

Informatieblad



Geluid



Schaduw



Veiligheid

# Windturbines

Besluit voorzieningen en installaties

**Provincies, gemeenten,  
milieu(advies)diensten, energiebedrijven,  
windturbinefabrikanten, initiatiefnemers  
op het gebied van windenergie en alle andere  
betrokkenen bij windturbineprojecten**

# Windturbinen





# Inhoud

- 1 Inleiding 5**
  - 2 Geluid 6**
    - 2.1 Geluidvragen 'uit het veld' 7
  - 3 Slagschaduw 13**
    - 3.1 Verstoringaspect 13
    - 3.2 Normstelling duur en schaduwgevoeligheid 13
  - 4 Veiligheid 15**
  - 5 Overige aspecten 16**
    - 5.1 Lichtschittering 16
    - 5.2 Afvalstoffen 16
- Verklarende woordenlijst 17**



# 1 Inleiding

## Voor wie is dit informatieblad bedoeld?

Dit informatieblad is bedoeld voor provincies, gemeenten, milieu(advies)diensten, energiebedrijven windturbinefabrikanten, initiatiefnemers op het gebied van windenergie en alle andere betrokkenen bij windturbineprojecten in Nederland die onder de amvb 'Besluit voorzieningen en installaties milieubeheer' (v&t), en specifiek het daarin opgenomen onderdeel 'windturbines' (Artikel 2, lid 1 sub e) vallen, dat per 1 december 2001 van kracht is geworden.

In het Besluit installaties en voorzieningen milieubeheer (Staatsblad 487, 2001) worden in artikel 2, lid 1 sub e de uitsluitingsgronden van het besluit weergegeven voor wat betreft het onderdeel windturbines. Door het invullen van het meldingsformulier (RM08; zie [www.infomil.nl](http://www.infomil.nl) > publicaties) kan heel snel bepaald worden of een windturbineproject onder de werkingssfeer van het Besluit valt. Het besluit is niet van toepassing op windturbineprojecten die bijzondere windturbines omvatten qua fysieke verbinding met de (water)bodem (mag dus alleen sprake zijn van een 'vaste' mast), of turbines omvatten die een bijzondere soort van draaias kennen (mag alleen een nagenoeg horizontale as zijn). Daarnaast mag de afstand van enige turbine (kan er slechts een of een van meerdere in geval van een windpark, zijn) tot de dichtstbijzijnde woning van derden niet kleiner dan viermaal de ashoogte van die turbine zijn en mag, tot slot, het gezamenlijk vermogen niet meer dan 15 MW zijn. Dit laatste criterium betreft een anticipatie op een aanstaande wijziging in het MER-beoordelingscriterium voor windparken.

## Wat is het doel van het informatieblad?

Dit informatieblad geeft uitleg over de onderwerpen die als meest relevant beschouwd kunnen worden bij windturbines: Deze onderwerpen zijn: geluidemissies en beoordeling ervan (WNC-40 systematiek), slagschaduweffecten en veiligheid. De nadruk van dit informatieblad ligt op de onderwerpen geluid en slagschaduw. Daarnaast zal kort worden stilgestaan bij een ander specifiek 'fenomeen' lichtschildering. De overige aspecten zullen geen extra aandacht krijgen in dit informatieblad. Er zal in dit blad voor de aspecten geluid, zijnde specifiek het vermeende impuls karakter ervan en bij het aspect veiligheid, de certificeringsnorm, verwezen worden naar uitgebreidere studies die hierna reeds verricht zijn in opdracht van NOVEM door Lichtveld Buis & Partners BV.

Wilt u meer weten over het Besluit v&t, raadpleeg dan de website van InfoMil ([www.infomil.nl](http://www.infomil.nl)) of de overheidsinformatie voor de officiële tekst van het Besluit ([www.overheid.nl/op](http://www.overheid.nl/op)). Voor specifieke vragen over de nieuwe regelgeving kunt u onder andere terecht bij de milieuafdeling van uw gemeente. Voor andere onderwerpen in het nieuwe besluit die in dit informatieblad niet aan de orde komen, zoals bijvoorbeeld afvalstoffen en de relatie met andere wetgeving als de WRO en het MER-onderdeel in de Wm e.d. is veel informatie beschikbaar bij diverse fabrikanten en in andere documenten. Voor vragen over deze onderwerpen kunt u in ieder geval terecht bij de milieuafdeling van uw gemeente en adviesbureaus op dit gebied.

## Waarom dit informatieblad?

Het als nieuw te beschouwen onderdeel windturbines uit het besluit v&t geeft, met name gelet op de specifieke milieueffecten geluid en slagschaduw van deze ook als relatief nieuw te beschouwen soorten van inrichtingen in de zin van de Wet milieubeheer, aanleiding om ten aanzien van deze aspecten nadere toelichting te verstrekken in de vorm van dit informatieblad.

## Hoe dit blad te gebruiken?

In de vorm van vragen en antwoorden zal getracht worden om de inmiddels gerezen vragen die schriftelijk via InfoMil en VROM binnengekomen zijn en mondeling via reeds gestarte landelijke voorlichtingscampagnes in opdracht van energiebedrijven en fabrikanten, te beantwoorden. Het thans voorliggende informatieblad is dan ook achtereenvolgens gericht op de geluidsaspecten (hoofdstuk 2), slagschaduw (3) en veiligheidsaspecten (4).

# 2 Geluid

Geluid van windturbines is bij de hedendaagse moderne exemplaren in hoofdzaak afkomstig van het met grote snelheid door de lucht bewegen van de rotorbladen. Dit veroorzaakt een ruisachtig geluid. Indien er zich binnen een bepaalde afstand van de windturbine(s) woningen bevinden, zal onder bepaalde omstandigheden mogelijk geluidhinder op kunnen treden. Vandaar dat er voor windturbines' ook geluidnormen in het besluit staan opgenomen onder bijlage III (WNC40). De geluidemissie van windturbines, en ook de normstelling hiervoor, is wat lastiger te interpreteren dan dat van de 'reguliere' (industriële) geluidbronnen, aangezien er een variatie met de windsnelheid optreedt ('Hoe harder de wind, hoe harder het geluid<sup>1</sup>'). Om hierover een nadere uitleg en verduidelijking te geven zullen in paragraaf 2.2 de volgende vragen beantwoord worden:

<sup>1</sup> De bronsterkte  $L_w$  en het referentieniveau van het omgevingsgeluid

