

Provinciaal Instituut voor Hygiëne | Kronenburgstraat 45 | 2000 Antwerpen  
Tel 03 259 12 00 | Fax 03 259 12 01  
Milieu | Milieuprojecten  
Michel Schellens | Willy Verbruggen  
GL/MS/13/11  
17 juli 2013

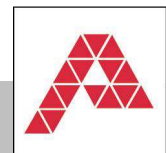
**Akoestisch onderzoek: windturbinepark: mei-juni 2013**

**cvba Ecopower – cvba Mega Windy**

**Rijkmakerlaan 16 – 2910 Essen  
Essensteinweg z/n – 2920 Kalmthout**

**MEETVERSLAG**

**Versie: 01**



**PROVINCIE  
ANTWERPEN**

## INHOUD

<b>1. Inleiding</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Meetpunten</b> .....	<b>3</b>
2.1. Situering van de meetpunten .....	3
2.2. Gewestplan .....	4
<b>3. Meetstrategie en apparatuur</b> .....	<b>4</b>
3.1. Akoestische begrippen .....	4
3.2. Apparatuur .....	5
3.3. Meetstrategie .....	6
<b>4. Meetresultaten</b> .....	<b>7</b>
4.1. Overzicht van de meetresultaten .....	7
4.2. Overzicht van de geluidsprofielen .....	8
4.3. Frequentie-analyse .....	8
4.4. Bespreking van de meetresultaten .....	8
4.4.1. Toetsing met de omzendbrief EME/2006/01-RO/2006/02 .....	8
4.4.2. Beoordeling in het kader van Vlarem .....	11
<b>5. Relatie meetresultaten – meteocondities</b> .....	<b>13</b>
<b>6. Conclusie</b> .....	<b>13</b>
<b>7. Bijlagen</b> .....	<b>16</b>

## 1. Inleiding

Naar aanleiding van klachten over geluidshinder ten gevolge van de exploitatie van een windturbinepark (4 windturbines van elk 2,5 MW en 4 transformatoren van elk 3.000 kVA) op het grondgebied van de gemeenten Essen en Kalmthout, werd door de betrokken gemeentebesturen beslist om het PIH een geluidsimpactstudie te laten uitvoeren teneinde een beeld te krijgen van de bijdrage van de exploitatie tot het aanwezige geluidsklimaat. De vergunning voor de exploitatie werd op 27 januari 2011 door de Bestendige Deputatie verleend (zie MLAV1/1000000282).

De doelstelling van het akoestisch onderzoek bestaat erin de impact na te gaan van de exploitatie van het windturbinepark op het aanwezige geluidsklimaat in de omgeving van een aantal nabijgelegen woningen. Er zullen gedurende een vijftal weken omgevingsmetingen uitgevoerd worden zodanig dat wij een beeld krijgen van de 'kwaliteit' van het geluidsklimaat. Op basis van deze metingen zullen we het specifiek geluid berekenen van de windturbines ter hoogte van de meetpunten zodanig dat wij een beoordeling kunnen maken in functie van de vigerende bepalingen. Op vraag van de opdrachtgevers zal er een beoordeling gebeuren in functie van twee toetsingskaders:

1. Omzendbrief EME/2006/01-RO/2006/02: 'afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van windturbines' (beoordeling in het kader van de milieuvergunningsaanvraag)
2. Bepalingen uit Vlarem in het kader van afdeling 5.20.6. 'Installaties voor het opwekken van elektriciteit door middel van windenergie' (deze afdeling werd ingevoegd bij artikel 99 B. VI. Reg. 23 december 2011 (BS 21 maart 2012 (ed. 2))). Voor inrichtingen die voor 1 januari 2012 vergund zijn, gelden de verplichtingen, vermeld in deze afdeling, vanaf 1 januari 2015 en vanaf 1 januari 2020 voor inrichtingen die niet uitgerust zijn met een automatisch regelsysteem dat toelaat de slagschaduw en het geluid in voldoende mate te verminderen.

## 2. Meetpunten

### 2.1. Situering van de meetpunten

In overleg met Mevr. Sonja van Aert (milieuambtenaar gemeente Essen) en Dhr. Marc Konings (milieuambtenaar gemeente Kalmthout) werden er 8 meetpunten geselecteerd (zie **bijlage 1**):

#### Gemeente Kalmthout:

- MP1: Venetië 3 (meethoogte:  $\pm 2$ m)
- MP2: Bosweg 22 (meethoogte:  $\pm 2$ m)
- MP3: Maalderijstraat 87 (meethoogte:  $\pm 2$ m)
- MP4: Essensteenweg 70 (meethoogte:  $\pm 4$ m)
- MP5: Essensteenweg 96 (meethoogte:  $\pm 4$ m)

#### Gemeente Essen:

- MP6: Nieuwmoersesteenweg 121 (meethoogte:  $\pm 4$ m)
- MP7: Postbaan 65 (meethoogte:  $\pm 4$ m)
- MP8: Rijkmakerlaan 33 (meethoogte:  $\pm 2$ m)

In de onderstaande tabel zijn de afstanden (in m) van de meetpunten ten opzichte van de respectievelijke windturbines weergegeven:

m	WT1	WT2	WT3	WT4
MP1	937	721	510	328
MP2	530	606	729	892
MP3	953	694	493	429
MP4	1000	729	485	319
MP5	561	319	244	444
MP6	482	710	971	1251
MP7	569	840	1102	1365
MP8	290	560	820	1089

Tijdens de metingen werd een meteopost ter hoogte van Venetië 3 (voortuin) opgesteld zodanig dat de meetresultaten kunnen gerelateerd worden aan de meteorcondities (meethoogte:  $\pm 6\text{m}$ ) (zie bijlage 1).

## 2.2. Gewestplan

Op de kaart in bijlage 2 vindt men de bestemmingen terug van de gebieden volgens het gewestplan. Bij navraag blijkt dat MP6 (Nieuwmoersesteenweg 121) via een RUP eveneens in industriegebied gelegen is (bron: milieudienst gemeente Essen – e-mail van 30/05/2013). De bestemmingsgebieden van de overige meetpunten zijn ongewijzigd.

