

**Windpark Luna te Heerhugowaard
Controlemeting geluidemissie**

Opdrachtgever
Eneco Wind B.V.
Contactpersoon
de heer D. Cederhout
Kenmerk
R068345aa.00001.md
Versie
02_001
Datum
24 november 2011
Auteur
ir. M.T. (Mike) Dijkstra

Inhoudsopgave

1	Inleiding en samenvatting	3
2	Uitgangspunten	4
2.1	Situatie	4
2.2	De windturbine	4
2.3	De metingen	4
3	Resultaten van de metingen	6
3.1	Meetwaarden	6
3.2	Bronsterkte	6
3.3	Meet- en rekennauwkeurigheid	7
4	Toetsing en conclusie	8

Bijlage I	Figuren
Bijlage II	Tabellen

1 Inleiding en samenvatting

In opdracht van Eneco Wind BV, contactpersoon de heer D. Cederhout, zijn bronsterktemetingen verricht aan één van de drie Enercon E70 windturbines van het windpark Luna te Heerhugowaard. Doel van de metingen is te bepalen of het geluidniveau nabij de woningen voldoet aan de geldende geluidnormen.

Het onderzoek is uitgevoerd door de geluidemissie van één van de windturbines door meting vast te stellen. Hiervoor wordt op relatief korte afstand (118 m) het geluidniveau van deze windturbine gemeten. Bij deze meting wordt gecorrigeerd voor omgevingsgeluid. Met de resultaten hiervan wordt het geluidniveau bij de woningen berekend. In deze berekening wordt rekening gehouden met de demping over afstand en de eventuele reflecties tegen de bodem (bijvoorbeeld reflecties van het wateroppervlak). Tevens wordt bij deze berekening rekening gehouden met de langjaargemiddelde windsnelheden. Op basis hiervan wordt het jaargemiddelde geluidniveau L_{den} vastgesteld.

Alle metingen en berekeningen zijn uitgevoerd conform het *Reken- en meetvoorschrift windturbines*.

Uit het onderzoek blijkt dat het jaargemiddeld geluidniveau L_{den} hoogstens 48 dB bedraagt. Hiermee wordt de norm van 47 dB L_{den} met 1 dB (niet afgerond slechts 0,5 dB) overschreden. Een dergelijke overschrijding valt binnen de meet- en rekennauwkeurigheid.

2 Uitgangspunten

Dit hoofdstuk geeft de uitgangspunten van het geluidonderzoek.

2.1 Situatie

De turbines zijn gesitueerd langs de Westerweg (N242) te Heerhugowaard. Het betreft drie turbines in een lijnopstelling. De meest nabijgelegen woning van derden bevindt zich op ca. 215 m van een turbine. Figuur I.1 (zie bijlage I) geeft een situatieschets met de locaties van de windturbines.

2.2 De windturbine

De Enercon E70 windturbine levert maximaal 2300 kW elektrisch vermogen, en heeft drie rotorbladen bevestigd aan een horizontale as en een stalen toren. De rotordiameter bedraagt 70 m, de ashoogte 83 m.

Tijdens de metingen was de turbine niet in een geluidgereduceerde mode in bedrijf. De gemeten bedrijfssituatie betreft de 'operational mode II' voor de 2.3 MW versie van de E70.

2.3 De metingen

Methode

De metingen zijn verricht in de nacht van 23 op 24 mei 2011 van 23.27 tot 3.44 uur conform het *Reken- en meetvoorschrift windturbines* zoals voorgeschreven in het *Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer*. Metingen zijn verricht aan de middelste turbine. De noordelijke turbine stond tijdens de metingen stil. De zuidelijke turbine was normaal in bedrijf.

Met de windturbines in bedrijf wordt op het referentiepunt (op door de meetnorm vastgestelde afstand downwind) het geluiddrukkniveau gemeten in de octaafbanden van 31,5 Hz tot en met 8.000 Hz. Het achtergrondgeluid is gemeten tijdens het buiten bedrijf zijn van de windturbine. Dit achtergrondgeluidniveau werd gekenmerkt door wegverkeersgeluid en windgeruis. De turbine was uitgeschakeld van 00:31 tot 00:46 uur en van 2:03 tot 2:18 uur.

Meteoconditie

Onderstaande tabel 2.1 geeft de meteocondities tijdens de metingen.

Tabel 2.1

De meteocondities tijdens de metingen

Datum	23/24 mei 2011
Temperatuur	11 à 14 °C
Bewolking	6/8
Windrichting	ZW
Windsnelheid (10 m)	3-9 m/s

Meetpunten

De aanbevolen afstand R_0 'downwind' van de windturbine bedraagt: $R_0 = H + D/2 = 118$ m. Deze afstand is aangehouden zodat de meetpositie zich op het grasland ten noordwesten van de windturbines bevindt. Op deze meetpositie ondervindt de microfoon geen afscherming of reflecties (behalve van de bodem). De metingen werden verricht met de microfoon op een harde plaat op de grond. Deze methode verdubbelt de druk op de microfoon, waardoor het niveau verhoogd wordt met +6 dB(A) in vergelijking met metingen in het vrije veld.

De windsnelheidsmeter is geplaatst op een afstand van ca. 112 m ten zuidzuidwesten van de turbine. Deze afstand voldoet niet aan de vereiste afstand van 140 m upwind. De vereiste afstand was niet mogelijk doordat dan de meetpositie op de Westerweg zou liggen. Deze afwijking van het meetvoorschrift is echter niet relevant.