- a Welke geluidgrenswaarden gelden er nu?
- b Waar gelden de geluidnormen?
- c Waarom is er sprake van een curve (glijdende schaal) en niet slechts één geluidgrenswaarde?
- d Waar is de windnormcurve (WNC40) op gebaseerd?
- e Op welke hoogte wordt de windsnelheid bepaald?
- f Heeft windturbinegeluid nog andere bijzondere kenmerken, zoals tonaliteit, impulsachtig karakter, geluidpieken?
- g Hoe dienen geluidnormen geïnterpreteerd te worden indien sprake is van een cumulatie van windturbinegeluid, en geluid van andere, niet van de windsnelheid afhankelijke geluidbronnen?
- h Moet het bevoegd gezag in het kader van zonebeheer de WNC-curve accepteren?
- i Windturbines welke onder de werking van de amvb voorzieningen en installaties vallen dienen te voldoen aan de zogenoemde WNC-40 curve vanwege de maatgevende nachtperiode. Betekent dit nu dat deze windturbines in de avond- en dagperiode ook aan de WNC-40 curve moeten voldoen of mag een respectievelijk 5 en 10 dB(A) hogere immissie worden toegestaan?
- j In artikel 6 sub 5 wordt aangegeven dat een akoestisch onderzoek moet aantonen dat aan voorschrift 1.1.1 wordt voldaan. In voorschrift 1.1.4 is echter bepaald dat voor type A inrichtingen voorschrift 1.1.1 niet van toepassing is, indien de gemeente lokaal geluidbeleid inclusief grenswaarden voor dat gebied heeft geformuleerd. Ligt het niet voor de hand dat in artikel 6 sub 5 tevens aan voorschrift 1.1.4 wordt gerefereerd?
- k Een windturbine maakt deel uit van een type C inrichting. Voor de windturbine is een melding zonder akoestisch onderzoek vereist. Maar het zou kunnen dat door de uitbreiding de geluidnormen van de vergunning worden overtreden. Normaal gesproken moet de uitbreiding van een inrichting 10 dB(A) onder de normen van de oprichtingsvergunning liggen. De voorschriften uit V&I zijn echter van toepassing. Hoe zit dit?
- l Moet het  $L_{Ar,LT}$  van een windturbine worden getoetst aan de wnc-curve in plaats van het algemene geluidvoorschrift 1.1.1? Hoe zit het verder met de beoordeling van het  $L_{Amax}$ ?
- m Voor een inrichting type B of C gelden de geluidvoorschriften uit de desbetreffende vergunning of Amvb. In artikel 6 sub 5 en 6 sub 7 wordt verwezen naar voorschrift 1.1.1 van bijlage 2, dat dus niet van toepassing is op een type B of C inrichting. Hoe is dit met elkaar te rijmen?
- n Onderzoekers van de Rijksuniversiteit Groningen (RUG) hebben een afwijkend windsnelheidsprofiel geconstateerd bij geluidmetingen aan windturbines nabij Bourtagne. Hoe zit dit?
- o Hoe herken ik een kwalitatief goed geluidrapport dat betrekking heeft op een windturbineproject?

## 2.1 Geluidvragen 'uit het veld'

De antwoorden op de in de vorige paragraaf genoemde vragen luiden als volgt.

### a Welke geluidgrenswaarden gelden er nu?

Bij vergunningverlening, en in diverse wat oudere amvb's, werd meestal een relatie gelegd tussen de grenswaarde, en het zogenaamde referentieniveau ter plaatse van de nabij de inrichting (bijvoorbeeld windturbine) gesitueerde woningen of andere geluidgevoelige bestemmingen. De rijksoverheid is met de operatie MIG voornemens om in de nabije toekomst meer bevoegdheden inzake geluidbeleid en normstelling over te hevelen naar de lokale overheden. Vanwege de zogenaamde MDW-operatie heeft men er ook nu voor gekozen om de voorheen gebruikelijke en vaak in amvb's en vergunningen voorgeschreven relatie tussen het heersende (en daarmee ook variabele!) referentieniveau en de te stellen geluidgrenswaarden los te laten en een set aan standaardrichtwaarden te stellen. Het bevoegd gezag kan autonoom of op verzoek afwijken van de richtwaarden door het stellen van een nadere eis, zowel in positieve als in negatieve zin. Indien het bevoegd gezag geen nadere eis stelt, zijn de richtwaarden zoals gesteld in bijlage 1 van de amvb, automatisch grenswaarden. Deze standaardrichtwaarden luiden:

- 50 dB(A) voor de dagperiode (07:00–19:00 uur);
- 45 dB(A) voor de avondperiode (19:00–23:00 uur);
- 40 dB(A) voor de nachtperiode (23:00–07:00 uur).

Let wel, deze eisen gelden voor het langtijdgemiddelde beoordelingsniveau  $L_{Ae,LT}$  zoals gedefinieerd in de 'Handleiding meten en rekenen industrielawaai' (1999).

### b Waar gelden de geluidnormen?

Het Besluit v&t stelt richtwaarden voor het geluidniveau ter plaatse van nabijgelegen woningen van derden of andere geluidgevoelige bestemmingen. De amvb's vanaf 1998 en de nota van toelichting van het Besluit grenswaarden rond industrieterreinen van de Wgh en (oude) jurisprudentie geven duidelijk aan wat hieronder valt, en wat niet. Zo vallen scholen, en intramurale gezondheidszorggebouwen hieronder. Niet hieronder vallen tijdelijke asielzoekerscentra, kantoren en andere 'werkplekachtige' objecten. De website van InfoMil geeft een uitgebreide omschrijving van hetgeen als zijnde geluidgevoelige bestemming dient te worden aange-merkt (zie [www.infomil.nl/geluid/gevoelig.htm](http://www.infomil.nl/geluid/gevoelig.htm)).

Het besluit v&t geeft een belangrijke uitzondering hierop, namelijk naast dat de eigen bedrijfswoningen behorende bij de individuele windturbine of het windpark geen geluidgevoelig object zijn, is de op bedrijventerreinen gesitueerde (bedrijfs)woningen van derden dat ook niet. Dit laatste geldt overigens alleen indien er zich gemiddeld op het bedrijventerrein niet meer dan één woning per ha. bevindt. Bovendien worden in het Besluit grenswaarden in zones rond industrieterreinen boerderijen als geluidgevoelige bestemming uitgezonderd.

### c Waarom is er sprake van een curve (glijdende schaal) en niet slechts één geluidgrenswaarde?

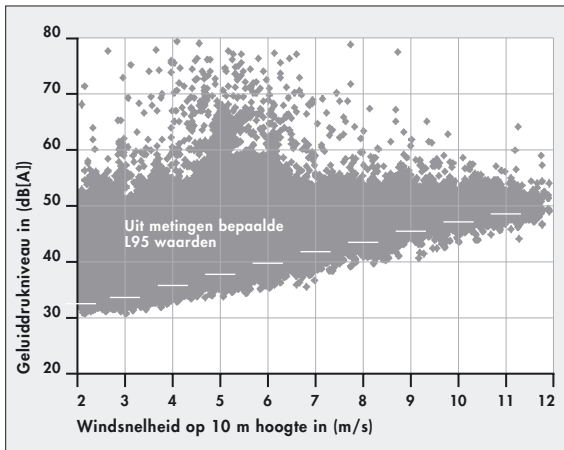
Bij het bepalen van de geluidimmissie van al dan niet vergunningplichtige bedrijven, niet zijnde windturbines of windparken, zal bij voorkeur de geluidimmissie bepaald worden door middel van het verrichten van metingen ter plaatse van de nabijgelegen woningen. Dit levert namelijk een nauwkeurigere beoordeling op dan wanneer de geluidimmissie door middel van geluidoverdrachtsberekeningen bepaald wordt. Wel heeft dit als nadeel dat er dan vaak sprake is van het meten van lagere geluidniveaus, dan in de situatie dat er op korte afstand van geluidbronnen gemeten wordt. Aangezien directe immissiemetingen daardoor al snel verstoord worden door allerlei andere geluiden (m.n. wegverkeerslawaaï en weersinvloeden), worden deze dan ook uitgevoerd tijdens het meest rustige deel van de nachtperiodes (tussen 03:00 en 05:00 uur), waarbij sprake is van geen tot weinig wind of andere verstorende invloeden. Bij windturbines wordt het probleem dan ook al direct duidelijk: windturbines zijn onder dergelijke omstandigheden niet in bedrijf!

