

## Rapport

Vaststelling geluidemissie en -immissie ten gevolge van de windturbine gelegen aan Zwinweg 38 te Anna-Paulowna

Rapportnummer F 19878-3-RA d.d. 4 oktober 2011

Opdrachtgever: Milieudienst Kop van Noord-Holland  
Rapportnummer: F 19878-3-RA  
Datum: 4 oktober 2011  
Ref.: EdB/WvdM/JMu/F 19878-3-RA

Lid NLingenieurs  
ISO-9001 gecertificeerd

Peutz bv  
Paletsingel 2, Postbus 696  
2700 AR **Zoetermeer**  
Tel. (079) 347 03 47  
Fax (079) 361 49 85  
info@zoetermeer.peutz.nl

Lindenlaan 41, Molenhoek  
Postbus 66, 6585 ZH **Mook**  
Tel. (024) 357 07 07  
Fax (024) 358 51 50  
info@mook.peutz.nl

L. Springerlaan 37  
Postbus 7, 9700 AA **Groningen**  
Tel. (050) 520 44 88  
Fax (050) 526 31 78  
info@groningen.peutz.nl

Montageweg 5  
6045 JA **Roermond**  
Tel. (0475) 324 333  
info@roermond.peutz.nl

www.peutz.nl

Peutz GmbH  
**Düsseldorf, Bonn, Berlijn**  
info@peutz.de  
www.peutz.de

Peutz SARL  
**Paris, Lyon**  
Info@peutz.fr  
www.peutz.fr

Peutz bv  
**London**  
info@peutz.co.uk  
www.peutz.co.uk

Daidalos Peutz bvba  
**Leuven**  
Info@daidalospeutz.be  
www.daidalospeutz.be

Peutz  
**Sevilla**  
info@peutz.es  
www.peutz.es

Köhler Peutz Geveltechniek bv  
**Zoetermeer**  
Info@gevel.com  
www.gevel.com

Opdrachten worden aanvaard  
en uitgevoerd volgens De  
Nieuwe Regeling 2005

BTW identificatienummer  
NL004933837B01  
KvK: 12028033

Inhoud	pagina
1. INLEIDING EN SAMENVATTING	3
2. GRENSWAARDEN EN WETTELIJKE ASPECTEN	5
3. BEREKENINGEN GELUID IN DE OMGEVING	6
3.1. Uitgangspunten	6
3.2. Akoestisch modelvorming	7
3.3. Gemiddelde geluidimmissieniveaus en beoordeling	7
4. VASTSTELLING GELUIDVERMOGEN OP BASIS VAN METINGEN	9
4.1. Metingen	9
4.1.1. Meetmethode en meetinstrumenten	9
4.1.2. Meetomstandigheden en -situatie	10
4.1.3. Meetresultaten	11
4.2. Berekeningen	11
4.2.1. Rekenmethodiek	11
4.2.2. Gemeten geluidvermogen windturbine	12
5. BEOORDELING EN CONCLUSIE	14
5.1. Jaargemiddelde immissie windturbine	14
5.2. Gemeten geluidemissie windturbine	14
BIJLAGE I	Berekening jaargemiddelde geluidvermogen
BIJLAGE II	Invoergegevens akoestisch rekenmodel
BIJLAGE III	Rekenresultaten geluidimmissie
BIJLAGE IV	Vaststelling stoorgeluidniveaus
BIJLAGE V	Vaststelling geluidvermogen conform Reken- en meetvoorschrift windturbines

## 1. INLEIDING EN SAMENVATTING

In opdracht van milieudienst Kop van Noord-Holland is een onderzoek verricht naar de geluidemissie en -immissie van de windturbine (fabricaat Enercon, type E53) gelegen aan Zwinweg 38 te Wieringerwaard (hierna: de windturbine). In figuur 1 is de ligging van de windturbine ten opzichte van directe omgeving alsmede de meetposities weergegeven.

Het onderzoek vindt plaats in het kader van handhaving naar aanleiding van geluidklachten. De windturbine is begin 2011 in bedrijf genomen, waarbij in het kader van de melding krachtens het 'Besluit algemene regels inrichtingen milieubeheer' (Activiteitenbesluit) een akoestisch onderzoek (Van Grinsven, kenmerk VG-Rezelman.TS1, d.d. maart 2007) is verricht. In voornoemd onderzoek is getoetst aan de destijds (tot 1 januari 2011) van kracht zijnde geluidgrenswaarden conform de WNC-40. Geconcludeerd werd dat voldaan werd aan deze geluidgrenswaarden.

Sinds 1 januari 2011 zijn in het Activiteitenbesluit echter gewijzigde (jaargemiddelde) geluidgrenswaarden voor windturbines opgenomen. Tevens is de beoordelings-systeematiek gewijzigd voor het geluid ten gevolge van windturbines. Met deze systematiek dient ten behoeve van een jaargemiddelde beoordeling de vaststelling van de geluidemissie plaats te vinden gerelateerd aan de windsnelheid op ashoogte in plaats van de windsnelheid op 10 m boven het plaatselijk maaiveld.

Doel van het onderzoek is het vaststellen van de geluidimmissie ter hoogte van de nabijgelegen woningen en de steekproefsgewijze controle van de geluidemissie van de windturbine middels geluidmetingen conform bijlage 4 van de 'Regeling algemene regels inrichtingen milieubeheer', zijnde het 'Reken- en meetvoorschrift windturbines'. Door middel van geluidmetingen in situ is de geluidemissie van de windturbine vastgesteld gerelateerd aan de tijdens de metingen optredende windsnelheden. Op basis van het afgegeven elektrische vermogen van de windturbine tijdens de metingen is de gemiddelde windsnelheid op ashoogte afgeleid. Een en ander conform het Reken- en meetvoorschrift.

Uit het onderzoek blijkt dat de jaargemiddelde geluidimmissie ten gevolge van de windturbine, uitgaande van geluidgegevens van de fabrikant, ter hoogte van de nabijgelegen woningen ten hoogste 39 dB  $L_{night}$  en 46 dB  $L_{den}$  bedraagt. Deze geluidimmissies zijn ten minste 1 dB lager dan de geluidgrenswaarden uit het Activiteitenbesluit.

Tijdens de geluidmetingen traden windsnelheden op ashoogte op tussen de 6 en 11 m/s. Het door middel van geluidmetingen vastgestelde geluidvermogen ( $L_{Wj}$ ) van de windturbine bedraagt ten hoogste circa 103,6 dB(A) bij een windsnelheid op ashoogte van 11 m/s.

De door middel van metingen vastgestelde geluidvermogens zijn 1 à 1,5 dB(A) hoger dan de geluidvermogens opgegeven door de fabrikant. Aangezien de jaargemiddelde geluidemissie ter hoogte van nabijgelegen woningen 1 à 2 dB(A) lager bedraagt dan de geluidgrenswaarden uit het Activiteitenbesluit wordt met een circa 1 dB(A) hogere geluidemissie eveneens voldaan aan voornoemde geluidgrenswaarden.

## 2. GRENSWAARDEN EN WETTELIJKE ASPECTEN

Sinds 1 januari 2011 zijn in het Activiteitenbesluit gewijzigde voorschriften voor windturbines van kracht. De relevante voorschriften ten aanzien van het geluid in de omgeving zijn:

### **Artikel 3.14a**

1. Een windturbine of een combinatie van windturbines voldoet ten behoeve van het voorkomen of beperken van geluidhinder aan de norm van ten hoogste 47 dB  $L_{den}$  en aan de norm van ten hoogste 41 dB  $L_{night}$  op de gevel van gevoelige gebouwen en bij gevoelige terreinen op de grens van het terrein.

2. Onverminderd het eerste lid kan het bevoegd gezag bij maatwerkvoorschrift teneinde rekening te houden met cumulatie van geluid als gevolg van een andere windturbine of een andere combinatie van windturbines, normen met een lagere waarde vaststellen ten aanzien een van de windturbines of een combinatie van windturbines.

3. In afwijking van het eerste lid kan het bevoegd gezag bij maatwerkvoorschrift in verband met bijzondere lokale omstandigheden normen met een andere waarde vaststellen.

### **Artikel 3.15**

1. De metingen van de geluidemissie ter bepaling van de bronsterkte van een windturbine of een combinatie van windturbines worden uitgevoerd overeenkomstig de bij ministeriële regeling te stellen eisen.

2. De drijver van de inrichting registreert de bij ministeriële regeling te bepalen gegevens welke gedurende vijf kalenderjaren na dagtekening worden bewaard en ter inzage gehouden.

In bijlage 4 van de 'Regeling algemene regels inrichtingen milieubeheer' is de in artikel 3.15 genoemde meet- en rekenmethodiek opgenomen ('Reken- en meetvoorschrift windturbines'). In het Reken- en meetvoorschrift wordt ten behoeve van handhaving c.q. controle van het geluidvermogen in paragraaf 2.6. de navolgende werkwijze opgenomen welke in dit onderzoek wordt gehanteerd:

#### *2.6 Handhaving*

Handhaving door middel van immissiemetingen is door de invloed van stoorgeluid en problemen ten aanzien van representativiteit niet goed mogelijk. Daarom worden handhavingsmetingen toegespitst op controle van het geluidsvermogen.

Het bepalen van het geluidsvermogen bij alle voorkomende windsnelheden kan tijdrovend zijn en is in het algemeen niet nodig. Daarom kan – ter beoordeling van het bevoegd gezag – worden volstaan met steekproefsgewijze controle van het geluidsvermogen. De uitvoering en uitwerking hiervan geschiedt conform de methode die in voorgaande paragrafen is beschreven, met uitzondering van het volgende:

- Bij de te onderzoeken gehele waarde van de windsnelheid op ashoogte (index  $j$ ) worden binnen een marge van  $\pm 0,5$  m/s minstens zes metingen verricht met een duur van ten minste 1,0 minuut per meting.
- De *totale A-gewogen niveaus* worden beschouwd in plaats van octaafbandniveaus.
- Op de gemeten totale A-gewogen niveaus wordt *lineaire regressie* uitgevoerd, waarna het geluidsvermogen bij de gehele waarde van de windsnelheid op ashoogte(index  $j$ ) wordt berekend.

Bij de bepaling van de windsnelheid op ashoogte wordt in principe uitgegaan van door de exploitant aan te leveren productiegegevens. De gegevens kunnen in veel gevallen extern worden getoetst door registratie van het rotortoerental.

## 3. BEREKENINGEN GELUID IN DE OMGEVING

### 3.1. Uitgangspunten

Voor de berekening van het geluid in de omgeving is gebruik gemaakt van:

- 'Sound power level of the ENERCON E-53 Operational Mode I (Data Sheet) d.d. 18 september 2010, Enercon, kenmerk SIAS-04-SPL E-53 OM I Rev2;
- 'Extract of test report M69 915/1 regarding noise emission of wind turbine (WT) Enercon E-53', Müller-BBM d.d. 7 augustus 2007;
- 'Akoestisch onderzoek en onderzoek naar mogelijke slagschaduw hinder door een nieuwe windturbine Enercon E-53 nabij de Zwinweg te Anna Paulowna, Van Grinsven Advies, kenmerk VG-Rezelman.TS1.doc van maart 2007.