In de onderstaande tabel vindt men een overzicht van de bestemmingen van de gebieden waarin de meetpunten gelegen zijn:

	gebied
MP1	Agrarisch gebied op minder dan 500m van een industriegebied
MP2	Bosgebied op minder dan 500m van een industriegebied
MP3	Agrarisch gebied op minder dan 500m van een industriegebied
MP4	Woongebied met landelijk karakter op minder dan 500m van een industriegebied
MP5	Industriegebied
MP6	Industriegebied (RUP)
MP7	Industriegebied
MP8	Industriegebied

## 3. Meetstrategie en apparatuur

### 3.1. Akoestische begrippen

Geluid is een fysisch fenomeen dat algemeen wordt gedefinieerd als om het even welke drukvariatie in een medium (t.o.v. de statische atmosferische druk) die door het oor kan worden waargenomen. Bij geluid ontstaat de drukvariatie door een kracht of door kracht- of energieveranderingen zoals bijvoorbeeld een klap met een hamer, onze stembanden en het elektrisch vermogen van een muziekinstallatie waardoor de luidsprekers gaan trillen. Een deel van de energie van de oorspronkelijk uitgeoefende kracht of van de kracht- of energieverandering wordt daarbij omgezet in geluidsenergie. De kracht of krachtverandering veroorzaakt immers trillingen in het omringend medium: lucht, water, staal, ...

Als éénheid van geluidsdruk gebruikt men de Pascal (Pa), voorheen ook de Newton/m<sup>2</sup> (N/m<sup>2</sup>). Het gebruik van de éénheid Pa voor de sterkte van het geluid zou aanleiding geven tot een zeer uitgebreide schaal. Men heeft dan ook de grootheid geluidsdrukkniveau ( $L_p$ ) ingevoerd, uitgedrukt in decibel (dB), gedefinieerd als:

$$L_p = 10 \log p^2/p_0^2 \text{ dB re } 20\mu\text{Pa}$$

waarin:

- $L_p$  = geluidsdrumniveau in dB
- $p$  = aanwezige geluidsdruk in Pa
- $p_0$  = referentiegeluidsdruk van  $20\mu\text{Pa}$

De drukschommelingen op een bepaald punt, die door het menselijk oor kunnen worden waargenomen, in het kwadraat zijn een maat voor de aanwezige geluidsenergie op dat punt. Een belangrijke eigenschap van geluid is dat het door de mens logaritmisch wordt ervaren.

Bij de beoordeling van het geluid is ook de toonhoogte van belang, die samenhangt met het aantal drukvariaties per seconde in een bepaald punt in de ruimte, de *frequentie*, uitgedrukt in Hz. De geluiden die door de mens als dusdanig worden ervaren liggen in het frequentiegebied tussen 20 Hz en 20.000 Hz (audio-gebied of hoorbaar gebied). De meeste geluiden in onze samenleving zijn samengesteld uit geluiden met verschillende frequenties.

Het menselijk gehoor is wel niet even gevoelig voor alle frequenties, zo klinkt geluid van een bepaalde geluidsterkte luider bij hoge tonen dan bij lage tonen. Met deze frequentiegevoeligheid van het menselijk oor moet rekening worden gehouden bij de evaluatie van een geluidswaarneming. Dit gebeurt in de praktijk door voor de verscheidene frequentiebanden een correctie in rekening te brengen: de *A-weging*. Geluidsdrumniveaus waarbij de A-weging wordt toegepast worden uitgedrukt in dB(A).

Om een geluidsverschijnsel te kwantificeren kan men gebruik maken van verschillende parameters. Onderstaand vindt men het continu equivalent geluidsdrumniveau ( $L_{Aeq}$ ) en de statistische parameters ( $L_{AN}$ ):

- $L_{Aeq,T}$ : dit is het geluidsdrumniveau dat, indien het de hele tijd (T) continu aanwezig was geweest, dezelfde energie zou veroorzaken als de reële fluctuerende geluidsdrumniveaus over die tijd (T). Hierbij dient vermeld dat sterke verhogingen van het geluidsdrumniveau (vb. vliegtuig, plaatselijke gebeurtenissen) een significante invloed hebben op het  $L_{Aeq}$ -niveau. Indien men deze parameter gebruikt om een geluidsbron te beoordelen zou men ervoor moeten zorgen dat elke andere bron (stoorgeluiden) geëlimineerd wordt.
- $L_{A5,T}$ : dit is het geluidsdrumniveau dat gedurende 5% van de meettijd (T) wordt overschreden. Deze parameter geeft het gemiddelde van de piekniveaus weer; in de praktijk wordt dit niveau veroorzaakt door kortstondige gebeurtenissen die beperkt (in tijd) voorkomen maar significante verhogingen teweegbrengen.
- $L_{A50,T}$ : dit is het geluidsdrumniveau dat gedurende 50% van de meettijd (T) wordt overschreden. Deze waarde komt overeen met de gemiddelde waarde tijdens de meettijd.
- $L_{A95,T}$ : deze waarde komt overeen met het geluidsdrumniveau dat op de achtergrond aanwezig is. Voor de beoordeling van de "kwaliteit" van het akoestisch klimaat (Vlarem II) wordt deze parameter genomen. Des te lager de  $L_{A95,1h}$ -waarde, des te beter het geluidsklimaat.

### 3.2. Apparatuur

**Voor het uitvoeren van de geluidsmetingen werd gebruik gemaakt van volgende apparatuur:**

- Brüel & Kjaer Modular Precision Sound Analyzer type 2260 (modules BZ7202 en BZ7206)
- Brüel & Kjaer Hand-held Analyzer type 2250 (module BZ 7225)
- Brüel & Kjaer Hand-held Analyzer type 2270 (module BZ 7225)
- Brüel & Kjaer buitenmeetsysteem UA 1404

- Brüel & Kjaer microfoon type 4189 (2250 + 2260 + 2270)
- Brüel & Kjaer microfoonvoorversterker type ZC 0026 (2260) + type ZC 0032 (2250 + 2270)
- Brüel & Kjaer calibrator type 4231
- Brüel & Kjaer software (Evaluator) en BZ 5503 voor gegevensoverdracht naar PC

De meetketens voldoen aan de eisen gesteld in VLAREM II.