Met het toenemen van de windsnelheid neemt ook het verstorende geruis in de omgeving van de woning toe, zodat directe immissiemetingen, met een voldoende grote signaal-ruisverhouding veelal niet meer mogelijk zijn.



De navolgende figuur 2.1 geeft een voorbeeld van de resultaten van geluidmetingen op een locatie bij een woning nabij een potentiële windparklocatie. In de grafiek zijn vele tienduizenden gemeten waarden van het geluiddrukkniveau uitgezet tegen de gelijktijdig gemeten windsnelheid op 10 m hoogte.

**Figuur 2.1: Voorbeeld van mogelijke resultaten van gemeten windsnelheden en geluiddrukkniveaus**



Uit de figuur blijkt duidelijk dat (in deze voorbeeldsituatie) het laagste te meten geluidniveau (het geluidniveau vanwege omgevingsgeluiden, dat voor elke windsnelheid gedurende 95% van de tijd overschreden wordt; nagenoeg overeenkomende met de onderzijde van de 'wolk' aan meetpunten), vanaf ca. 7 m/s al ca. 10 dB hoger is dan bij de lage windsnelheden (0–3 m/s) waarbij normaliter immisiemetingen verricht worden. Als de achtergrondgeluidniveaus hoger zijn dan 30 dB(A), neemt het effect echter af. Een en ander hangt ook af van de reinheid van de omgeving en de aard van de begroeiing.

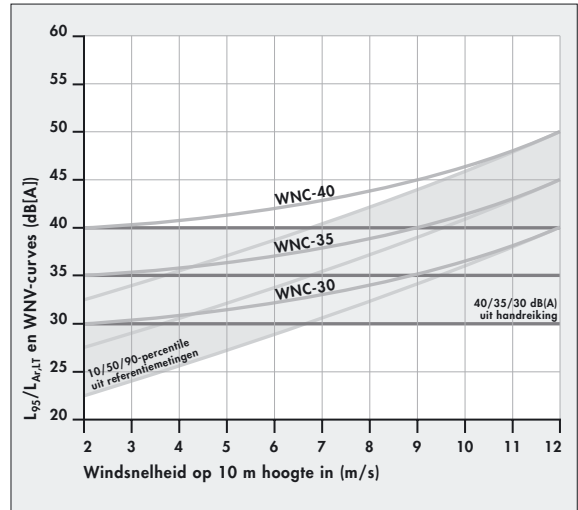
De kans op geluidhinder is gerelateerd aan de hoogte van de referentieniveaus van het omgevingsgeluid, het  $L_{95}$ . Het is evident dat bij een hoog referentieniveau van het omgevingsgeluid de kans op geluidhinder vanwege een constante geluidbron zal afnemen. Er zal namelijk steeds meer maskering van het geluid van deze geluidbron optreden, tot het moment dat het omgevingsgeluidniveau zo hoog is, dat de geluidbron niet eens meer hoorbaar is. De kans op geluidhinder is dan tot nul afgenomen. Echter ook de geluidemissie van de windturbine is niet constant, en zal in het algemeen toenemen met de windsnelheid. De (berekende) geluidimmissiecurve vanwege een windturbine of windpark zal dan ook getoetst dienen te worden aan een normcurve. Alleen dan kan er sprake zijn van een zorgvuldige milieuhygiënische beoordeling van dit verstoringaspect in het kader van de Wet milieubeheer.

### d Waar is de windnormcurve (WNC40) op gebaseerd?

De windnormcurve is enerzijds gebaseerd op de basisrichtwaarde van 40 dB(A) voor de nachtperiode zoals onder antwoord a. aangegeven is, en anderzijds bij hogere windsnelheden op een zodanig referentieniveau dat een goede en evenwichtige beoordeling van de geluidimmissie bij alle windsnelheden mogelijk wordt. Om dit deel van de WNC-40 te kunnen bepalen is in opdracht van NOVEM door raadgevend ingenieursbureau Lichtveld Buis & Partners BV (te Utrecht) een zeer uitgebreide, landelijke meetcampagne opgezet, waarbij op vele locaties nabij potentiële windparken wind-geluidreferentiemetingen verricht zijn. Dit is gebeurd zowel tijdens de gehele zomer- als ook de gehele winterperiode (e.e.a. overeenkomstig figuur 2.1). De uit dit onderzoek resulterende, onderstaande figuur 2.2 geeft:

- de waarden van 30, 35 en 40 dB(A) voor de nachtperiode; afkomstig uit de voorkeurstabel van de 'handreiking industrielawaai en vergunningverlening';
- de 10, 50 en 90-percentiel van alle uit de metingen bepaalde  $L_{95}$  curves;
- de uit de beide hiervoor genoemde curves bepaalde Windnormcurves (WNC).

**Figuur 2.2**



De genoemde percentielwaarden kunnen als volgt omschreven worden (voorbeeld 10-percentiel): van alle  $L_{95}$  waarden die door middel van geluidmetingen bepaald zijn (bijv. 80 getallen) is de 10-percentiel waarde de waarde die op 10% van de hoogste waarde zit. Dus in het voorbeeld met 80 waarden: de 8-ste hoogste waarde ( $0,10 \times 80$ ).

Zo zal de 50-percentiel waarde in het voorbeeld de 40-ste hoogste waarde zijn ( $0,50 \times 80$ ) en de 90-percentiel waarde in het voorbeeld betreft dan de 72-ste hoogste waarde ( $0,90 \times 80$ ).

**e Op welke hoogte wordt de windsnelheid bepaald?**

In principe zal het niet uitmaken op welke hoogte de windsnelheid bepaald wordt, als er maar voor gezorgd wordt dat het referentieniveau van het omgevingsgeluid bij een windsnelheid bepaald wordt op dezelfde meethoogte als waarbij de bronsterkte van de windturbine bepaald wordt. Mogelijk dat dan nog wel een correctie aangebracht dient te worden voor een afwijkend windsnelheidsprofiel (het toenemen van de windsnelheid op grotere afstand tot de bodem) tussen de locatie waarop de bronsterkte van de windturbine bepaald wordt en de locatie alwaar de windturbines geplaatst zullen worden. Uitgaande van de zogenaamde ruwheidslengte van een bepaalde locatie kan hiervoor een voldoende nauwkeurige correctie voor de over de nachtperiode gemiddelde windsnelheid op 10 m hoogte berekend worden. De internationale norm IEC 61400-II geeft hiervoor de nodige aanwijzingen. Aangezien de bij windturbines geleverde meetrapporten van de bronvermogens meestal uitgaan van windsnelheidsmeethoogten van 10 m, is, mede om verwarringen te voorkomen, dit min of meer als standaardmeethoogte voor de windsnelheid te beschouwen.