Figuur I.3 geeft de meetpunten van de geluidniveaumeter en de windsnelheidsmeter. Nabij de microfoon en de turbine bevinden zich geen reflecterende of afschermende objecten. Rondom de turbine bevindt zich kort gras. Rondom de microfoon bevindt zich zand. In het tussengebied bevindt zich overwegend kort gras. Tussen de anemometer en de turbine bevond zich geen object. De turbine en anemometer bevinden zich op een dijklichaam enkele meters boven de microfoon en de omgeving. Er zijn geen foto's gemaakt van de meetopstelling vanwege het nachtelijke meettijdstip.

Meetapparatuur

De metingen zijn verricht met een integrerende geluidniveaumeter, met de microfoon bevestigd op een harde plaat. Deze bestaat uit aluminium, dik 3 mm, van ca. 1 m², een standaard windbol gehalveerd op de microfoon en een rechtopstaand frame met open doek voor de meetopstelling teneinde het geluid van de wind in de microfoon te reduceren:

- portable real time analyser: Rion type NA28;
- geluidniveau calibrator: Rion type NC-74;
- microfoon: Rion type UC-59;
- cupanemometer: Wilh. Lambrecht GmbH type 1457 S2.

3 Resultaten van de metingen

3.1 Meetwaarden

Figuur I.3 (zie bijlage I) geeft de gemeten geluidniveaus op het referentiepunt. Tijdens de meetserie zijn tevens metingen verricht aan het achtergrondniveau van het omgevingsgeluid, waarbij de te meten windturbine uitgeschakeld was. De meetresultaten hiervan zijn eveneens in de figuur opgenomen. Figuur I.4 geeft de tijdsafhankelijke meetwaarden van geluid en wind. De wind op ashoogte is bepaald uit de powercurve (tabel II.1) van de turbine en uit de minuutwaarden (figuur I.6) van het informatiesysteem van de turbine.

3.2 Bronsterkte

De bronsterkte is bepaald volgens het meetvoorschrift. De gemeten waarde is gecorrigeerd voor omgevingslawaai, waarbij de correctie hoogstens 3 dB(A) mag bedragen. Hierbij is een windsnelheidsafhankelijk achtergrondgeluidniveau vastgesteld conform tabel II.2. Tabel 3.1 geeft de geluidspectra behorende bij de voor het stoorgeluid gecorrigeerde bronsterktes van de windturbine. De bijbehorende windsnelheidsafhankelijke polynoomwaarden zijn opgenomen in tabel II.3.

Tabel 3.1

De gemeten bronspectra bij de diverse windsnelheden (ashoogte) (*schuingedrukte waarden zijn indicatief*)

Wind [m/s]	Meettijd [min]	Lw [dB(A)]	Middenfrequentie van de octaafbanden [Hz]								
			31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
7	6	94,8	68,3	79,2	85,3	90,2	89,8	85,5	82,9	78,1	64,6
8	35	98,6	71,5	82,2	88,4	93,7	94,1	89,4	86,0	81,3	68,3
9	71	101,1	73,9	84,4	91,2	96,2	96,7	91,8	87,9	83,1	71,2
10	71	102,8	75,5	85,9	93,6	98,0	98,3	93,3	89,2	84,5	74,0
11	30	103,9	76,8	86,9	95,4	99,0	99,1	94,3	90,7	86,6	77,6
12	7	104,8	77,8	87,7	96,5	99,5	99,9	95,5	92,9	90,4	82,8

Deze zijn vergeleken met de leveranciergegevens zoals opgenomen in figuur I.7. Hiervoor zijn de leveranciergegevens omgerekend naar een waarde op ashoogte. In tabel 3.2 is de vergelijking opgenomen.

Tabel 3.2

De gemeten bronspectra bij de diverse windsnelheden (ashoogte) (*schuingedrukte waarden zijn indicatief*)

Wind ashoogte [m/s]	Gemeten Lw [dB(A)]	Opgegeven Lw [dB(A)]	Vershil [dB]
7	94,8	94,6	0,2
8	98,6	97,6	0,9
9	101,1	100,3	0,8
10	102,8	102,3	0,5
11	103,9	103,5	0,4
12	104,8	104,1	0,8

Uit de tabel blijkt dat de gemeten waarden tot 0,9 dB hoger liggen dan opgegeven. Dit valt echter binnen de meetonauwkeurigheid (zie paragraaf 3.3) en tevens binnen de garantiewaarden (waar een marge van 1 dB voor geldig is). Het effect van deze hogere waarde voor het jaargemiddelde geluidniveaus is overigens 0,5 dB.