Voor de metingen werden de meetketens met behulp van een akoestische ijkbron geïjkt volgens de aanwijzingen van de fabrikant.

Tijdens de metingen werd een windscherm op de microfoon geplaatst.

### **Voor het uitvoeren van de meteo-metingen werd gebruik gemaakt van volgende apparatuur:**

- Telescopische mast met pneumatische handpomp (Clark Masts, type SQT6M/HP)
- Datalogger (DT80 Series 2) + software (dEX) voor de bewerking en analyse van de data
- Vaisala Weather Transmitter WXT520: de nauwkeurigheid wordt hieronder vermeld:
  - windsnelheid:  $\pm 3\%$  bij 10 m/s
  - windrichting:  $\pm 3^\circ$
  - neerslag: 5%
  - luchtdruk:  $\pm 0,5$  hPa voor 0 – 30°C en  $\pm 1$  hPa voor -52 – + 60°C
  - luchttemperatuur: bij 20°C:  $\pm 0,3^\circ\text{C}$
  - relatieve vochtigheid:  $\pm 3\%$  RH voor 0 – 90% RH en  $\pm 5\%$  RH voor 90% – 100% RH

### **3.3. Meetstrategie**

In overleg met de milieuambtenaren van de gemeentebesturen Kalmthout en Essen (Dhr. Marc Konings en Mevr. Sonja Van Aert) werd beslist om, in afwijking van bijlage 4B, punt F14, 3, Vlarem I, geen immissieberekeningen uit te voeren volgens ISO 9613-2 (modellering) maar een akoestisch onderzoek uit te voeren op basis van metingen. De meetduur van de meetcampagne bedraagt  $\pm 5$  weken en de akoestische bemonstering zal plaatsvinden op een 8-tal meetlocaties. Conform subafdeling 5.20.6.4. van Vlarem II zullen er een vijftal meetpunten op het grondgebied van de gemeente Kalmthout en 3 meetpunten op het grondgebied van de gemeente Essen geselecteerd worden. In artikel 5.20.6.1.1., Vlarem II wordt gestipuleerd dat hoofdstuk 4.5. en de bijlage 4.5.1. van titel II van het Vlarem niet van toepassing zijn met uitzondering van de afdelingen 4.5.1. en 4.5.6. tenzij expliciet vermeld in de artikelen van de betreffende afdeling. Normaliter dient men in open lucht te meten op een hoogte die representatief is voor het woonniveau (zie §2, artikel 2, bijlage 4.5.1., Vlarem II) maar aangezien deze bijlage niet van toepassing is opteren wij ervoor om voor 4 meetpunten een meethoogte te nemen van  $\pm 4$  m en voor 4 meetpunten een meethoogte van  $\pm 2$  m (motivatie: aantal telescopische masten is beperkt tot 5 waarvan 1 mast voor de meteopost) (zie bijlage 4B, punt F14, 3, c, Vlarem I). We zullen ter plaatsen inschatten waar de meethoogte van  $\pm 2$  m verdedigbaar is (vb. laagbouw).

De impact van de windturbines zal in eerste instantie beoordeeld worden in het kader van de omzendbrief EME/2006/01-RO/2006/02 'afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van windturbines' (beoordeling in het kader van de milieuvergunningaanvraag).

Het specifiek geluid van het windturbinepark zal in tweede instantie getoetst worden aan de voorwaarden die opgenomen zijn in subafdeling 5.20.6.4. (Vlarem II). Nogmaals dienen wij te nuanceren dat de toetsing zal gebeuren op basis van metingen en niet op basis van gemodelleerde resultaten. De doelstelling van het onderzoek kan men als volgt samenvatten:

- de bepaling van het specifiek geluid van de windturbines bij verschillende meteocondities
- toetsing aan de richtwaarden opgenomen in bijlage 5.20.6.1. (Vlarem II)
- toetsing aan het achtergrondgeluid

De toetsing zal gebeuren in overeenstemming met de bepalingen uit artikel 5.20.6.4.2., Vlarem II.

Teneinde het achtergrondniveau van het oorspronkelijk omgevingsgeluid te kunnen bepalen (zie ondermeer bijlage 4B, punt F14, 3, laatste alinea, Vlarem I) gaat men ter plaatse controleren wanneer de windturbines eventueel niet in werking zijn en/of wanneer het geluidsklimaat niet wordt bepaald door de windturbines. Gedurende een paar nachten zullen de metingen bemand worden uitgevoerd teneinde het specifiek geluid accuraat te kunnen bepalen. Aan de hand van het omgevingsgeluid en het residueel geluid kan normaliter het specifiek geluid berekend worden.

Er zal ook een meteopost opgesteld worden (meethoogte:  $\pm 6\text{m}$ ) zodanig dat de meetresultaten kunnen geïnterpreteerd worden in functie van de weersomstandigheden. Voor de verwerking van de resultaten kan er ook beroep gedaan worden op de meteogegevens beheerd door de exploitant (nagevraagd door Dhr. Marc Konings).

Tijdens de metingen werden elke minuut de relevante parameters gestockeerd teneinde een inzicht te krijgen in het verloop van het geluidsklimaat. De microfoon was naar het zenit gericht. De weergegeven parameters hebben betrekking op de tijdsweging "Fast" en werden A-gewogen (frequentieweging). Ter hoogte van MP4 en MP5 werden ook frequentiespectra geregistreerd zodanig dat wij een beeld krijgen van de frequentie-inhoud van het specifiek geluid.

Simultaan werd er ook een inventarisatie uitgevoerd van alle relevante geluidsbronnen (vb. wegverkeer, luchtverkeer, industrie, ...) die het akoestisch klimaat bepaalden.