**f Heeft windturbinegeluid nog andere bijzondere kenmerken, zoals tonaliteit, impulsachtig karakter, geluidpieken?**

In opdracht van NOVEM is door raadgevend ingenieursbureau Lichtveld Buis & Partners BV een onderzoek verricht naar het vermeende impulsachtige karakter vanwege het intermitterende karakter van de rotorbladpassages. Mede naar aanleiding van de gelijkkluidende conclusies in deze rapportage is ook door het ministerie vROM geconcludeerd dat er meestal geen sprake is van een impulsachtig of tonaal karakter bij windturbinegeluid. Verwezen wordt naar de betreffende rapportages RO60480aaAI.hg (publieksversie) of RO60480aaA2.tk d.d. 15 maart 2002, opgesteld door Lichtveld Buis & Partners BV en via NOVEM rechtstreeks te downloaden via hun website [www.den.novem.nl/wind/publicaties.htm](http://www.den.novem.nl/wind/publicaties.htm).

Geluidpieken zijn feitelijk niet aanwezig. Wel kan bij windturbines die voorzien zijn van tipremmen op de uiteinden van de rotorbladen, kortdurend een verhoging van het geluidniveau optreden. Dergelijke tijdelijke verhogingen van het geluidniveau zullen echter in het algemeen niet meer dan 10 dB hoger zijn dan de langtijdgemiddelde geluidemissie van de windturbine. Gelet op het feit dat de grenswaarde voor piekgeluiden 10 dB hoger is dan de grenswaarde voor het equivalente geluidniveau, zal dit in

de praktijk niet snel tot problemen leiden. Bij vlagerige wind zijn bij kleine windturbines, met weinig massa, wel kortstondige niveauverhogingen (of -verlagingen) te verwachten. Gelet op de relatief trage stijgtijd van de niveauverhoging is dit geenzins als een 'piek' te beschouwen waarvoor een toeslag van 5 dB moet worden toegepast. Bij grotere windturbines treedt dit verschijnsel ten gevolge van de grote massa van de rotorbladen niet op.

**g Hoe dienen geluidnormen geïnterpreteerd te worden indien er sprake is van een cumulatieve van windturbinegeluid, en geluid van andere, niet van de windsnelheid afhankelijke geluidbronnen?**

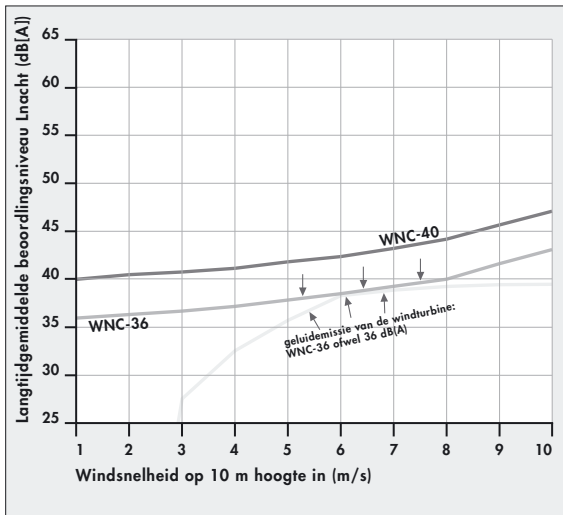
De systematiek waarbij de WNC gehanteerd wordt is een specifieke interpretatie van de 'normale', uit één getal bestaande, richtwaarde. Zo dient de WNC40 bij berekeningen betreffende de cumulatie van geluid beschouwd te worden als zijnde een enkelvoudige waarde van 40 dB(A). In de praktijk kan men deze bijdrage van de windturbine of het windpark bepalen door voor alle windsnelheden tot en met 10 m/s het langtijdgemiddelde beoordelingsniveau  $L_{Ar,LT}$  te bepalen. Vervolgens zet men deze af tegen de WNC40. Door nu deze WNC verticaal te verschuiven totdat alle waarden van het langtijdgemiddelde beoordelingsniveau  $L_{Ar,LT}$  bij alle windsnelheden onder de waarden van de WNC liggen, heeft men de bijdrage van de windturbine bepaald uitgedrukt in een WNC-waarde.

**Voorbeeld**

**Inrichting bestaande uit een windturbine en een stationair draaiende ventilator**

De ventilator draagt bijvoorbeeld 34 dB(A) bij aan het langtijdgemiddelde deelbeoordelingsniveau  $L_{Ar,LT}$  ter plaatse van het beoordelingspunt. Voor dit beoordelingspunt wordt ook de bijdrage van de windturbine bepaald bij alle windsnelheden tot en met 10 m/s. De WNC40 wordt nu verschoven totdat de berekende curve van de windturbine hier geheel onder ligt. Aldus wordt in dit voorbeeld de WNC40 4 dB omlaag geschoven, zodat de WNC36 verkregen wordt. Bij de sommatie wordt nu voor de windturbine uitgegaan van 36 dB(A) (zie ook figuur 2.3), zodat dit samen met de 34 dB(A) van de ventilator een langtijdgemiddelde beoordelingsniveau  $L_{Ar,LT}$  geeft van 38 dB(A).

**Figuur 2.3: Voorbeeld: de bijdrage van de windturbine bedraagt 36 dB(A) in dit voorbeeld**



#### **h Moet het bevoegd gezag in het kader van zonebeheer de WNC-curve accepteren?**

In het Besluit voorzieningen en installaties wordt nergens aangegeven dat toetsing aan de zonegrens met inachtneming van de windnormcurve dient plaats te vinden. In principe dient toetsing aan de zonegrens plaats te vinden conform het gestelde in het Meet- en rekenvoorschrift industrielawaai (Staatscourant 21 juni 2001, nr. 117/pag. 10). In het Meet- en rekenvoorschrift wordt in artikel 3 aangegeven dat bepaling van het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau vanwege een industrieterrein of een gedeelte daarvan plaats moet vinden volgens één van de methoden van de 'Handleiding meten en rekenen industrielawaai' (1999), onder de in genoemde handleiding bepaalde voorwaarden. In paragraaf 3.9 van deze Handleiding wordt als voorwaarde gesteld dat het geluid van een windturbine moet worden gemeten bij een windsnelheid van  $7 \pm 2$  m/s. Voor de aldus bepaalde curve bestaande uit meerdere waarden van het langtijdgemiddelde deelbeoordelingsniveau  $L_{A,LT}$  voor de windsnelheden tot 10 m/s, kan nu overeenkomstig de onder g) beschreven systematiek één enkele beoordelingswaarde bepaald worden.

Na deze handelingen worden de bijdragen van de wind gerelateerde en niet wind gerelateerde gecumuleerd en vergeleken met de waarde van de zonegrens en de vastgestelde hogere waarden en Maximaal Toelaatbare Geluidniveau's (MTG's) (indien sprake was van sanering).