In tabel 1 is een overzicht gegeven van de door de fabrikant gegarandeerde geluidvermogens en de bijbehorende afgegeven elektrische vermogens.

Tabel 1 Gegarandeerde geluidvermogens fabrikant en afgegeven elektrisch vermogens

Windsnelheid $V_{10}$ in m/s	$P_{WT}$ in kW**	$L_W$ in dB(A)*
6	378	97,9
7	591	100,3
8	746	101,8
8,3	760	102,5
9	793	102,5
10	810	102,5

\* Gegarandeerde geluidvermogens (afkomstig uit voornoemde 'Data sheet')

\*\* Afgegeven elektrische vermogen van de windturbine tijdens de metingen van de fabrikant (afkomstig uit voornoemde 'Extract')

De gegarandeerde geluidvermogens van de fabrikant zijn gerelateerd aan een windsnelheid op 10 m hoogte terwijl conform het Reken- en meetvoorschrift een relatie gelegd dient te worden tussen de windsnelheid op ashoogte en het geluidvermogen. Uit de geluidvermogens en de afgegeven elektrische vermogens zoals gegeven in tabel 1 is het geluidvermogen afgeleid gerelateerd aan de windsnelheid op ashoogte ( $V_D$  in m/s; zie figuur I.1 uit bijlage I). Voorts is het jaargemiddelde geluidvermogen (emissie term  $L_E$ ; zie paragraaf 3.4 van het Reken- en meetvoorschrift) berekend aan de hand van de distributieve jaargemiddelde verdeling van de windsnelheid ter plaatse. Door het KNMI zijn gegevens beschikbaar gesteld voor deze locatie voor de distributieve windsnelheidsverdeling op een hoogte van 80 tot 120 m boven het plaatselijk maaiveld. De windsnelheidsverdeling op een hoogte van 60 m is niet beschikbaar. Derhalve is de windsnelheidsverdeling op 60 m hoogte berekend uitgaande van een extrapolatie van de gegevens tussen 80 en 110 m (zie tabel I.3 uit bijlage I).

Voor de correctiefactor voor de richtwerking  $\Delta L$  (zie onder meer paragraaf 2.4.4. uit het Reken- en meetvoorschrift) zijn geen gegevens beschikbaar. Derhalve is niet gecorrigeerd voor de richtwerking ( $\Delta L=0$  dB). Hiermee wordt de jaargemiddelde geluidemissie enigszins overschat.

De berekende emissie-term ( $L_E$  in dB(A)) bedraagt 98.1, 98.2 en 98.4 dB(A) voor respectievelijk de dag-, avond- en nachtperiode.

In bijlage I zijn de berekeningen ten behoeve van de emissie-term opgenomen.

### 3.2. Akoestisch modelvorming

Bij de berekeningen is uitgegaan van de rekenmethodiek conform het Reken- en meetvoorschrift. Deze methodiek is gebaseerd op de 'Handleiding meten en rekenen industrielawaai' uit 1999 met dien verstande dat een afwijkende meteocorrectie-term wordt gehanteerd, rekening houdend met de overheersende zuidwestelijke windrichting.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor octaafbanden met middenfrequentie van 63 t/m 8000 Hz. Gezien de relatief grote A-weging voor de 31 Hz-octafband en de geluidproductie van de geluidbronnen van de inrichting in deze octaafband zijn de geluidbijdragen in de omgeving in deze octaafband niet relevant. De 31 Hz-octafband is daarom bij de berekeningen buiten beschouwing gelaten.

De rekenposities zijn gesitueerd op 1,5 en 5 m boven het plaatselijk maaiveld. Deze posities zijn eveneens gehanteerd in het onderzoek van Van Grinsven. In bijlage II zijn de relevante invoergegevens van het akoestische rekenmodel opgenomen.

### 3.3. Gemiddelde geluidimmissieniveaus en beoordeling

In tabel 2 is een overzicht gegeven van de berekende jaargemiddelde geluidimmissieniveaus ( $L_{\text{night}}$  en  $L_{\text{den}}$ ) ter hoogte van de nabijgelegen woningen. Hierbij is de  $L_{\text{den}}$  vastgesteld op basis van een rekenhoogte van 1,5, 5 en 5 m hoogte voor respectievelijk de dag-, avond- en nachtperiode. In deze tabel worden de berekende waarden eveneens getoetst aan de geluidgrenswaarden uit het Activiteitenbesluit.

In bijlage III zijn de rekenresultaten gegeven ter hoogte van de beschouwde nabijgelegen woningen.

Tabel 2 Berekende geluidmissieniveaus ten gevolge van windturbine Zwinweg 38 op basis van fabrikantgegevens

Positie (zie figuur 1)	L <sub>Aeq</sub> in dB					
	Berekend		Grenswaarde		Overschrijding	
	L <sub>night</sub>	L <sub>den</sub>	L <sub>night</sub>	L <sub>den</sub>	L <sub>night</sub>	L <sub>den</sub>
01	39	46	41	47	-2	-1
02	39	45	41	47	-2	-2
03	38	44	41	47	-3	-3
04	39	45	41	47	-2	-2

Uit tabel 2 blijkt dat, uitgaande van de door de fabrikant opgegeven geluidvermogens, de berekende geluidmissieniveaus 1 à 3 dB lager bedragen dan de geluidgrenswaarden uit het Activiteitenbesluit.



## 4. VASTSTELLING GELUIDVERMOGEN OP BASIS VAN METINGEN

### 4.1. Metingen

#### 4.1.1. Meetmethode en meetinstrumenten

De geluidmetingen voldoen aan de voorschriften zoals aangegeven in de 'Reken- en meetvoorschrift windturbines' zoals opgenomen in hoofdstuk 4 van de 'Regeling algemene regels inrichtingen milieubeheer' van het ministerie van Infrastructuur en Milieu ('Reken- en meetvoorschrift').

Uitgegaan is van de vereenvoudigde bepalingsmethode zoals omschreven in paragraaf 2.6 van het Reken- en meetvoorschrift (zie hoofdstuk 2).

De gehanteerde methode gaat uit van het bepalen van het geluidvermogen van de windturbine gerelateerd aan de windsnelheid op ashoogte waarna middels overdracht-berekeningen het immissieniveau in de omgeving bepaald kan worden. De windsnelheid op ashoogte wordt vastgesteld op basis van de productiegegevens van de windturbine tijdens de metingen (het gemiddelde afgegeven elektrische vermogen tijdens de metingen) en de vermogenscurve. In het onderzoek is uitgegaan van geregistreerde gegevens met een middelingsduur van één minuut.

De metingen werden uitgevoerd met behulp van de volgende instrumenten:

- Peutz Monitoring Systeem bestaande uit:
  - Precision Sound Level Meter, fabricaat Brüel & Kjær, type 2250 met microfoon, fabricaat Brüel & Kjær, type 4189, met windbol;
  - Laptop, fabricaat Asus, type EEE-1015PE;
  - Geluidkaart, fabricaat Duran Audio, type Axys;
  - Logging software, fabricaat Peutz, versie 2.4.
- Akoestische ijkbron, fabricaat Brüel & Kjær, type 4231;
- Windsnelheidsmeter, fabricaat Lambrecht, type Digit Meteo III met datalogger, fabricaat Escort;
- GPS afstandmeter, fabricaat Garmin, type Etrex;
- USB Camera, fabricaat Microsoft, type VX1000.

De akoestische ijkbron geeft een geluidniveau van 93,8 ( $\pm 0,25$ ) dB bij 25 °C en van 93,8 ( $\pm 0,5$ ) dB bij 0 °C of 50 °C bij een frequentie van 1000 ( $\pm 15$ ) Hz.

Ten aanzien van de nauwkeurigheid van de met het gehele meet- en analysesysteem bepaalde waarde kan gesteld worden dat deze bij normaliter in deze situaties optredende geluidsignalen (spectra en fluctuaties) beter is dan de nauwkeurigheid van de ter plaatse afgelezen waarde met behulp van bovengenoemde geluidniveaumeter.

## 4.1.2. Meetomstandigheden en -situatie

Op 8 september 2011 zijn tussen 16.45 en 20.45 uur geluidmetingen verricht aan de windturbine gelegen aan Zwinweg 38.

In tabel 3 is een overzicht gegeven van de meteorologische omstandigheden tijdens de metingen (exclusief windgegevens). Deze gegevens zijn ontleend aan het KNMI weerstation De Kooy.

Tabel 3 Meteorologische omstandigheden tijdens de metingen

Betreft	8 september 2011
Tijdsduur	16.45 – 20.45 uur
Windrichting	zuidwest
Temperatuur	17 °C
Luchtdruk	1008 mbar
Relatieve luchtvochtigheid	90%
Bewolkingsgraad	8/8 (geheel bewolkt)

De windturbine betreft fabricaat Enercon, type E53 met een ashoogte van 60 m ten opzichte van het plaatselijk maaiveld. Door de fabrikant zijn de afgegeven elektrische vermogens van de windturbine tijdens de metingen verstrekt (met een intervalperiode van 1 minuut).

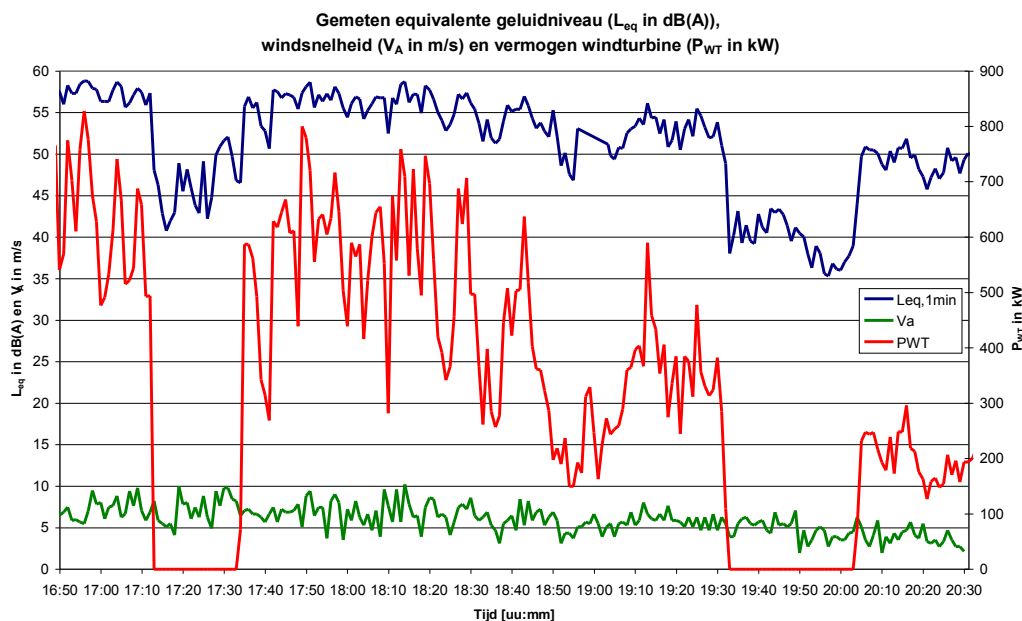
Conform het Reken- en meetvoorschrift is de windsnelheid bovenwinds ten opzichte van de windturbine vastgesteld op een hoogte van 10 m ten opzichte van het plaatselijk maaiveld. Voorts is het geluidniveau benedenwinds ten opzichte van de windturbine vastgesteld op een afstand  $R_0$  van 86,5 m (zijnde de ashoogte (60 m) plus de halve rotordiameter ( $53/2 = 26,5$  m)) ter hoogte van positie B (zie figuur 1). De microfoon was conform het Reken- en meetvoorschrift geplaatst in de richting van de windturbine op een ronde geluidreflecterende plaat.