Men kan verwijzen naar volgende werkvoorschriften:

- **W/GL/ME/1:** uitvoering van het akoestisch onderzoek **B (Belac geaccrediteerd)**
- **W/GL/PLA/1:** situering meetpunten akoestisch onderzoek

## 4. Meetresultaten

### 4.1. Overzicht van de meetresultaten

In de grafieken in **bijlage 3** vinden we enerzijds de resultaten van de windsnelheid afkomstig van de beheerder van het windturbinepark en anderzijds de resultaten m.b.t. de windsnelheid van de eigen meteopost. De doelstelling was nagaan of een correlatie bestaat tussen de windsnelheden op beide hoogtes (100m en 6m). We kunnen uit het grafisch verloop afleiden dat er geen eenduidige correlatie bestaat tussen de beide gegevens, bijvoorbeeld er zijn momenten waarbij de windsnelheid op 6m hoogte lage waarden kent (vb. 13/06 en 14/06) terwijl op 100m hoogte hoge snelheden worden gehaald. We konden ons bijgevolg niet uitsluitend baseren op de windsnelheden op 'grondniveau' om te beslissen wanneer het relevant was om ter plaatse te gaan.

Als we kijken naar de relatie tussen de windsnelheid (afkomstig van de beheerder) en de generatorsnelheid, dan kunnen we vaststellen dat de windsnelheid uiteraard bepaalt wat de opbrengst zal zijn. We kunnen vaststellen dat de generatorsnelheid wordt gelimiteerd tot  $\pm 1800$  rpm. Bovendien kunnen we concluderen dat WT1 tussen 16 mei (00h10) en 22 mei (13h10) niet in werking was (werd ook medegedeeld via een mail van 28/05/2013). De tijden hebben betrekking op GMT + 1uur.

In de tabellen in **bijlage 4** vindt men een synthese van de gemiddelde waarden van  $L_{AF95,1h}$  en  $L_{Aeq,1h}$  in functie van de windrichting en windsnelheid (eigen meteopost). De  $L_{Aeq,1h}$ -waarden hebben betrekking op de energetisch gemiddelden terwijl de parameter  $L_{AF95,1h}$  betrekking heeft op het achtergrondniveau (= bronnen die minstens 95% van de meettijd aanwezig zijn). In casu zal het achtergrondniveau in

functie van de windrichting en windsnelheid voornamelijk bepaald worden door de volgende geluidsbronnen: het geruis van wegverkeer op de achtergrond, het industriegeluid (specifieke meetpunten) en het geluid van de windturbines. Bij veel wind zal het geruis van bladeren (natuurlijk geluid) eveneens medebepalend zijn voor de 'kwaliteit' van het geluidsklimaat ter hoogte van de meetpunten die in omgeving van veel bomen gelegen zijn.

De uurlijkse waarden van de meteorologische condities zijn opgenomen in **bijlage 5**.

#### **4.2. Overzicht van de geluidsprofielen**

In **bijlage 6** zijn de geluidsprofielen opgenomen van de  $L_{Aeq,1min}$ -waarden van MP1 t/m MP8 zodanig dat men een beeld krijgt van het verloop van het geluidsklimaat. In deze bijlage vindt men een overzicht van de 'inzoom'-profielen zodanig dat men duidelijker het verloop van de niveaus kan vaststellen. Voor de bepaling van het specifiek geluid van het windturbinepark (zie infra) zullen we ons concentreren op de periode tussen 24h en 5h (GMT + 2uur) omdat in deze periode de aanwezigheid van stoorgeluiden minimaal is. De systeemklokken van alle meetsystemen werden voor de metingen gesynchroniseerd zodanig dat de niveaus onderling kunnen vergeleken worden.

Teneinde een relatie te kunnen leggen tussen de niveaus en de werkingscondities werden voor de verschillende nachtperiodes de volgende parameters vermeld: de windsnelheid volgens de beheerder van het windturbinepark (100m), de generatorsnelheid (moet gedeeld worden door 120 om de rotorsnelheid te bekomen) en de windrichting.

Bij "4.4. Bespreking van de meetresultaten" worden deze profielen mee in beschouwing genomen bij het interpreteren van de meetresultaten.

#### **4.3. Frequentie-analyse**

Teneinde inzicht te krijgen in de frequentie-inhoud van het windturbinegeluid, werden er ter hoogte van de meetpunten MP4 en MP5 frequentiespectra opgemeten. Omwille van een technische storing ter hoogte van MP5 konden we geen beroep doen op de spectrale informatie. We hebben voor MP4 een nachtperiode genomen waarbij het geluidsklimaat in duidelijke mate werd bepaald door het windturbinegeluid. De resultaten van een aantal spectra vindt men terug in **bijlage 7**. Via een tertsbandanalyse kan men op bepaalde momenten bij de middenfrequenties van 25 Hz en 125 Hz een tonaal karakter vaststellen. We zien duidelijk dat het windturbinegeluid in sterke mate wordt bepaald door laagfrequente componenten.

Hierbij dient genuanceerd dat in artikel 5.20.6.1.1. staat dat 'de bepalingen uit hoofdstuk 4.5. en de bijlage 4.5.1. van titel II van het Vlarem niet van toepassing zijn met uitzondering van afdeling 4.5.1. en 4.5.6. tenzij expliciet vermeld in de hiernavolgende artikelen. Dit impliceert dat er geen rekening wordt gehouden met een eventueel beoordelingsgetal voor tonaliteit (zie §4, artikel 4, bijlage 4.5.1., Vlarem II). In het kader van de omzendbrief van 2006 wordt er ook geen rekening gehouden met de eventuele aanwezigheid van een tonaal karakter.

#### **4.4. Bespreking van de meetresultaten**

##### *4.4.1. Toetsing met de omzendbrief EME/2006/01-RO/2006/02*

De impact van de windturbines zal in eerste instantie beoordeeld worden in het kader van de omzendbrief EME/2006/01-RO/2006/02 'afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van windturbines' (beoordeling in het kader van de milieuvergunningsaanvraag).

