



719215
17-4-2020

**Onderzoek Akoestiek en
Slagschaduw**

**Burgerwindpark A2 Lage
Rooijen**

Green Trust & Coöperatie
Bommelerwaard

Definitief v2.0



Duurzame oplossingen in
energie, klimaat en milieu

Postbus 579
7550 AN Hengelo
Telefoon (074) 248 99 40

Documenttitel	Onderzoek Akoestiek en Slagschaduw Burgerwindpark A2 Lage Rooijen
Soort document	Definitief v2.0
Datum	17-4-2020
Projectnummer	719215
Opdrachtgever	Green Trust & Coöperatie Bommelerwaard
Auteur	J. Dreef, Pondera Consult
Vrijgave	S. Flanderijn, Pondera Consult

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	3
1.1	Beschrijving van de locatie	3
1.2	Regelgeving	3
1.3	Gegevens turbine	4
2	Akoestisch onderzoek	5
2.1	Beoordeling	5
2.2	Invoer rekenmodel	5
2.3	Windaanbod	6
2.4	Geluidbronnen windturbines	7
2.5	Rekenresultaten	8
2.6	Beoordeling geluid	9
2.7	Mitigatie	9
2.8	Cumulatie met andersoortige geluidbronnen	10
3	Onderzoek slagschaduw	14
3.1	Normstelling	14
3.2	Schaduwgebied	15
3.3	Potentiële schaduw	15
3.4	Rekenresultaten	16
3.5	Hinderduur bij woningen	17
3.6	Maatregelen	18
4	Conclusie	19
bijlage 1	Verklarende begrippenlijst	20
bijlage 2	INput rekenmodel akoestiek	21
bijlage 3	Situering objecten rekenmodel akoestiek	26
bijlage 4	Rekenresultaten akoestiek	30
bijlage 5	Geluidcontour Lnight 41 dB	34
bijlage 6	Geluidcontour Lden 47 dB	35
bijlage 7	Geluidcontour Lnight 41 dB – na mitigatie	36
bijlage 8	Geluidcontour Lden 47 dB – na mitigatie	37
bijlage 9	In- en uitvoerrekenmodel slagschaduw	38

bijlage 10 Slagschaduwcontouren

40

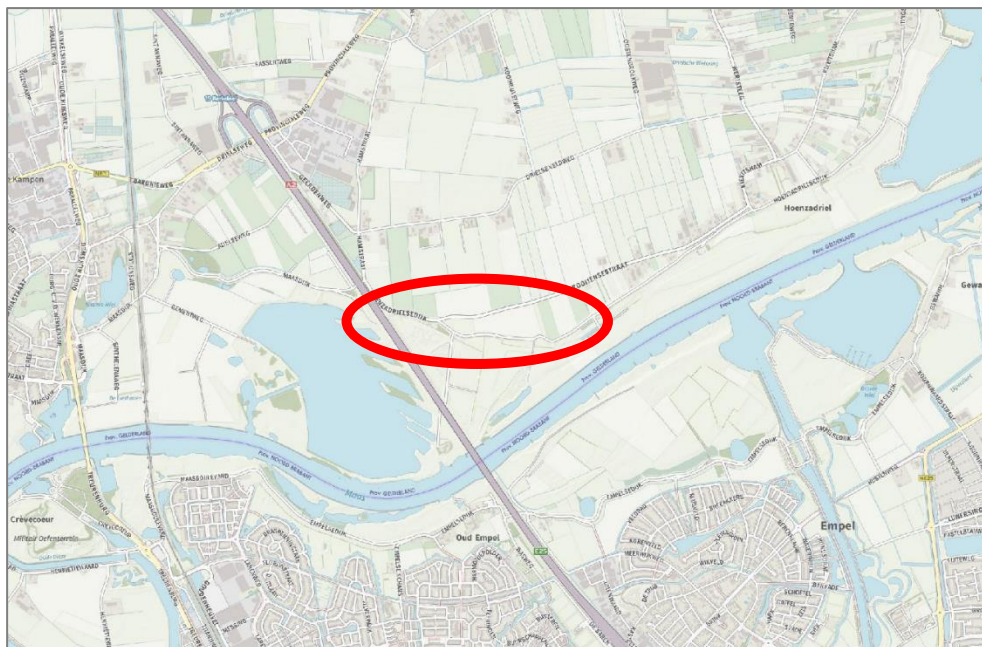
1 INLEIDING

In opdracht van Burgerwindpark A2 Lage Rooijen is een akoestisch onderzoek en een onderzoek naar slagschaduwhinder uitgevoerd. Het betreft de beoogde realisatie van drie windturbines langs de Hoenzadrielsedijk ten noorden van de Maas in de gemeente Maasdriel.

1.1 Beschrijving van de locatie

De beoogde locaties van de turbines bevinden zich in enkele graslanden in het zuidwestelijke deel van de gemeente Hoenzadriel. De dichtst bijgelegen woning ligt op circa 400 m afstand van de meest westelijke gelegen windturbines (WT 1). Zie Figuur 1.1 voor de ligging van het plangebied in relatie tot de omgeving. In de directe omgeving (< 4 km) van de turbinelocaties bevinden zich geen andere windparken.

Figuur 1.1 Beoogde windturbinelocatie (rood omcirkeld)



Bron achtergrondkaart: OpenTopo

1.2 Regelgeving

De inrichting valt onder paragraaf 3.2.3 van het Activiteitenbesluit¹. Volgens artikel 1.11 derde lid moet bij de melding Activiteitenbesluit een rapport van een akoestisch onderzoek worden overlegd. Het onderhavig akoestisch onderzoek wordt uitgevoerd overeenkomstig de ministeriele regeling². Binnen een afstand van twaalf maal de rotordiameter vanaf de locatie van de turbine bevinden zich meerdere woningen van derden, zodat ook een onderzoek naar slagschaduw uitgevoerd is.

¹ Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer, 19 oktober 2007, nr.07.00113, Staatsblad 2007/415.

² Reken- en meetvoorschrift windturbines, Staatscourant nr 19592, 23 december 2010.

1.3 Gegevens turbine

Er is in dit stadium nog geen keuze gemaakt voor wat betreft fabrikant of type windturbine. Daarom is in deze studie gebruik gemaakt van een referentieturbine. Voor de akoestische berekeningen is uitgegaan van een Siemens Gamesa SG 5.0-145. Deze keuze is gemaakt naar aanleiding van de Le,den waarden van verschillende turbines die binnen de gestelde bandbreedtes vallen (zie Tabel 1.1).

Tabel 1.1 Le,den waarden voor verschillende turbines.

Turbine	Le,den
Enercon E-141 EP4 4,2MW TSE, mode 0 s	109.9
Nordex N149/4800 mode 0a STE	109.7
Senvion 3.4M140 STE	108.9
Siemens SWT-3.15-142	110.1
Vestas V150-5.6MW mode 0-0S	111.5
Siemens SWT 6.0-154 -2 dB Warranty	111.0
GE 5.3-158	110.2
Siemens Gamesa SG 5.0-145 standard	112.9

1.3.1 Siemens Gamesa SG 5.0-145

Het akoestisch onderzoek is uitgevoerd met een Siemens Gamesa SG 5.0-145. Voor deze referentiewindturbine is gekozen aangezien dit een relatief luide windturbine betreft en daarom een conservatieve inschatting geeft van de effecten. Turbines met grotere afmetingen die tevens binnen de gestelde bandbreedtes vallen, hebben een lagere Le,den waarde en zouden dus voor een onderschatting van het geluid kunnen leiden. De Siemens Gamesa SG 5.0-145 heeft een rotordiameter van 145 m met drie rotorbladen en is in deze studie voorzien op een ashoogte van 150 m. Het nominale elektrische vermogen is 5,0 MW. Het hoogste punt van de rotor wordt circa 220 m hoog. De turbine begint te draaien bij een windsnelheid van circa 3 m/s. Bij windsnelheden boven 27 m/s wordt de rotor gestopt uit veiligheidsoverwegingen.

1.3.2 Slagschaduw turbine

Voor het slagschaduw onderzoek is uitgegaan van een worst-case benadering. Er is gebruik gemaakt van een referentieturbine met een rotordiameter van 150 meter en een ashoogte van 150 meter. Het hoogste punt van de rotor wordt circa 225 meter hoog. Verdere specificaties van deze turbine zijn niet relevant voor dit onderzoek.

2 AKOESTISCH ONDERZOEK

2.1 Beoordeling

2.1.1 Normstelling

Volgens artikel 3.14a eerste lid van het Activiteitenbesluit wordt het geluidniveau vanwege een windturbine of een combinatie van windturbines dat optreedt op de gevels van gevoelige bestemmingen en geluidgevoelige terreinen getoetst aan de waarden $L_{den}=47$ dB en $L_{night}=41$ dB. Deze geluidnorm is niet van toepassing op geluidgevoelige bestemmingen of terreinen die gelegen zijn op een gezoneerd industrieterrein³.

Bij de toepassing van artikel 3.14a, tweede lid van het Activiteitenbesluit, wordt geen rekening gehouden met een windturbine of een combinatie van windturbines die behoort tot een andere inrichting waarvoor onmiddellijk voorafgaand aan het tijdstip van inwerkingtreding van dat artikel een vergunning in werking en onherroepelijk was. Dit overgangsrecht (Activiteitenbesluit artikel 3.14a, vijfde lid) geldt voor windturbines met een vergunning van voor 1 januari 2011. Dit betekent dat geen rekening hoeft te worden gehouden met reeds bestaande windturbines vergund voor 2011.

2.2 Invoer rekenmodel

Van de situatie is een akoestisch rekenmodel opgesteld met behulp van het programma Geomilieu® versie V4.50. Hiermee zijn de jaargemiddelde geluidniveaus berekend.