- i Windturbines welke onder de werking van de amvb voorzieningen en installaties vallen dienen te voldoen aan de zogenoemde WNC-40 curve vanwege de maatgevende nachtperiode. Betekent dit nu dat deze windturbines in de avond- en dagperiode ook aan de WNC-40 curve moeten voldoen of mag een respectievelijk 5 en 10 dB(A) hogere immissie worden toegestaan?**

De Wm geeft aan dat in principe niet meer geluidruimte kan worden vergund dan dat feitelijk benodigd is voor de gewenste activiteiten waarbij tevens rekening moet worden gehouden met de zogenoemde 'Rock Bottom'-waarde zijnde het heersende referentieniveau (zie jurisprudentie ABRVS d.d. 4 juli 2001, nr. 200004370/1 en alleen van toepassing voor inrichtingen/bedrijven die *niet op gezoneerde industrieterreinen* liggen,). Aangezien windturbines 24 uur per etmaal in bedrijf kunnen zijn, zal deze activiteit ook gedurende het gehele etmaal een zelfde geluidemissie veroorzaken. Indien het regelsysteem van de windturbine(s) dit toelaat kan er in de dag- en avondperiode een 10 respectievelijk 5 dB(A) hogere immissie toegestaan worden.

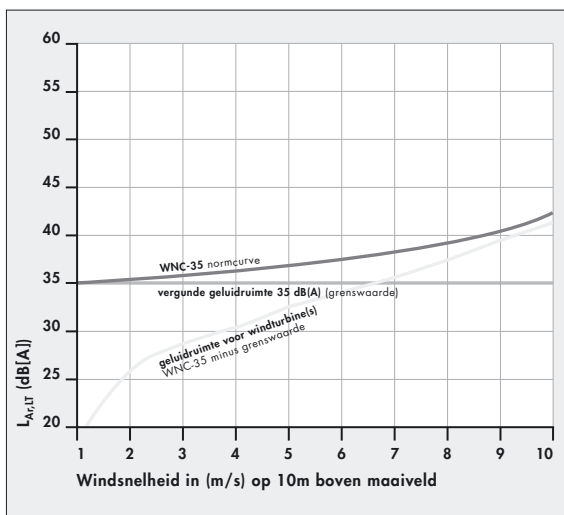
- j In artikel 6 sub 5 wordt aangegeven dat een akoestisch onderzoek moet aantonen dat aan voorschrift 1.1.1 wordt voldaan. In voorschrift 1.1.4 is echter bepaald dat voor type A inrichtingen voorschrift 1.1.1 niet van toepassing is, indien de gemeente lokaal geluidbeleid inclusief grenswaarden voor dat gebied heeft geformuleerd. Ligt het niet voor de hand dat in artikel 6 sub 5 tevens aan voorschrift 1.1.4 wordt gerefereerd?**

Indien een gemeente lokaal geluidbeleid heeft opgesteld met grenswaarden, treedt dit beleid in werking in plaats van voorschrift 1.1.1. Het ligt voor de hand dat het akoestisch onderzoek uit artikel 6.5 zich dan op de grenswaarden van het lokale geluidbeleid richt. In artikel 6 sub 5 naast voorschrift 1.1.1 zou ook duidelijker naar de optie voor lokaal beleid verwezen moeten worden. Hetzelfde geldt eigenlijk voor een type B of C inrichting waar een windturbine (of WKK) is opgesteld. In dat geval moet immers aan de voorschriften van de betreffende milieuvergunning dan wel amvb worden voldaan. De voorschriften van bijlage 2 van het Besluit voorzieningen en installaties zijn dan niet van toepassing. Bij hogere grenswaarden moet wel worden aangegeven dat de windturbine voldoet aan ALARA, dus geen vierkante wieken en omgezet plaatstaal.

**k Een windturbine maakt deel uit van een type C inrichting. Voor de windturbine is een melding zonder akoestisch onderzoek vereist. Maar het zou kunnen dat door de uitbreiding de geluidnormen van de vergunning worden overtreden. Normaal gesproken moet de uitbreiding van een inrichting 10 dB(A) onder de normen van de oprichtingsvergunning liggen. De voorschriften uit V&I zijn echter van toepassing. Hoe zit dit?**

Primair dient de methodiek zoals beschreven bij vraag g) te worden toegepast. In probleemsituaties (de geluidruimte van een type B of C inrichting is zonder windturbine al geheel verbruikt) kan het bevoegd gezag, bij nadere eis, bepalen dat de geluidruimte voor de gehele inrichting wordt gerelateerd aan de WNC gecorrigeerde vergunde norm of richtgrenswaarde uit een amvb (zie figuur 2.3). Hierbij wordt aangegeven dat de (extra) WNC-geluidruimte uitsluitend door het in werking zijn van de windturbine verbruikt mag worden. Door toepassing van de WNC curve ontstaat exclusieve geluidruimte voor de windturbine vanaf een windsnelheid van ca. 2 m/s. Dit gaat dus niet ten koste van de bestaande geluidrechten, aangezien bij lage windsnelheden de windturbine niet in bedrijf is. De onderstaande figuur 2.4 geeft een voorbeeld van de geluidruimte die ontstaat bij toepassing van de WNC curve, uitgaande van een grenswaarde voor het reeds bestaande en vergunde bedrijf van (in dit voorbeeld) 35 dB(A) en dat het bedrijf deze geluidruimte volledig nodig heeft.

**Figuur 2.4**



**l Moet het  $L_{Ar,LT}$  van een windturbine worden getoetst aan de WNC-curve in plaats van het algemene geluidvoorschrift 1.1.1? Hoe zit het verder met de beoordeling van het  $L_{Amax}$ ?**

In de toelichting van bijlage 3 wordt vermeld dat de WNC-curve geïnterpreteerd moet worden als de gecorrigeerde norm- of grenswaarde bij hogere windsnelheden. Bij een windsnelheid van 12 m/s (op 10 meter hoogte) worden de waarden van voorschrift 1.1.1 dus met 10 dB(A) opgehoogd. Dit geldt dus ook voor het  $L_{Amax}$ .

**m Voor een inrichting type B of C gelden de geluidvoorschriften uit de desbetreffende vergunning of Amvb. In artikel 6 sub 5 en 6 sub 7 wordt verwezen naar voorschrift 1.1.1 van bijlage 2, dat dus niet van toepassing is op een type B of C inrichting. Hoe is dit met elkaar te rijmen?**

Het ligt voor de hand dat het akoestisch onderzoek, genoemd in artikel 6 sub 5 en sub 7, geldt voor de grenswaarden 1.1.1 van bijlage 2 indien het een type B of C inrichting betreft. Voor een type B of C inrichting ligt het voor de hand dat het akoestisch onderzoek toetst aan de waarden die in de vergunning dan wel in de betreffende amvb worden genoemd. De interpretatie van de vergunningsgrenswaarden voor de cumulatieve geluidemissie van windturbine en de rest van de vergunde inrichting is reeds hiervoor aan de orde gekomen.

