

Hinderlijk geluid van industriële windturbines

Jan de Laat, Louw Feenstra

Inleiding

Het Nationale Programma Regionale Energie Strategie¹ leidde tot het plaatsen van industriële windturbines (IWT's). Relevante informatie vindt men op een Nederlandse website,² in epidemiologische literatuur³ en in literatuur die op gezondheid is gericht.^{4,5}

IWT's en 'gezondheidsklachten'

'Gezondheidsklachten' toegeschreven aan IWT's werden samengevat als 'Windturbinesyndroom' (WTS)⁶: chronische slaapproblemen, hoofdpijn, oorsuizen, druk op de oren, duizeligheidsklachten, wazig zien, misselijkheid, prikkelbaarheid, moeheid, concentratie- en aandachtsproblemen, angst, stress, depressie, paniekaanvallen, benauwdheid, hoesten, gebruik van luchtwegmedicatie en verstoring van de cognitieve ontwikkeling van kinderen. Daarnaast nog diabetes mellitus en cardiovasculaire pathologie als gevolg van langdurige slaapproblemen.

'Peer reviewed' literatuur diskwalificeert Pierpont's onderzoek. Onderdelen van WTS werden apart onderzocht, maar (b)lijken niet significant méér voor te komen binnen dan buiten IWT-omgevingen.

Wel significant voor IWT's, a fortiori voor windparken, zijn 'annoyance' (hinder) en slaapproblemen. Vooral artsen zijn overtuigd dat de patiëntklachten reëel zijn. Een cardioloog meldde zelfs meer dan 100.000 beschreven patiënten.⁷ Er is geen artikel bekend, waarin helder wordt omschreven aan welke criteria moet worden voldaan om te spreken van het WTS. Dat lijkt lastig vanwege het specifieke van de klachten.

Het hoorbare geluid van IWT's wijkt af van verkeerslawaai: pulserend, zwiepend, zovend, bonkend en beïnvloed door de dampkring. De relatie tussen enerzijds de variabele windsnelheid, de hoek waaronder de wind de wieken treft, de hoogte van de mast en anderzijds de geluidsproductie op diverse afstanden tot de mast is ingewikkeld.⁸ Door 24-uursverschillen in temperatuur van aarde en lucht ontstaan verticale

luchtstromen en windsnelheidsverschillen tussen luchtlagen. Hoge IWT's vangen meer wind. IWT-lawaai is 's nachts hinderlijker dan overdag, onder andere omdat er 's nachts minder omgevingslawaai is.

'Infrasound and low-frequency noise' (ILFN), infrasonoor (IS, 0-20 Hz) en laagfrequent (LF, 20-125 Hz), wordt vooral voortgebracht door compressie van lucht tussen de wieken en mast. Die trillingen verplaatsen zich langzamer door lucht dan door mast, betonnen fundament en tientallen kilometers bodem. Hogere masten en langere wieken veroorzaken meer en lagere trillingen. Lawaaibescherming tegen ILFN werkt niet; het gaat ongehinderd door alle bouwconstructies heen en kan binnenshuis door resonantie worden versterkt.

De Wet stelt bescherming van de bevolking niet voorop, maar is een compromis tussen de ministeries van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), Binnenlandse Zaken en Economische Zaken, waarbij de koopman (lees 'investeerder') wint. Voor IWT-lawaai gelden de regels van verkeerslawaai, maar summatie bestaat wettelijk niet. Bovendien is jaren geleden het begrip 'gemiddeld geluidsdrukkniveau over 24 uur' L_{den} (den = day, evening, night) ingevoerd, met correctiewaarden voor avond (5 dB) en nacht (10 dB), omdat geluiden dan als hinderlijker worden ervaren dan overdag.

Het meten van ILFN is gecompliceerd en duur. In Denemarken worden binnenshuislimieten gebruikt van 20 dB.⁹ Minder relevant voor ons, maar wel 'hinderlijk', zijn visuele bezwaren: landschappelijk ontsierende (conglomeraten) IWT's en rusteloos draaiende wieken met continu wisselende schaduweffecten.

Cochlea en centraal zenuwstelsel

Belangrijk is zich te realiseren dat een gehoordrempel een gemiddelde is en het dynamische bereik onder 125 Hz flink afneemt. Het is daarom niet ondenkbeeldig dat persoon 'A' bij een IS-frequentie van bijvoorbeeld 10 Hz nog juist niets verneemt, maar de onaangename drempel over-

Leids Universitair Medisch Centrum, Leiden. Audiologisch Centrum (KNO): dr. ir. J.A.P.M. de Laat, klinisch-fysicus – audioloog.

Prof. em. dr. L. Feenstra, emeritus hoogleraar KNO, filosoof.

Contactpersoon:
Jan de Laat
E-mail: japmdelaat@lumc.nl

schrijdt van 'B'. Dat impliceert niet dat die frequenties gehoord worden, maar wel dat ze (on-aangename) gevoelens kunnen opwekken.

Ondanks de term infrason, bereiken deze signalen weliswaar de auditieve cortex maar worden gevoeld, niet gehoord en termineren in de rechter amygdala.¹⁰ De intensiteiten van deze experimentele signalen zijn hoger dan voortgebracht door IWT's.¹¹ Toch klagen mensen over IWT's. Als men geloof hecht aan hun klachten, dan moeten de signalen toch worden waargenomen. Maar hoe is onzeker.