3.3 Meet- en rekennauwkeurigheid

De meet- en rekontolerantie wordt geschat (op basis van de internationale meetmethode IEC 61400-11) op maximaal:

Ten gevolge van:	Windsnelheid ashoogte [m/s]					
	7	8	9	10	11	12
Standaardfout bij de middeling	0.4	1.2	1.0	0.9	0.3	0.5
Calibratie	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Meetafstand	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Correctie voor het achtergrondgeluid	0.8	0.8	0.7	0.8	0.5	0.5
Onnauwkeurigheid van de windsnelheidsmeting	0.7	0.8	0.8	0.5	0.3	0.6
Totaal [dB]	1.2	1.6	1.5	1.3	0.7	1.0

Deze waarde geldt voor het totaal A-gewogen niveau per windsnelheid. Dit betekent dat het werkelijke niveau hooguit ca. anderhalve dB hoger of lager is dan het gemeten niveau per windsnelheid. De onzekerheid wordt veroorzaakt door het hoge achtergrondgeluidniveau (vanaf 11 m/s is het achtergrondniveau niet meer zo relevant voor de onzekerheid). De onzekerheid kan worden gereduceerd door langer te meten (meerdere nachten) en/of het wegverkeer stil te leggen tijdens de meting.

4 Toetsing en conclusie

Op basis van de gemeten geluidvermogen-niveaus kan het jaargemiddelde geluidvermogen-niveau worden vastgesteld. De afleiding hiervan is in onderstaande tabel gegeven.

RD coords:	114856	517891					
ellips coords:	4.794047	52.64703					
ashoogte:	83 m						
verdeling	percentages			Lw+Cb			
wind (ashoogte)	dag	avond	nacht	Lw as	dag	avond	nacht
1	1.75	1.86	1.09	0.0	-17.6	-17.3	-19.6
2	4.01	3.52	2.44	0.0	-14.0	-14.5	-16.1
3	5.66	6.11	5.09	0.0	-12.5	-12.1	-12.9
4	8.21	7.55	6.80	88.0	77.1	76.8	76.3
5	9.96	9.26	8.82	90.0	80.0	79.7	79.5
6	11.51	11.21	11.19	91.8	82.4	82.3	82.3
7	11.86	11.22	12.70	94.8	85.6	85.3	85.9
8	9.95	11.30	12.87	98.6	88.5	89.1	89.7
9	8.61	10.02	10.37	101.1	90.5	91.1	91.3
10	7.37	7.72	7.42	102.8	91.5	91.7	91.5
11	6.24	5.94	5.67	103.9	91.9	91.6	91.4
12	4.62	4.11	5.08	104.8	91.5	91.0	91.9
13	3.30	3.21	3.14	104.5	89.7	89.6	89.5
14	2.11	2.15	2.47	104.5	87.7	87.8	88.4
15	1.53	1.92	1.69	104.5	86.4	87.3	86.8
16	1.32	1.01	1.19	104.5	85.7	84.5	85.3
17	0.76	0.84	0.85	104.5	83.3	83.7	83.8
18	0.57	0.55	0.53	104.5	82.1	81.9	81.7
19	0.36	0.29	0.33	104.5	80.1	79.1	79.7
20	0.14	0.06	0.06	104.5	75.9	72.5	72.5
21	0.08	0.01	0.10	104.5	73.6	62.7	74.3
22	0.08	0.00	0.01	104.5	73.3	50.7	63.8
23	0.02	0.00	0.00	104.5	68.4	-99.0	58.9
24	0.00	0.02	0.00	104.5	55.9	66.5	-99.0
25	0.05	0.03	0.00	104.5	71.3	69.6	-99.0
Lden				106.4	99.9	99.9	100.1

Hierbij is uitgegaan van de KNMI gegevens voor de jaargemiddelde windsnelheid op ashoogte ter plaatse. De vetgedrukte waarde voor het geluidvermogen-niveau zijn bij dit onderzoek door meting vastgesteld (windsnelheden 8 t/m 11 m/s). De schuingedrukte waarden (windsnelheid 7 en 12 m/s) zijn ook door meting vastgesteld, maar zijn gebaseerd op een beperkt aantal metingen en derhalve onnauwkeurig. Alle overige waarden zijn ingeschat op basis van de metingen en op basis van de leveranciergegevens. Met de in paragraaf 3.3 genoemde onzekerheidswaarden kan ook de onzekerheid op het jaargemiddelde geluidvermogen-niveau worden berekend. Indien voor de niet gemeten waarden een onzekerheid van 1 dB wordt gehanteerd (conform leverancier) resulteert een onzekerheid van 1,2 dB voor het jaargemiddelde geluidvermogen-niveau.

Het effect van stilstand door andere redenen dan te weinig wind (onderhoud of slagschaduw) is verwaarloosbaar doordat deze stilstand voornamelijk in de dagperiode optreedt en nauwelijks in de voor geluid relevante nachtperiode. Het effect van stilstand door slagschaduw is namelijk maximaal 0,1 dB bij turbine 1. Hierbij is rekening gehouden met de maximale stilstand conform tabel 2-3 van

het rapport SS11027-Westerweg TS7 van Pondera d.d. september 2011. Met dit effect wordt derhalve geen rekening gehouden.

Met het jaargemiddelde geluidvermogeniveau is het geluidniveau ter plaatse van de woningen bepaald als gevolg van het gehele windpark. In figuur I.2 (zie bijlage I) is het rekenmodel grafisch weergegeven. De modelinvoer is ook in bijlage I opgenomen. In onderstaande tabel zijn de rekenresultaten weergegeven.