**n Onderzoekers van de Rijksuniversiteit Groningen (RUG) hebben een afwijkend windsnelheidsprofiel geconstateerd bij geluidmetingen aan windturbines nabij Bourtagne. Hoe zit dit?**

Er dient bij de bepaling van de geluidemissie vanwege een windturbine uitgegaan te worden van het over de nachtperiode gemiddelde windsnelheidsprofiel. Onder meer in de vroege ochtend en onder andere specifieke omstandigheden kunnen mogelijk afwijkende windsnelheidsprofielen optreden. De verwijzing vanuit het Besluit naar de IEC 61400-11 maakt dat echter een eenduidige methode voor de bepaling van en het rekenen met het windsnelheidsprofiel wereldwijd gehanteerd kan worden bij het opstellen van de geluidprognose. Ook de bij het meten en berekenen van de geluidoverdracht van toepassing zijnde handleiding meten en rekenen industrielaarwaai definieert het van toepassing zijnde meetooraam, en de diverse grootheden die van belang zijn bij de vaststellen van de geluidoverdracht. Er kan van uit gegaan worden dat deze methodieken een goede beschrijving geven van de over langere

perioden (de gehele 8 uur tijdens een nachtperiode) gemiddelde geluidsoverdracht. Daarmee zijn min of meer kortdurende, incidentele afwijkingen of bijzondere omstandigheden voldoende onder-  
vangen.

De belangrijkste conclusie uit het rapport van de RUG betreft het windsnelheidsprofiel: *'In berekeningen van de geluidsbelasting rond een windturbine (park) wordt uitgegaan van een logaritmisch windprofiel (= gebruikelijke aanname)'*. Het door de studenten van de RUG vastgestelde windprofiel blijkt onder bepaalde omstandigheden hiervan af te wijken, wat dan tot grotere geluidcontouren zou leiden.

Hierover kan opgemerkt worden dat de zogenaamde 'gebruikelijke aanname' een concreet voorgeschreven uitgangspunt is afkomstig uit de 'Handleiding meten en rekenen industrielawaai'. Voor alle geluidsonderzoeken die in het kader van de Wet milieubeheer verricht worden heeft e.e.a. dus in het geheel geen consequenties. Er zijn bovendien ook nog vele andere bijzondere geluidsoverdrachtssituaties denkbaar die tot een afwijking leiden van hetgeen in de handleiding voorgeschreven staat. Diverse door TNO/TPD en andere deskundigen verrichte onderzoeken geven hiervan legio voorbeelden.

#### **o Hoe herken ik een kwalitatief goed geluid-rapport dat betrekking heeft op een windturbineproject?**

Of een akoestisch (prognose-)rapport ten behoeve van een windturbineproject kwalitatief goed is, zal met name moeten blijken uit de resultaten van geluidmetingen die verricht worden nadat het windturbineproject opgericht is. Wel zijn er een aantal belangrijke kwaliteitsbepalende onderdelen op te noemen die in het (prognose)rapport terug dienen te komen:

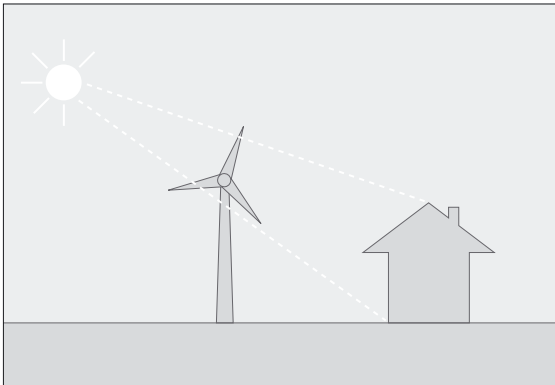
- alle metingen en berekeningen dienen uitgevoerd te zijn conform de 'Handleiding meten en rekenen industrielawaai' van 1999;
- bij de uitgangspunten dient een situatieschets opgenomen te zijn met minimaal de meest nabijgelegen woning, maar ook andere woningen indien daar een hogere geluidmissie te verwachten valt; verder dient een beschrijving opgenomen te zijn van de omgeving, met name indien op de locatie een afwijking optreedt van de standaard ruwheidslengte zoals aangegeven in de IEC 61400-II van 1998: 'Acoustic noise measurement techniques for wind turbine generator systems';
- bij de beschrijving van de geluidemissie van de windturbines dient altijd een concrete verwijzing opgenomen te zijn naar bronsterktemetingen die verricht zijn aan hetzelfde type windturbine, onder *dezelfde bedrijfsomstandigheden* zoals deze geplaatst zal worden, en verricht conform de hiervoor genoemde IEC 61400-II;

- indien de definitieve keuze van het windturbine-type nog niet gemaakt is, dient het type met de maximale bronsterkte als uitgangspunt bij de beoordeling genomen te worden;
  - indien het nieuw type windturbine betreft, kan een prognose van de windturbinefabrikant opgenomen worden; de bronsterktes die de fabrikant aangeeft, dienen door hen voor het voorliggende project gegarandeerd te worden;
- de geluidmissie dient berekend te worden voor elke windsnelheid vanaf 4/5 tot en met 10 m/s (ophogende per windsnelheidsverhoging met 1 m/s); de berekende waarden van het langtijdgemiddelde beoordelingsniveau  $L_{Ae,LT}$  dienen uitgezet te worden tegen de grenscurve WNC-40, en eventuele andere curves indien bij vergunningverlening hierom verzocht wordt door het bevoegde gezag.

# 3 Slagschaduw

Dit verstoringsaspect betreft een bewegende schaduw die ontstaat als de zon op de draaiende rotorbladen van de windturbine valt en treedt op aan de andere zijde van de turbine. Figuur 3.1 geeft dit schematisch aan.

Figuur 3.1: Verstoringsaspect slagschaduw



## 3.1 Verstoringsaspect

Het schaduweffect kent twee componenten:

- de wisselfrequentie (ook 'flikkerfrequentie' genoemd);
- de duur (in minuten per dag/jaar).

De eerstgenoemde component kan zelfs leiden tot gezondheidsschades als de frequentie er van zich bevindt in het gebied tussen 2,5 en 14 Hz. Dit is uit onderzoek in de tachtiger jaren gebleken. Bij ca. 6 Hz kunnen zeeziekteverschijnselen optreden. De ontwikkelingen in de windturbinefabricage (schaalvergroting en driebladigheid), leiden er echter toe dat de frequenties zich beneden de 2,5 Hz bevinden. Daarmee behoeft deze component ook niet meer aandacht op dit moment. In een dwingend voorschrift is voorgeschreven dat de schaduwfrequentie zich ook buiten dit 'risicogebied' dient te bevinden.

Blijft dus over de (beschaduwings)duur. Gelet op de (per jaar wisselende) baan van de zon rond de aarde, kan gesteld worden dat slagschaduw vrijwel nooit kan optreden ten zuidoosten, zuiden of ten zuidwesten van een windturbine. Met behulp van berekeningen waarbij recente KNMI-zonnebaan gegevens gebruikt worden, kan voor een specifieke locatie vrij exact worden bepaald hoeveel schaduwhinder op een schaduwgevoelig punt kan optreden na het plaatsen van één of meer windturbines. Dit wordt uitgedrukt in aantal minuten schaduwhinder per

dag en het aantal dagen dat dit per jaar voorkomt. Gelet op de steeds groter wordende (rotor)afmetingen kan zich dit verstoringsaspect over steeds grotere afstanden voordoen.