De geometrie van de omgeving is vastgesteld aan de hand van kaartmateriaal, luchtfoto's en aangeleverde documentatie. Gezien de omgeving (akkerbouw, grasland en enkele bomenrijen) zijn de bodemgebieden aangeduid als bijna akoestisch absorberend ($B=0,9$). De omliggende water- en wegooppervlakken zijn aangeduid als akoestisch reflecterend ($B=0$).

De windturbine is akoestisch gemodelleerd met drie rondom uitstralende puntbronnen (dag-, avond- en nachtemissie) ter hoogte van de rotoras.

De geluidberekeningen worden uitgevoerd op een raster van rekenpunten op een hoogte van 5 meter boven het maaiveld. Daarmee worden geluidcontouren bepaald, ofwel lijnen waar de geluidbelasting overal dezelfde waarde heeft. In het akoestische model zijn elf referentietoetspunten gedefinieerd, ter plaatse van de dichtstbijgelegen gevoelige bestemmingen in het gebied rondom de locatie. De posities van de woningen zijn gebaseerd op het BAG-bestand (Basisregistratie Adressen en Gebouwen). Voor de referentietoetspunten waar wordt getoetst aan de norm zijn de toetspunten gesitueerd op de gevel waar de geluidbelasting van windturbines (of andere geluidbronnen) het hoogst is.

De referentietoetspunten worden representatief geacht voor de situatie en zijn in Tabel 2.1 gegeven. Tevens worden vanwege de leesbaarheid van het rapport enkel deze elf toetspunten beschouwd. De ligging van de toetspunten is zichtbaar in bijlage 5 en bijlage 6.

³ Gezoneerd industrieterrein: een industrieterrein als bedoeld in artikel 1 van de Wet geluidhinder.

Tabel 2.1 Toetspunten

Nr	Adres	Afstand tot middelste windturbine [m]	(Wind)richting vanaf turbine
1	Drielseweg 40	1800	NW
2	Maasdijk 63	1950	W
3	Maasboulevard 319	1800	ZW
4	Kruisdaalderlaan 10	1750	ZW
5	Hoenzadrielsedijk 9	1150	O
6	Empelsedijk 20	1250	Z
7	Veldpad 1	1750	ZO
8	Empelsedijk 35	1950	ZO
9	Hoenzadrielsedijk 42	900	Z
10	Drielseweg 11	975	NO
11	Drielse Veldweg 13	625	NO
12	Drielse Veldweg 15	625	NO
13	Drielse Veldweg 19	550	N
14	Drielse Veldweg 23	525	NW
15	Drielse Veldweg 25	550	N
16	Drielse Veldweg 27	560	NW
17	Drielse Veldweg 31	660	NW
18	Drielse Veldweg 35	750	NW

De toetspunten hebben een beoordelingshoogte van +5 m boven het plaatselijke maaiveld en zijn weergegeven in Tabel 2.1. Op elk toetspunt is het jaargemiddelde geluidniveau berekend. Het rekenresultaat is conform de wettelijke norm het invallende geluidniveau (dat wil zeggen zonder reflectie van de achterliggende eigen gevel).

Details van de invoergegevens van het rekenmodel zijn gegeven in bijlage 2 en bijlage 3.

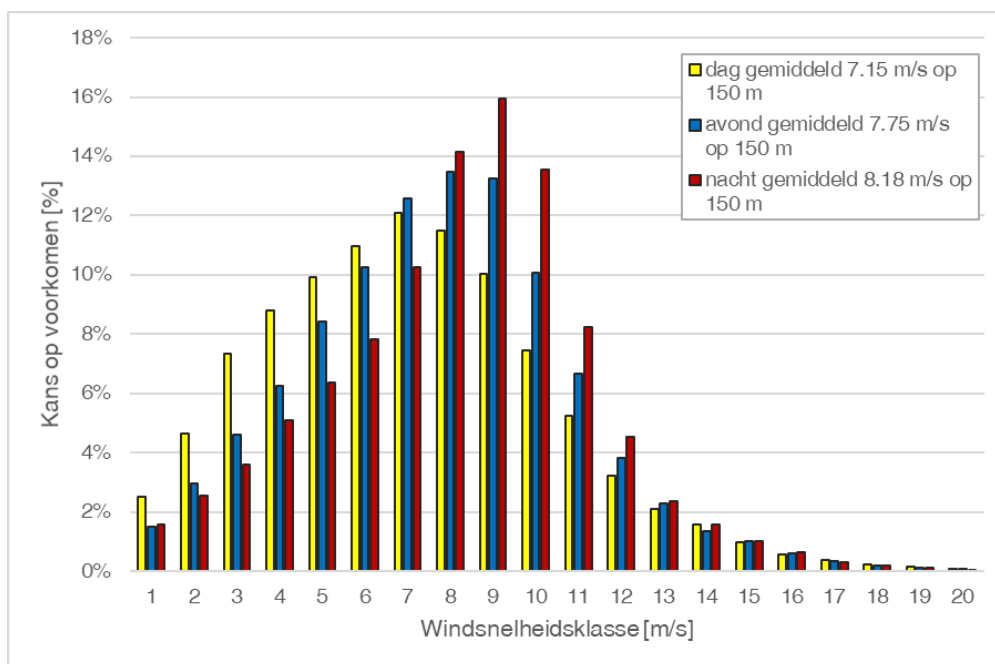
2.3 Windaanbod

De jaargemiddelde bronsterkte L_E van een windturbine is afhankelijk van de optredende windsnelheden op ashoogte. Door het KNMI zijn gegevens gepubliceerd over de distributie van voorkomende windsnelheden op 10 tot 260 m hoogte. Deze KNMI-gegevens zijn gebaseerd op langjarige windstatistiek. Deze distributies zijn gespecificeerd voor de dag-, de avond- en de nachtperiode. De data zijn gebaseerd op het meteo-model van het KNMI en beschikbaar op raster-punten over geheel Nederland⁴.

Onderstaand Figuur 2.1 geeft de verdeling van de jaargemiddelde windsnelheden weer op een hoogte van +150 m voor de dag, avond en nacht. Windsnelheden boven 20 m/s zijn hier niet weergegeven omdat de kans dat deze voorkomen erg laag is, echter de berekening houdt er wel rekening mee.

⁴ Activiteitenregeling milieubeheer Bijlage 4, Reken- en meetvoorschrift windturbines, §3.4.3 bepaling windsnelheidsverdeling.

Figuur 2.1 Veelvoorkomende windsnelheden op ashoogte +150 m.



Bron: Meteo-model KNMI

2.4 Geluidbronnen windturbines

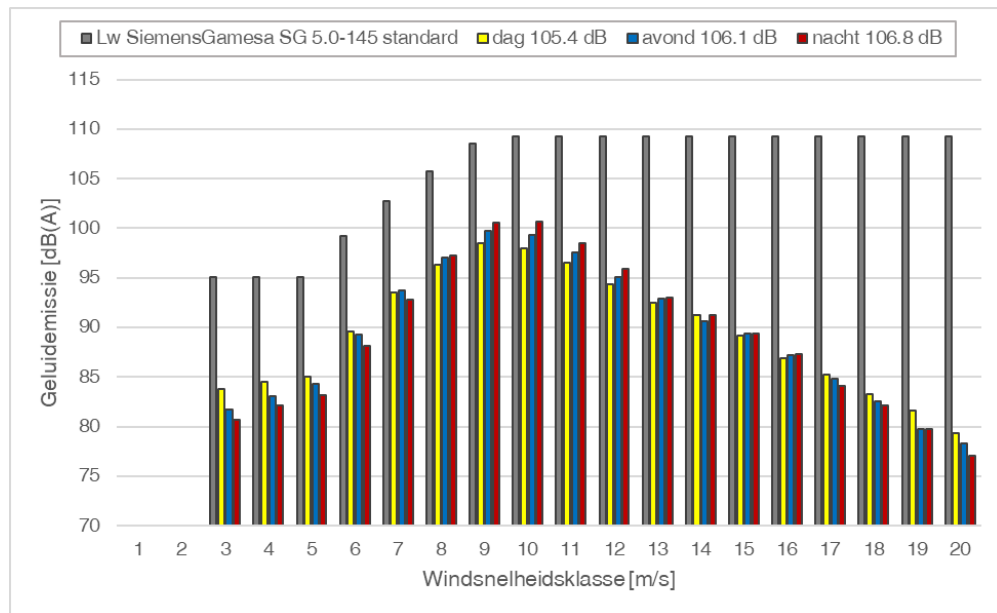
2.4.1 Siemens Gamesa SG 5.0-145

Door Siemens Gamesa zijn geluidgegevens voor de Siemens Gamesa SG 5.0-145 turbine beschikbaar gesteld⁵. De bronsterkten zijn gerapporteerd bij windsnelheden op ashoogte van 3 t/m 15 m/s. Het gebruikte octaafspectrum is door Siemens Gamesa aangeleverd en is gebaseerd op een windsnelheid van 8 m/s op ashoogte⁵.

De gerapporteerde bronsterkten per windsnelheid (zie de grijze waarden in Figuur 2.2) van de Siemens Gamesa SG 5.0-145 turbine zijn omgerekend naar jaargemiddelde bronsterkten per dagdeel (dag, avond nacht) op een ashoogte van 150 m.

⁵ Developer Package, SG 5.0-145 Document ID: GD410616 R38, Siemens Gamesa., 28-6-2019

Figuur 2.2 Verdeling bronsterkte Siemens Gamesa SG 5.0-145, ashoogte 150 m



Ter informatie: in de grafiek zijn ook de gecorrigeerde bronsterkten weergegeven per windsnelheidsklasse voor de dag, de avond en de nacht. De gele, blauwe en rode staven representeren de bronsterkten gecorrigeerd voor het percentage van de tijd dat de betreffende windsnelheidsklasse optreedt. Cumulatie van deze bronsterkten over alle windsnelheidsklassen levert de jaargemiddelde bronsterkten op. Deze waarden $L_{E,j}$ variëren en bedragen voor een ashoogte van 150 m 105,4, 106,1 en 106,8 dB(A) voor respectievelijk de dag, de avond en de nacht.