Tabel 4.1

Tijdgemiddelde geluidniveaus

Naam	Omschrijving	Hoogte	Deag	Avond	Nacht	Lden
001_A	woning bedrijventerrein	5,0	39,6	39,6	39,7	46,1
002_A	woning stad vd zon	5,0	41,3	41,3	41,4	47,8
003_A	woning middenweg	5,0	40,1	40,1	40,2	46,6
004_A	woning	5,0	39,0	39,0	39,1	45,5
004a_A	woning nieuw	5,0	39,9	39,9	40,0	46,4
004b_A	woning nieuw	5,0	39,9	39,9	40,0	46,3
004c_A	woning nieuw	5,0	39,9	39,9	40,0	46,4
006_A	woning middenweg	5,0	39,2	39,2	39,3	45,7
007_A	huygendijk 16	5,0	41,4	41,4	41,5	47,9

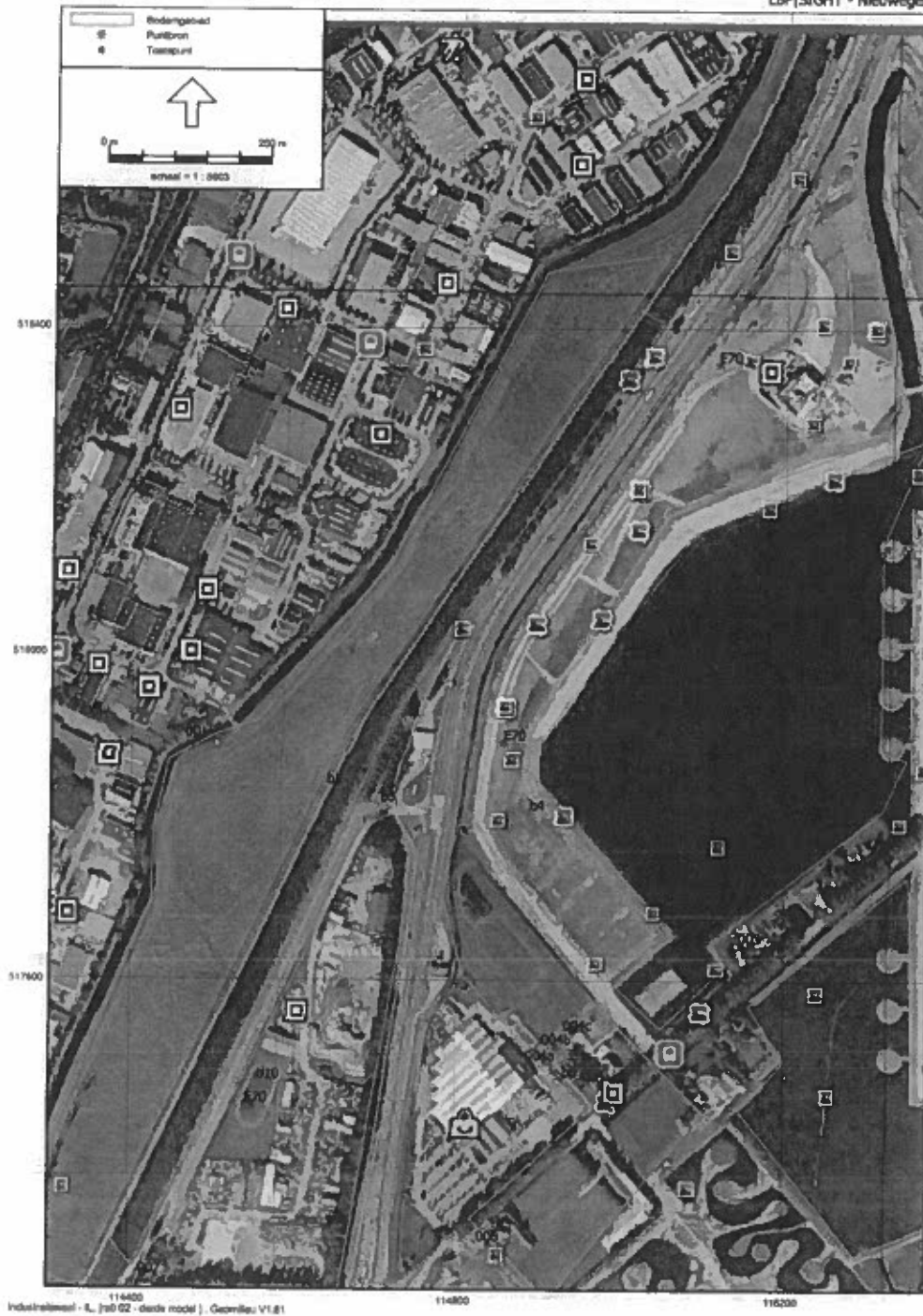
Uit de tabel blijkt dat bij rekenpunt 2 (meest noordwestelijke woning op het eiland, huisnummer 14) en 7 (Huygendijk 16 op bedrijventerrein) niet voldaan wordt aan de geluidnorm van 47 dB L_{den}. De overschrijding bedraagt minder dan 1 dB (onafgerond slechts 0,5 dB). Een dergelijke overschrijding valt binnen de meetnauwkeurigheid die gebruikelijk is bij geluidmetingen. De hoogst berekende waarde van 47,9 dB zal in werkelijkheid (rekening houdend met de 1,2 dB onzekerheid) liggen tussen 46,7 dB en 49,1 dB.