Aan de hand van de geografische gegevens (posities windturbines, schaduwgevoelige gevelonderdelen van woningen), de specificaties van de windturbines (ashoogte, rotordiameter e.d.) en de meteorologische gegevens ter plaatse (KNMI-data) kunnen zowel handmatig als ook geautomatiseerd (via speciaal hiervoor ontwikkelde software) berekeningen worden uitgevoerd naar de schaduweffecten. Daarbij kan zowel een worst-case benadering worden gevolgd (er schijnt altijd zon op de schaduwhinderkritieke momenten en het rotorvlak staat altijd loodrecht op de lijn zon-gevel) als ook een meer realistische prognose worden gegeven waarbij wel rekening wordt gehouden met het feit dat de zon niet altijd schijnt en het rotorvlak niet volledig loodrecht op de zongevel lijn staat. Ook de afschermdende invloed van hoge begroeiing rondom de schaduwbelaste gevel kan daarbij worden meegenomen. Deze berekeningen kunnen door specialistische adviesbureaus uitgevoerd worden. Ter indicatie worden vaak door de initiatiefnemers zelf al wat (indicatieve) berekeningen uitgevoerd.

## 3.2 Normstelling duur en schaduwgevoeligheid

Naar aanleiding van jurisprudentie bij de ABRVS (E03.95 1961, 24 oktober 1996), kan er van worden uitgegaan dat een maximaal (potentieel) optredende slagschaduwduur van 20 minuten gedurende gemiddeld 17 en maximaal 64 dagen per jaar nog acceptabel is. Het is echter op dit moment niet mogelijk om een algemene norm te stellen voor slagschaduwduureffecten. De vraag kan gesteld worden wat hinderlijker is: veel dagen met een laag gemiddelde of weinig dagen met een hoog gemiddelde per dag? Lokaalspecifieke omstandigheden hebben een grote invloed op dit verstoringsaspect zodat per geval dit beoordeeld zal moeten worden. Het besluit v&t geeft daarvoor wat criteria in de vorm van voorschriften en Nadere Eis-mogelijkheden.

Een stilstandvoorziening is in elk geval noodzakelijk indien:

- de afstand tussen de windturbine en woningen of andere 'schaduwgevoelige bestemmingen minder dan 12 maal de rotordiameter bedraagt en;
- de slagschaduweffecten gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag kunnen optreden.

Daarnaast kan er via een Nadere Eis een onderzoek verlangd worden naar slagschaduweffecten bij grotere afstanden dan 12 maal de rotordiameter. Dit conform de eerder onder paragraaf 3.1 aangegeven voorwaarden.

In het kader van de Wet milieubeheer en de amvb, dient de woning van derden (of andere 'geluidsgevoelige' bestemming) en dan ook nog specifiek de lichtdoorlatende geveldelen<sup>2</sup> van de betreffende, naar de windturbine toe gekeerde gevels, als slagschaduwgevoelige objecten te worden gezien. Dit geheel in analogie, qua schaduwgevoelig object, met de geluidsgevoeligheid-definitie van objecten.

<sup>2</sup>Lichtopeningen als ramen, deuren e.d.

# 4 Veiligheid

**Aan een windturbine is een groot aantal technische disciplines verbonden:**

- **aërodynamische aspecten in de rotor;**
- **werktuigbouwkundige aspecten van de afzonderlijke onderdelen;**
- **elektrotechnische aspecten (netkoppeling en besturing);**
- **civieltechnische aspecten (mast en het fundament).**

Een draaiende windturbine kent belastingen die voor wat betreft het doorstaan er van, uniek te noemen is. De inwerking van de wind op een draaiende rotor, heeft zeer vele belastingwisselingen tot gevolg. Dit stelt hoge eisen aan de eigenschappen van de toegepaste materialen van de verschillende windturbineonderdelen. Ook tegen stormen, die in Nederland gelukkig weinig voorkomen, moet de windturbine bestand zijn. Dit heeft tot gevolg dat voor de beoordeling van de veiligheid van windturbines niet volstaan kan worden met de gebruikelijke rekenregels die gelden voor bouwwerken en machines.

Om ervoor te zorgen dat de windturbine de krachten van de wind kan weerstaan, is een groot aantal eisen gesteld die betrekking hebben op de toegestane veiligheidsfactoren, de benodigde veiligheidssystemen en de uitvoering daarvan, de toegepaste materialen e.d.

Inmiddels is hiervoor, in opvolging van de NEN 6096/2, een Europese norm verschenen: de IEC 61400-2 (2 nd edition 1999, Windturbine generator systems – Part 1: Safety requirements) respectievelijk de Nederlandse voornorm NVN 11400-0 (Windturbines – Deel 0: Voorschriften voor typecertificatie – Technische eisen). Bij windturbines die aan deze specificaties voldoen worden de gevaarsaspecten zoveel mogelijk beheerst. Dit geldt overigens ook voor de (oudere) windturbines die nog vallen onder de veiligheids certificering van de NEN 6096/2.

Een nadere kwantitatieve risicostudie heeft inmiddels geresulteerd in een 'Handboek Risicozonering Windturbines' waarvan het laatste eindrapport in concept dateert van januari 2002. Het DEN-programma van NOVEM is verantwoordelijk voor de uitgave van het Handboek Risicozonering Windturbines, dat begin juni 2002 zal verschijnen. Het handboek is bedoeld voor gemeenten, initiatiefnemers en grondbezitters. Het moet duidelijkheid geven over waar je wel en niet windturbines mag plaatsen ten opzichte van andere infrastructuur en wat de risico's zijn. Het handboek is gratis te bestellen bij NOVEM Publicatiecentrum, publicatiecentrum@novem.nl, onder vermelding van bestelnummer 2DEN-02.09 voor de cd-rom versie, of 2DEN-02.10 voor een papieren versie.



# 5 Overige aspecten

## 5.1 Lichtschittering

Dit verstoringsaspect kan optreden als gevolg van de reflectie van zonnestralen tegen de rotorbladen. Bij de moderne windturbines komt dit verschijnsel niet of nauwelijks meer voor, aangezien sprake is van een antireflectie laag. Deze zogenaamde matte coating wordt 'standaard' op de rotorbladen aangebracht.

## 5.2 Afvalstoffen

Afhankelijk van het type windturbine kan sprake zijn van de volgende afvalstoffen die kunnen vrijkomen tijdens het reguliere onderhoud:

- systeem- en smeeroilën: 100–300 l;
- koelvloeistof: 30–100 l (bij vloeistofgekoelde turbines).

Het betreft hier geen bijzondere typen oliën en/of koelvloeistoffen (dezelfde als bij motorvoertuigen) en deze worden afgevoerd conform de daarvoor geldende (wettelijke) wegen.