De bepalingen van deze omzendbrief bepalen dat ervan uitgegaan mag worden dat de hinder veroorzaakt door het windturbinepark tot een aanvaardbaar niveau beperkt kan worden wanneer de dichtstbijzijnde vreemde woning of het dichtstbijzijnde woongebied zich op een afstand van meer dan 250m van de windturbinemast bevinden. In concreto betekent dit dat strikt genomen enkel het meetpunt MP5 (Essensteenweg 96) in relatie met windturbine WT3 in beschouwing dient genomen te



worden. Wij hebben er bewust voor gekozen om de impact van alle windturbines op het geluidsklimaat van alle meetpunten te bepalen.

De bepaling van het specifiek geluid dient te gebeuren bij een windsnelheid van 8 m/s en volgens de meest ongunstige windrichting d.w.z. als de geluidsimpact van de windturbine(s) op het te beschouwen punt maximaal is. Indien het specifiek geluid voldoet aan de onderstaande milieukwaliteitsnormen of indien het specifiek geluid in de nabijheid van de dichtstbijzijnde vreemde woning of het dichtstbijzijnde woongebied 5 dB(A) lager is dan het achtergrondgeluid, mag er vanuit gegaan worden dat de hinder veroorzaakt door het windturbinepark tot een aanvaardbaar niveau beperkt kan worden. Wij gaan een beoordeling maken voor de nachtperiode omdat dit de meest kritische beoordelingsperiode is:

MP	gebied	milieukwaliteitsnorm nacht dB(A)
MP1	Agrarisch gebied op minder dan 500m van een industriegebied	49
MP2	Bosgebied op minder dan 500m van een industriegebied	49
MP3	Agrarisch gebied op minder dan 500m van een industriegebied	49
MP4	Woongebied met landelijk karakter op minder dan 500m van een industriegebied	49
MP5	Industriegebied	59
MP6	Industriegebied (RUP)	59
MP7	Industriegebied	59
MP8	Industriegebied	59

De achtergrondniveaus kunnen we terugvinden in **bijlage 4**. Hierbij dienen we te nuanceren dat niet alle achtergrondniveaus bepaald worden door het oorspronkelijk omgevingsgeluid (= geluidsklimaat zonder de exploitatie van het windturbinepark) maar hier komen we later in het verslag op terug. Aangezien we het specifiek geluid bepaald hebben over een periode tussen 24h en 5h (GMT + 2uur) hebben de windsnelheden ook betrekking op gemiddelde waarden (zie de windsnelheden bij de geluidsprofielen: zie **bijlage 6**). Om de spreiding in deze gemiddelde waarden voldoende in rekening te brengen, hebben we alle waarden genomen die bekomen werden bij windsnelheden tussen 7,0 m/s en 9,1 m/s (100m). De meest ongunstige windrichting is ook niet altijd eenduidig vast te leggen (stand van de wieken maar ook het afbuigingsverschijnsel van de geluidsgolven) en daarom werden de verschillende windrichtingen in beschouwing genomen.

We gaan het specifiek geluid berekenen op basis van het omgevingsgeluid (geluidsklimaat dat wordt bepaald door alle geluidsbronnen inclusief de windturbines) en het residueel geluid (exclusief de windturbines). Tijdens de meetperiode werd meermaals ter plaatse de situatie tijdens de nachtperiode opgevolgd zodanig dat men zekerheid kreeg over de niveaus ten gevolge van de windturbines. Op basis van de geluidsprofielen, de waarnemingen ter plaatse en de parameters die het geluidsklimaat karakteriseren, kunnen we stellen dat de parameter  $L_{Aeq}$  de meest relevante parameter is om het specifiek geluid te berekenen. Hierbij dienen we er wel voor op te letten dat we eerst de sterke stoorgeluiden excluseren zodanig dat deze parameter niet volledig wordt bepaald door deze stoorgeluiden. De niveaus worden steeds bepaald voor gemiddelde windsnelheden tussen 7,0 m/s en 9,1 m/s en dit bij verschillende windrichtingen.

**MP1: Venetië 3**

De milieukwaliteitsnorm voor de nachtperiode bedraagt 49 dB(A).

Als we kijken naar de niveaus tijdens de nachtperiode (in casu 24h – 5h) voor gemiddelde windsnelheden tussen 7,0 m/s en 9,1 m/s en dit bij verschillende windrichtingen, dan komen we tot de vaststelling dat de  $L_{Aeq}$ -niveaus (na het excluseren van de sterke stoorgeluiden) tussen 42,1 dB(A) en 45,9 dB(A) liggen. Indien we het energetisch gemiddelde gaan berekenen van deze niveaus, dan komen we uit op een  $L_{Aeq}$  van 44,2 dB(A). Deze waarde correspondeert met het omgevingsgeluid. Het residueel geluid moet nog logaritmisch van het omgevingsgeluid afgetrokken worden. Na een grondige analyse kunnen we stellen dat het residueel geluid overeenkomt met een  $L_{Aeq}$  van 28,8 dB(A) (ook bij verschillende windrichtingen en winsnelheden bepaald).

Onderstaande formule wordt gebruikt om het specifiek geluid te berekenen:

$$L_{\text{relevant}} = 10 \log \left( 10^{\frac{L_{p1}}{10}} + 10^{\frac{L_{p2}}{10}} \right) \quad (\text{dB(A)})$$

met:  $L_{p1}$  = geluidsdrumniveau omgevingsgeluid (=  $L_{Aeq}$ )  
 $L_{p2}$  = geluidsdrumniveau residueel geluid (=  $L_{Aeq}$ )

Het specifiek geluid van het windturbinepark ter hoogte van MP1 bedraagt 44,1 dB(A). We dienen geen rekening te houden met een eventueel tonaal karakter van het specifiek geluid met als gevolg dat we kunnen stellen dat de milieukwaliteitsnorm wordt gerespecteerd.

**MP2: Bosweg 22**

De milieukwaliteitsnorm voor de nachtperiode bedraagt 49 dB(A).