LBP|SIGHT BV

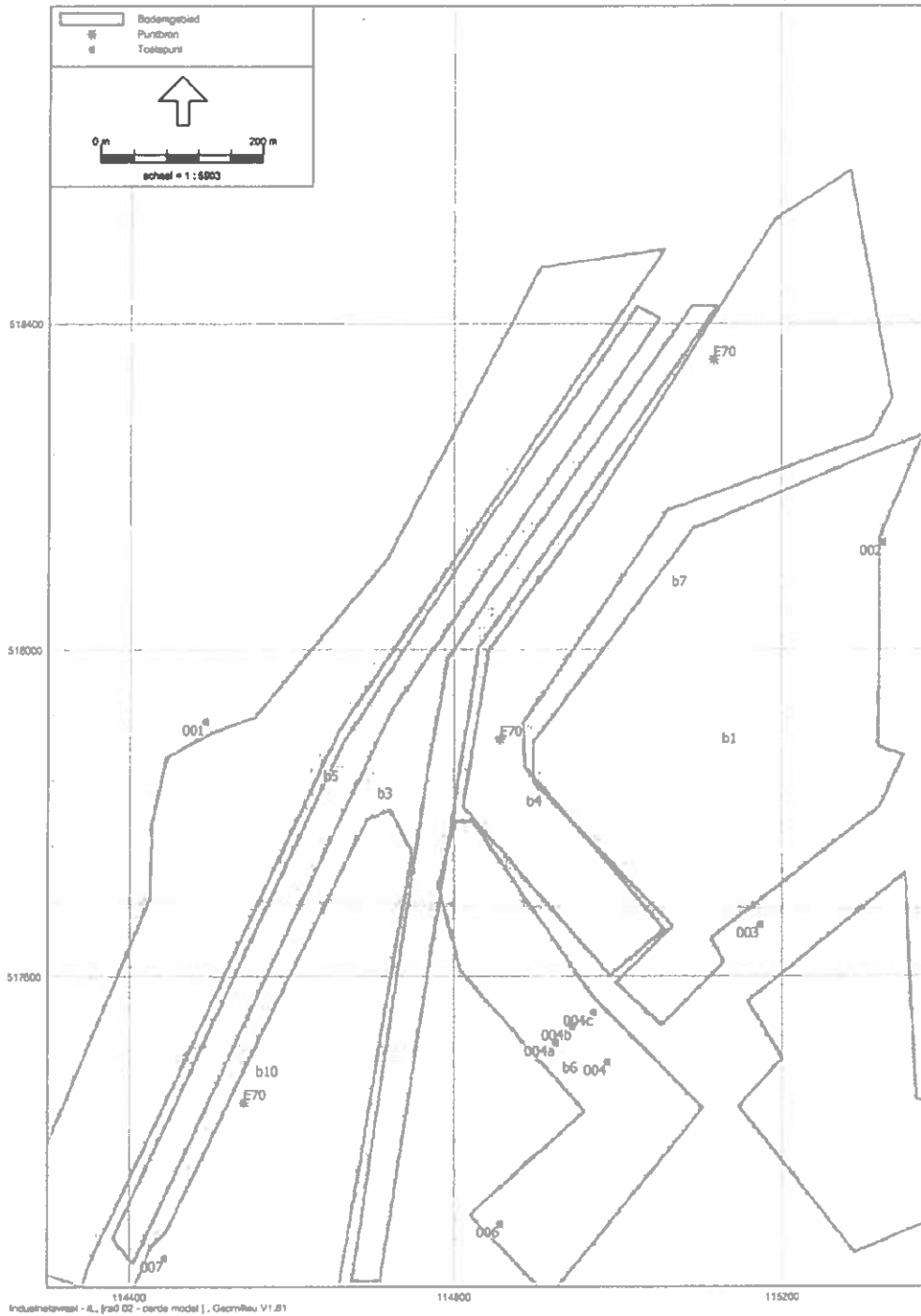


ir. M.T. (Mike) Dijkstra

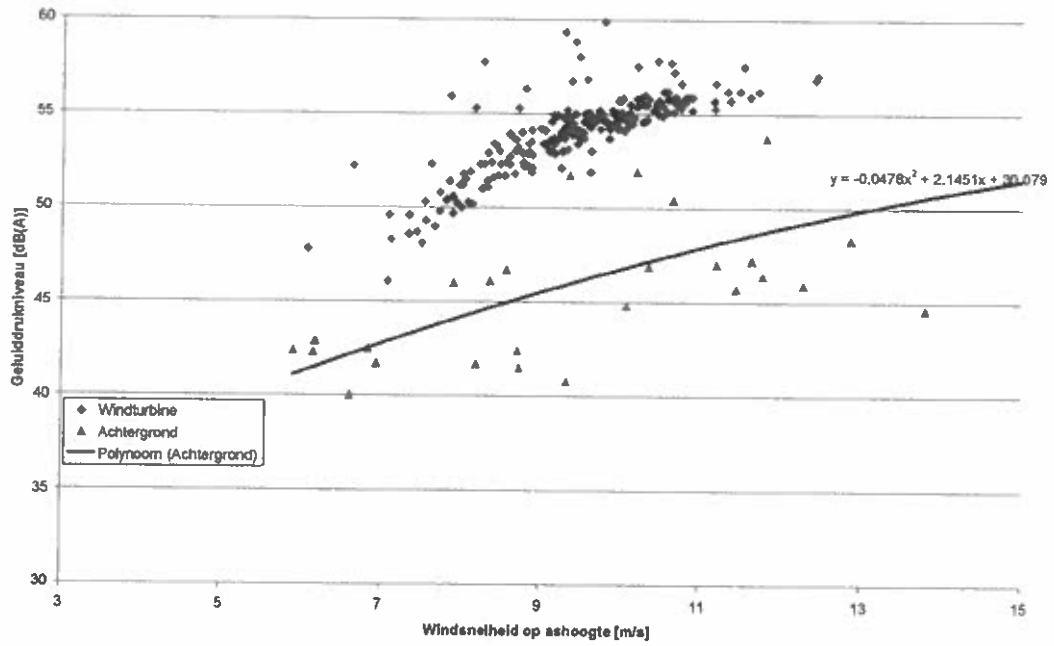
Bijlage I
Figuren



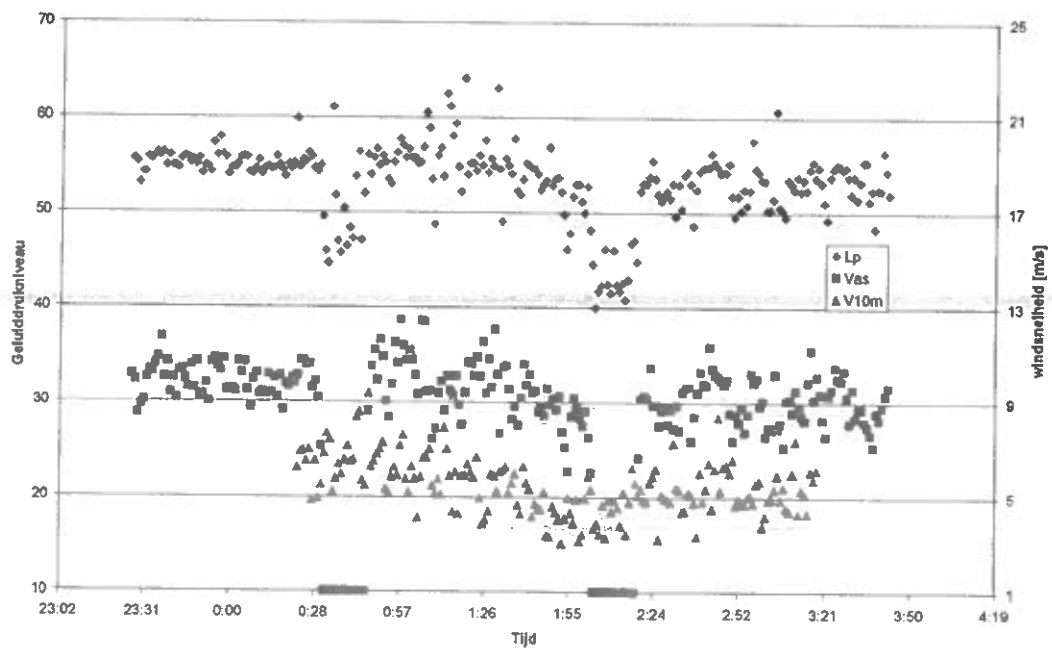
Figuur I.1
Situatie



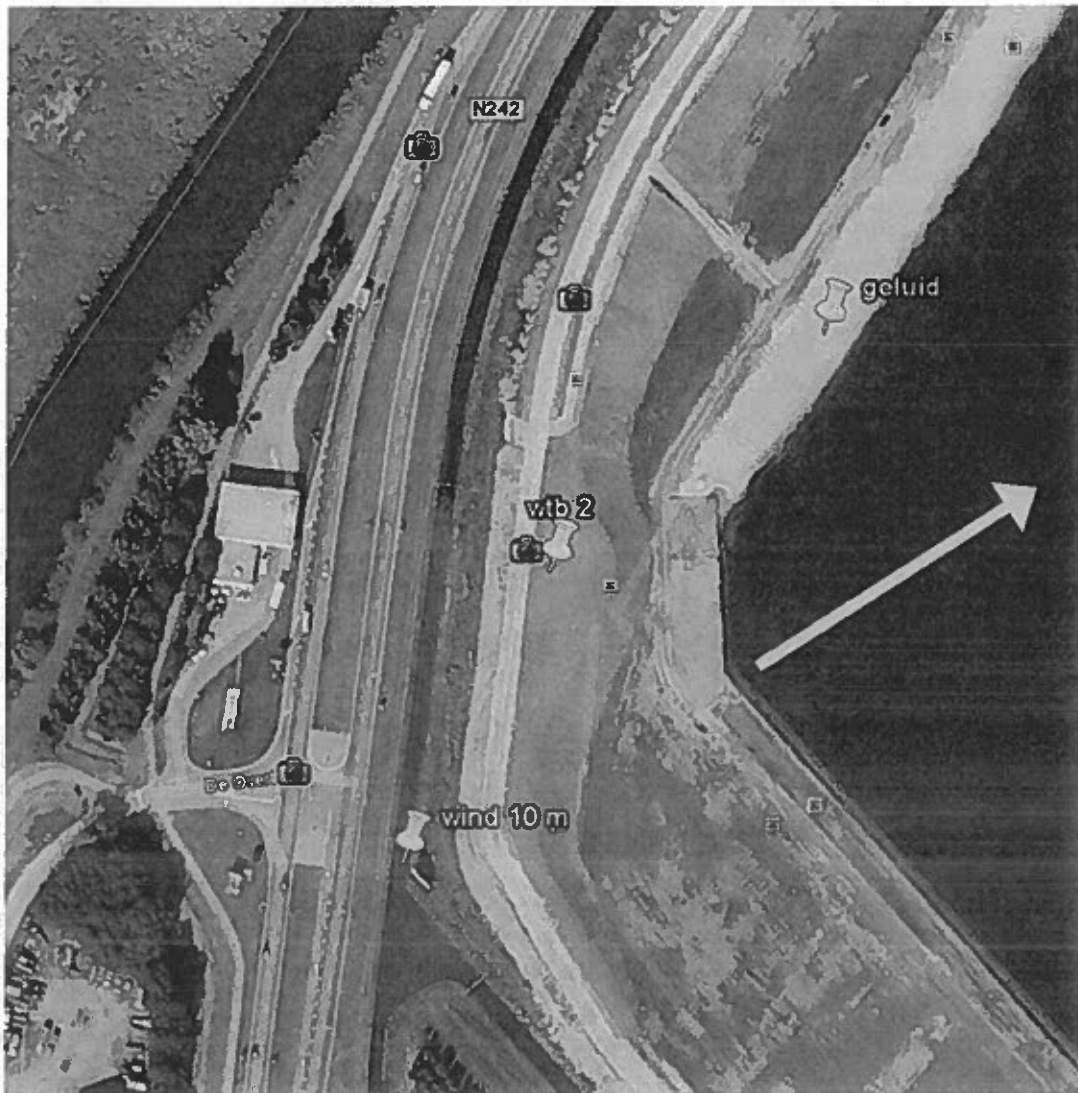
Figuur I.2
Gemodelleerde situatie



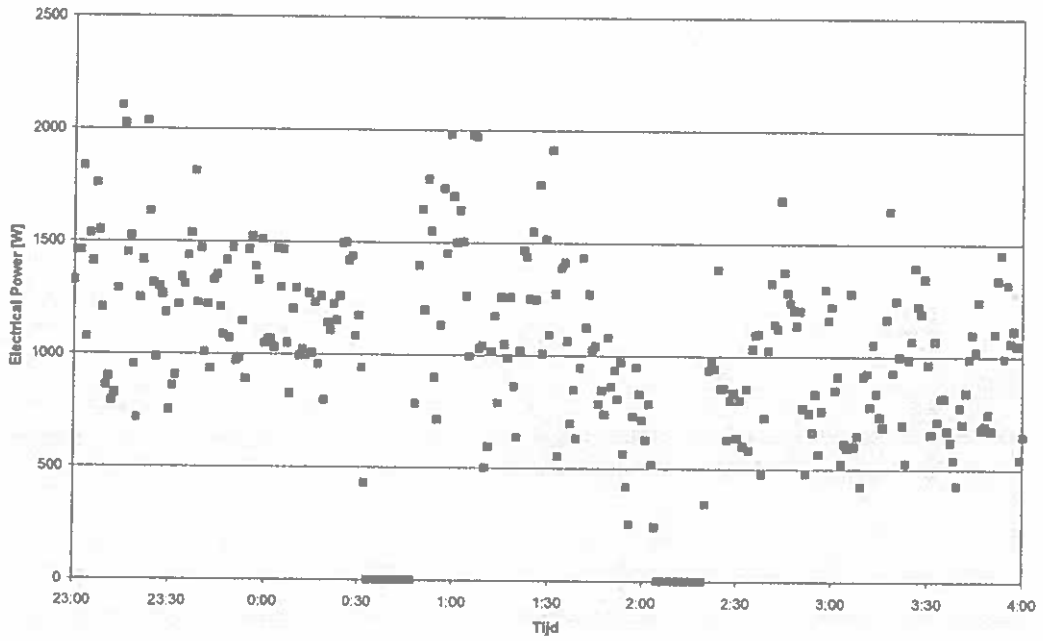
Figuur I.3
Meetwaarden geluid



Figuur I.4
Meetwaarden geluid en wind



Figuur I.5
Meetsituatie en de zuidwestelijke windrichting



Figuur 1.6
Turbinedata elektrisch vermogen

Guaranteed Values of the Sound Power Level for the E-70 with 2.3 MW rated power