Tijdens de meetperiode is tweemaal met uitgeschakelde windturbine het heersende achtergrondgeluidniveau ( $L_{\text{stoor}}$ ) vastgesteld (tussen 17.13 – 17.35 uur en tussen 19.33 – 20.03 uur) met een middelingsduur van 1 minuut. Ten tijde van de gehele meetperiode is de windsnelheid geregistreerd ter vaststelling van een windsnelheidsafhankelijke stoorgeluidcorrectie ter hoogte van positie A (zie figuur 1).

Ten tijde van de metingen is middels video-opnamen het rotortoerental geregistreerd. Uit de video-opnamen blijkt dat het rotortoerental overeenkomt met de door Enercon geregistreerde rotortoerentalen tijdens de metingen.

## 4.1.3. Meetresultaten

In figuur A is een overzicht gegeven van de gemeten windsnelheid ter hoogte van positie A (zie figuur 1) tijdens de metingen alsmede alle gemeten equivalente geluidniveaus gedurende 1 minuut ter hoogte van positie B. Deze geluidniveaus zijn inclusief stoorgeluidbijdragen, waarbij tussen 17.13 – 17.35 uur en tussen 19.33 – 20.03 uur de windturbine was uitgeschakeld. Tevens is in figuur A het geregistreerde elektrische vermogen ( $P_{WT}$  in kW) tijdens de metingen gegeven met een middelingsduur van 1 minuut.



*Figuur A Overzicht gemeten equivalente geluidniveau, windsnelheid en geregistreerde elektrische vermogen windturbine met een intervalperiode van 1 minuut*

In bijlage IV zijn de gehanteerde gemeten equivalente geluidniveaus ( $L_{eq,1min}$  in dB(A)) gegeven ten tijde dat de windturbine was uitgeschakeld. In bijlage V zijn de gehanteerde gemeten equivalente geluidniveau ( $L_{eq,1min}$  in dB(A)) gegeven ten tijde dat de windturbine was ingeschakeld.

## 4.2. Berekeningen

### 4.2.1. Rekenmethodiek

Conform het Reken- en meetvoorschrift dient uit de gemeten stoorgeluidniveaus een windsnelheidsafhankelijke relatie te worden afgeleid. In dit onderzoek is deze relatie vastgesteld middels de methodiek conform hoofdstuk 2.6. (zie hoofdstuk 2), namelijk lineaire regressie en stoorgeluidcorrectie op basis van dB(A) uit het equivalente geluidniveau gedurende één minuut (zie bijlage IV).

Door de fabrikant is een vermogenscurve aangeleverd voor de modus waarin de windturbine conform opgave van de fabrikant in bedrijf is (mode I, zie pagina I.4 van bijlage I). In zowel figuur A als bijlage V zijn de door Enercon aangeleverde elektrische vermogens gegeven van de windturbine tijdens de metingen.

Conform paragraaf 2.6 uit het Reken- en meetvoorschrift dienen bij controle van het geluidvermogen ten minste zes metingen met een minimale duur van één minuut beschikbaar te zijn per te onderzoeken gehele waarde van de windsnelheid op ashoogte ( $\pm 0,5$  m/s). Tijdens de metingen traden windsnelheden op ashoogte op tussen de 6 en 11 m/s. Ten minste 6 metingen zijn verricht voor de voornoemde windsnelheden.

Met behulp van formule 2.6 uit paragraaf 2.4.3. van het Reken- en meetvoorschrift is het geluidvermogen van de windturbine bij voornoemde windsnelheden op ashoogte berekend. Formule 2.6 luidt:

$$L_{W,j} = L_{eq,j} + 5 + 20 \log R_1 \quad [\text{dB(A)}]$$

waarbij

$L_{W,j}$  is het geluidvermogen per windsnelheidsklasse  $j$  [dB(A)]

$L_{eq,j}$  is het gemeten geluidniveau per windsnelheidsklasse [dB(A)]

$R_1$  is de afstand tussen meetpositie en middelpunt van de rotor (= 106,9 m) [m].

#### 4.2.2. Gemeten geluidvermogen windturbine

In tabel 4 zijn de op basis van metingen vastgestelde geluidvermogens gegeven.

**Tabel 4** Vastgestelde geluidvermogens  $L_{W,j}$  in dB(A) van de windturbine bij verschillende windsnelheden

Windsnelheid op ashoogte ( $V_H$ ) in m/s	Geluidvermogen $L_{W,j}$ in dB(A)*
6,0	91,8
7,0	95,2
8,0	98,0
9,0	100,5
10,0	102,2
11,0	103,6

\* De gegeven decimale waarden stemmen niet overeen met een realistische meet- en rekennauwkeurigheid maar zijn gegeven ter onderlinge vergelijking

In bijlage V is de berekening van de windsnelheid op ashoogte alsmede het geluidvermogen voor verschillende windsnelheden op ashoogte opgenomen.

De jaargemiddelde geluidemissie ten gevolge van de windturbine uitgaande van de gemeten geluidvermogens bedraagt 99.1, 99.2, 99.3 dB(A) voor respectievelijk de dag-, avond- en nachtperiode. Hierbij is ervan uitgegaan dat bij 6 tot en met 11 m/s de gemeten geluidemissie optreedt en tussen 11 en 25 m/s de geluidemissie overeenkomt met 11 m/s (103,6 dB(A)). De geluidbijdrage van de windturbine bij de windsnelheden die tijdens de metingen niet optraden (3 tot en met 5 m/s) hebben geen relevante bijdrage aan de jaargemiddelde emissie (bijdrage minder dan 0,1 dB). Ten opzichte van de berekende jaargemiddelde geluidemissie op basis van de fabrikantgegevens neemt de jaargemiddelde geluidemissie met 1,0 dB toe. De jaargemiddelde geluidemissie ter hoogte van de nabijgelegen woningen bedraagt hiermee ten hoogste 40 en 46 dB voor respectievelijk  $L_{\text{night}}$  en  $L_{\text{den}}$ .

## 5. BEOORDELING EN CONCLUSIE

### 5.1. Jaargemiddelde immissie windturbine

Uit de berekeningen van de geluidimmissie (op basis van geluidgegevens van de fabrikant) ter hoogte van nabijgelegen woningen blijkt dat de jaargemiddelde geluidimmissie ten gevolge van de windturbine aan Zwinweg 38 ten hoogste 39 dB  $L_{night}$  en 46 dB  $L_{den}$  bedraagt (zie hoofdstuk 3). Uitgaande van deze berekening blijkt de geluidimmissie ter hoogte van de nabijgelegen woningen ten minste 1 à 2 dB lager te bedragen dan de geluidgrenswaarden uit het Activiteitenbesluit. Hierbij dient te worden opgemerkt dat in de thans berekende jaargemiddelde geluidemissie geen correctiefactor voor de richtingsafhankelijke geluidemissie van de windturbine ( $\Delta L$ ) is opgenomen. Hierdoor wordt de berekende geluidimmissie naar verwachting in beperkte mate overschat.

### 5.2. Gemeten geluidemissie windturbine

In tabel 5 zijn de in dit onderzoek in situ vastgestelde geluidvermogens vergeleken met de door de fabrikant opgegeven geluidemissie. Hierbij is het door de fabrikant opgegeven geluidvermogen middels een regressieberekening gerelateerd aan de windsnelheid op ashoogte (zie bijlage I).

**Tabel 5** Vergelijking gemeten geluidvermogen en geluidvermogen op basis van fabrikantgegevens

Windsnelheid op ashoogte ( $V_H$ ) in m/s	Geluidvermogen $L_{w,j}$ in dB(A)*		
	Gemeten in situ	Fabrikant	Toename
6,0	91,8	92,0	-0,2
7,0	95,2	94,9	+0,3
8,0	98,0	97,3	+0,7
9,0	100,5	99,5	+1,0
10,0	102,2	101,3	+0,9
11,0	103,6	102,1	+1,5

\* De gegeven decimale waarden stemmen niet overeen met een realistische meet- en rekennauwkeurigheid maar zijn gegeven ter onderlinge vergelijking

Uit tabel 5 blijkt het geluidvermogen op basis van de geluidmetingen in situ 1 à 1,5 dB(A) hoger te bedragen dan de geluidvermogens afgeleid uit de fabrikantgegevens behoudens bij 6 m/s waar een beperkte reductie optreedt.

Met de gemeten geluidemissie van de windturbine neemt de jaargemiddelde geluidemissie en -immissie met 1,0 dB toe ten opzichte van de berekende geluidimmissie op basis van fabrikantgegevens. De jaargemiddelde geluidimmissie ter hoogte van de nabijgelegen woningen bedraagt op basis van de gemeten geluidemissie ten hoogste 40 en 46 dB voor respectievelijk de  $L_{\text{night}}$  en  $L_{\text{den}}$ . Aldus wordt door de windturbine aan Zwinweg 38 voldaan aan de geluidgrenswaarden uit het Activiteitenbesluit van 41 dB  $L_{\text{night}}$  en 47 dB  $L_{\text{den}}$  ter hoogte van de nabijgelegen woningen.

