

# Windturbinegeluid: meten of rekenen?

**Het debat over windturbines is plaatselijk sterk gepolariseerd. Geluidniveaus staan hierbij vaak centraal. Moeten geluidniveaus worden gemeten of berekend?**

Door: Eugène de Beer, Wim van der Maarl en Leon Eilders

## Over de auteurs:

Ing. E.H.A. de Beer, ing. W. van der Maarl en ir. L.M. Eilders zijn allen werkzaam bij Peutz bv en betrokken bij vele onderzoeken naar windturbinegeluid waarvoor recent het Laboratorium voor windturbinegeluid is opgericht.

## INLEIDING

Discussies over windturbines en zeker ook over het geluid van windturbines zijn in Nederland (voorzichtig uitgedrukt) zeer levendig. Het geluid van een windturbine is voor de één geen probleem en voor de andere een zeer grote bron van ergernis en hinder. Het vaststellen van de juiste feiten ten aanzien van geluid is dan ook een noodzakelijke randvoorwaarde om discussies bevredigend te kunnen voeren.

In het Energieakkoord is vastgelegd dat in Nederland in 2020 in totaal 6.000 MW aan opgesteld vermogen van windturbines op het land moet zijn gerealiseerd. Dit betekent ongeveer een verdubbeling van het thans opgestelde vermogen. Gezien deze opgave zullen de discussies voorlopig nog niet verstommen. Weerstand tegen windturbines spitst zich vaak toe op het geluid van de windturbines en het (on)acceptabele karakter daarvan. Om de discussie over windturbinegeluid bevredigend te kunnen voeren, dienen de juiste feiten (lees: geluidgegevens) te worden gebruikt. Hoe komen wij aan de juiste geluidgegevens?

Bij een nog niet gerealiseerde windturbine kan het geluid uiteraard niet op locatie worden gemeten. Het geluid bij woningen moet dus worden berekend. Hierbij wordt een geluidproductie van de windturbine gehanteerd zoals deze is gemeten door een geaccrediteerde instantie op een testveld bij de typegoedkeuring van de windturbine, conform de IEC 61400-11 norm.

Kritische omwonenden trekken de geluidberekeningen vaak in twijfel. Om twijfels te verminderen kunnen controlemetingen worden uitgevoerd. Het Reken- en meetvoorschrift windturbines (RMVW)<sup>1</sup> voorziet hierin. Hierbij wordt het geluidvermogen van de windturbine op locatie vastgesteld waarna de geluidbelasting ter hoogte van de woningen wordt berekend. Hierbij wordt echter nog steeds gebruik gemaakt van aannames (onder andere gedistribueerde windsnelheidsverdeling) en berekening van de geluidoverdracht. Deze combinatie van meten en berekenen is voor veel omwonenden nog vaak onbevredigend. Het liefst ziet de omgeving dat de geluidbelasting gemeten wordt ter hoogte van hun woningen, omdat daar de hinder wordt ervaren.

Het meten van windturbinegeluid bij woningen is voornamelijk door het aanwezige stoorgeluid niet eenvoudig of zelfs onmogelijk,

zeker gedurende een langere periode. Toch kunnen dergelijke metingen een belangrijke meerwaarde zijn voor omwonenden om het geluid van windturbines in een ander perspectief te plaatsen.