2.5 Rekenresultaten

In Tabel 2.2 zijn per referentie(toets)punt de jaargemiddelde geluidniveaus L_{night} en L_{den} gegeven die optreden op +5 m hoogte. De bijbehorende geluidcontouren zijn te vinden in bijlage 5 en bijlage 6. De L_{den} is het tijdgewogen gemiddelde van:

- Het jaargemiddelde geluidniveau in de dag L_{day} ;
- Het jaargemiddelde geluidniveau in de avond L_{even} vermeerderd met 5 dB;
- Het jaargemiddelde geluidniveau in de nacht L_{night} vermeerderd met 10 dB.

Tabel 2.2 Jaargemiddelde geluidniveaus [dB(A)]

Toetspunt	Adres	L _{night}	L _{den}
1	Drielseweg 40	31	38
2	Maasdijk 63	30	37
3	Maasboulevard 319	31	38
4	Kruisdaalderlaan 10	32	38
5	Hoenzadrielsedijk 9	39	45
6	Empelsedijk 20	36	42
7	Veldpad 1	32	38
8	Empelsedijk 35	31	37
9	Hoenzadrielsedijk 42	38	44
10	Drielseweg 11	38	44
11	Drielse Veldweg 13	41	47
12	Drielse Veldweg 15	42	48
13	Drielse Veldweg 19	43	49
14	Drielse Veldweg 23	43	50
15	Drielse Veldweg 25	44	50
16	Drielse Veldweg 27	44	50
17	Drielse Veldweg 31	43	50
18	Drielse Veldweg 35	43	49

2.6 Beoordeling geluid

Ter plaatse van enkele geluidgevoelige objecten worden de geluidnormen $L_{den}=47\text{dB}$ en $L_{night}=41\text{dB}$ overschreden, zie de **dikgedrukte waarden** in Tabel 2.2. Er zijn geluidvoorzieningen nodig om aan normstelling te voldoen.

Aangezien er binnen 4 km afstand geen bestaande windturbines liggen, zijn cumulatieve effecten op dit onderdeel niet relevant en derhalve niet nader beschouwd.

2.7 Mitigatie

Om te voldoen aan de geluidsnorm is mitigatie nodig. Deze mitigatie bestaat uit het aanpassen van een instelling van de bladen naar een andere mode. Hierdoor draaien de bladen ten opzichte van de wind, waardoor het bronvermogen (en daardoor de geluidsbelasting) wordt verminderd. In Tabel 2.3 zijn de instellingen voor geluidvoorzieningen voor het windpark gepresenteerd waarmee op alle toetspunten wordt voldaan aan de norm $L_{den}=47\text{ dB}$ en $L_{night}=41\text{ dB}$.

Tabel 2.3 Bedrijfsinstelling turbines met mitigatie

turbine	dag	avond	nacht
	07:00 – 19:00 uur	19:00 – 23:00 uur	23:00 – 07:00 uur
WT 01	--	--	mode N3
WT 02	--	--	mode N3
WT03	--	--	mode N3

--: turbine in werking in standaard uitvoering.

In Tabel 2.4 zijn per referentie(toets)punt de jaargemiddelde geluidniveaus na toepassing van geluidmitigatie gegeven. Door de windturbines gedurende de nachtperiode volgens de bedrijfsinstellingen uit Tabel 2.3 te laten draaien wordt aan de geluidnorm voldaan.

Tabel 2.4 Jaargemiddelde geluidniveaus na mitigatie[dB(A)]

Toetspunt	Adres	L _{night}	L _{den}
1	Drielseweg 40	28	35
2	Maasdijk 63	27	34
3	Maasboulevard 319	28	35
4	Kruisdaalderlaan 10	28	35
5	Hoenzadrielsedijk 9	35	42
6	Empelsedijk 20	32	39
7	Veldpad 1	28	36
8	Empelsedijk 35	27	34
9	Hoenzadrielsedijk 42	34	42
10	Drielseweg 11	34	41
11	Drielse Veldweg 13	37	44
12	Drielse Veldweg 15	38	45
13	Drielse Veldweg 19	39	46
14	Drielse Veldweg 23	40	47
15	Drielse Veldweg 25	40	47
16	Drielse Veldweg 27	40	47
17	Drielse Veldweg 31	40	47
18	Drielse Veldweg 35	39	46

2.8 Cumulatie met andersoortige geluidbronnen

Cumulatie met andere bronnen wordt beschouwd als er sprake is van blootstelling aan meer dan één geluidbron conform de rekenregels uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines (Activiteitenregeling milieubeheer Bijlage 4).

Voor de cumulatieve geluidbelasting zijn geen wettelijke normen van kracht, zij wordt gebruikt ter indicatie van het heersende en gewijzigde leefklimaat.

De cumulatieve rekenmethode uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines berekent de gecumuleerde geluidbelasting rekening houdend met de verschillen in dosis-effectrelaties van de verschillende geluidbronnen. Ten behoeve van deze rekenmethode moet de geluidbelasting

L bekend zijn van ieder van de bronnen, berekend volgens het voorschrift dat voor die bronsoort geldt. Hieruit ontstaat een voor die bronsoort vervangende geluidbelasting L^* die als resultante overeenkomt met de geluidbelasting vanwege wegverkeer die evenveel hinder veroorzaakt.

- Windturbine $L^*_{WT} = 1,65 * L_{WT} - 20,05 \text{ dB}$
- Wegverkeer $L^*_{VL} = 1,00 * L_{VL} + 0,00 \text{ dB} = L_{VL}$
- Railverkeer $L^*_{RL} = 0,95 * L_{RL} - 1,4 \text{ dB}$
- Scheepvaart $L^*_{SL} = 0,975 * L_{SL} - 0,7 \text{ dB}$ ⁶

De cumulatieve geluidbelasting wordt bepaald door de afzonderlijke waarden L^* bij elkaar op te tellen (zogenoemde energetische sommatie). De geluidbelasting (grootheid L) wordt uitgedrukt in Lden, met uitzondering van industrielawaai waarvoor de etmaalwaarde geldt.

Windturbines

Er staan geen bestaande windturbine in de omgeving (<4 km). Voor de cumulatieve geluidsbelasting is dus enkel het geluid van de te realiseren turbines meegenomen. De invoergegevens en resultaten van de berekeningen voor windturbinegeluid zijn weergegeven in bijlage 2 en bijlage 3.

Wegverkeer

Voor het wegverkeer is de A2/E25 beschouwd. Hiervoor is de geluidsbelasting uit het geluidsregister weg (geraadpleegd op 21-1-2020) gebruikt. Tevens zijn de geluidschermen langs de A2 op de Maasbrug en ter hoogte van Maasdriel meegenomen.

Railverkeer

De geluidbelasting ten gevolge van railverkeer is berekend aan de hand van het geluidregister spoor (geraadpleegd op 21-1-2020). Het geluidregister spoor bevat gegevens die gelden bij de maximaal toelaatbare geluidniveaus. De rekenresultaten zijn weergegeven in bijlage 3.

Scheepvaartlawaai

De Maas bij Den Bosch telt circa 19.000 passages van binnenvaartschepen per jaar⁷. Varende schepen zijn beschouwd als 'mobiele bron' met een afstand van 100 meter tussen de bronpunten. De bronhoogte is 4 meter en voor de gemiddelde vaarsnelheid is uitgegaan van 9 km/u⁸. Voor het bronvermogen van de varende schepen is uitgegaan van een gemiddeld bronvermogen van 110,4 dB(A)⁹. Verder zijn de berekeningen gebaseerd op een verdeling van 80% tijdens de dag-periode en 10% tijdens zowel de avond- als nacht-periode.

De invoergegevens zijn weergegeven in bijlage 2 en bijlage 3. De rekenresultaten zijn weergegeven in bijlage 4.

⁶ Gemiddelde van spoorweglawaai en verkeerslawaai, zie Geluideffecten scheepvaartlawaai – metingen, literatuurstudie en ontwikkeling rekentool, PV.W3629.R01, december 2004

⁷ Netwerkanalyse voor binnenhavens en vaarwegen Zeeland, Ecorys, 2008

⁸ MER Dordtse Kil IV, Deelrapport Akoestisch onderzoek, T&PBC5561-108-100R001F01, HaskoningDHV, 4 oktober 2016

⁹ Geluideffecten scheepvaartlawaai – metingen, literatuurstudie en ontwikkeling rekentool, PV.W3629.R01, december 2004

Cumulatieve geluidbelasting

Voor zowel de bestaande situatie als de toekomstige situatie, waarbij de turbines op de geplande locaties zijn gerealiseerd, is de cumulatieve geluidbelasting berekend ter plaatse van de (referentie)toetspunten. Hieronder zijn in Tabel 2.5 de geluidbelastingen weergegeven (na omrekening met de formules zoals getoond in het begin van deze paragraaf) voor de referentiesituatie. Deze gegevens zijn gedetailleerder weergegeven in bijlage 2 en bijlage 3.