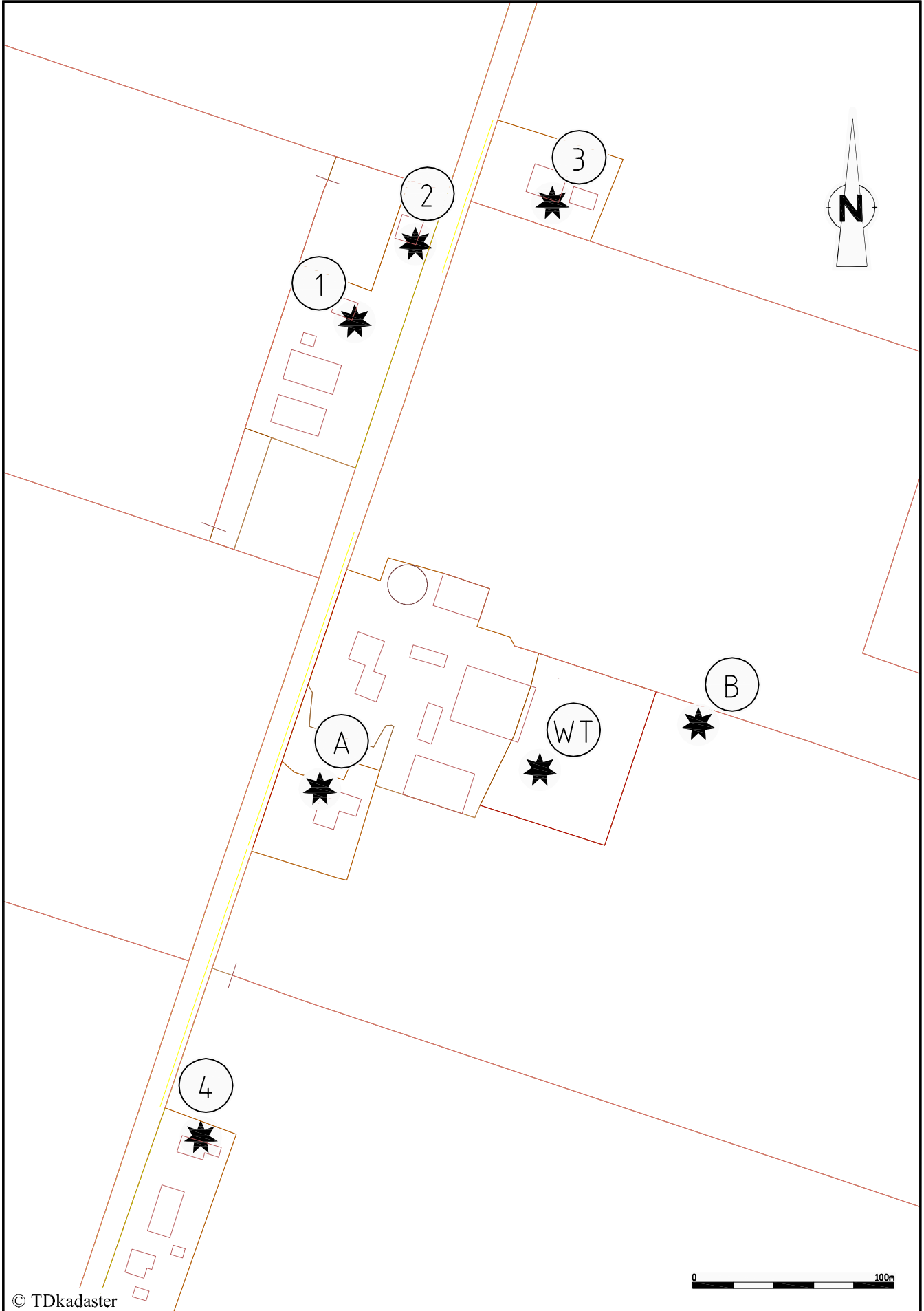
Zoetermeer,



Dit rapport bestaat uit:  
15 pagina's,  
1 figuur.

Bijlage I bevat 4 pagina's.  
Bijlage II bevat 8 pagina's en 1 figuur.  
Bijlage III bevat 2 pagina's.  
Bijlage IV bevat 2 pagina's en 1 figuur.  
Bijlage V bevat 7 pagina's.

JUN11\F19878\F19878-2b\VVdM







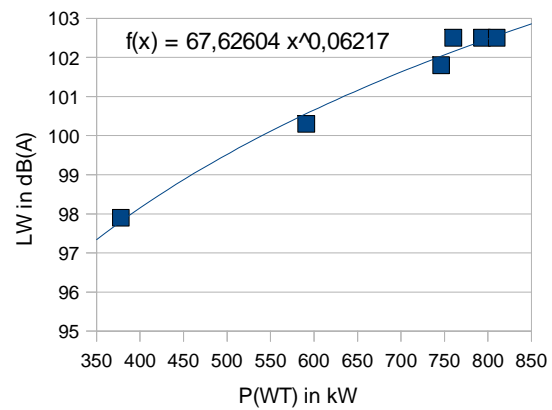
Berekening geluidvermogen windturbine o.b.v. gegevens fabrikant gerelateerd aan de windsnelheid op ashoogte

Tabel I.1

$V_{10}$ [m/s]	$P_{WT}$ [kW]	$L_w$ [dB(A)]
6	377,9	97,9
7	591,0	100,3
8	746,0	101,8
8,3	760,0	102,5
9	793,1	102,5
10	810,0	102,5

Tabel I.2

$V_D$ in m/s	$P_{WT}$ in kW	$L_{w,j}$ o.b.v. regressie
3	9,7	77,9
4	37	84,6
5	77,8	88,6
6	141,4	92,0
7	234,7	94,9
8	348	97,3
9	498,1	99,5
10	665,4	101,3
11	756,4	102,1
12	799,2	102,5
13	813	102,6



Figuur I.1

Tabel I.3

Data Power Curve		$L_{w,j}$ [dB(A)]	Distributieve windverdeling (%)			Bedrijfsduurcorrectie (dB)			$L_{w,j}$ in dB(A)		
$V_H$ (m/s)	$P_{WT}$ (kW)		Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht
3	10	77,9	6,1	6,2	5,4	-12,1	-12,1	-12,7	65,8	65,8	65,2
4	37	84,6	7,8	7,6	7,8	-11,1	-11,2	-11,1	73,6	73,4	73,6
5	78	88,6	10,0	9,3	8,4	-10,0	-10,3	-10,8	78,7	78,3	77,9
6	141	92,0	12,0	11,3	10,9	-9,2	-9,5	-9,6	82,8	82,5	82,4
7	235	94,9	11,2	11,2	12,5	-9,5	-9,5	-9,0	85,4	85,4	85,9
8	348	97,3	9,5	10,7	12,7	-10,2	-9,7	-9,0	87,1	87,6	88,3
9	498	99,5	8,8	9,4	9,9	-10,5	-10,3	-10,1	89,0	89,2	89,4
10	665	101,3	6,7	7,9	7,1	-11,7	-11,0	-11,5	89,6	90,3	89,8
11	756	102,1	6,8	6,5	5,3	-11,6	-11,9	-12,7	90,5	90,2	89,4
12	799	102,5	4,0	3,3	4,5	-14,0	-14,8	-13,5	88,4	87,6	88,9
13	813	102,6	3,3	2,9	3,3	-14,9	-15,4	-14,9	87,7	87,2	87,7
14	819	102,6	2,0	2,3	2,8	-17,0	-16,4	-15,6	85,5	86,2	87,0
15	824	102,6	1,4	2,2	1,9	-18,6	-16,6	-17,3	84,0	86,0	85,3
16	824	102,6	1,4	1,0	1,1	-18,6	-20,0	-19,6	84,0	82,5	82,9
17	824	102,6	1,2	0,7	1,0	-19,2	-21,5	-20,0	83,3	81,0	82,5
18	824	102,6	0,2	0,4	0,5	-27,0	-24,0	-23,1	75,6	78,6	79,5
19	824	102,6	0,3	0,5	0,5	-25,2	-23,0	-23,1	77,3	79,6	79,5
20	824	102,6	0,0	0,0	0,0	-100,0	-100,0	-100,0	2,6	2,6	2,6
21	824	102,6	0,1	0,0	0,1	-30,0	-100,0	-30,0	72,6	2,6	72,6
22	824	102,6	0,0	0,0	0,1	-100,0	-100,0	-30,0	2,6	2,6	72,6
23	824	102,6	0,1	0,0	0,1	-30,0	-100,0	-30,0	72,6	2,6	72,6
24	824	102,6	0,0	0,0	0,0	-100,0	-100,0	-100,0	2,6	2,6	2,6
25	824	102,6	0,0	0,1	0,0	-100,0	-30,0	-100,0	2,6	72,6	2,6

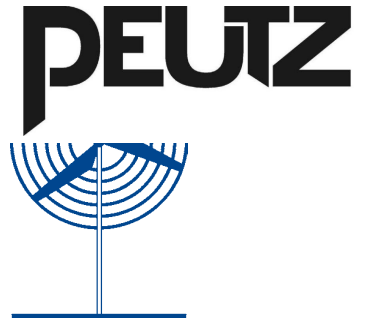
 $L_E$  in dB(A)

98,10

98,16

98,36

		$L_{E, A-gewogen}$ in dB(A), per octaafband met middenfrequentie in Hz								
Spectrale bronemissie		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
Gemiddeld relatief spectrum		-18,9	-11,8	-9,5	-6,9	-4,2	-7,0	-15,9	-25,1	
$L_E$	dag	79,21	86,34	88,60	91,16	93,87	91,09	82,15	73,00	98,10
	avond	79,28	86,41	88,67	91,22	93,94	91,16	82,22	73,07	98,16
	nacht	79,48	86,61	88,87	91,42	94,14	91,36	82,42	73,26	98,36



# WINDTEST

## Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH

Certification Report No.: WT 5625/07

Measurement of power curve of Enercon E-53 800 kW at Eggelingen (extract)

### Wind turbine:

Type: ..... Enercon E-53 800 kW  
 Manufacturer: ..... Enercon GmbH  
 Hub height (including foundation): ..... 75 m  
 Rated power: ..... 800 kW  
 Rated wind speed: ..... 12.0 m/s

Order number: .....4250 06 03407 64  
 Rotor diameter: ..... 52.9 m  
 Rotor speed: ..... 12 - 29.5 rpm  
 Blade type: ..... E53/1, 25.25 m  
 Blade angle: .....variable

### Measurements:

The measurements were carried out according to "IEC 61400-12-1: Wind turbines - Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines".

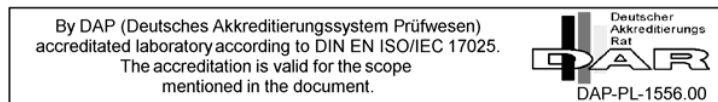
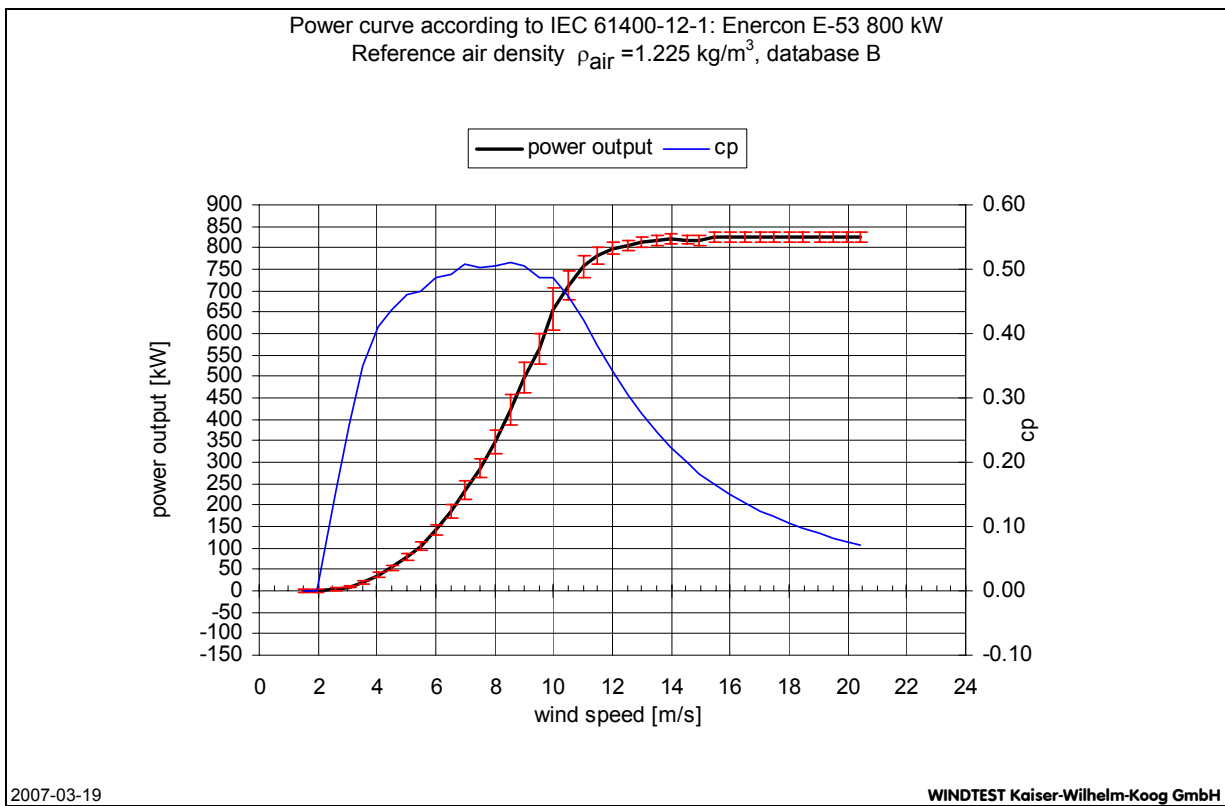
### Deviations to IEC 61400-12-1:

- no deviations

### Scope of measurements:

- period: 2007-01-08 to 2007-03-08
- evaluated wind direction sector: 226°-296°
- wind speed measurements were carried out with an anemometer of type Thies First Class at hub height (75 m)
- accuracy of anemometer calibration:  $\pm 0.1$  m/s in the range of 4 to 16 m/s
- wind speed normalised to reference air density,  $\rho = 1.225$  kg/m<sup>3</sup>
- temperature filter applied ( $>0^\circ\text{C}$ )
- database: B
- accuracy class of power measuring devices: 0.2 (current transformers), 0.5 (power transducer)

The complete procedure is documented in the test reports no. WT 5628/07 and WT 5629/07.





## Invoergegevens rekenmodel windturbine Zwinweg 38

Model: Jaargemiddeld Zwinweg 38\_09-2011\_60m

Zwinweg - Anna Paulowna

Groep: (hoofdgroep)

Lijst van Gebouwen, voor rekenmethode Industrielawaai - IL-WT

Naam	Omschr.	X-1	Y-1	Hoogte	Maaiveld	Cp	Refl. 31	Refl. 63	Refl. 125	Refl. 250	Refl. 500	Refl. 1k	Refl. 2k	Refl. 4k	Refl. 8k
5	Bebouwing Zwinweg 38	121051,05	542370,94	6,00	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
1	Bebouwing Zwinweg 38	120971,86	542425,72	6,00	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
2	Bebouwing Zwinweg 38	121000,80	542365,10	6,00	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
3	Bebouwing Zwinweg	120953,67	542344,66	6,00	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
4	Bebouwing Zwinweg	120960,04	542347,43	6,00	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80

Invoergegevens rekenmodel windturbine Zwinweg 38

---

Model: Jaargemiddeld Zwinweg 38\_09-2011\_60m  
Zwinweg - Anna Paulowna  
Groep: (hoofdgroep)  
Lijst van Bodemgebieden, voor rekenmethode Industrielawaai - IL-WT

Naam	Omschr.	Bf	X-1	Y-1
Zwinweg		0,00	120819,18	542029,92

## Invoergegevens rekenmodel windturbine Zwinweg 38

Model: Jaargemiddeld Zwinweg 38\_09-2011\_60m  
Zwinweg - Anna Paulowna  
Groep: (hoofdgroep)  
Lijst van Schermen, voor rekenmethode Industrielawaai - IL-WT

Naam	Omschr.	X-1	Y-1	X-n	Y-n	ISO H	ISO M	Cp	Refl.L lk	Refl.R lk	Lengte
2	Nok schuur	120997,23	542355,97	121025,85	542346,16	6,00	0,00	2 dB	0,00	0,00	30,25
1	Nok schuur	121021,77	542396,86	121056,93	542385,41	7,00	0,00	2 dB	0,00	0,00	36,98



## Invoergegevens rekenmodel windturbine Zwinweg 38

Model: Jaargemiddeld Zwinweg 38\_09-2011\_60m

Zwinweg - Anna Paulowna

Groep: (hoofdgroep)

Lijst van Toetspunten, voor rekenmethode Industrielawaai - IL-WT

Naam	Omschr.	X	Y	Maaiveld	Gevel	Hoogte A	Hoogte B	Hoogte C	Hoogte D
04	Woning 34	120893,35	542171,09	0,00	Nee	1,50	5,00	--	--
02	Woning 17	120999,97	542617,92	0,00	Nee	1,50	5,00	--	--
03	Boerderij 40	121067,99	542640,73	0,00	Nee	1,50	5,00	--	--
01	Woning 15	120970,54	542585,02	0,00	Nee	1,50	5,00	--	--

## Invoergegevens rekenmodel windturbine Zwinweg 38

Model: Jaargemiddeld Zwinweg 38\_09-2011\_60m  
Zwinweg - Anna Paulowna  
Groep: (hoofdgroep)  
Lijst van Windturbines, voor rekenmethode Industrielawaai - IL-WT

Naam	Omschr.	X	Y	Maaiveld	Hoogte	LE (D) 31	LE (D) 63	LE (D) 125	LE (D) 250	LE (D) 500	LE (D) 1k	LE (D) 2k
01	Windturbine Enercon E-53 ashoogte 60m	121057,59	542356,70	0,00	60,00	0,00	79,21	86,34	88,60	91,16	93,87	91,09

## Invoergegevens rekenmodel windturbine Zwinweg 38

Model: Jaargemiddeld Zwinweg 38\_09-2011\_60m

Zwinweg - Anna Paulowna

Groep: (hoofdgroep)

Lijst van Windturbines, voor rekenmethode Industrielawaai - IL-WT

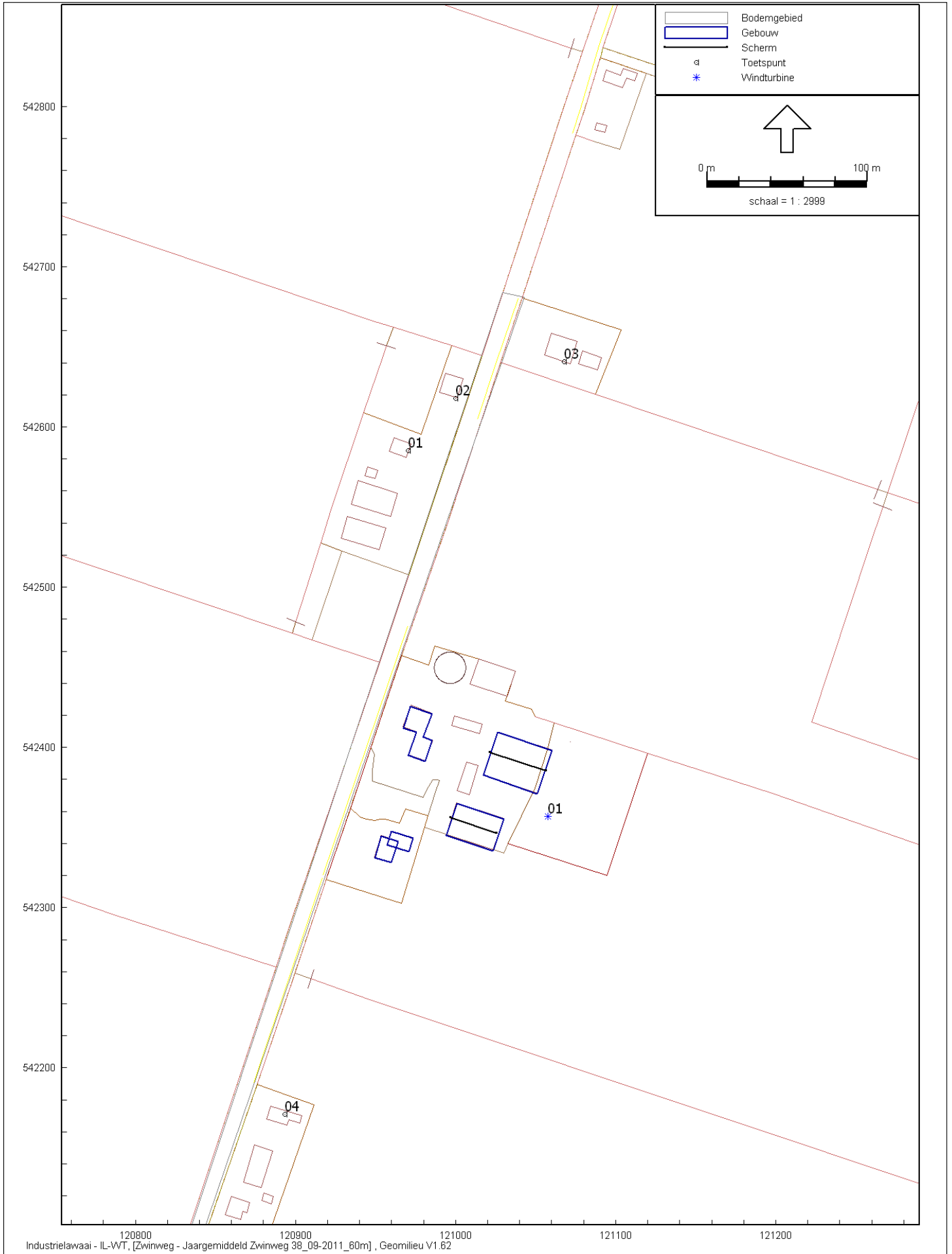
Naam	LE (D) 4k	LE (D) 8k	LE (D) Totaal	LE (A) 31	LE (A) 63	LE (A) 125	LE (A) 250	LE (A) 500	LE (A) 1k	LE (A) 2k	LE (A) 4k	LE (A) 8k	LE (A) Totaal	LE (N) 31
01	82,15	73,00	98,10	0,00	79,28	86,41	88,67	91,22	93,94	91,16	82,22	73,07	98,16	0,00

## Invoergegevens rekenmodel windturbine Zwinweg 38

Model: Jaargemiddeld Zwinweg 38\_09-2011\_60m  
Zwinweg - Anna Paulowna  
Groep: (hoofdgroep)  
Lijst van Windturbines, voor rekenmethode Industrielawaai - IL-WT

Naam	LE (N) 63	LE (N) 125	LE (N) 250	LE (N) 500	LE (N) 1k	LE (N) 2k	LE (N) 4k	LE (N) 8k	LE (N) Totaal
01	79,48	86,61	88,87	91,42	94,14	91,36	82,42	73,26	98,36

## Overzicht rekenmodel windturbine Zwinweg 38



120800 120900 121000 121100 121200  
Industrielaarai - IL-WT, [Zwinweg - Jaargemiddeld Zwinweg 38\_09-2011\_60m], Geomilieu V1.62