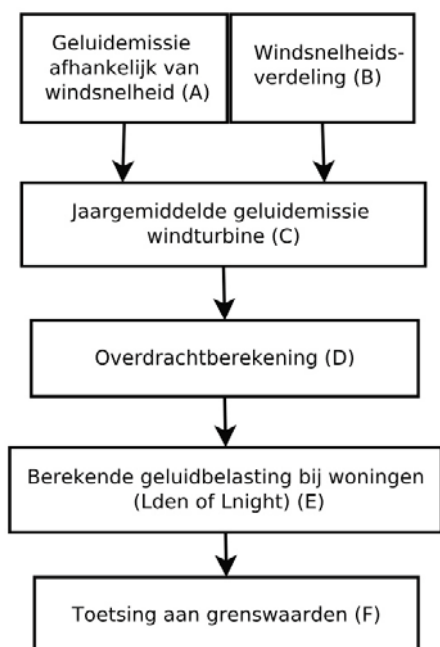
FIGUUR 1: METINGEN AAN EEN WINDTURBINE OP LOCATIE

## GRENSWAARDEN EN METHODIEK

Sinds 2011 zijn in het Activiteitenbesluit milieubeheer jaargemiddelde geluidgrenswaarden voor windturbines opgenomen. Deze algemene grenswaarden uit artikel 3.14a, zijn 47 dB  $L_{den}$  en 41 dB  $L_{night}$  en gelden op de gevels van woningen. Deze grenswaarden gelden in iedere situatie ongeacht de locatie en/of het omgevingsgeluidniveau. Afwijking van de standaard grenswaarden is mogelijk door middel van het stellen van maatwerkvoorschriften. Conform artikel 3.14a lid 3 kan 'in verband met bijzondere lokale omstandigheden' het bevoegd gezag 'normen met een andere waarde' vaststellen. Een laag omgevingsgeluidniveau kan bijvoorbeeld als bijzondere lokale omstandigheid worden aangemerkt (zie RvS Uitspraak 201303440/1/A4, d.d. 19 februari 2014). Tot op heden worden maatwerkvoorschriften bij windturbines nauwelijks toegepast.

## VASTSTELLING GELUIDNIVEAUS VOLGENS RMVW

De systematiek van het RMVW sluit aan bij de IEC61400-11 norm (editie 2)<sup>2</sup> en de 'Handleiding meten en rekenen industrielaawaai'<sup>3</sup> met enkele (beperkte) verschillen. In figuur 2 is het stappenplan weergegeven dat gevolgd wordt bij de (wettelijke) berekening en beoordeling van windturbinegeluid. Op basis van geluidemissiegegevens van de windturbine (A) gerelateerd aan de windsnelheid op ashoogte (powercurve), in combinatie met de jaargemiddelde distributieve windsnelheidsverdeling in de dag-, avond- en nachtperiode (B) wordt een jaargemiddelde emissie-term ( $L_E$ , C) berekend. Vervolgens wordt met een overdrachtsmodel de geluidbelasting bij woningen berekend en getoetst aan de grenswaarden (E en F).



FIGUUR 2: METHODIEK BIJ DE BEOORDELING VAN WINDTURBINEGELUID

De windsnelheidsafhankelijke geluidemissie wordt onder nauwkeurig geregistreerde omstandigheden vastgesteld. Deze testvelden zijn voornamelijk gelegen in Noord-Duitsland en Denemarken. In Nederland zijn er testvelden van ECN onder andere in de Wieringermeer en in Groningen.

#### METINGEN OP TESTVELD

Voor de vaststelling van de windsnelheidsafhankelijke geluidemissie wordt gebruik gemaakt van de norm: IEC 61400-11 editie 3.0 welke sinds 2013 van kracht is<sup>4</sup>. Testvelden zijn veelal gelegen in open gebieden met weinig tot geen objecten in de nabije omgeving wat resulteert in een zo stabiel mogelijk windprofiel en een relatief laag omgevingsgeluidniveau.



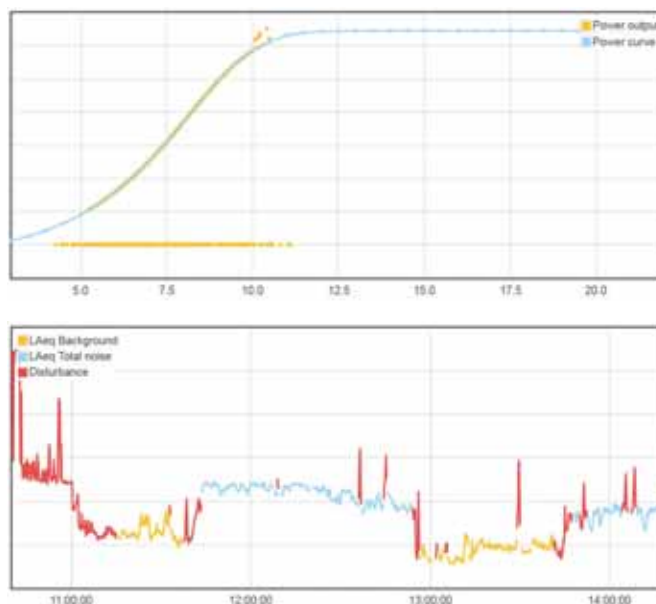
FIGUUR 3: MEETOPSTELLING MET MEETPLAAT EN GEKALIBREERDE WINDBOLLEN

Voor een specialistische geaccrediteerde meting zijn de volgende zaken relevant:

- Het geluidniveau meten op een reflecterende plaat op een voorgeschreven benedenwindse positie;
- Gebruik van extra grote windballen ter beperking van windgebruik, uitgebreid gekalibreerd (figuur 3);
- Het nauwkeurig vaststellen van de windsnelheid op 10 meter hoogte op een voorgeschreven positie;
- Uitvoering vaststelling van windturbineparameters:
  - o geleverde vermogen;
  - o toerental van de generator;
  - o rotatiesnelheid van de rotor;
  - o windsnelheid gemeten op de nacelle (gondel);
  - o hoek van de nacelle ten opzichte van het noorden.
- Alle parameters registreren met een samplefrequentie van 1 Hz;
- Het volledige windsnelheidsbereik van de windturbine moet

worden gemeten;

- Tertsens spectrumanalyse;
- Smalbandanalyse ter beoordeling van tonaliteit met een resolutie van 1-2 Hz (20 Hz tot 10 kHz);
- Continue monitoring van de gemeten waarden (zie figuur 4);
- De gemeten data weergeven per 0.5 m/s windsnelheidsbereik.



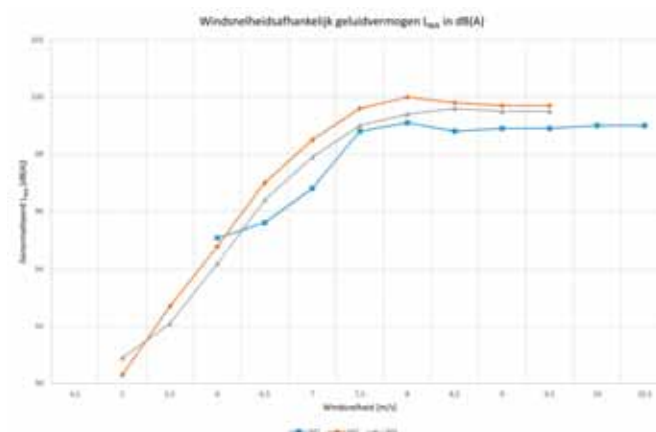
FIGUUR 4: HET GEMETEN GELUIDNIVEAU GERELATEERD AAN DE ELEKTRICITEITSPRODUCTIE (BOVEN) EN HET GEMETEN GELUIDNIVEAU VARIËREND IN DE TIJD INCLUSIEF AUTOMATISCHE STOORGELUIDCORRECTIE (BENEDEN)

#### SPREIDINGEN IN DE GELUIDEMISSIE OP EEN TESTVELD

De windsnelheidsafhankelijke geluidemissie ( $L_{W,j}$  in dB(A)) wordt bepaald middels geluidmetingen door een IEC 61400-11 geaccrediteerde instantie. Ondanks de precisie en nauwkeurigheid van de metingen, is er in de praktijk spreiding van de windsnelheidsafhankelijke geluidemissie.

Afwijkingen worden met name veroorzaakt door:

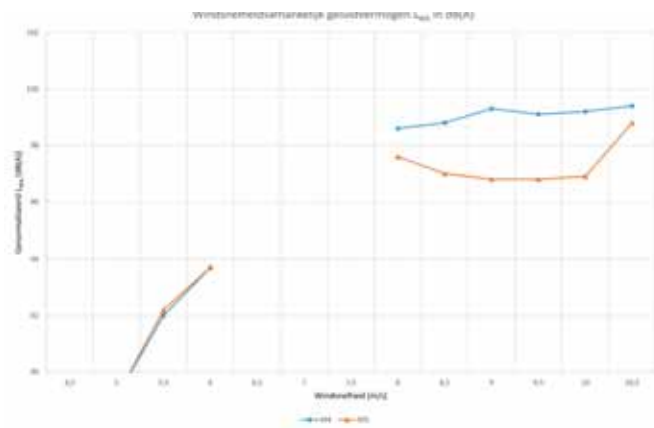
- Meetnauwkeurigheid;
- Windturbinecondities;
- Objecten nabij windturbine en variatie in oppervlakterutheid van het terrein leiden tot een afwijkend windprofiel en verhoogde turbulentie intensiteit;
- Meteorologische omstandigheden.