De niveaus van de parameter  $L_{Aeq}$  variëren tussen 35,5 dB(A) en 42,6 dB(A). Indien we het energetisch gemiddelde gaan berekenen van deze niveaus, dan komen we uit op een  $L_{Aeq}$  van 40,1 dB(A) (= omgevingsgeluid). Het residueel geluid bedraagt 28,6 dB(A) ( $L_{Aeq}$ ) en dan komen we uit op een specifiek geluid van 39,8 dB(A). De milieukwaliteitsnorm wordt gerespecteerd.

**MP3: Maalderijstraat 87**

De milieukwaliteitsnorm voor de nachtperiode bedraagt 49 dB(A).

De niveaus van de parameter  $L_{Aeq}$  variëren tussen 41,5 dB(A) en 43,5 dB(A). Indien we het energetisch gemiddelde gaan berekenen van deze niveaus, dan komen we uit op een  $L_{Aeq}$  van 42,5 dB(A) (= omgevingsgeluid). Het residueel geluid bedraagt 34,1 dB(A) ( $L_{Aeq}$ ) en dan komen we uit op een specifiek geluid van 41,8 dB(A). De milieukwaliteitsnorm wordt gerespecteerd.

**MP4: Essensteenweg 70**

De milieukwaliteitsnorm voor de nachtperiode bedraagt 49 dB(A).

De niveaus van de parameter  $L_{Aeq}$  variëren tussen 42,2 dB(A) en 44,7 dB(A). Indien we het energetisch gemiddelde gaan berekenen van deze niveaus, dan komen we uit op een  $L_{Aeq}$  van 43,6 dB(A) (= omgevingsgeluid). Het residueel geluid bedraagt 30,8 dB(A) ( $L_{Aeq}$ ) en dan komen we uit op een specifiek geluid van 43,4 dB(A). De milieukwaliteitsnorm wordt gerespecteerd.

MP5: Essensteenweg 96
-----------------------

De milieukwaliteitsnorm voor de nachtperiode bedraagt 59 dB(A).

De niveaus van de parameter  $L_{Aeq}$  variëren tussen 43,4 dB(A) en 46,8 dB(A). Indien we het energetisch gemiddelde gaan berekenen van deze niveaus, dan komen we uit op een  $L_{Aeq}$  van 45,9 dB(A) (= omgevingsgeluid). Het residueel geluid bedraagt 34,6 dB(A) ( $L_{Aeq}$ ) en dan komen we uit op een specifiek geluid van 45,6 dB(A). De milieukwaliteitsnorm wordt gerespecteerd.

MP6: Nieuwmoersesteenweg 121
------------------------------

De milieukwaliteitsnorm voor de nachtperiode bedraagt 59 dB(A).

Het omgevingsgeluid komt overeen met een niveau van 39,9 dB(A) (energetisch gemiddelde voor de verschillende meteocondities). Het residueel geluid bedraagt 30,8 dB(A) ( $L_{Aeq}$ ) en dan komen we uit op een specifiek geluid van 39,3 dB(A). De milieukwaliteitsnorm wordt gerespecteerd.

MP7: Postbaan 65
------------------

De milieukwaliteitsnorm voor de nachtperiode bedraagt 59 dB(A).

Ter hoogte van dit meetpunt was er ook invloed van andere geluidsbronnen uit de industriezone met als gevolg dat het moeilijker is om een accurate berekening te maken van het specifiek geluid. We kunnen echter met zekerheid stellen dat het specifiek geluid lager ligt van de milieukwaliteitsnorm.

MP8: Rijkmakerlaan 33
-----------------------

De milieukwaliteitsnorm voor de nachtperiode bedraagt 59 dB(A).

Het omgevingsgeluid komt overeen met een niveau van 45,8 dB(A) (energetisch gemiddelde voor de verschillende meteocondities). Het residueel geluid bedraagt 37 dB(A) ( $L_{Aeq}$ ) en dan komen we uit op een specifiek geluid van 45,2 dB(A). De milieukwaliteitsnorm wordt gerespecteerd.

### Conclusie

Ter hoogte van alle meetpunten wordt de vigerende milieukwaliteitsnorm gerespecteerd met als gevolg dat we kunnen stellen dat aan de voorwaarden van de omzendbrief is voldaan. In deze omzendbrief wordt immers gesteld dat het specifiek geluid dient te voldoen aan de milieukwaliteitsnorm **of** indien het specifiek geluid in de nabijheid van de dichtstbijzijnde vreemde woning of het dichtstbijzijnde woongebied 5 dB(A) lager is dan het achtergrondgeluid. Het specifiek geluid ligt nergens 5 dB(A) lager dan het achtergrondgeluid (= geluidsklimaat zonder de invloed van de exploitatie van het windturbinepark). De gunstige achtergrondniveaus hebben tot gevolg dat de appreciatie van de windturbines negatief wordt beïnvloed.

#### *4.4.2. Beoordeling in het kader van Vlarem*

Het specifiek geluid van het windturbinepark wordt eveneens getoetst worden aan de voorwaarden die opgenomen zijn in subafdeling 5.20.6.4. (Vlarem II). Nogmaals dienen wij te nuanceren dat de toetsing zal gebeuren op basis van metingen en niet op basis van gemodelleerde resultaten.

De toetsing zal gebeuren in overeenstemming met de bepalingen uit artikel 5.20.6.4.2., Vlarem II. Het specifiek geluid in open lucht wordt, tenzij anders vermeld in de milieuvergunning, in de nabijheid van de dichtstbijzijnde vreemde woning of het dichtstbijzijnde woongebied, per beoordelingsperiode

beperkt tot de richtwaarde vermeld in bijlage 5.20.6.1. of tot het achtergrondgeluid, vermeld in bijlage 4B, punt F14, 3, van titel I van dit besluit:  $L_{sp} \leq \max(\text{richtwaarde}, L_{A95})$ .