## Rekenresultaten jaargemiddeld windturbine Zwinweg 38

---

Rapport: Resultatentabel  
 Model: Jaargemiddeld Zwinweg 38\_09-2011\_60m  
 LAeq totaalresultaten voor toetspunten  
 Groep: (hoofdgroep)  
 Groepsreductie: Nee

Naam					
Toetspunt	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht
01_A	Woning 15	1,50	38,1	38,2	38,4
01_B	Woning 15	5,00	39,1	39,2	39,4
02_A	Woning 17	1,50	38,1	38,2	38,4
02_B	Woning 17	5,00	38,3	38,4	38,6
03_A	Boerderij 40	1,50	36,5	36,5	36,7
03_B	Boerderij 40	5,00	37,6	37,6	37,8
04_A	Woning 34	1,50	37,7	37,8	38,0
04_B	Woning 34	5,00	38,8	38,9	39,1

Alle getoonde dB-waarden zijn A-gewogen

Geomilieu V1.62

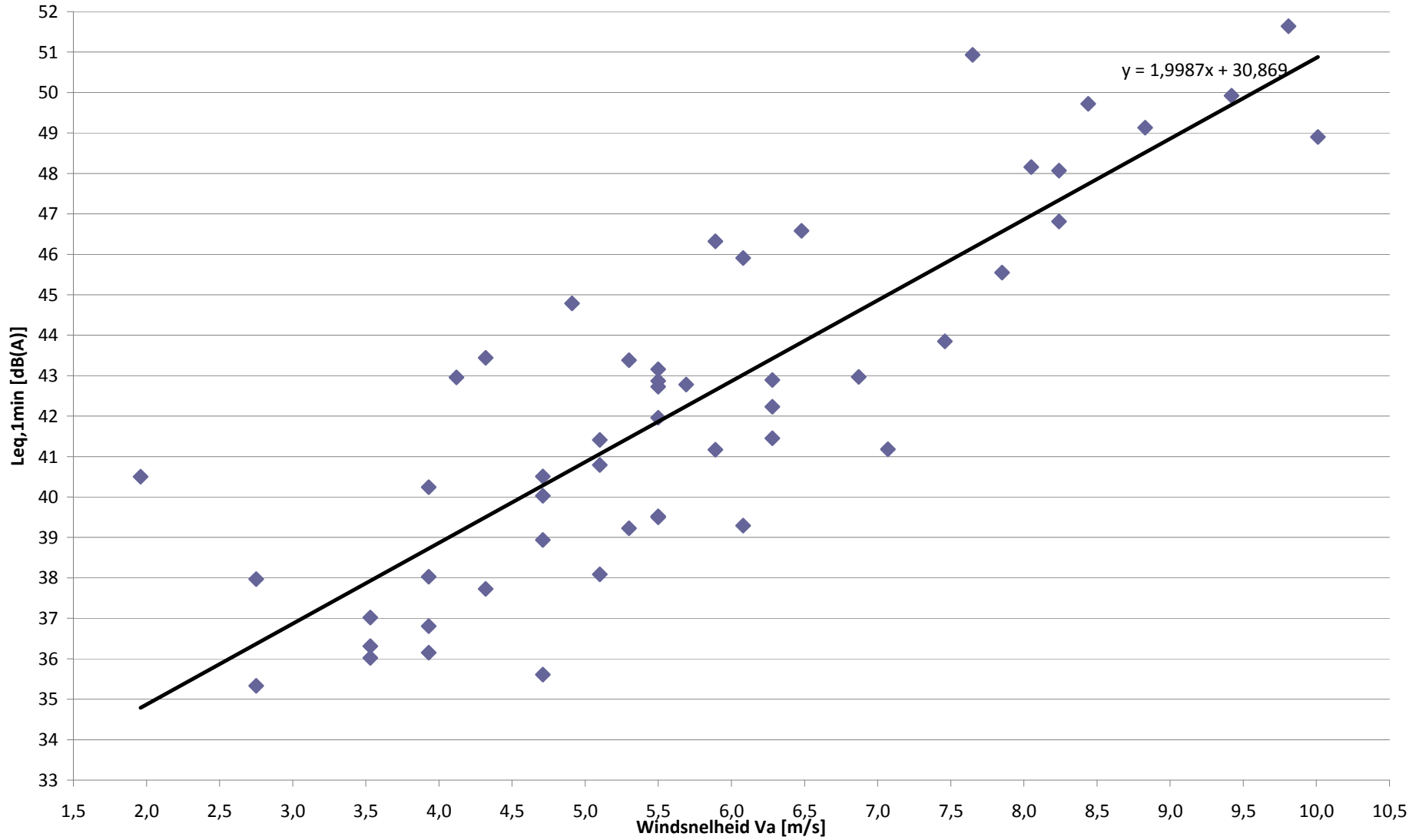
09-09-2011 17:13:40





Tijd [uu:mm]	Leq,1min [dB(A)]	Windsnelheid VA [m/s]
17:13	48,1	8,2
17:14	46,3	5,9
17:15	42,9	5,5
17:16	40,8	5,1
17:17	42,0	5,5
17:18	43,0	4,1
17:19	48,9	10,0
17:20	45,6	7,9
17:21	48,2	8,1
17:22	45,9	6,1
17:23	43,9	7,5
17:24	42,9	6,3
17:25	49,1	8,8
17:26	42,2	6,3
17:27	44,8	4,9
17:28	49,9	9,4
17:29	50,9	7,7
17:30	51,6	9,8
17:31	52,1	9,8
17:32	49,7	8,4
17:33	46,8	8,2
17:34	46,6	6,5
19:33	38,0	3,9
19:34	40,2	3,9
19:35	43,2	5,5
19:36	39,3	6,1
19:37	41,5	6,3
19:38	39,5	5,5
19:39	39,2	5,3
19:40	42,8	5,7
19:41	41,2	5,9
19:42	40,5	4,7
19:43	43,4	4,3
19:44	43,0	6,9
19:45	43,4	5,3
19:46	42,7	5,5
19:47	41,4	5,1
19:48	39,5	5,5
19:49	41,2	7,1
19:50	40,5	2,0
19:51	40,0	4,7
19:52	38,0	2,8
19:53	36,3	3,5
19:54	38,9	4,7
19:55	38,1	5,1
19:56	35,6	4,7
19:57	35,3	2,8
19:58	36,8	3,9
19:59	36,2	3,9
20:00	36,0	3,5
20:01	37,0	3,5
20:02	37,7	4,3

Gemeten equivalente geluidniveau (Leq,1min in dB(A)) ten gevolge van stoorgeluid (positie B)  
met lineaire regressie





## Korte toelichting methodiek Reken- en meetvoorschrift windturbines (hoofdstuk 2.6)

Het geluidvermogen ( $L_{w,j}$ ) per gehele waarde van de windsnelheid op ashoogte ( $V_h$ ) is berekend uitgaande van het gemeten equivalente geluidniveau gedurende 1 minuut ( $L_{eq}$  in dB(A)), gerelateerd aan de windsnelheid op ashoogte, gecorrigeerd voor het omgevingsgeluidniveau op basis van lineaire regressie van de stoorgeluidniveaus (zie bijlage IV) en de windsnelheid gemeten ter hoogte van positie A ( $V_A$ )

Vervolgens is lineaire regressie toegepast op het gemeten equivalente geluidniveau gedurende 1 minuut gerelateerd aan de optredende windsnelheid op ashoogte (zie figuren)

Het geluidvermogen ( $L_{w,j}$ ) is vastgesteld op basis van de in de betreffende figuur opgenomen regressieformule ter vaststelling van  $L_{eq,j}$ , uitgaande van de gehele windsnelheid op ashoogte vermeerderd met de overdrachtdemping  $D_{geo}$  ( $20 \cdot \text{LOG}(R1)+5$ , waarbij  $R1=106,9$  m)

Berekening $V_H$ (conform Rmv, paragraaf 2.4.1.)	
Tref	288 K
pref	1013 mbar
T,meting	290 K
p,meting	1007,7 mbar
$V_h =$	$1,00406 \cdot V_d$

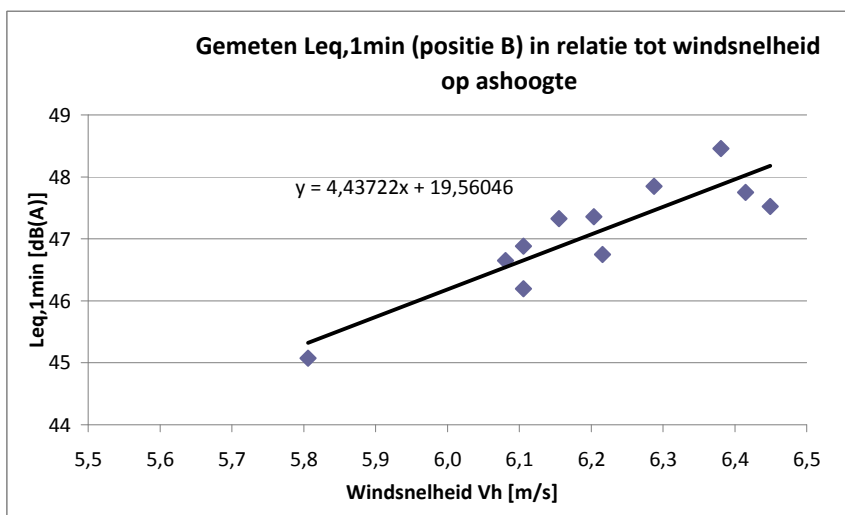
## Berekening geluidvermogen bij $V_H = 6$ m/s

Tijd [uu:mm]	$P_{WT}$ [kW]	Windsnelheid $V_H^{1)}$ [m/s]	$L_{eq}^*$ [dB(A)]	Windsnelheid $V_A$ [m/s]	$L_{stoor}^{2)}$ [dB(A)]	$L_{eq}$ [dB(A)]
20:21	127	5,81	45,8	3,3	37,5	45,1
20:24	148	6,08	47,0	2,8	36,4	46,7
18:54	150	6,11	47,6	4,3	39,5	46,9
18:55	150	6,11	46,9	3,7	38,3	46,2
20:25	154	6,16	47,8	3,3	37,5	47,3
20:29	158	6,20	47,7	2,8	36,4	47,4
20:22	159	6,22	47,2	3,1	37,1	46,7
20:23	165	6,29	48,3	3,5	37,9	47,8
20:13	173	6,38	49,0	4,3	39,5	48,5
20:19	176	6,42	48,2	3,7	38,3	47,8
20:11	179	6,45	48,1	3,9	38,7	47,5

<sup>1)</sup> waarbij  $V_H=VD \cdot 1,00406$ , met  $VD=0,2977 \cdot (PWT)^{1/2} - 1,267 \cdot (PWT)^{1/4} + 2,98 \cdot (PWT)^{1/6}$

(regressie o.b.v. gemeten powercurve Enercon E-53)

<sup>2)</sup> Conform regressie zie bijlage IV



Figuur V.1

## Berekening geluidvermogen $V_H = 6$ m/s

Regressie conform Figuur V.1 ( $y=ax+b$ )	
a =	4,43722
b =	19,56046

H =	60 [m]
R0 =	88,5 [m]
R1 =	106,9 [m]