FIGUUR 5: WINDSNELHEIDSAFHANKELIJKE GELUIDEMISSIE VAN EEN DEZELFDE WINDTURBINE GEMETEN OP EEN TESTVELD OP VERSCHILLENDE DAGEN

In figuur 5 is het windsnelheidsafhankelijke geluidvermogen van één windturbine op drie verschillende dagen met verschillende meteorologische omstandigheden weergegeven. De spreiding

ding is vooral toe te kennen aan weers- en windomstandigheden en in mindere mate aan de meetnauwkeurigheid van het systeem. Uit figuur 5 blijkt de spreiding van de geluidvermogens 1 à 2 dB te zijn.

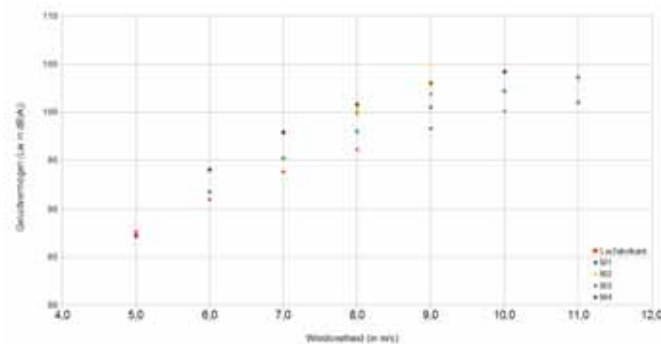


FIGUUR 6: VERGELIJKING GEMETEN GELUIDEMISSIE WINDTURBINE OP EEN TESTVELD TIJDENS VERSCHILLENDE METEOROLOGISCHE OMSTANDIGHEDEN

In figuur 6 is het geluidvermogen van één windturbine weergegeven, gemeten op een testlocatie op twee opeenvolgende dagen. De windrichting was tijdens de twee meetperiodes gelijk en het identieke meetsysteem lag op dezelfde positie. Tussen de meetperiodes heeft het geregend. Ondanks dat de brongeluidvermogens 12 uur na elkaar zijn vastgesteld is er een spreiding van circa 3 dB op het brongeluidvermogen waargenomen in het windsnelheidsbereik van 8,0 tot en met 10,5 m/s. Deze spreiding is voornamelijk toe te kennen aan weer- en windomstandigheden ten tijde van de meting.

#### SPREIDINGEN IN DE GELUIDEMISSIE OP LOCATIE

Op locaties waar windturbines in bedrijf zijn, zijn vele geluidmetingen verricht ter controle van de geluidemissie. Hieruit blijkt een relevant verschil tussen de gemeten windsnelheidsafhankelijke geluidemissie en de geluidemissies aangeleverd door de leverancier. Opvallend hierbij is dat er ook hogere geluidemissies optreden dan de door de leverancier gegarandeerde waarden. In figuur 7 zijn enkele in de praktijk vastgestelde geluidvermogens weergegeven tezamen met voor die specifieke windturbine gegarandeerde waarden.



FIGUUR 7: VERGELIJKING GEMETEN GELUIDEMISSIE PER WINDSNELHEID OP 3 VERSCHILLENDE LOCATIES AAN DEZELFDE WINDTURBINE MET LEVERANCIERSGEGEVENS

Het belangrijkste verschil met de metingen op het testveld heeft (naast variatie vanwege meteorologische omstandigheden) betrekking op locatiespecifieke omstandigheden zoals objecten nabij windturbines en variatie in de ruwheidslengte van het terrein, vanwege de invloed op de stabiliteit van het windprofiel en turbulentie van de stroming.

Deze locatiespecifieke omstandigheden kunnen een relevante invloed hebben op de geluidemissie<sup>5,6</sup>. Het is dus mogelijk dat bij

een steekproefsgewijze controle van het geluidvermogen een afwijkende jaargemiddelde emissie-term wordt vastgesteld, louter als gevolg van de geluidemissie van de windturbine zelf (en niet door een afwijkende distributieve windsnelheidsverdeling).

#### HANDHAVING

Bij het vaststellen en beoordelen van de geluidbelasting van windturbines wordt globaal het stappenplan doorlopen zoals dit is weergegeven in figuur 2. Controle of de daadwerkelijk optredende geluidbelasting van een windturbine voldoet aan grenswaarden bestaat dus uit het verifiëren van de gehanteerde gegevens in de berekening. In het Reken- en meetvoorschrift is in paragraaf 2.6 aangegeven op welke wijze handhaving dient plaats te vinden, bijvoorbeeld in klachtensituaties. Hierin wordt de steekproefsgewijze controle van het geluidvermogen als methode omschreven (zie A, in figuur 2). Daarnaast is in artikel 3.14e van de Activiteitenregeling aangegeven dat de jaargemiddelde emissie-term 'gebaseerd op de effectieve werking gedurende het afgelopen kalenderjaar' door de exploitant wordt geregistreerd (zie B). Handhaving kan zich dus ook richten op de bepaling van de invloed van de daadwerkelijk opgetreden windsnelheid op ashoogte op de jaargemiddelde emissie-term. Deze daadwerkelijke windsnelheid wordt afgeleid uit productiegegevens van de windturbine van het afgelopen kalenderjaar en de powercurve.