## Verklarende woordenlijst

---

### amvb

Algemene Maatregel van Bestuur

---

### WRO

Wet op de Ruimtelijke Ordening

---

### WW

Woningwet

---

### Wm

Wet milieubeheer

---

### Wgh

Wet geluidhinder

---

### V&I

Voorzieningen en Installaties

---

### NE

Nadere Eisen

---

### Besluit V&I

Besluit Voorzieningen en Installaties milieubeheer

---

### ABRvS

Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State (zie [www.raadvanstate.nl](http://www.raadvanstate.nl))

---

### $L_{Ari,LT}$ [dB(A)]: Langtijdgemiddeld beoordelingsniveau

Het niveau dat per beoordelingsperiode voor elke afzonderlijke bedrijfssituatie wordt bepaald door de energetische sommatie van de afzonderlijke langtijd-gemiddeld deelbeoordelingsniveaus  $L_{Ari,LT}$ . Uitgangspunt voor de bepaling van laatstgenoemde is het gestandaardiseerde immissieniveau  $L_i$  in dB(A). Per etmaalperiode en per relevante bedrijfstoestand moeten hierop correcties worden toegepast volgens de formule:

$$L_{Ari,LT} = L_i - C_b - C_m - C_g + K_x$$

---

### $C_b$ [dB]: Bedrijfsduurcorrectieterm

$$C_b = -10 \log (T_b/T_o)$$

Met  $T_b$  de bedrijfsduur van de gemeten bedrijfs-toestand gedurende de beoordelingsperiode  $T_o$ :

- dagperiode: 07.00–19.00 uur:  $T_o = 12$  uur;
- avondperiode: 19.00–23.00 uur:  $T_o = 4$  uur;
- nachtperiode: 23.00–07.00 uur:  $T_o = 8$  uur.

---

### $C_m$ [dB]: Meteocorrectieterm

$$C_m = 0 \quad r_i \leq 10 (h_b + h_o)$$

$$C_m = 5 \left(1 - 10 \cdot \frac{h_b + h_o}{r_i}\right) \quad r_i > 10 (h_b + h_o)$$

Hierbij is  $h_b$  de bronhoogte, en  $h_o$  de ontvangershoogte;  $r_i$  is de afstand tussen broncentrum en immissiepunt.

---

### $C_g$ [dB]: Gevelcorrectieterm

Procedurale correctieterm voor de gevelreflectie van 3 dB, indien voor de gevel is gemeten.

---

### $K_x$ [dB]: Toeslag ( $x = 1, 2$ of $3$ )

$K_1 = 5$  dB voor tonaal geluid;  $K_2 = 5$  dB voor impuls-achtig geluid;  $K_3 = 10$  dB voor muziek.

---

### $L_{Amax}$ [dB(A)]: Maximaal geluidniveau

De hoogste aflezing van het A-gewogen geluid-niveau, in de meterstand 'fast', minus de meteo-correctieterm  $C_m$ .

**$L_w/L_{wr}$  [dB/dB(A)]: Geluidvermogeniveau**

$L_w$  is het geluidvermogeniveau van de geluidbron in dB of dB(A).

$L_{wr}$  is het immisierelevante geluidvermogeniveau van de geluidbron.

 **$L_{95}$  [dB(A)]**

De waarde van het geluiddrukkniveau uitgedrukt in dB(A) die, gemeten over een bepaalde periode, gedurende 95% van de tijd wordt overschreden.

**Het omgevingsgeluid**

Dit is het geluid dat op een bepaald meetpunt bestaat als eindresultaat van de bijdrage van alle aanwezige bronnen.

**Het achtergrondgeluid**

Dit is het geluid dat op een bepaald meetpunt bestaat als een eindresultaat van de bijdragen van onbekende, meestal veraf gelegen bronnen of bronnen waarvan de afzonderlijke bijdrage niet kan worden bepaald.

**Het voorgrondgeluid**

Dit is het geluid op een bepaald meetpunt afkomstig van bekende meestal op korte afstand gelegen bronnen, waarvan de afzonderlijke bijdrage in het algemeen wel kan worden bepaald.

**Het referentieniveau van het omgevingsgeluid**

De hoogste van de onder a. en b. genoemde niveaus, bepaald overeenkomstig de handreiking industriewetgeving en vergunningverlening van oktober 1998:

- a Het  $L_{95}$  van het omgevingsgeluid exclusief de bijdrage van zogenaamde 'niet-omgevingseigen bronnen'. Deze laatste zijn geluidbronnen welke door het bevoegde gezag als zodanig zijn aangewezen.
- b Het optredende equivalente geluidniveau in dB(A), veroorzaakt door zoneringsplichtige wegverkeersbronnen, minus 10 dB(A). Voor de nachtelijke periode worden alleen wegverkeersbronnen in rekening gebracht met een intensiteit van meer dan 500 motorvoertuigen gedurende de nachtperiode.

**Inrichting type A**

Zelfstandige inrichting, bijv. de windturbine in het vrije veld ('inrichting als bedoeld in artikel 2, niet zijnde een inrichting type B of een inrichting type C').

**Inrichting type B**

Onderdeel van een inrichting als bedoeld in artikel 2, voor welke inrichting een andere algemene maatregel van bestuur als bedoeld in artikel 8.40 van de Wet milieubeheer geldt.

**Inrichting type C**

Onderdeel van een Wm vergunningplichtige inrichting ('onderdeel van een inrichting als bedoeld in artikel 2, voor welke inrichting het in artikel 8.1, eerste lid, van de Wet milieubeheer gestelde verbod blijft gelden').

**WNC40**

De windnormcurve 40 dB(A). Een 'omhoog glijdende' geluidnorm die enerzijds aansluit bij de standaardnorm van 40 dB(A) voor de nachtperiode en anderzijds, vanwege het specifieke karakter van windturbines, bij het met de windsnelheid parallel toenemende referentieniveau van het omgevingsgeluid. De Windnormcurve (WNC) is bepaald op basis van een groot aantal geluid- en windsnelheidsmetingen verricht aan het achtergrondgeluidniveau van de omgeving bij de diverse windsnelheden. De WNC moet worden geïnterpreteerd als de gecorrigeerde norm- of grenswaarde bij hogere windsnelheden.





Een uitgave van InfoMil, oktober 2002.

**InfoMil**

Grote Marktstraat 43  
2511 BH Den Haag  
Postbus 30732  
2500 GS Den Haag  
Telefoon (070) 361 0575  
Fax (070) 363 3333  
E-mail [info@infomil.nl](mailto:info@infomil.nl)  
Website [www.infomil.nl](http://www.infomil.nl)

*Vanaf maart 2003:*  
Juliana van Stolberglaan 3  
2595 CA Den Haag  
Postbus 93144  
2509 AC Den Haag

**Tekst en samenstelling**

ing. J. Geleijns

**Vormgeving**

Conefrey/Koedam BNO, Almere

**Druk**

PlantijnCasparie, Den Haag

Ondanks het feit dat bij de samenstelling van deze publicatie grote zorgvuldigheid in acht is genomen, kunnen er geen rechten aan worden ontleend.

InfoMil is een gezamenlijk project van Novem en Senter.

© InfoMil, Den Haag 2002