$V_H$ [m/s]	$L_{eq,j}$ [dB(A)]	$D_{geo}$ [dB]	$L_{w,j}$ [dB(A)]
6,0	46,2	45,6	<b>91,8</b>

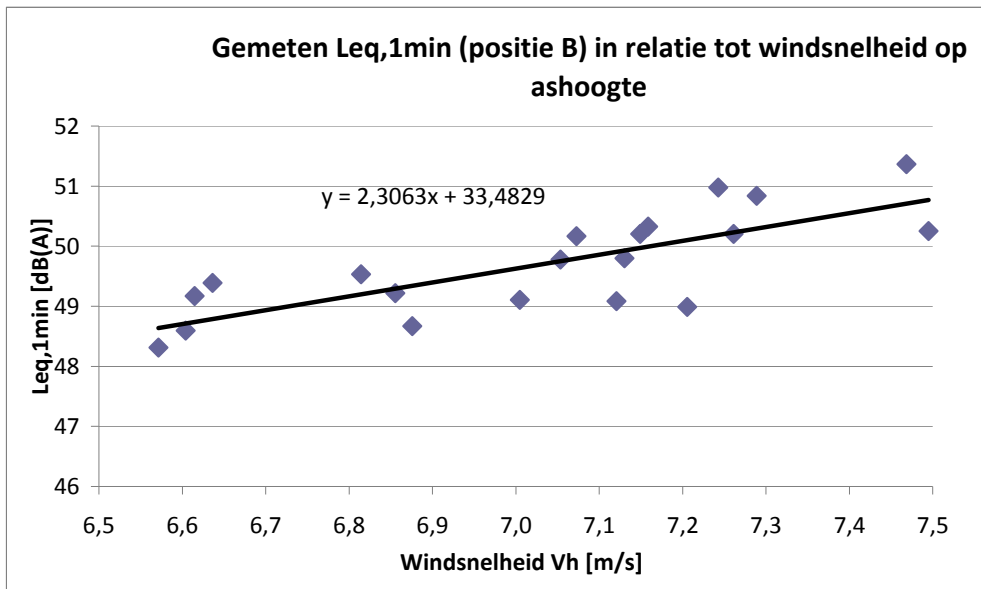
## Berekening geluidvermogen bij VH = 7 m/s

Tijd [uu:mm]	P <sub>WT</sub> [kW]	Windsnelheid V <sub>H</sub> <sup>1)</sup> [m/s]	L <sub>eq</sub> * [dB(A)]	Windsnelheid V <sub>A</sub> [m/s]	L <sub>stoor</sub> <sup>2)</sup> [dB(A)]	L <sub>eq</sub> [dB(A)]
18:52	190	6,57	48,6	3,1	37,1	48,3
20:10	193	6,60	48,8	2,0	34,8	48,6
20:30	194	6,61	49,3	2,2	35,2	49,2
20:28	196	6,64	49,6	2,8	36,4	49,4
20:18	213	6,81	49,9	4,1	39,1	49,5
20:09	217	6,86	50,1	5,9	42,6	49,2
20:17	219	6,88	49,6	5,7	42,2	48,7
20:05	232	7,00	49,7	5,1	41,1	49,1
18:53	237	7,05	50,2	4,3	39,5	49,8
20:12	239	7,07	50,4	3,1	37,1	50,2
19:04	244	7,12	49,8	5,5	41,9	49,1
19:21	245	7,13	50,5	5,7	42,2	49,8
20:08	247	7,15	50,5	4,1	39,1	50,2
20:15	248	7,16	50,7	4,5	39,9	50,3
19:05	253	7,21	49,4	3,9	38,7	49,0
18:36	257	7,24	51,3	4,7	40,3	51,0
19:06	259	7,26	50,8	5,5	41,9	50,2
18:33	262	7,29	51,6	6,3	43,4	50,8
18:10	282	7,47	52,5	7,7	46,2	51,4
19:31	285	7,49	51,1	6,3	43,4	50,3

<sup>1)</sup> waarbij  $V_H = V_D \cdot 1,00406$ , met  $V_D = 0,2977 \cdot (PWT)^{1/2} - 1,267 \cdot (PWT)^{1/4} + 2,98 \cdot (PWT)^{1/6}$

(regressie o.b.v. gemeten powercurve Enercon E-53)

<sup>2)</sup> Conform regressie zie bijlage IV



Figuur V.2

## Berekening geluidvermogen VH = 7 m/s

Regressie conform Figuur V.2 ( $y=ax+b$ )

a = 2,3063  
b = 33,4829

V <sub>H</sub> [m/s]	L <sub>eq,j</sub> [dB(A)]	D <sub>geo</sub> [dB]	L <sub>w,j</sub> [dB(A)]
7,0	49,6	45,6	<b>95,2</b>

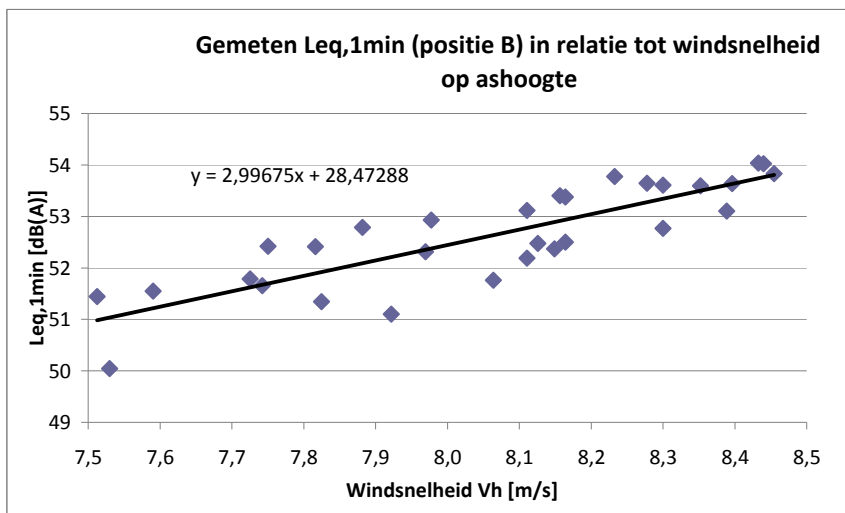
## Berekening geluidvermogen bij VH = 8 m/s

Tijd [uu:mm]	P <sub>WT</sub> [kW]	Windsnelheid V <sub>H</sub> <sup>1)</sup> [m/s]	L <sub>eq</sub> * [dB(A)]	Windsnelheid V <sub>A</sub> [m/s]	L <sub>stoor</sub> <sup>2)</sup> [dB(A)]	L <sub>eq</sub> [dB(A)]
18:49	287	7,51	52,1	6,3	43,4	51,4
19:07	289	7,53	50,7	5,7	42,2	50,0
20:16	296	7,59	51,9	4,7	40,3	51,5
19:24	312	7,73	52,1	5,1	41,1	51,8
19:28	314	7,74	52,0	4,7	40,3	51,7
17:40	315	7,75	52,8	5,7	42,2	52,4
18:48	323	7,82	52,8	5,3	41,5	52,4
19:29	324	7,82	52,1	6,7	44,2	51,3
19:27	331	7,88	53,3	6,3	43,4	52,8
19:19	336	7,92	51,7	5,9	42,6	51,1
18:24	342	7,97	52,8	6,3	43,4	52,3
17:39	343	7,98	53,4	6,3	43,4	52,9
19:16	354	8,06	52,5	6,7	44,2	51,8
18:47	360	8,11	53,8	7,3	45,4	53,1
19:08	360	8,11	52,5	5,3	41,5	52,2
18:46	362	8,13	53,1	6,9	44,6	52,5
19:09	365	8,15	53,0	6,9	44,6	52,4
18:25	366	8,16	53,6	4,1	39,1	53,4
18:32	367	8,16	53,7	5,9	42,6	53,4
19:12	367	8,16	53,6	8,1	47,0	52,5
19:23	376	8,23	54,2	6,3	43,4	53,8
19:30	382	8,28	53,8	4,7	40,3	53,6
19:20	385	8,30	53,9	5,9	42,6	53,6
19:22	385	8,30	53,1	5,1	41,1	52,8
18:23	392	8,35	54,1	6,7	44,2	53,6
19:10	397	8,39	53,4	5,3	41,5	53,1
18:34	398	8,40	54,2	6,9	44,6	53,6
18:45	403	8,43	54,3	5,9	42,6	54,0
19:11	404	8,44	54,3	5,9	42,6	54,0
19:17	406	8,45	54,2	5,9	42,6	53,8

<sup>1)</sup> waarbij  $VH=VD+1,00406$ , met  $VD=0,2977 \cdot (PWT)^{1/2} - 1,267 \cdot (PWT)^{1/4} + 2,98 \cdot (PWT)^{1/6}$

(regressie o.b.v. gemeten powercurve Enercon E-53)

<sup>2)</sup> Conform regressie zie bijlage IV



Figuur V.3

## Berekening geluidvermogen VH = 8 m/s

Regressie conform Figuur V.3 ( $y=ax+b$ )	
a =	2,99675
b =	28,47288

V <sub>H</sub> [m/s]	L <sub>eq,j</sub> [dB(A)]	D <sub>geo</sub> [dB]	L <sub>w,j</sub> [dB(A)]
8,0	52,4	45,6	<b>98,0</b>

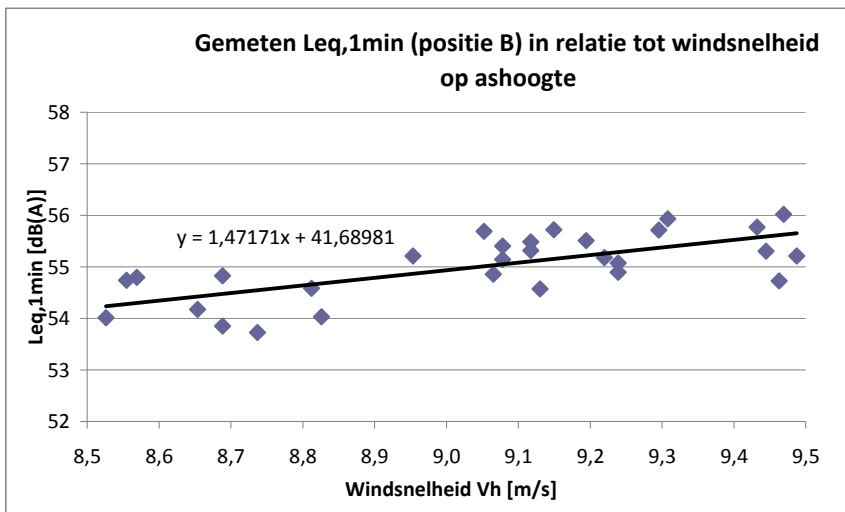
## Berekening geluidvermogen bij $V_H = 9 \text{ m/s}$