Teneinde het achtergrondniveau van het oorspronkelijk omgevingsgeluid te kunnen bepalen (zie ondermeer bijlage 4B, punt F14, 3, laatste alinea, Vlarem I) werd ter plaatse gecontroleerd wanneer de windturbines eventueel niet in werking waren en/of wanneer het geluidsklimaat niet bepaald wordt door de windturbines. Gedurende een paar nachten werden de metingen bemand uitgevoerd teneinde het specifiek geluid accuraat te kunnen bepalen. Aan de hand van het omgevingsgeluid en het residueel geluid kan normaliter het specifiek geluid berekend worden (cf. supra).

Wij gaan de beoordeling uitvoeren voor de nachtperiode (22h – 7h) omdat dit de meest kritische beoordelingsperiode is. De richtwaarden die van toepassing zijn voor de verschillende meetpunten vindt men terug in de onderstaande tabel:

MP	gebied	richtwaarde voor $L_{sp}$ nacht dB(A)
MP1	Agrarisch gebied op minder dan 500m van een industriegebied	45
MP2	Bosgebied op minder dan 500m van een industriegebied	45
MP3	Agrarisch gebied op minder dan 500m van een industriegebied	45
MP4	Woongebied met landelijk karakter op minder dan 500m van een industriegebied	43
MP5	Industriegebied	55
MP6	Industriegebied (RUP)	55
MP7	Industriegebied	55
MP8	Industriegebied	55

Als we kijken naar de achtergrondniveaus in de tabellen in **bijlage 4**, dan kunnen we besluiten dat voor alle meetpunten de achtergrondniveaus ( $L_{AF95,1h}$ ) tijdens de nachtperiode steeds lager liggen dan de van toepassing zijnde richtwaarde. Deze conclusie geldt voor alle windrichtingen en bij alle windsnelheden. Indien er achtergrondniveaus bij zijn die in geringe mate mede worden bepaald door het windturbinepark (bij lagere windsnelheden), dan kunnen we uiteraard deze conclusie zeker trekken voor de achtergrondniveaus die niet worden bepaald door het windturbinepark (= oorspronkelijk omgevingsgeluid). We kunnen bijgevolg concluderen dat het specifiek geluid ter hoogte van de meetpunten beperkt dient te worden tot de richtwaarde (zie  $L_{sp} \leq \max(\text{richtwaarde}, L_{A95})$ ).

Het specifiek geluid werd reeds berekend voor de toetsing aan de milieukwaliteitsnormen van de omzendbrief EME/2006/01-RO/2006/02 (op basis van de gemiddelde windsnelheden tussen 7,0 m/s en 9,1 m/s en bij de verschillende windrichtingen). In de onderstaande tabel vindt men een overzicht van de richtwaarde en het specifiek geluid per meetpunt (dB(A)):

MP	richtwaarde voor $L_{sp}$ nacht dB(A)	specifiek geluid dB(A)
MP1	45	44,1
MP2	45	39,8
MP3	45	41,8
MP4	43	43,4
MP5	55	45,6
MP6	55	39,3
MP7	55	geen accurate berekening
MP8	55	45,2

Voor MP7 is geen accurate berekening mogelijk wegens de grotere invloed van andere geluidsbronnen uit de industriezone. We kunnen echter wel met zekerheid stellen dat de richtwaarde wordt gerespecteerd. De algemene conclusie is dat de richtwaarden worden gerespecteerd; de overschrijding van + 0,4 dB(A) ter hoogte van MP4 is geen significante overschrijding. Niettemin dienen we nogmaals te accentueren dat het specifiek geluid hoog ligt in vergelijking met het oorspronkelijk omgevingsgeluid wat impliceert dat de appreciatie van de windturbines in negatieve zin wordt beïnvloed.

Hierbij dient genuanceerd dat in artikel 5.20.6.1.1. staat dat 'de bepalingen uit hoofdstuk 4.5. en de bijlage 4.5.1. van titel II van het Vlarem niet van toepassing zijn met uitzondering van afdeling 4.5.1. en 4.5.6. tenzij expliciet vermeld in de hiernavolgende artikelen.' Dit impliceert dat er geen rekening wordt gehouden met een eventueel beoordelingsgetal voor tonaliteit (zie §4, artikel 4, bijlage 4.5.1., Vlarem II). Bij bepaalde condities werd er via een tertsbandanalyse in het frequentiegebied van 50 Hz – 10.000 Hz continu een tonaal karakter vastgesteld bij de middenfrequentie van 125 Hz.

## **5. Relatie meetresultaten – meteocondities**

De uurlijkse meteogegevens vindt men terug in de tabel in **bijlage 5**.

Wat betreft de windrichting werd als uitgangspunt genomen dat zoveel mogelijk windrichtingen aan bod moesten komen zodanig dat de impact ter hoogte van de 8 meetpunten bij verschillende meteocondities kon nagegaan worden. De windrichting heeft een belangrijke invloed op de geluidsdrukniveaus ten gevolge van een bepaalde bron op een immissiepunt. Bij meewind (van bron naar ontvanger) zullen de geluidsstralen naar de aarde toe gebogen worden wat impliceert dat de geluidsdrukniveaus hoger zullen liggen op het immissiepunt (ontvanger). Bij tegenwind daarentegen worden de geluidsstralen naar boven toe gebogen wat aanleiding geeft tot lagere geluidsdrukniveaus. De impact van dit effect zal groter worden naarmate de afstand tussen de bron en de ontvanger groter wordt. We hebben hier natuurlijk wel te maken met een geluidsbron op grotere hoogte (ashoogte van 100m en een rotordiameter van 92m). Daarnaast dienen we te vermelden dat de windrichting in casu ook een belangrijke invloed zal hebben op de geluidsvoortbrenging ten gevolge van het werkingsprincipe van een windturbine; de rotor dient loodrecht op de windrichting te staan zodanig dat de windenergie maximaal kan benut worden (kruimotor).

De luchtabsorptie (= geluidsverzwakking in stilstaande homogene lucht zonder verontreiniging en neerslag) is afhankelijk van de frequentie, van de vochtigheid en van de temperatuur in de lucht. De moleculaire absorptie (omzetting van de geluidsenergie van de moleculen in inwendige energie van de moleculen, nl. trilling en rotatie) is vooral van belang in hogere frequenties op grotere afstanden. De demping t.g.v. deze moleculaire absorptie neemt af bij hogere relatieve vochtigheid.