Tabel 2.5 Cumulatieve geluidbelasting referentiesituatie [dB(A)]

Nr	Adres	L* VL	L* SV	L* RL	Lcum
1	Drielseweg 40	60	45	50	60
2	Maasdijk 63	52	49	63	63
3	Maasboulevard 319	49	59	57	61
4	Kruisdaalderlaan 10	49	56	51	58
5	Hoenzadrielsedijk 9	59	60	45	63
6	Empelsedijk 20	54	59	43	60
7	Veldpad 1	46	51	37	52
8	Empelsedijk 35	43	51	35	52
9	Hoenzadrielsedijk 42	46	56	36	56
10	Drielseweg 11	48	48	37	51
11	Drielse Veldweg 13	50	49	39	53
12	Drielse Veldweg 15	51	49	39	53
13	Drielse Veldweg 19	53	48	40	54
14	Drielse Veldweg 23	54	48	41	55
15	Drielse Veldweg 25	55	48	42	56
16	Drielse Veldweg 27	55	48	42	56
17	Drielse Veldweg 31	57	48	43	58
18	Drielse Veldweg 35	58	48	44	59

In

Tabel 2.6 zijn de cumulatieve geluidbelastingen weergegeven voor de referentiesituatie en de toekomstige situatie, wanneer drie turbines zijn gerealiseerd. Ter verduidelijking zijn voor het windturbinegeluid voor zowel de toekomstige als de bestaande situatie de geluidbelastingen weergegeven.

Tabel 2.6 Cumulatieve geluidbelasting referentie en toekomstige situatie [dB(A)]

Nr	Adres	Lcum ref	L WT nieuw	L* WT nieuw	Lcum nieuw
1	Drielseweg 40	60	35	38	60
2	Maasdijk 63	63	34	36	63
3	Maasboulevard 319	61	35	38	61
4	Kruisdaalderlaan 10	58	35	38	58
5	Hoenzadrielsedijk 9	63	42	50	63
6	Empelsedijk 20	60	39	44	60
7	Veldpad 31	52	36	39	53
8	Empelsedijk 35	52	34	36	52
9	Hoenzadrielsedijk 42	56	42	49	57
10	Drielseweg 11	51	41	48	53
11	Drielse Veldweg 13	53	44	53	56
12	Drielse Veldweg 15	53	45	54	57
13	Drielse Veldweg 19	54	46	56	58
14	Drielse Veldweg 23	55	47	57	59
15	Drielse Veldweg 25	56	47	58	60
16	Drielse Veldweg 27	56	47	58	60
17	Drielse Veldweg 31	58	47	57	60
18	Drielse Veldweg 35	59	46	56	61

Uit

Tabel 2.6 valt op te maken dat op de meeste referentietoetspunten de cumulatieve geluidbelasting gelijk blijft of met maximaal 1 dB toeneemt. Op enkele van de referentietoetspunten neemt de cumulatieve geluidbelasting toe met 5-6 dB. Dergelijke toenames van geluidsbelasting zijn inherent bij het realiseren van windturbines in buitengebieden.

3 ONDERZOEK SLAGSCHADUW

3.1 Normstelling

Schaduweffecten van een draaiende windturbine kunnen hinder veroorzaken bij mensen. De maximale flikkerfrequentie, het contrast en de tijdsduur van blootstelling zijn van invloed op de mate van hinder die ondervonden kan worden. Bekend is dat flikkerfrequenties onder 2,5 Hz niet schadelijk zijn (veroorzaken niet potentieel epileptische aanvallen bij daarvoor gevoelige personen). Flikkerfrequenties tussen 2,5 Hz en 14 Hz kunnen als erg storend worden ervaren. Deze frequenties worden in de praktijk door gangbare windturbines niet bereikt. Een groter verschil tussen licht en donker (meer contrast) wordt als hinderlijker ervaren. Verder speelt de blootstellingsduur een grote rol bij de beleving.

In artikel 3.14 onder 4. van het Activiteitenbesluit wordt verwezen naar de bij de ministeriële regeling te stellen maatregelen. In deze regeling¹⁰ is in artikel 3.12 voorgeschreven dat een turbine is voorzien van een automatische stilstandsvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten voor zover de afstand tussen de turbine en de woning minder bedraagt dan twaalf maal de rotordiameter en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten slagschaduw kan optreden¹¹. In het kader van dit onderzoek wordt dit artikel als volgt geïnterpreteerd:

- Bij de beoordeling worden alleen woningen van derden betrokken;
- De eventuele schaduw van turbines op een grotere afstand dan twaalf maal de rotordiameter wordt verwaarloosd;
- Schaduw bij een zonnestand lager dan vijf graden wordt als niet-hinderlijk beoordeeld. Bij zonsopkomst en zonsondergang is het licht vrij diffuus en wordt de turbine vaak aan het zicht onttrokken door gebouwen en begroeiing;
- Bij een windpark worden de schaduwduren en schaduwdagen van afzonderlijke turbines opgeteld voor zover de schaduwen elkaar niet overlappen;
- Er is geen stilstandsvoorziening op een turbine nodig als de gemiddelde duur van hinderlijke schaduw minder is dan 6 uur per jaar. Dit is een strengere beoordeling dan volgens het Activiteitenbesluit omdat volgens deze op 17 dagen per jaar de hinderduur van zonsopgang tot zonsondergang meer dan 20 minuten mag bedragen en op alle overige dagen in het jaar de hinderduur door slagschaduw minder dan 20 minuten mag bedragen. Opgeteld kan de norm uit het Activiteitenbesluit dus een langere slagschaduwduur opleveren dan 6 uur per jaar.

Het bevoegd gezag kan met betrekking tot het in werking hebben van een windturbine aanvullend maatwerkvoorschriften stellen ten behoeve van het voorkomen of beperken van hinder door slagschaduw indien bovenstaande streefwaarde in een specifiek geval niet toereikend is.

¹⁰ Regeling van de minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 9 november 2007 nr. DJZ 2007104180 houdende regels voor inrichtingen (Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer).

¹¹ Voor de letterlijke tekst wordt verwezen naar de regeling.

3.2 Schaduwgebied

Bij de opkomst en de ondergang van de zon kan de schaduw van een turbine aan de westkant en aan de oostkant ver reiken. Op afstanden groter dan twaalf maal de rotordiameter wordt de slagschaduw echter niet meer als hinderlijk beoordeeld. Aan de noordzijde wordt het schaduwgebied begrensd omdat de zon in Nederland in het zuiden altijd hoog staat. Aan de zuidzijde treedt nooit schaduw op omdat de zon in Nederland nooit in het noorden staat.

3.3 Potentiële schaduw

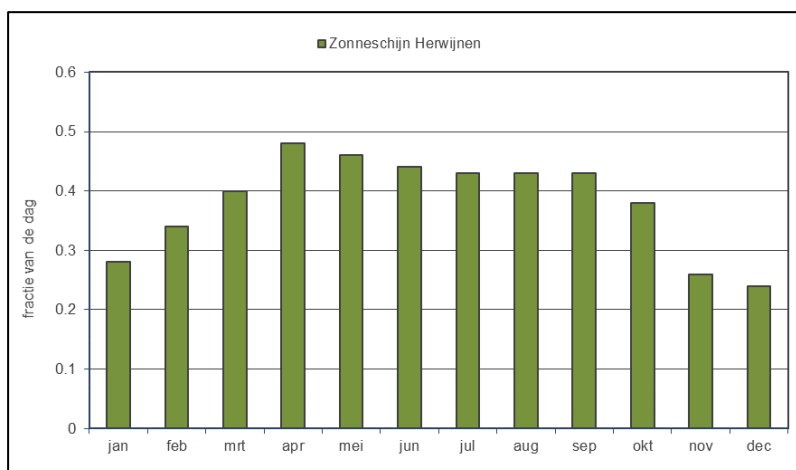
Op basis van de maximale turbineafmetingen (rotordiameter en ashoogte van beide 140 m), de gang van de zon op deze locatie en een minimale zonshoogte van vijf graden, zijn de dagen en tijden berekend waarop slagschaduw kan optreden. De gang van de zon is voor alle dagen van het jaar bepaald met een astronomisch rekenmodel waarbij rekening is gehouden met de betreffende locatie (noorderbreedte en oosterlengte) op de aarde. De potentiële schaduwduur is een theoretisch maximum. Hieruit is de verwachte hinderduur berekend door het toepassen van correcties. Als gevolg van deze correcties is de verwachte hinderduur aanmerkelijk korter dan de potentiële schaduwduur.

De potentiële schaduwduur is nauwkeurig te berekenen, afhankelijk van de nauwkeurigheid van de invoer van de geometrie (positie en afmeting van de turbine en positie van de woningen) en van de nauwkeurigheid waarmee de zonnestand wordt bepaald. De correcties om te komen tot de verwachte hinderduur zijn echter een voorspelling op basis van de geschiedenis. De meteogegevens zijn bepaald op basis van gemiddelde gemeten data over achttien jaar. De verwachting is dat in de toekomst deze gemiddelden over langere perioden hier niet in belangrijke mate van af zullen wijken.

3.3.1 Zonneschijn

Schaduw is er alleen als de zon schijnt. Deze correctie is gebaseerd op het percentage van de daglengte dat de zon gemiddeld schijnt in dit gebied en in de betreffende maand. De percentages zijn ontleend aan meerjarige data van het nabijgelegen meteostation Herwijnen (zie Figuur 3.1).

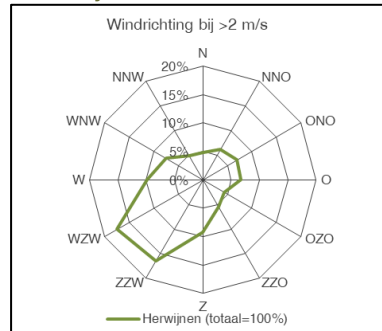
Figuur 3.1 Percentage zonneschijn Herwijnen



Bron: KNMI

3.3.2 Oriëntatie

Figuur 3.2 Distributie windrichtingen te Herwijnen



Bron: KNMI

Het rotorvlak staat niet altijd haaks op de schaduwrichting waardoor de hinderduur wordt beperkt. Als het rotorvlak evenwijdig staat aan de schaduwrichting treedt er geen of nauwelijks lichtflikkering op. Afhankelijk van de richting waar de windturbine staat ten opzichte van woning ligt de deze correctie tussen circa 55% en 75%. Deze correctie is gebaseerd op de distributie van de voorkomende windrichtingen. In Figuur 3.2 is de distributie van windrichtingen zichtbaar van het nabijgelegen meteorostation Herwijnen dat gebruikt is voor het bepalen van de correctie voor oriëntatie.

