



4. Akoestisch onderzoek

4.1 Geluidbron Vestas V80

Door Windtest zijn geluidmetingen verricht aan de V80 105.1 dB⁵. De bronsterkte bedraagt 104,4 dB(A) bij een windsnelheid van 8 m/s boven een vlak landbouwgebied. De rotorashoogte bedroeg 67 m. Op een afstand van 100 m waren er geen hoorbare tonen aanwezig en het geluid was niet impulsachtig. De windsnelheid waarbij het geluidniveau het meest kritisch is ten opzichte van de normstelling is circa 7 m/s.

4.2 Geluidbron Vestas V90

Door Windtest zijn geluidmetingen verricht aan de Vestas V90 windturbine⁶. De bronsterkte bedraagt 107,6 dB(A) bij een windsnelheid van 7 m/s boven een vlak landbouwgebied. De rotorashoogte bedroeg 78,8 m. Op een afstand van 110 m waren er geen hoorbare tonen aanwezig en het geluid was niet impulsachtig. De relatie tussen het toerental en de windsnelheid is instelbaar in de computerbesturing van de turbine. Hierdoor kan de bronsterkte van de turbine tot circa 5 dB(A) verlaagd worden bij windsnelheden van 6 tot 10 m/s. Bij lagere windsnelheden is de bronsterkte al laag en bij hogere windsnelheden zijn hogere geluidniveaus toelaatbaar. De windsnelheid waarbij het geluidniveau het meest kritisch is ten opzichte van de normstelling is circa 7 m/s.

Windtest heeft ook geluidmetingen uitgevoerd bij een instelling van de turbinebesturing op mode 2⁷. De gemeten bronsterkte bedraagt dan 105,0 dB(A) bij een windsnelheid van 7 m/s.

Daarnaast zijn in de General Specifications⁸ gegarandeerde bronsterkten bij verschillende windsnelheden en verschillende ashoogten aangegeven bij de instellingen in de modi 0, 1, 2, 3 en 4.

In dit onderzoek is uitgegaan van de volgende instellingen van de turbines:

- Turbine 1 en turbine 3 zijn het gehele etmaal ingesteld op mode 0 (bronsterkte 108 dB(A)).
- Turbine 2 is in de dag en avondperiode ingesteld op mode 0 en in de nachtperiode op mode 2 (bronsterkte 106 dB(A)).

⁵ Report of Acoustical Emissions of the Wind Turbine Generator System V80-2MW 105.1 dB in Soerup/Germany, Windtest report WT 1627/00, January 2001.

⁶ Report of acoustical emission of a wind turbine generator system of the type Vestas V90-3 MW, mode 0 near Bökingsharde (Germany), Windtest, Report WT 4245/05, May 2005.

⁷ Report of acoustical emission of a wind turbine generator system of the type Vestas V90-3 MW, mode 2 near Bökingsharde (Germany), Windtest, Report WT 4247/05, May 2005.

⁸ General Specifications, Item no. 950011.R9, 2005-11-16, Vestas Wind Systems A/S.



4.3 Representatieve bedrijfsomstandigheden

Bij een windsnelheid van circa 3 m/s komt een turbine in bedrijf. Bij toenemende windsnelheid neemt de geluidproductie toe terwijl het referentieniveau ook toeneemt als gevolg van het door de wind opgewekte geluid (turbulentie rond obstakels). Hoewel een turbine dus niet altijd in werking is, wordt er voor de beoordeling toch van uitgegaan dat deze het gehele etmaal in bedrijf is. Dit zal namelijk vaak genoeg voorkomen.

4.4 Normstelling

Het langtijdgemiddelde geluidniveau $L_{A,r,LT}$ vanwege het windpark mag ter plaatse van geluidgevoelige bestemmingen van derden de waarden van de WNC40 curve uit bijlage 3 van de AMvB niet overschrijden. De hoogte van deze norm is afhankelijk van de windsnelheid en bedraagt 41 dB(A) bij lage windsnelheden, loopt op via 43 dB(A) bij een windsnelheid van 7 m/s tot 50 dB(A) bij een windsnelheid van 12 m/s. De rode lijn in Grafiek 4-1 op pagina 15 geeft deze normcurve weer.

4.5 Invoer rekenmodel

Van de situatie is een akoestisch rekenmodel opgebouwd met behulp van het programma *Geonoise*⁹ versie 5.40 van dgmr. Hiermee zijn de langtijdgemiddelde geluidniveaus $L_{A,r,LT}$ berekend die optreden bij een windsnelheid V_{10} van 7 m/s. Geluidniveaus bij andere windsnelheden worden afgeleid uit de relatie tussen bronsterkte en windsnelheid. De modellering en de overdrachtsberekening zijn uitgevoerd conform de *Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai 1999*⁹ (HMRI) volgens methode II.8.

