (10.3)	176 (14.3)	0.1161
Rail	6 (10.2)	1 (1.2)	7 (2.9)	10 (2.2)	0 (0.0)	24 (2.4)	0.0013
Wind turbines	0 (0.0)	2 (2.1)	6 (2.0)	79 (15.2)	50 (21.6)	137 (11.1)	<0.0001
Other	12 (14.5)	20 (21.1)	54 (17.8)	65 (12.5)	14 (6.0)	165 (13.4)	0.0002

Resumerend voeren wij drie argumenten aan, gestaafd met onderzoeken welke sinds 2016 zijn verschenen, op basis waarvan niet zou moeten worden getoetst aan de vigerende norm in Nederland: 47 dB (A) gemiddeld gedurende het jaar.

Deze norm doet namelijk geen recht aan het aandeel in de hinder dat door laag frequent geluid wordt gegenereerd. Landen die al eerder grootschalig gebruik zijn gaan maken van windenergie hebben deze bron van gezondheidsschade onderkend en daar hun regelgeving op aangepast, om zodoende de bevolking voldoende bescherming te bieden.

Zeer recent big-data onderzoek uit Denemarken bevestigt het verhoogde relatieve risico op cardiovasculaire events. Wanneer deze relatieve risico's in vervolgonderzoek worden bevestigd, betekent dit een sterk verhoogd gezondheidsrisico voor omwonenden van windturbines.

Dit zal juist in dichtbevolkte landen gelden, zoals Nederland, waar zelfs al op 350 meter van woningen turbines worden geplaatst.

Gelet op het voorzorgsbeginsel brengt dit wat ons betreft de onvermijdelijke conclusie met zich mee dat de huidige norm nog eens scherp tegen het wetenschappelijke licht moeten worden gehouden en moet worden uitgebreid met een norm voor LFG binnen de woning.

Tot er in wetenschappelijke opzicht klare wijn wordt geschonken is het niet verantwoord om voor meerdere windturbines een vergunning te verlenen. De gezondheid staat voor velen op het spel, hetgeen in ons land uiteraard niet mogelijk zou mogen zijn.

Sylvia van Manen, huisarts, kaderarts GGZ

Jos van de Sande, voormalig hoofd infectieziektebestrijding / programmadirecteur Leefomgeving GGD Hart voor Brabant

Dr. Ir. Jan de Laat, klinisch-fysicus – audioloog, AC/KNO, Leids Universitair Medisch Centrum.

's-Hertogenbosch, november 2018

1 bijlage

¹ Kempen, E van et al. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cardiovascular and Metabolic Effects: A Summary. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2018**, *15*, 379

² Hansen, C.H., Doolan, C.J., Hansen K.L. Wind Farm Noise: measurement, assessment and control, first edition 2017.

³ Poulsen A.H. et al. Short-term nighttime wind turbine noise and cardiovascular events: A nationwide case-crossover study from Denmark. *Environment International* **114** (2018) 160–166.

⁴ Windturbines: invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden; GGD Informatieblad medische milieukunde, update 2013; RIVM Rapport 200000001/2013

⁵ Hansen, C.H., Doolan, C.J., Hansen K.L. Wind Farm Noise: measurement, assessment and control, first edition 2017.

⁶ Punch, J.L., James R.R. Wind Turbine Noise and Human Health: A Four-Decade History of Evidence that Wind Turbines Pose Risks. *The Journal at Hearing Health & Technology Matters*, October 2016.

⁷ Poulsen A.H. et al. Short-term nighttime wind turbine noise and cardiovascular events: A nationwide case-crossover study from Denmark. *Environment International* **114** (2018) 160–166.

⁸ Weichenberg M. et al. Altered cortical and subcortical connectivity due to infrasound administered near the hearing threshold ± Evidence from fMRI. *PLoS ONE* **12**(4): e0174420. April 2017.

⁹ Jakobsen J. D et al. Danish regulation of low frequency noise from wind turbines. *Journal of low frequency Noise, Vibration and active control*, Vol 31 no 4 2012.

¹⁰ Micic G. Et al. A Review of the Potential Impacts of Wind Farm Noise on Sleep. *Acoust Aust*, Februari 2018

¹¹ Michaud, D.S. et al. Exposure to wind turbine noise: Perceptual responses and reported health effects. *J. Acoust. Soc. Am.* **139** (3), March 2016