3.4 Rekenresultaten

De schaduwduren in het omliggende gebied zijn berekend met het programma WindPRO® versie 3.2.744. Details van de invoergegevens en de rekenresultaten zijn gegeven in bijlage 7.

Bij de beoordeling van slagschaduw is geen rekening gehouden obstakels in de omgeving die zich kunnen bevinden tussen de windturbine en de toetsobjecten. In de praktijk kunnen er zich daarnaast nog locatie specifieke beplanting en gebouwen bevinden die de slagschaduw beperken. Een dergelijk detailniveau is hier niet meegenomen. De hoeveelheid slagschaduw is daarmee 'worst case' bepaald.

Bij de beoordeling van slagschaduwhinder wordt doorgaans uitgegaan van de worst-case aanname dat de gehele gevel van een woning boven een hoogte van 50 cm uit raam bestaat. Daarbij is aangenomen dat de gevelhoogte bij woningen 5 m bedraagt en voor de geprojecteerde breedte van het gevelvlak is 8 m aangehouden.

Voor de weergave van contouren op kaart wordt door het rekenprogramma automatisch uitgegaan van een rekenraster waarop per rasterpunt de schaduwduur wordt berekend op een oppervlak van 1 m². Daardoor kan het voorkomen dat een woning welke op of net buiten de 6 uurscontour is gelegen meer dan de 6 uur aan slagschaduw ondervindt. Immers, voor de berekeningen op de toetspunten wordt uitgegaan van een veel groter beschreven verticaal oppervlak van 8,0 x 4,5 m. De ervaring leert dat de contouren van 5 uur per m² een goede weergave zijn van 6 uur per gevel/woning. Er wordt tevens gekeken naar de 15-uurscontour (wederom per m², komt overeen met 16 uur per jaar per gevel) om informatie te geven over de optredende slagschaduwduren binnen de zes uurscontour voor zowel toetspunten als op locaties waar geen toetspunt aanwezig is.

In bijlage 10 is met een groene, rode en grijze isolijn aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur respectievelijk 0, 6 of 16 uur bedraagt per gevel. De kaart is dus nadrukkelijk niet geschikt voor het toetsen aan normen, maar voor de woningen die buiten de 5-uur (per m²) contour liggen kan met zekerheid gesteld dat aan de normen uit het Activiteitenbesluit wordt voldaan. Voor woningen die binnen deze contour liggen kan met een toetspuntberekening worden aangetoond of de hinder wel of niet voldoet aan de norm.

3.5 Hinderduur bij woningen

De rekenresultaten van de berekeningen op de referentietoetspunten¹² zijn weergegeven in Tabel 3.1. Hierin is voor elk toetspunt de maximale slagschaduw per jaar (bij 100% zon en 100% wind uit de juiste richting), het aantal dagen met mogelijke slagschaduw, de maximale passageduur per dag en de verwachte slagschaduw per jaar. Bij de verwachte slagschaduw is gecorrigeerd voor de gemiddelde zonneshijn en windrichting. De in- en uit-voergegevens zijn tevens bijgevoegd in bijlage 7.

Tabel 3.1 Slagschaduwduur door windturbines

Toets-punt	Adres	Max. slagschaduw [u:mm per jaar]	# dagen per jaar	Max. passage- duur [u:mm]	Verwachte slagschaduw [u:mm per jaar]
1	Drielseweg 40	8:30	33	0:25	1:30
2	Maasdijk 63	5:03	25	0:19	1:12
3	Maasboulevard 319	--	--	--	--
4	Kruisdaalderlaan 10	--	--	--	--
5	Hoenzadrielsedijk 9	--	--	--	--
6	Empelsedijk 20	--	--	--	--
7	Veldpad 31	--	--	--	--
8	Empelsedijk 35	0:19	13	0:02	0:04
9	Hoenzadrielsedijk 42	56:40	67	1:13	14:41
10	Drielseweg 11	56:00	104	0:41	10:50
12	Drielse Veldweg 15	184:20	134	1:58	35:02
13	Drielse Veldweg 19	237:38	130	2:39	43:30
15	Drielse Veldweg 25	305:18	128	3:09	53:33
18	Drielse Veldweg 35	220:36	143	2:25	38:32

--: geen slagschaduw

Bij de woningen van derden waarvan de verwachte hinderduur **vetgedrukt** is, treedt jaarlijks meer dan 6 uur slagschaduw-hinder per jaar op. Bij de bepaling van de schaduwduren is geen rekening gehouden met eventuele beplanting, gebouwen en kunstwerken in de omgeving die het zicht kunnen belemmeren. Hierdoor kan de hinder verder worden beperkt. De vetgedrukte tijden in de tabel, maar ook eventuele slagschaduw op andere gevoelige objecten, kunnen worden weggenomen door een stilstandsregeling tot het niveau waarop wordt voldaan aan de normstelling uit het Activiteitenbesluit (zie paragraaf 3.1).

Bij een turbine van dergelijke afmetingen ligt de frequentie van de lichtflikkering maximaal rond de 0,7 Hz. Dit wordt over het algemeen niet als storend ervaren en is dus niet schadelijk voor mensen die gevoelig zijn voor dergelijke flikkeringen (epilepsie). Binnen een afstand van 417 m vanaf de turbine (op basis van een maximale bladbreedte van 4,0 m) kan de zon volledig bedekt worden door een rotorblad. De rotor moet dan haaks staan op de richting van de zon.

¹² Enkele toetspunten die gebruikt zijn voor de geluidberekeningen zijn bij de slagschaduwberekeningen niet meegenomen omdat de onderlinge verschillen in berekende slagschaduw op deze toetspunten minimaal zou zijn.

De schaduw is dan maximaal en wordt doorgaans als meer hinderlijk ervaren. Op grotere afstanden is de schaduw nooit volledig.

3.6 Maatregelen

De windturbines zullen moeten worden uitgerust met een stilstandsvoorziening om te voldoen aan de wettelijke norm, zowel op de referentiewoningen als op andere woningen waarop de norm wordt overschreden. In de turbinebesturing worden hiervoor blokken van dagen en tijden geprogrammeerd waarop de rotor wordt gestopt indien de zon schijnt en de turbine draait omdat er op die momenten slagschaduw valt op woningen waar de betreffende turbine bijdraagt aan een overschrijding van de norm. Een dergelijke voorziening leidt tot enig productieverlies, maar brengt doorgaans de financiële haalbaarheid van het project niet in gevaar. De totale stilstandsduur kan met een zonnescijnsensor beperkt worden door de turbine alleen te stoppen op geprogrammeerde tijden indien ook tegelijkertijd de zon schijnt. Wanneer de zon niet schijnt zal er ook geen sprake zijn van slagschaduw en kan de turbine door blijven draaien. Voor het in bedrijf stellen van de windturbine zal de stilstandkalender worden vastgesteld. Dit gebeurt op basis van het daadwerkelijk gekozen turbinetype (in een latere fase/ na vergunningverlening) en zal ter goedkeuring aan het bevoegd gezag worden voorgelegd.

4 CONCLUSIE

In opdracht van Green Trust is een akoestisch onderzoek en een onderzoek naar slagschaduwhinder uitgevoerd. Het betreft de realisatie van drie windturbines aan de Hoenzadrielsedijk in de gemeente Maasdriel.

Omdat er nog geen definitieve turbinekeuze is gemaakt, is gerekend met voorbeeldturbines. Voor geluid is gerekend met windturbines van het type Siemens Gamesa SG 5.0-145, turbine met een hoog bronvermogen binnen zijn klasse. De slagschaduweffecten zijn inzichtelijk gemaakt middels een fictief windturbinetype met maximale afmetingen waardoor een worst-case benadering wordt gehanteerd.

Na het toepassen van geluidvoorzieningen kan worden voldaan aan de geluidnorm $L_{den}=47\text{dB}$ en $L_{night}=41\text{dB}$. In het kader van een goede ruimtelijke ordening is de cumulatieve geluidbelasting ter plaatse van de referentietoetspunten inzichtelijk gemaakt. De cumulatieve geluidbelasting blijft op de meeste referentietoetspunten nagenoeg gelijk behoudens enkele referentietoetspunten nabij de windturbines, waar er maximaal een verhoging plaatsvindt van 6 dB.

Ter plaatse van diverse nabijgelegen woningen treedt gemiddeld meer dan zes uur per jaar slagschaduw op en is er kans op normoverschrijding. De jaarlijkse slagschaduwhinder kan worden teruggebracht tot een niveau waarop aan normstelling kan worden voldaan middels stilstandsvoorzieningen, die de windturbine af kan schakelen indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten. Wanneer een definitieve windturbinekeuze is gemaakt, kan de stilstandkalender worden bepaald.