Steekproefsgewijze emissiemetingen controleren of de gehanteerde geluidgegevens van de prognose (testveldmetingen) van toepassing zijn op de betreffende locatie (zie figuur 8). Hierbij wordt op dezelfde locatie nabij de windturbine op een meetplaat het geluidniveau gemeten waaruit de geluidemissie wordt berekend gerelateerd aan de windsnelheid op ashoogte.

Nadeel van de beoordelingssystematiek is dat de controle grotendeels rekenkundig wordt uitgevoerd, welke door omwonenden vanwege de vele aannames en ondoorgroendelijke beoordelingssystematiek als onbevredigend kan worden ervaren. Om omwonenden in klachtensituaties tegemoet te komen kan het in bepaalde situaties zinvol zijn metingen bij woningen uit te voeren. Tevens worden locatiespecifieke invloeden op de geluidemissie meegenomen in deze metingen.

#### METINGEN BIJ WONINGEN

In paragraaf 2.6 van het RMVW wordt aangegeven dat handhaving door middel van immissiemetingen niet goed mogelijk is. Daarom dienen handhavingmetingen toegespitst te worden op controle van het geluidvermogen. Dit staat haaks op de wens van de omwonenden om de geluidbelasting van windturbines bij hun woningen te meten, zonder allerlei berekeningen en de aannames die daarbij gedaan worden.

Is het meten van windturbinegeluid bij woningen dan echt onmogelijk? Doordat de geluidgrenswaarden voor windturbines een jaargemiddelde zijn en er diverse andere geluidbronnen in de omgeving een geluidniveau bij de woningen veroorzaken moet er een goede stoorgeluidcorrectie plaatsvinden. Voor een goede stoorgeluidcorrectie dient de windturbine met grote regelmaat stil gezet te worden (circa 50% van de tijd). Daarnaast dient men zich er van te vergewissen dat de metingen, zowel met windturbine in bedrijf als buiten bedrijf, niet worden verstoord door allerlei incidentele voorgrondgeluiden. Om zeker te stellen dat er geen verstorende voorgrondgeluiden optreden is het bemand meten een voorwaarde. Daarnaast dienen de metingen gedurende een lange periode te worden uitgevoerd aangezien er getoetst dient te worden aan jaargemiddelde grenswaarden. Het bemand uitvoeren van de geluidmetingen staat praktisch (en financieel) gezien op gespannen voet met de wens om de geluidbelasting gedurende een langere periode (ten minste een aantal maanden maar het

liefst een jaar) bij allerlei verschillende weersomstandigheden vast te stellen.



FIGUUR 8: STEEKPROEFSGEWIJZE GELUIDMETING BIJ EEN WINDTURBINE OP LOCATIE

Overwogen kan worden om uitsluitend de metingen in de relatief stille nachtperiode te gebruiken voor een beoordeling van het windturbinegeluid. Hierbij is alleen toetsing aan de grenswaarde van 41 dB  $L_{\text{night}}$  aan de orde. Uit diverse onderzoeken in de praktijk blijkt dat in grote delen van Nederland het omgevingsgeluidniveau, zelfs in de nachtperiode, nog dusdanig hoog is dat slechts een klein deel van de metingen geschikt zijn voor een indicatieve beoordeling van het windturbinegeluid onder de specifieke meteorologische omstandigheden die dan optreden. Een jaargemiddelde waarde kan op deze wijze echter niet bepaald worden, waardoor directe toetsing aan grenswaarden niet mogelijk is.

Is er dan wel enige waarde toe te kennen aan directe immissiemetingen bij windturbinegeluid? Voor een nauwkeurige (en juridisch waterdichte) beoordeling van windturbinegeluid zijn deze metingen slechts beperkt bruikbaar en gezien de benodigde (financiële) inspanning niet direct te rechtvaardigen. Toch kunnen deze metingen bijdragen aan een meer genuanceerd beeld van de optredende geluidbelasting van windturbines en de daaraan gekoppelde beleving. Hierbij zijn onder andere de volgende aspecten te onderscheiden.