Twee hypothesen zijn geopperd. Volgens de ene zouden buitenste haarcellen kunnen worden geprikkeld bij lage frequenties en – speculatief nog – cochleaire afwijkingen (met name endolymfatische hydrops) voorwaarden kunnen scheppen die de gevoeligheid voor LF verhogen.¹²

De andere hypothese benadrukt de hoorfunctie van de sacculus van 'lager' gewervelde dieren. Bij ons is de sacculus gevoelig voor verticaal-lineaire verplaatsingen en de utriculus voor horizontaal-lineaire verplaatsingen. Deze otolietorganen geven statische informatie over de stand van het hoofd ten opzichte van de zwaartekracht (0 Hz) en dynamische informatie over verticale trillingen (0-10 Hz). Het otolietstelsel blijkt gevoelig voor LF.^{13,14} De sacculus is gevoeliger voor IS dan voor LF.¹⁵ De gevoeligheid van de sacculus reikt van 12,5-800 Hz.¹⁶ Dat zou een verklaring kunnen vormen voor de relatieve extra klachten van IS-geluid 's nachts door 'uitvallen' van competitief maskerende geluiden. De overgevoeligheid voor IS-geluiden neemt bovendien toe bij aanbod van hardere LF-geluiden. De WTS-klachten zoals wazig zien, misselijkheid en algemeen onbehagen doen denken aan labyrintaire stimulatie. Onderzoek van het cochleaire werkingsmechanisme en die van het centraal zenuwstelsel van IS schijnt ons veelbelovender dan wederom epidemiologisch onderzoek. Vastgesteld door fMRI, leidt (sub)-liminale IS-stimulatie van het labrynt tot activiteit van de amygdala, de poort naar het autonome zenuwstelsel.¹⁷

Conclusie

Ons inziens: 'beter voorkomen dan genezen', op een verantwoorde en te handhaven wijze, zoals verwoord in een rapportage voor het tijdschrift *MT-Integraal*: "indien op land geplaatste windturbines (nog) nood-

zakelijk zijn, plaats de turbines dan op een zodanige afstand van de rand van de bebouwde kom, namelijk 10 x de masthoogte, zodat het geluid en de trillingen van de turbines de nachtrust niet verstoren."¹⁸

Referenties

1. <https://www.regionale-energiestrategie.nl/default.aspx>
2. <https://www.windwiki.nl>
3. Van Kamp I, van den Berg GP. Gezondheidseffecten van windturbinegeluid. RIVM-rapport 2020-0214.
4. McCunney RJ et al. Wind turbines and health. A critical review of the scientific literature. *J Occup Environ Med.* 2014;56:e108-e130.
5. Carlile S, Davy JL, Hillmans D, et al. Physiological Effects of Wind Turbine Noise. *Trends Hear.* 2018;22:1-10.
6. Pierpont, N. Wind Turbine Syndrome. A Report on a Natural Experiment. K-Selected Books, 2009. <http://www.wind-turbinesyndrome.com/>
7. Johnson WB. Cardiologist investigation and response to industrial wind turbines in the rural residential countryside regarding concerns of adverse health effects. <https://www.wind-watch.org/documents/cardiologist-investigation-and-response-to-industrial-wind-turbines-in-the-rural-residential-countryside-regarding-concerns-of-adverse-health-effects/>
8. Van den Berg, GP. The sound of high winds. The effect of atmospheric stability on wind turbine sound and microphone noise. Proefschrift Groningen, 2006.
9. Jakobsen J. Danish regulation of low frequency noise from wind turbines. *J Low Freq Noise V A.* 2012;4:239-46.
10. Dommès E, Bauknecht HC, Scholz G, et al. Auditory cortex stimulation by low-frequency tones-an fMRI study. *Brain Res.* 2009;1304:129-37.
11. Tonin RA. Review of Wind Turbine-Generated Infrason: Source, Measurement and Effect on Health. *Acoustics Australia.* 2018;46:69-86.
12. Salt AN, Hullar TE. Responses of the ear to low frequency sounds, infrason and wind turbines. *Hear Res.* 2010. 268:12-21.
13. Curhoys IS, MacDougall HG, Vidal P-P, et al. Sustained and transient vestibular systems: a physiological basis for interpreting vestibular function. *Front Neurol.* 2017;8:117.
14. Sheykholeslami K. The otolithic organ as a receptor of vestibular hearing revealed by vestibular-evoked myogenic potentials in patients with inner ear anomalies. *Hear Res.* 2002;165:62-7.
15. Burke E, Hensel J, Fedtke T, et al. Detection Thresholds for Combined Infrason and Audio-Frequency Stimuli. *Acta Acustica.* 2019;105:1173-82.
16. McAngus Todd NP, Rosengrenb SM, Colebatch G. Tuning and sensitivity of the human vestibular system to low-frequency vibration. *Neuroscience Letters.* 2008;444:36-41.
17. Weichenberger M, Bauer M, Kühler R, et al. Altered cortical and subcortical connectivity due to infrason administered near the hearing threshold – Evidence from fMRI. *PLoS One.* 2017;12(4):e0174420.
18. De Laat JAPM, Feenstra L. Hinderlijk geluid van windturbines. *MT-Integraal*, 2021. <https://mtintegraal.nl/artikelen/1169/hinderlijk-geluid-van-windturbines>

Belangenverstrengeling/financiële ondersteuning

De auteurs verklaren dat er geen sprake is van belangenverstrengeling.