## **6. Conclusie**

Naar aanleiding van klachten over geluidshinder ten gevolge van de exploitatie van een windturbinepark (4 windturbines van elk 2,5 MW en 4 transformatoren van elk 3.000 kVA) op het grondgebied van de gemeenten Essen en Kalmthout, werd door de betrokken gemeentebesturen beslist om het PIH een geluidsimpactstudie te laten uitvoeren teneinde een beeld te krijgen van de bijdrage van de exploitatie tot het aanwezige geluidsklimaat. De vergunning voor de exploitatie werd op 27 januari 2011 door de Bestendige Deputatie verleend (zie MLAV1/1000000282).

De doelstelling van het akoestisch onderzoek bestond erin de impact na te gaan van de exploitatie van het windturbinepark op het aanwezige geluidsklimaat in de omgeving van een aantal nabijgelegen woningen. Er werden gedurende een vijftal weken omgevingsmetingen uitgevoerd worden zodanig dat wij een beeld kregen van de 'kwaliteit' van het geluidsklimaat. Op basis van deze metingen werd het specifiek geluid van de windturbines berekend ter hoogte van de meetpunten zodanig dat wij een

beoordeling konden maken in functie van de vigerende bepalingen. Op vraag van de opdrachtgevers werd er een beoordeling uitgevoerd in functie van twee toetsingskaders:

1. Omzendbrief EME/2006/01-RO/2006/02: 'afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van windturbines' (beoordeling in het kader van de milieuvergunningsaanvraag)
2. Bepalingen uit Vlarem in het kader van afdeling 5.20.6. 'Installaties voor het opwekken van elektriciteit door middel van windenergie' (deze afdeling werd ingevoegd bij artikel 99 B. VI. Reg. 23 december 2011 (BS 21 maart 2012 (ed. 2))). Voor inrichtingen die voor 1 januari 2012 vergund zijn, gelden de verplichtingen, vermeld in deze afdeling, vanaf 1 januari 2015 en vanaf 1 januari 2020 voor inrichtingen die niet uitgerust zijn met een automatisch regelsysteem dat toelaat de slagschaduw en het geluid in voldoende mate te verminderen.

In de onderstaande tabel vindt men voor de nachtperiode een toetsing van het specifiek geluid van de windturbines aan respectievelijk de milieukwaliteitsnorm van de omzendbrief EME/2006/01-RO/2006/02 en de richtwaarde die krachtens het Vlarem geldt (in casu strikt genomen vanaf 1 januari 2015):

MP	specifiek geluid dB(A)	milieukwaliteitsnorm nacht dB(A)	richtwaarde voor $L_{sp}$ nacht dB(A)
MP1	44,1	49	45
MP2	39,8	49	45
MP3	41,8	49	45
MP4	43,4	49	43
MP5	45,6	59	55
MP6	39,3	59	55
MP7	geen accurate berekening*	59	55
MP8	45,2	59	55

\*: voor MP7 is geen accurate berekening mogelijk wegens de grotere invloed van andere geluidsbronnen uit de industriezone. We kunnen echter wel met zekerheid stellen dat hier de milieukwaliteitsnorm en de richtwaarde worden gerespecteerd.

Ter hoogte van alle meetpunten wordt de vigerende milieukwaliteitsnorm gerespecteerd met als gevolg dat we kunnen stellen dat aan de voorwaarden van de omzendbrief is voldaan. In deze omzendbrief wordt immers gesteld dat het specifiek geluid dient te voldoen aan de milieukwaliteitsnorm of indien het specifiek geluid in de nabijheid van de dichtstbijzijnde vreemde woning of het dichtstbijzijnde woongebied 5 dB(A) lager is dan het achtergrondgeluid. Het specifiek geluid ligt nergens 5 dB(A) lager dan het achtergrondgeluid (= geluidsklimaat zonder de invloed van de exploitatie van het windturbinepark).

De richtwaarden van Vlarem (zie bijlage 5.20.6.1., Vlarem II) worden eveneens gerespecteerd; de overschrijding van + 0,4 dB(A) ter hoogte van MP4 is geen significante overschrijding.

Hierbij dient genuanceerd dat in artikel 5.20.6.1.1. (Vlarem II) staat dat 'de bepalingen uit hoofdstuk 4.5. en de bijlage 4.5.1. van titel II van het Vlarem niet van toepassing zijn met uitzondering van afdeling 4.5.1. en 4.5.6. tenzij expliciet vermeld in de hiernavolgende artikelen. Dit impliceert dat er geen rekening wordt gehouden met een eventueel beoordelingsgetal voor tonaliteit (zie §4, artikel 4, bijlage 4.5.1., Vlarem II). In het kader van de omzendbrief van 2006 wordt er ook geen rekening gehouden met de eventuele aanwezigheid van een tonaal karakter. Bij bepaalde condities werd er echter via een tertsbandanalyse in het frequentiegebied van 50 Hz – 10.000 Hz continu een tonaal karakter vastgesteld bij de middenfrequentie van 125 Hz.

Tenslotte dienen we te stellen dat het specifiek geluid hoog ligt in vergelijking met het oorspronkelijk omgevingsgeluid wat impliceert dat de appreciatie van de windturbines in negatieve zin wordt beïnvloed.

### **Verantwoordelijke onderzoek**

Michel Schellens  
17 juli 2013

- 
- Het werkvoorschrift gemerkt met **B** is Belac geaccrediteerd (certificaatnr. 037-TEST)
  - Nadere informatie omtrent meetmethoden of -resultaten kan schriftelijk worden aangevraagd.
  - De meetresultaten hebben uitsluitend betrekking op de in dit verslag vermelde metingen.
  - Dit meetverslag mag niet worden gereproduceerd, behalve in volledige vorm, zonder schriftelijke toestemming van het Provinciaal Instituut voor Hygiëne
-

**7. Bijlagen**