BIJLAGE 1 VERKLARENDE BEGRIPPENLIJST

Bronsterkte	Het geluid dat de windturbine op ashoogte produceert ter plaatse van de turbine.
Dosis-effectrelatie	De relatie/ verhouding tussen meer of minder blootstelling aan een bepaalde belasting en het effect hiervan op de hinder/ gezondheid bij een mens.
Gevoelige bestemming	Woningen zijn gevoelige bestemmingen, waarbij wettelijk geluidhinder onderzocht moet worden. Onderzoek naar slagschaduwhinder is niet wettelijk verplicht maar wordt geadviseerd indien gevoelige bestemmingen binnen een afstand van twaalf maal de rotordiameter aanwezig zijn. Kantoren en gebouwen op industrieterreinen (geen woningen) zijn geen gevoelige objecten.
Hz, Hertz	Frequentie. 1 Hz is één keer per seconde, 5 Hz is vijf keer per seconde.
L_{den}	Het jaargemiddelde geluidniveau.
L_E	Emissieterm, jaargemiddelde bronsterkte.
L_{day}	Het jaargemiddelde geluidniveau in de dag.
L_{even}	Het jaargemiddelde geluidniveau in de avond.
L_{night}	Het jaargemiddelde geluidniveau in de nacht.
V_{10}	De windsnelheid op 10 m hoogte boven maaiveld.
Vas	De windsnelheid op ashoogte boven maaiveld.
Meteogegevens	Statistische gegevens van meetstations in de omgeving van de windturbine.

BIJLAGE 2 INPUT REKENMODEL AKOESTIEK

Coördinaten RD	148735	417704						
Coördinaten WGS	51.7480	5.2965						
Ashoogte [m]		150						
Hoogte windprofiel [m]		150						
Windturbine	SiemensGamesa SG 5.0-145							
Mode	standard		Gecorrigeerd voor bedrijfsduur (Lw + Cb)					
v_as [m/s]	dag [%]	avond [%]	nacht [%]	Lw_as [dB(A)]	LE dag [dB(A)]	LE avond [dB(A)]	LE nacht [dB(A)]	
1	2.52	1.49	1.57					
2	4.64	2.98	2.55					
3	7.32	4.60	3.58	95.1	83.7	81.7	80.6	
4	8.79	6.24	5.10	95.1	84.5	83.1	82.2	
5	9.92	8.41	6.37	95.1	85.1	84.3	83.1	
6	10.98	10.27	7.81	99.2	89.6	89.3	88.1	
7	12.09	12.57	10.24	102.7	93.5	93.7	92.8	
8	11.50	13.48	14.15	105.7	96.3	97.0	97.2	
9	10.04	13.23	15.95	108.5	98.5	99.7	100.5	
10	7.45	10.07	13.55	109.3	98.0	99.3	100.6	
11	5.26	6.66	8.24	109.3	96.5	97.5	98.5	
12	3.22	3.82	4.54	109.3	94.4	95.1	95.9	
13	2.09	2.30	2.35	109.3	92.5	92.9	93.0	
14	1.57	1.37	1.58	109.3	91.3	90.7	91.3	
15	0.97	1.01	1.02	109.3	89.2	89.3	89.4	
16	0.58	0.62	0.63	109.3	86.9	87.2	87.3	
17	0.39	0.36	0.30	109.3	85.2	84.9	84.1	
18	0.25	0.21	0.19	109.3	83.3	82.5	82.1	
19	0.17	0.11	0.11	109.3	81.6	79.7	79.7	
20	0.10	0.08	0.06	109.3	79.3	78.3	77.1	
21	0.06	0.04	0.06	109.3	77.1	75.3	77.1	
22	0.05	0.02	0.03	109.3	76.3	72.3	74.1	
23	0.01	0.01	0.01	109.3	69.3	69.3	69.3	
24	0.01	0.01	0.00	109.3	69.3	69.3		
25	0.01	0.02	0.00	109.3	69.3	72.3		
				Totaal	105.35	106.12	106.76	
Gehanteerde spectrale verdeling [dB(A)]								
31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
-29.62	-17.53	-11.89	-8.43	-7.37	-5.58	-6.02	-12.18	-25.69

Bron: Developer Package, SG 5.0-145 Document ID: GD410616 R38, Siemens Gamesa., 28-6-2019

Windturbines

Naam	Omschr.	X	Y	Hoogte
WTG1	WTG 1	148743,00	417706,00	150,00
WTG2	WTG 2	149134,00	417649,00	150,00
WTG3	WTG 3	149533,00	417567,00	150,00

Geluidbronnen dag

	LE (D)	LE (D)	LE (D)	LE (D)	LE (D)	LE (D)	LE (D)	LE (D)	LE (D)	LE (D)
Naam	31	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Totaal
WTG1	75,73	87,82	93,46	96,92	97,98	99,77	99,33	93,17	79,66	105,35
WTG2	75,73	87,82	93,46	96,92	97,98	99,77	99,33	93,17	79,66	105,35
WTG3	75,73	87,82	93,46	96,92	97,98	99,77	99,33	93,17	79,66	105,35

Geluidbronnen avond

	LE (A)	LE (A)	LE (A)	LE (A)	LE (A)	LE (A)	LE (A)	LE (A)	LE (A)	LE (A)
Naam	31	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Totaal
WTG1	76,50	88,59	94,23	97,69	98,75	100,54	100,10	93,94	80,43	106,12
WTG2	76,50	88,59	94,23	97,69	98,75	100,54	100,10	93,94	80,43	106,12
WTG3	76,50	88,59	94,23	97,69	98,75	100,54	100,10	93,94	80,43	106,12

Geluidbronnen nacht

	LE (N)	LE (N)	LE (N)	LE (N)	LE (N)	LE (N)	LE (N)	LE (N)	LE (N)	LE (N)
Naam	31	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Totaal
WTG1	77,14	89,23	94,87	98,33	99,39	101,18	100,74	94,58	81,07	106,76
WTG2	77,14	89,23	94,87	98,33	99,39	101,18	100,74	94,58	81,07	106,76
WTG3	77,14	89,23	94,87	98,33	99,39	101,18	100,74	94,58	81,07	106,76

Geluidbronnen nacht – na mitigatie

	LE (N)	LE (N)	LE (N)	LE (N)	LE (N)	LE (N)	LE (N)	LE (N)	LE (N)	LE (N)
Naam	31	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Totaal
WTG1	76,23	87,33	91,63	94,00	95,06	96,85	96,41	90,25	76,74	102,57
WTG2	76,23	87,33	91,63	94,00	95,06	96,85	96,41	90,25	76,74	102,57
WTG3	76,23	87,33	91,63	94,00	95,06	96,85	96,41	90,25	76,74	102,57

Geluidbronnen scheepvaart

Mobiele bron

Naam	Coördinaten	Emissie	Eigenschappen
Frequentie [Hz]	31	63	125
Lw [dB(A)]	74.40	91.40	100.40
Reductie [dB]	--	--	--
Lw(tot) [dB(A)]	74.40	91.40	100.40
Toepassen A-weging			

Van Klembord OK Annuleren Help

Mobiele bron

Naam	Coördinaten	Emissie	Eigenschappen
Gemiddelde snelheid [km/u]	9	Lengte route [m]	15332.16
Afstand tussen puntbronnen [m]	100.00	Aantal puntbronnen	154
Periode	Van	Tot	Aantal
Dag	07:00	19:00	43
Avond	19:00	23:00	5
Nacht	23:00	07:00	5
--	--	--	--

Van Klembord OK Annuleren Help

Rekenraster

Naam	Omschr.	X-1	Y-1	Hoogte	DeltaX	DeltaY	X-aantal	Y-aantal
grid01	grid01	147343,82	418878,36	5,00	50	50	73	60

Toetspunten

Naam	Omschr.	X	Y	Hoogte A
1	Drielseweg 40	147532.00	418476.00	5.00
2	Maasdijk 63	147191.00	417818.00	5.00
3	Maasboulevard 319	147699.32	416559.46	5.00
4	Kruisdaalderlaan 10	148066.52	416275.06	5.00
5	Hoenzadrielsedijk 9	149068.00	416777.00	5.00
6	Empelsedijk 20	149291.44	416411.83	5.00
7	Veldpad 1	150342.51	416408.60	5.00

8	Empelsedijk 35	150829.36	416667.39	5.00
9	Hoenzadrielsedijk 42	150234.00	417779.00	5.00
10	Drielseweg 11	149657.33	418473.46	5.00
11	Drielse Veldweg 13	149462.00	418264.00	5.00
12	Drielse Veldweg 15	149396.00	418215.00	5.00
13	Drielse Veldweg 19	149197.00	418188.00	5.00
14	Drielse Veldweg 23	148994.04	418154.80	5.00
15	Drielse Veldweg 25	148935.00	418139.00	5.00
16	Drielse Veldweg 27	148860.00	418139.00	5.00
17	Drielse Veldweg 31	148662.00	418110.00	5.00
18	Drielse Veldweg 35	148544.00	418099.00	5.00