Hub height V_{Wind} in 10m Height	68 m	64 m	85 m	98/99 m	113 m
4 m/s	90.7 dB(A)	90.8 dB(A)	91.1 dB(A)	91.3 dB(A)	91.4 dB(A)
5 m/s	93.6 dB(A)	93.6 dB(A)	94.1 dB(A)	94.6 dB(A)	95.1 dB(A)
6 m/s	98.5 dB(A)	98.8 dB(A)	99.7 dB(A)	100.0 dB(A)	100.3 dB(A)
7 m/s	101.3 dB(A)	101.4 dB(A)	101.6 dB(A)	101.7 dB(A)	101.9 dB(A)
8 m/s	102.9 dB(A)	103.1 dB(A)	103.5 dB(A)	103.7 dB(A)	103.8 dB(A)
95% P_{rated}	104.5 dB(A)	104.5 dB(A)	104.5 dB(A)	104.5 dB(A)	104.5 dB(A)
10 m/s	104.5 dB(A)	104.5 dB(A)	104.5 dB(A)	104.5 dB(A)	104.5 dB(A)

Measured values				104,4 dB(A) (at 95% P_{rated}) WICO 314SEA0501	
-----------------	--	--	--	---	--

1. A tonality value K_{TH} of 0-1 dB is guaranteed over the whole operational range (valid in the near vicinity of the turbine according to IEC).
2. An impulsivity value K_{IN} of 0 dB is guaranteed over the whole operational range (valid in the near vicinity of the turbine according to IEC).
3. The sound power values given in the table are valid for the Operational Mode II (defined through the rotational speed range of 6 – 21 rpm). The respective power curve is the Calculated Power Curve dated May 2005 (Rev. 1.x).