Tijd [uu:mm]	$P_{WT}$ [kW]	Windsnelheid $V_H^{1)}$ [m/s]	$L_{eq}^*$ [dB(A)]	Windsnelheid $V_A$ [m/s]	$L_{stoor}^{2)}$ [dB(A)]	$L_{eq}$ [dB(A)]
18:04	416	8,53	54,3	5,3	41,5	54,0
18:22	420	8,55	55,1	6,3	43,4	54,7
18:40	422	8,57	55,1	6,5	43,8	54,8
19:15	434	8,65	54,5	5,9	42,6	54,2
17:48	439	8,69	55,4	7,9	46,6	54,8
18:00	439	8,69	54,4	7,3	45,4	53,9
18:38	446	8,74	54,0	5,5	41,9	53,7
18:26	457	8,81	54,8	5,7	42,2	54,6
19:14	459	8,83	54,4	6,1	43,0	54,0
19:25	478	8,95	55,5	6,3	43,4	55,2
17:11	493	9,05	55,9	5,9	42,6	55,7
18:18	495	9,07	55,0	3,9	38,7	54,9
18:30	497	9,08	56,2	8,6	48,1	55,4
18:31	497	9,08	55,5	6,5	43,8	55,1
17:59	503	9,12	55,6	3,5	37,9	55,5
18:41	503	9,12	55,5	4,7	40,3	55,3
18:42	505	9,13	55,4	8,4	47,7	54,6
18:39	508	9,15	55,9	5,9	42,6	55,7
17:06	515	9,19	55,7	4,9	40,7	55,5
18:44	519	9,22	55,8	8,2	47,3	55,2
17:07	522	9,24	56,2	9,4	49,7	55,1
18:05	522	9,24	55,3	6,7	44,2	54,9
18:15	531	9,30	56,2	7,9	46,6	55,7
17:02	533	9,31	56,3	7,5	45,8	55,9
18:09	553	9,43	56,8	9,6	50,1	55,8
17:52	555	9,44	55,6	6,5	43,8	55,3
18:12	558	9,46	56,0	9,6	50,1	54,7
18:21	559	9,47	56,6	8,4	47,7	56,0
17:37	562	9,49	55,5	6,7	44,2	55,2

<sup>1)</sup> waarbij  $V_H = VD * 1,00406$ , met  $VD = 0,2977 \cdot (PWT)^{1/2} - 1,267 \cdot (PWT)^{1/4} + 2,98 \cdot (PWT)^{1/6}$

(regressie o.b.v. gemeten powercurve Enercon E-53)

<sup>2)</sup> Conform regressie zie bijlage IV



Figuur V.4

## Berekening geluidvermogen $V_H = 9 \text{ m/s}$

Regressie conform Figuur V.4 ( $y=ax+b$ )	
a =	1,47171
b =	41,68981

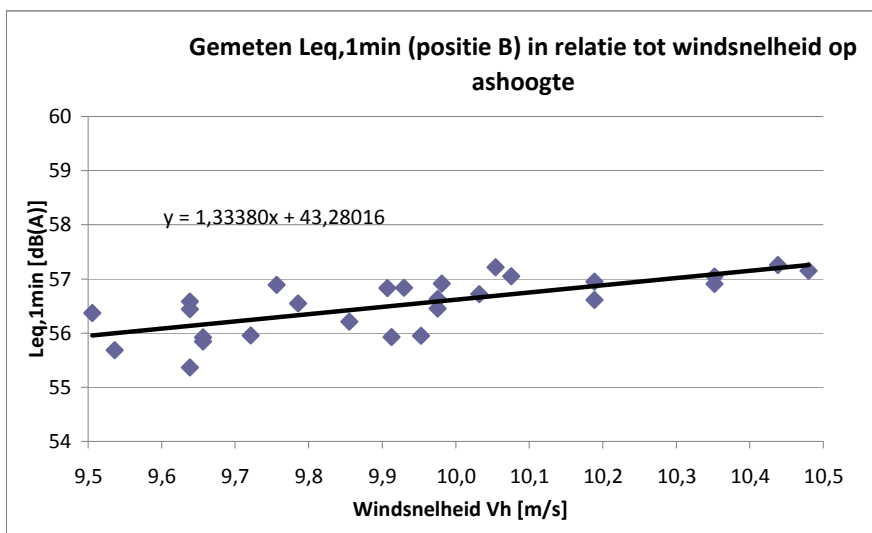
$V_H$ [m/s]	$L_{eq,j}$ [dB(A)]	$D_{geo}$ [dB]	$L_{W,j}$ [dB(A)]
9,0	54,9	45,6	<b>100,5</b>

## Berekening geluidvermogen bij VH = 10 m/s

Tijd [uu:mm]	P <sub>WT</sub> [kW]	Windsnelheid V <sub>H</sub> <sup>1)</sup> [m/s]	L <sub>eq</sub> * [dB(A)]	Windsnelheid V <sub>A</sub> [m/s]	L <sub>stoor</sub> <sup>2)</sup> [dB(A)]	L <sub>eq</sub> [dB(A)]
18:02	565	9,51	56,9	8,2	47,3	56,4
16:51	570	9,54	56,0	6,9	44,6	55,7
17:35	587	9,64	55,8	7,1	45,0	55,4
17:36	587	9,64	56,9	7,3	45,4	56,6
18:03	587	9,64	56,7	6,3	43,4	56,4
18:01	590	9,66	56,1	5,9	42,6	55,9
19:13	590	9,66	56,1	6,7	44,2	55,8
18:06	601	9,72	56,1	4,7	40,3	56,0
17:46	607	9,76	57,1	6,9	44,6	56,9
17:47	612	9,79	56,8	7,1	45,0	56,5
18:28	624	9,86	56,7	7,9	46,6	56,2
17:53	633	9,91	57,2	7,5	45,8	56,8
17:56	634	9,91	56,5	8,2	47,3	55,9
18:43	637	9,93	57,0	5,3	41,5	56,8
17:54	641	9,95	56,4	7,5	45,8	56,0
17:44	645	9,98	56,8	7,3	45,4	56,5
18:07	645	9,98	56,9	7,1	45,0	56,6
17:58	646	9,98	57,3	8,1	47,0	56,9
18:08	655	10,03	56,8	3,9	38,7	56,7
17:10	659	10,05	57,5	7,1	45,0	57,2
17:45	668	10,08	57,3	6,9	44,6	57,0
16:58	675	10,19	57,9	10,0	50,9	57,0
18:11	675	10,19	56,8	5,7	42,2	56,6
17:09	688	10,35	57,9	9,8	50,5	57,0
18:27	688	10,35	57,2	7,5	45,8	56,9
18:20	697	10,44	57,8	8,6	48,1	57,3
16:53	702	10,48	57,3	5,9	42,6	57,1

<sup>1)</sup> waarbij  $VH=VD*1,00406$ , met  $VD=0,2977\cdot(PWT)^{1/2} - 1,267\cdot(PWT)^{1/4}+2,98\cdot(PWT)^{1/6}$  voor  $PWT < 666kW$   
en  $VD=1,5978E-06(PWT)^3-3,4246E-03(PWT)^2 + 2,4539(PWT)-577,3$ , voor  $PWT>666 kW$   
(regressie o.b.v. gemeten powercurve Enercon E-53)

<sup>2)</sup> Conform regressie zie bijlage IV



Figuur V.5

## Berekening geluidvermogen VH = 10 m/s

Regressie conform Figuur V.5 ( $y=ax+b$ )	
a =	1,3338
b =	43,28016

V <sub>H</sub> [m/s]	L <sub>eq,j</sub> [dB(A)]	D <sub>geo</sub> [dB]	L <sub>w,j</sub> [dB(A)]
10,0	56,6	45,6	<b>102,2</b>



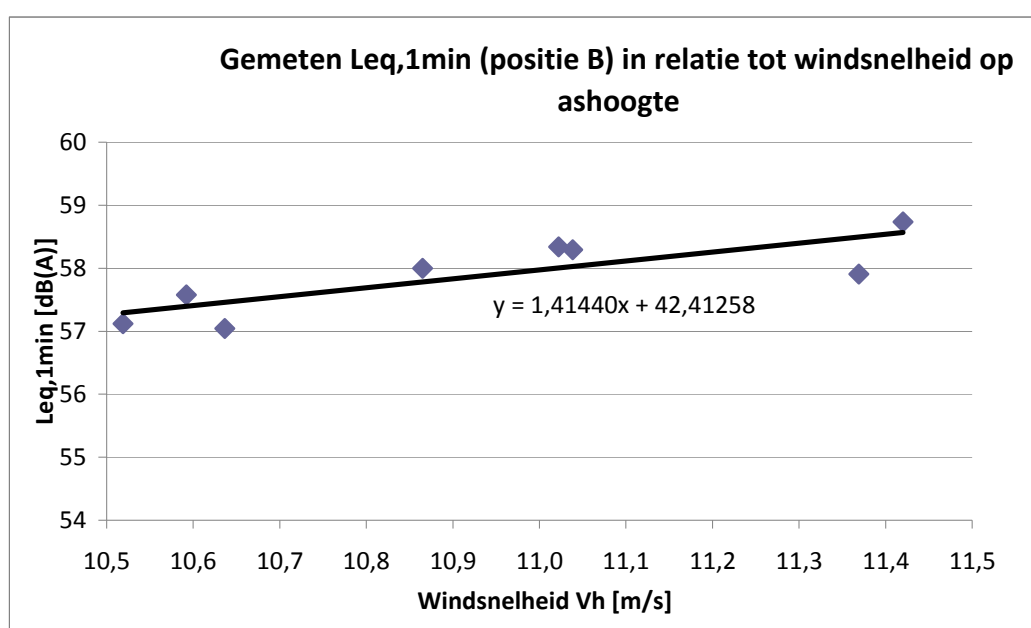
## Berekening geluidvermogen bij $V_H = 11 \text{ m/s}$

Tijd [uu:mm]	$P_{WT}$ [kW]	Windsnelheid $V_H$ <sup>1)</sup> [m/s]	$L_{eq}^*$ [dB(A)]	Windsnelheid $V_A$ [m/s]	$L_{stoor}$ <sup>2)</sup> [dB(A)]	$L_{eq}$ [dB(A)]
18:29	707	10,52	57,4	7,3	45,4	57,1
17:57	717	10,59	58,1	9,0	48,9	57,6
18:16	723	10,64	57,2	6,3	43,4	57,0
18:19	747	10,86	58,3	7,5	45,8	58,0
16:55	758	11,02	58,4	5,1	41,1	58,3
18:13	759	11,04	58,4	5,7	42,2	58,3
16:52	775	11,37	58,3	8,2	47,3	57,9
16:57	777	11,42	58,8	4,1	39,1	58,7

<sup>1)</sup> waarbij  $V_H = V_D * 1,00406$ , met  $V_D = 1,5978E-06(PWT)^3 - 3,4246E-03(PWT)^2 + 2,4539(PWT) - 577,3$

(regressie o.b.v. gemeten powercurve Enercon E-53)

<sup>2)</sup> Conform regressie zie bijlage IV



Figuur V.6

## Berekening geluidvermogen $V_H = 11 \text{ m/s}$

Regressie conform Figuur V.6 ( $y=ax+b$ )	
a =	1,4144
b =	42,41258

$V_H$ [m/s]	$L_{eq,j}$ [dB(A)]	$D_{geo}$ [dB]	$L_{W,j}$ [dB(A)]
11,0	58,0	45,6	<b>103,6</b>