Bodemgebieden

Watervlakken uit TOP10NL: Bf=0,0

Wegvlakken uit TOP10NL: Bf=0,0

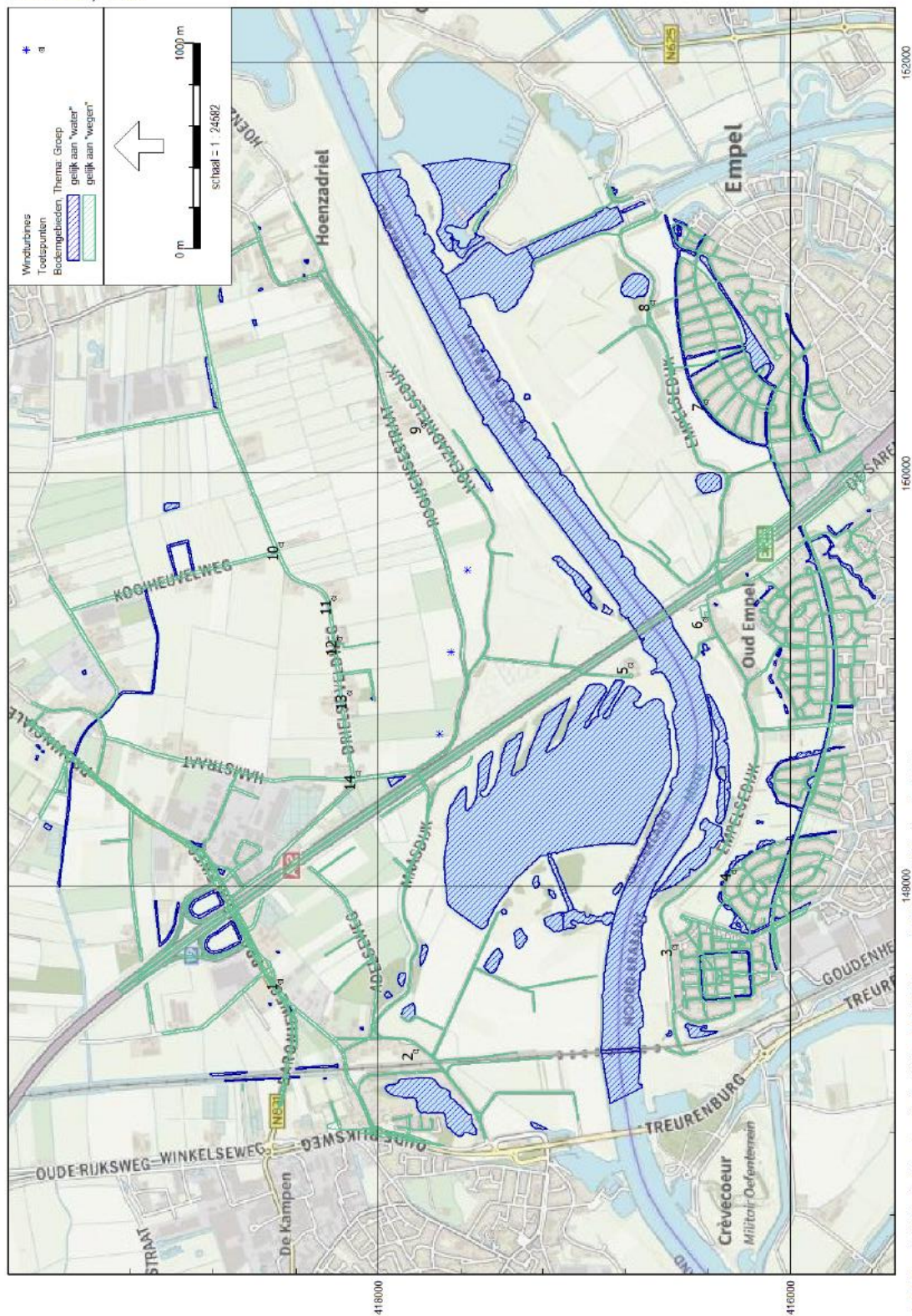
Geluidschermen: Refl.L = 0.2, Refl.R = 0.2, hoogte = 3.0m

Naam	X-1	Y-1	X-n	Y-n
143	150387.50	415358.56	150385.84	415360.22
190	149824.45	415958.05	149793.94	415995.00
386	149594.16	416254.92	149565.95	416293.77
482	150353.13	415267.66	150351.22	415265.82
644	150707.57	415170.09	150582.39	415190.93
698	149040.55	417061.65	149379.64	416559.09
894	149763.57	416032.15	149594.18	416254.90
992	149793.94	415995.00	149763.62	416032.18
1175	150409.20	415336.79	150407.64	415338.35
1183	150582.39	415190.93	150408.32	415341.50
1597	150410.79	415339.10	150408.87	415337.11
1632	150085.00	415563.13	150206.25	415424.77
1703	150386.74	415360.20	150388.07	415361.52
1747	150346.35	415274.47	150353.28	415267.50
1875	149468.48	416357.55	149489.25	416327.73
1960	150386.32	415359.74	150386.74	415360.20
1980	149534.05	416338.70	149536.09	416340.03
2163	150389.93	415359.62	150354.65	415392.08
2423	149511.90	416369.86	149532.95	416340.25
2522	149917.54	415848.34	149824.45	415958.05
2723	150323.43	415293.73	150206.20	415424.86
2812	149488.73	416325.00	149549.97	416241.14
3001	148189.70	418323.60	148612.90	417704.50
3003	147711.20	419019.60	147535.10	419230.60

3092	150317.45	415299.82	150318.68	415300.96
3221	149490.76	416325.55	149489.30	416327.66
3238	150326.27	415294.64	150346.26	415274.56
3310	150009.38	415656.36	150000.00	415668.00
3436	149488.91	416324.76	149490.51	416325.91
3541	149533.01	416340.17	149534.46	416338.14
3685	149535.60	416340.86	149565.90	416293.88
3743	150085.00	415563.13	150039.30	415618.81
3835	150407.57	415338.42	150387.60	415358.45
4355	149373.47	416563.75	149471.53	416427.76
4528	150000.00	415668.00	149549.98	416241.11
4580	149471.41	416427.64	149511.81	416369.98
5048	149347.74	416542.78	149468.44	416357.61
5184	150354.51	415392.02	150000.00	415758.76
5186	149006.60	417046.00	149330.60	416564.60
5286	150318.68	415300.96	150326.20	415294.71
5569	150000.00	415758.76	149917.59	415848.26
5818	149330.60	416564.60	149348.75	416536.81
5975	150039.28	415618.82	150009.38	415656.36