Figuur I.7

Opgegeven geluidvermogeniveau

Bijlage II
Tabellen

Tabel II.1
Powercurve

Power [W]	Vhh [m/s]
0	1
2	2
18	3
56	4
127	5
240	6
400	7
626	8
892	9
1223	10
1590	11
1900	12
2080	13
2230	14
2300	15
2310	16
2310	17
2310	18
2310	19
2310	20
2310	21
2310	22
2310	23
2310	24
2310	25

Tabel II.2
Correctie voor stoorgeluid; factoren voor tweede-graads polynoom (formule 2.3 Meetvoorschrift)

Octaafband	a2	a1	a0
31.5	-0.57	8.00	-5.46
63	-0.46	6.47	10.36
125	-0.57	8.38	8.24
250	-0.43	6.57	16.43
500	-0.39	6.35	16.91
1k	-0.20	4.60	21.30
2k	0.14	0.23	31.80
4k	0.18	-1.05	31.52
8k	0.24	-1.61	20.49

Tabel II.3

Windsnelheidsafhankelijk geluidvermogeniveau; factoren voor vierde-graads polynoom (formule 2.5 Meetvoorschrift)

Octaafband	b3	b2	b1	b0
31.5	0.04	-1.43	17.91	-49.06
63	0.03	-1.26	16.20	-32.44
125	-0.02	0.35	1.38	17.37
250	0.02	-0.88	13.74	-17.07
500	0.08	-2.76	31.89	-74.46
1k	0.09	-2.97	32.93	-79.46
2k	0.11	-3.22	32.88	-75.27
4k	0.17	-4.82	46.44	-118.16
8k	0.14	-3.76	36.73	-103.89

Tabellen rekenmodel

Gegevens van geluidbronnen

Id	Omschr.	X	Y	Vaai	vekr	Hoogte	mpin	Richt.	Hoek	Lwr 6'	Lwr 125'	Lwr 25'	Lwr 50'	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Tota	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
wb1	E70	115117	518356	0	83	0	360	79	89.4	97.9	101.5	101.6	96.8	93.2	89.1	80.1	106.4	6.5	6.5	6.4	
wb2	E70	114856	517891	0	83	0	360	79	89.4	97.9	101.5	101.6	96.8	93.2	89.1	80.1	106.4	6.5	6.5	6.4	
wb3	E70	114542	517446	0	83	0	360	79	89.4	97.9	101.5	101.6	96.8	93.2	89.1	80.1	106.4	6.5	6.5	6.4	

Gegevens van bodemgebieden

Id	Omschr.	X-1	Y-1	Bf
b1	water	115321.1	518136.5	0.0
b2	water	115352.1	517726.9	0.0
b3	water	114379.9	517280.1	0.0
b4	weg	114675.2	517228.3	0.0
b5	gras	114342.4	517221.3	1.0
b6	gras	114915.5	517208.3	1.0
b7	gras	114990.3	517601.3	1.0
b10	gras en bebouwin	114693.6	517792.4	1.0

Standaard Bf = 0,5

Gegevens van immissiepunten

Id	Omschr.	X	Y	Maarveld	Hoogte A
004a	woning nieuw	114923.5	517519.5	0.0	5.0
004b	woning nieuw	114944.0	517539.0	0.0	5.0
004c	woning nieuw	114989.4	517556.5	0.0	5.0
001	woning bedrijventerein	114483.0	517913.0	0.0	5.0
002	woning stad vd zon	115325.0	518132.0	0.0	5.0
003	woning middenweg	115173.0	517664.0	0.0	5.0
004	woning	114900.0	517498.0	0.0	5.0
006	woning mid denweg	114856.0	517298.0	0.0	5.0
007	huygendijk 16	114442.0	517256.0	0.0	5.0

Gegevens van geluidbronnen

Id	Omschr.	X	Y	Va	Vel	Hoogte	min	Recht.	Hoek	Lwr 6	Lwr 125	Lwr 250	Lwr 500	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Tota	Cb(D)	Cb(A)	Sk(N)
wb1	E70, nacht mode III	115117	518356	0	83	0	360	79	88.9	97.4	101.0	101.1	96.3	92.7	88.6	79.6	105.9	6.0	6.0	6.5	
wb2	E70, nacht mode III	114856	517891	0	83	0	360	79	88.9	97.4	101.0	101.1	96.3	92.7	88.6	79.6	105.9	6.0	6.0	6.5	
wb3	E70, nacht mode III	114542	517445	0	83	0	360	79	88.9	97.4	101.0	101.1	96.3	92.7	88.6	79.6	105.9	6.0	6.0	6.5	