### Vertrouwen en transparantie

De hinderbeleving wordt voor een deel gevoed door wantrouwen. Eerder is reeds opgemerkt dat diverse berekeningen en aannames het vertrouwen niet vergroten. Door het uitvoeren van directe immissiemetingen wordt het aandeel berekeningen tot een minimum beperkt. Het vertrouwen kan nog verder worden vergroot door de geluidonderzoeken zo transparant mogelijk uit te voeren. Door alle vastgestelde meetwaarden real-time beschikbaar te stellen aan belangstellenden, bijvoorbeeld mid-

dels een internet portal in combinatie met een duidelijke uitleg, wordt de transparantie vergroot.

### Inzicht in optredende geluidbelastingen

Het beschikbaar stellen van de gemeten geluidniveaus bij de woningen aan omwonenden geeft niet alleen inzicht welke geluidniveaus vanwege windturbines optreden, maar ook welke geluidniveaus van diverse andere omgevingseigen geluidbronnen in de praktijk optreden. Hierdoor wordt men zich meer bewust van het akoestische klimaat waarin men leeft en dat het windturbinegeluid slechts een van de vele geluidsoorten is die het totale geluidniveau bij de woningen bepaalt.

### Indicatieve beoordeling van windturbinegeluid onder allerlei omstandigheden

De directe immissiemetingen kunnen weliswaar niet gebruikt worden voor een juridisch bestendige beoordeling van het windturbinegeluid, maar de momenten met een verwaarloosbare bijdrage van stoorgeluid kunnen wel gebruikt worden voor een indicatieve beoordeling van het windturbinegeluid. Deze beoordeling kan de berekende geluidniveaus bij woningen ondersteunen, zodat meer vertrouwen wordt verkregen in de berekeningen. Tevens vindt deze indicatieve beoordeling plaats onder allerlei verschillende meteorologische omstandigheden waardoor ook inzicht wordt verkregen in de invloed van deze meteorologische omstandigheden op de geluidbelasting.

### De gemeten geluidniveaus maken de discussies meer objectief

Door inzicht te krijgen in geluidniveaus die in de praktijk optreden ten gevolge van zowel windturbinegeluid als omgevingseigen geluidbronnen kunnen de discussies meer worden toegespitst op objectieve kwantitatieve waarden dan op subjectieve belevingen.

### CONCLUSIE

Een totale beoordeling van windturbinegeluid aan wettelijke grenswaarden kan niet zonder berekeningen en aannames. Dit is inherent aan het feit dat er jaargemiddelde grenswaarden gelden en dat het geluidniveau van windturbines bij woningen niet constant dominant is ten opzichte van het omgevingsgeluidniveau. De geluidemissie van windturbines op locatie kan wel goed worden gecontroleerd op basis van metingen. Uit reeds verrichte controles blijkt dat, mede als gevolg van lokale omstandigheden, een relevante afwijking kan optreden van de geluidemissie op locatie ten opzichte van de geluidemissie vastgesteld op een testveld. Gezien de gevonden afwijkingen in de praktijk bij dergelijke controles is het aan te bevelen dergelijke metingen in bepaalde situaties (bijvoorbeeld bij geluidklachten) ook uit te voeren.

Door omwonenden wordt de controle van uitsluitend de geluidemissie van de windturbine (zowel steekproefsgewijze vaststelling geluidvermogen en LE-bepaling) vaak als onbevredigend ervaren. In dergelijke situaties kunnen directe immissiemetingen (metingen bij woningen) ondanks hun beperkingen toch een wenselijke aanvulling vormen.

### NOTEN

- 1 Bijlage 4 van de Activiteitenregeling milieubeheer 'Reken- en meetvoorschrift windturbines', 2011
- 2 IEC 61400-11:2002 – Windturbines – Deel 11: Meettechnieken voor akoestische geluidshinder.
- 3 Handleiding meten en rekenen industrielaawaai uit 1999
- 4 IEC 61400-11:2012 – Windturbines – Deel 11: Meettechnieken voor akoestische geluidshinder
- 5 L. Søndergaard, Noise from wind turbines under non-standard conditions, Internoise 2012
- 6 T. Evans and J. Cooper, Effects of different meteorological conditions on wind turbine noise, Australian Acoustical Society, Victor Harbor, 2013