De geometrie van de omgeving is vastgesteld aan de hand van kaartmateriaal, luchtfoto's en verkenning ter plaatse. De bodem is als akoestisch absorberend ($B=1$).

De windturbines zijn akoestisch gemodelleerd als rondom uitstralende puntbronnen ter hoogte van de rotoras ($h_b=78, 80$ of 105 m).

- De bronsterkten L_{WR} zijn opnieuw berekend volgens methode II.2 uit de HMRI. Deze Nederlandse methode houdt –in tegenstelling tot de IEC-methode¹⁰– wel rekening met luchtdemping. Rekening is gehouden met een bodemeffect van 6 dB(A) volgens de IEC-methode.
- De bronsterkten zijn gecorrigeerd voor een windsnelheid $V_{10}=7$ m/s boven een terrein met een ruwheidslengte van $Z_0=0,1$ m.
- De bronsterkten zijn gecorrigeerd voor een ashoogte van 78, 80 of 105 m. Op deze hoogte waait het iets harder dan op de ashoogten waarbij de bronsterktemetingen zijn uitgevoerd.

⁹ Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai, 1999, een uitgave van het ministerie van VROM, ISBN 90-422 02327.

¹⁰ IEC 61400-11: Windturbine generator systems – Part 11: Acoustic measurement techniques, Ed. 2.



In het akoestische model zijn ontvangerpunten gedefinieerd ter plaatse van nabijgelegen geluidgevoelige bestemmingen van derden (zie ook figuur 1):

- Het ontvangerpunt 1 ligt bij een bedrijfswoning aan de Munnikenweg, circa 440 m ten zuidwesten van turbine 3.
- Het ontvangerpunt 2 ligt bij een bedrijfswoning aan de Munnikenweg, circa 730 m ten zuidwesten van turbine 3.
- Het ontvangerpunt 3 ligt bij een woning aan de Roodlaan, circa 720 m ten noordwesten van turbine 2.
- Het ontvangerpunt 4 ligt bij een woning aan de Irisweg, circa 620 m ten zuidoosten van turbine 3.

De ontvangerpunten zijn aangegeven in figuur 1 en hebben twee ontvangerhoogten boven het plaatselijke maaiveld. Beoordeeld worden de geluidniveaus op plaatsen waar personen kunnen verblijven. Voor de dagperiode is dit de begane grond (+1,5 m). Voor de avond en nachtperiode is dit ter hoogte van verblijfruimten in de woning (+5 m voor een woning met twee woonlagen). Het rekenresultaat is het niveau van het invallende geluid (dus exclusief een eventuele bijdrage door reflectie tegen de achterliggende gevel).

Gedetailleerde akoestische informatie over de in het rekenmodel ingevoerde objecten vindt u in bijlage 1.

4.6 Rekenresultaten

In Tabel 4-1 zijn per ontvangerpunt vermeld: een volgnummer en de langtijdgemiddelde geluidniveaus $L_{A,LT}$ die daar optreden bij een windsnelheid $V_{10}=7$ m/s in de dag-, avond- en nachtperiode. De etmaalwaarde L_{etmaal} is hier het geluidniveau in de nachtperiode vermeerderd met 10 dB(A). Een etmaalwaarde van 53 dB(A) komt overeen met de WNC40 bij $V_{10}=7$ m/s.

Tabel 4-1: rekenresultaten Vestas V90 +105 m.

punt nr.	dag +1,5 m dB(A)	avond +5 m dB(A)	nacht+5 m dB(A)	etmaal dB(A)
1	43,3	44,9	42,7	53
2	38,9	40,6	38,6	49
3	41,4	43,0	42,1	52
4	41,4	43,0	41,5	52

De hoogste beoordelingsniveaus treden op ter plaatse van de bedrijfswoning bij ontvangerpunt 1. In figuur 1 zijn de bijbehorende 48 en 53 dB(A) etmaalwaarden weergegeven zoals die optreden op een waarnemingshoogte van 5 m en bij een windsnelheid $V_{10}=7$ m/s. Voor de Vestas V90 met een ashoogte van 80 m zijn de geluidniveaus 0,3 dB lager.



De Vestas V80 veroorzaakt de volgende geluidsniveaus:

Tabel 4-2: rekenresultaten Vestas V80 + 78 m.

punt nr.	dag +1,5 m dB(A)	avond +5 m dB(A)	nacht+5 m dB(A)	etmaal dB(A)
1	38,2	40,5	40,5	51
2	33,1	35,7	35,7	46
3	35,9	38,5	38,5	49
4	35,9	38,5	38,5	49

4.7 Beoordeling

In Grafiek 4-1 worden de optredende nachtelijke beoordelingsniveaus, ter plaatse van de hoogstbelaste woning van derden (ontvangerpunt 1) vergeleken met de normcurve WNC40. Aan de WNC40 wordt bij alle woningen van derden voldaan.

Grafiek 4-1: normcurve.