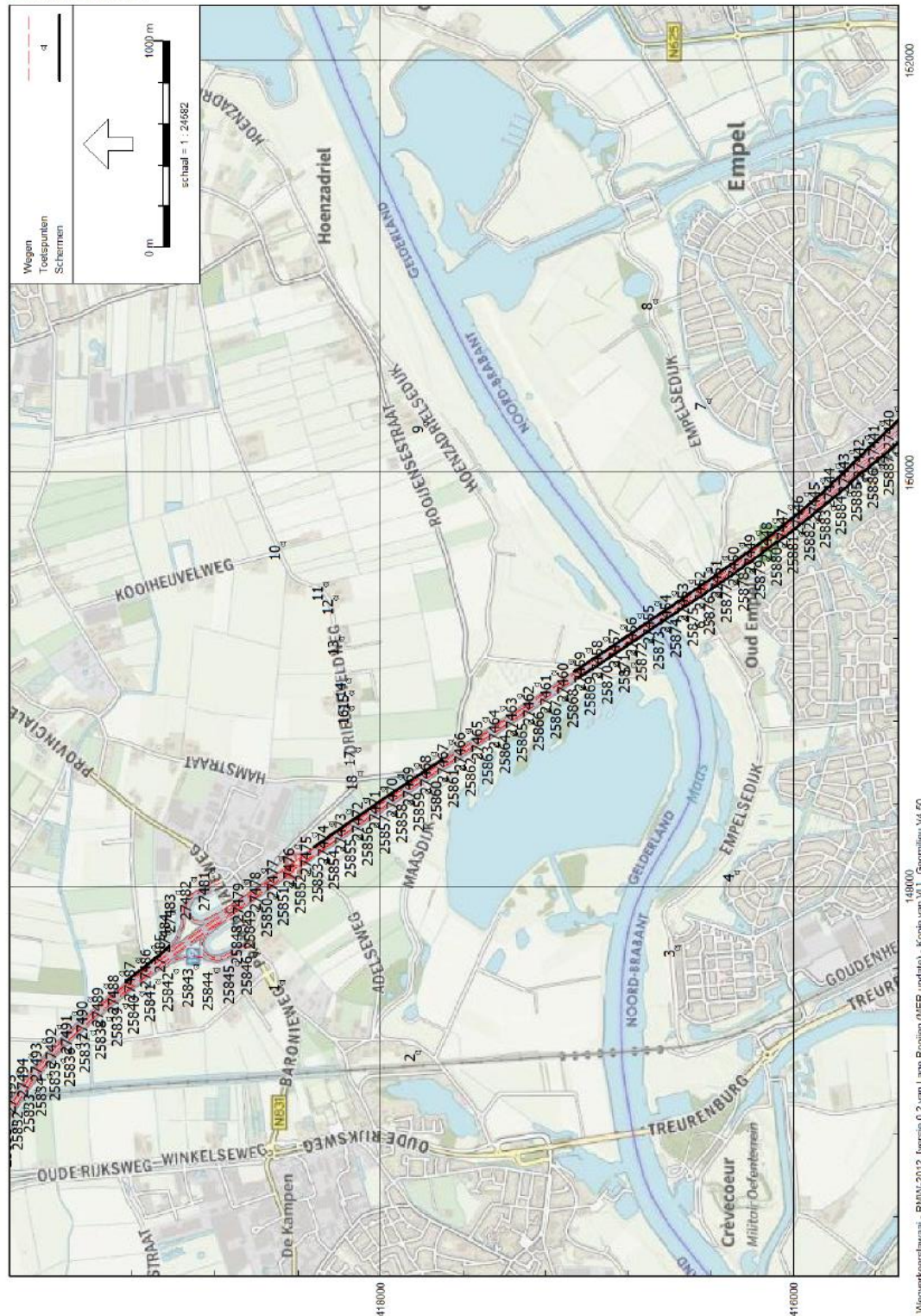
WTG geluid
5 mar 2020, 09:28

Pondera Consult



Verkeerslawaaï
5 mar 2020, 16:29

Pondera Consult

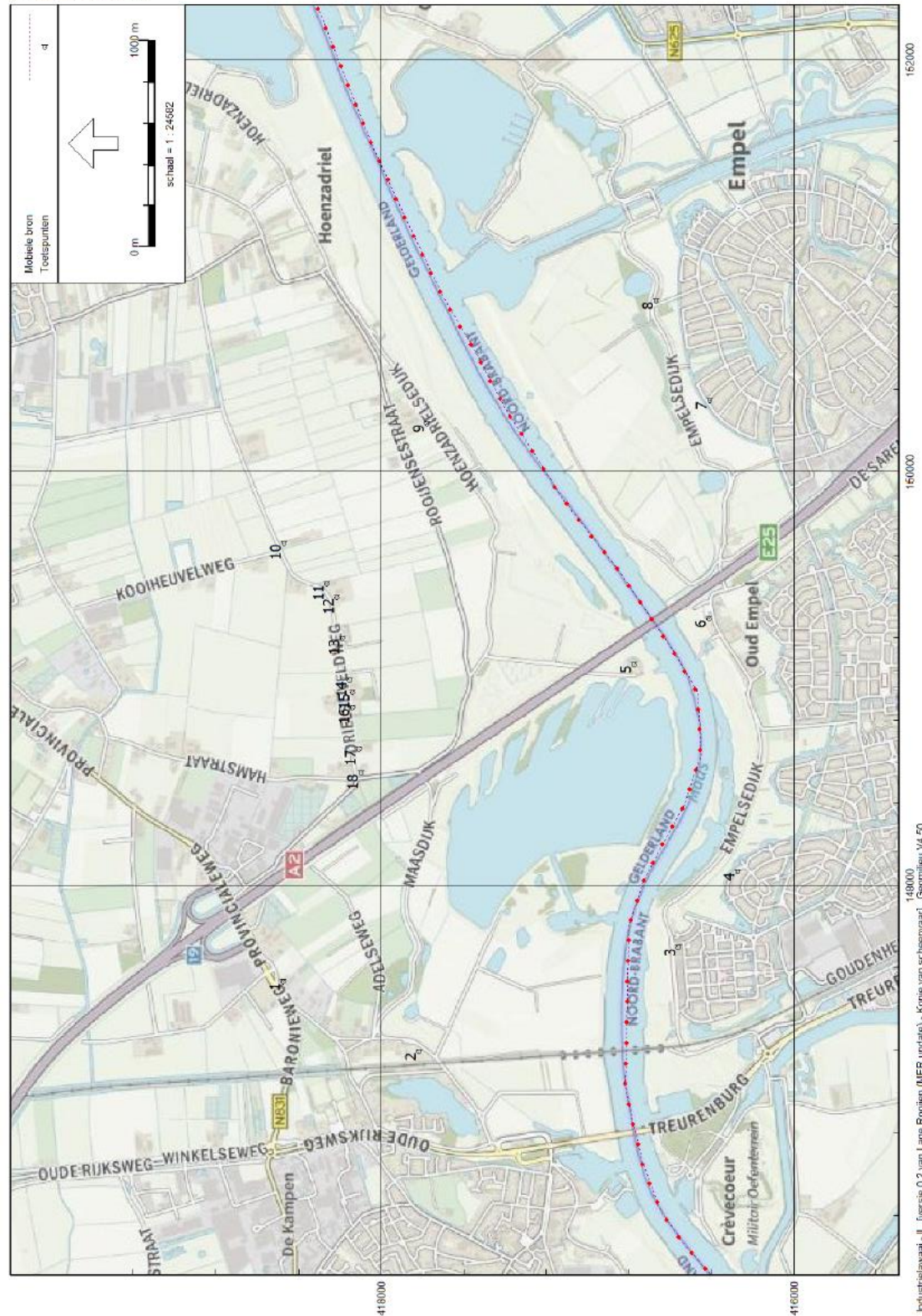


Raillawaai
5 mar 2020, 16:31

Pondera Consult



Pondera Consult



BIJLAGE 4 REKENRESULTATEN AKOESTIEK

Windturbinegeluid

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
1	Drielseweg 40	5,00	30,07	30,84	31,48	37,66
2	Maasdijk 63	5,00	29,04	29,81	30,45	36,63
3	Maasboulevard 319	5,00	30,00	30,77	31,41	37,59
4	Kruisdaalderlaan 10	5,00	30,35	31,12	31,76	37,94
5	Hoenzadrielsedijk 9	5,00	37,49	38,26	38,90	45,08
6	Empelsedijk 20	5,00	34,09	34,86	35,50	41,68
7	Veldpad 1	5,00	30,77	31,54	32,18	38,36
8	Empelsedijk 35	5,00	29,34	30,11	30,75	36,93
9	Hoenzadrielsedijk 42	5,00	36,79	37,56	38,20	44,38
10	Drielseweg 11	5,00	36,39	37,16	37,80	43,98
11	Drielse Veldweg 13	5,00	39,40	40,17	40,81	46,99
12	Drielse Veldweg 15	5,00	40,27	41,04	41,68	47,86
13	Drielse Veldweg 19	5,00	41,25	42,02	42,66	48,84
14	Drielse Veldweg 23	5,00	42,05	42,82	43,46	49,64
15	Drielse Veldweg 25	5,00	42,28	43,05	43,69	49,87
16	Drielse Veldweg 27	5,00	42,24	43,01	43,65	49,83
17	Drielse Veldweg 31	5,00	42,06	42,83	43,47	49,65
18	Drielse Veldweg 35	5,00	41,30	42,07	42,71	48,89

Windturbinegeluid na mitigatie

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
1	Drielseweg 40	5,00	30,07	30,84	27,77	34,97
2	Maasdijk 63	5,00	29,04	29,81	26,75	33,95
3	Maasboulevard 319	5,00	30,00	30,77	27,67	34,88
4	Kruisdaalderlaan 10	5,00	30,35	31,12	28,01	35,23
5	Hoenzadrielsedijk 9	5,00	37,49	38,26	35,03	42,29
6	Empelsedijk 20	5,00	34,09	34,86	31,70	38,94
7	Veldpad 1	5,00	30,77	31,54	28,44	35,65
8	Empelsedijk 35	5,00	29,34	30,11	27,05	34,25
9	Hoenzadrielsedijk 42	5,00	36,79	37,56	34,34	41,60
10	Drielseweg 11	5,00	36,39	37,16	33,95	41,20
11	Drielse Veldweg 13	5,00	39,40	40,17	36,92	44,19
12	Drielse Veldweg 15	5,00	40,27	41,04	37,77	45,05
13	Drielse Veldweg 19	5,00	41,25	42,02	38,74	46,02
14	Drielse Veldweg 23	5,00	42,05	42,82	39,53	46,81
15	Drielse Veldweg 25	5,00	42,28	43,05	39,76	47,04
16	Drielse Veldweg 27	5,00	42,24	43,01	39,71	47,00
17	Drielse Veldweg 31	5,00	42,06	42,83	39,53	46,82
18	Drielse Veldweg 35	5,00	41,30	42,07	38,78	46,06

Verkeerslawaaï

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
1	Drielseweg 40	5,00	57,81	54,78	51,75	59,82
2	Maasdijk 63	5,00	50,29	47,23	44,36	52,36
3	Maasboulevard 319	5,00	47,12	44,05	41,14	49,16
4	Kruisdaalderlaan 10	5,00	47,33	44,27	41,33	49,37
5	Hoenzadrielsedijk 9	5,00	56,92	53,88	50,61	58,80
6	Empelsedijk 20	5,00	51,77	48,68	45,82	53,83
7	Veldpad 1	5,00	44,24	41,13	38,34	46,32
8	Empelsedijk 35	5,00	40,93	37,77	35,12	43,05
9	Hoenzadrielsedijk 42	5,00	43,88	40,78	37,93	45,94
10	Drielseweg 11	5,00	45,91	42,82	39,97	47,97
11	Drielse Veldweg 13	5,00	48,08	45,02	42,05	50,10
12	Drielse Veldweg 15	5,00	48,76	45,71	42,70	50,77
13	Drielse Veldweg 19	5,00	50,59	47,56	44,50	52,58
14	Drielse Veldweg 23	5,00	52,34	49,32	46,20	54,31
15	Drielse Veldweg 25	5,00	52,90	49,89	46,75	54,87
16	Drielse Veldweg 27	5,00	53,39	50,38	47,23	55,35
17	Drielse Veldweg 31	5,00	55,09	52,09	48,92	57,05
18	Drielse Veldweg 35	5,00	56,48	53,48	50,33	58,45

Railverkeerslawaaï

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
1	Drielseweg 40	5,00	52,06	50,92	45,54	54,23
2	Maasdijk 63	5,00	65,64	64,46	59,02	67,76
3	Maasboulevard 319	5,00	59,76	58,56	53,19	61,89
4	Kruisdaalderlaan 10	5,00	53,06	51,89	46,55	55,23
5	Hoenzadrielsedijk 9	5,00	46,61	45,53	40,20	48,84
6	Empelsedijk 20	5,00	44,20	43,10	37,83	46,45
7	Veldpad 1	5,00	38,53	37,50	32,21	40,82
8	Empelsedijk 35	5,00	36,06	35,05	29,76	38,36
9	Hoenzadrielsedijk 42	5,00	37,39	36,38	31,09	39,69
10	Drielseweg 11	5,00	38,56	37,55	32,26	40,86
11	Drielse Veldweg 13	5,00	40,07	39,04	33,75	42,36
12	Drielse Veldweg 15	5,00	40,51	39,48	34,18	42,79
13	Drielse Veldweg 19	5,00	41,43	40,34	35,13	43,71
14	Drielse Veldweg 23	5,00	42,63	41,56	36,29	44,90
15	Drielse Veldweg 25	5,00	43,24	42,18	36,87	45,50
16	Drielse Veldweg 27	5,00	43,26	42,15	36,93	45,52
17	Drielse Veldweg 31	5,00	44,91	43,84	38,51	47,15
18	Drielse Veldweg 35	5,00	45,82	44,74	39,42	48,06

Scheepvaartlawaaï

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
1	Drielseweg 40	5,00	28,47	23,90	20,89	47,36
2	Maasdijk 63	5,00	31,79	27,22	24,21	50,59
3	Maasboulevard 319	5,00	42,81	38,24	35,23	60,96
4	Kruisdaalderlaan 10	5,00	40,15	35,58	32,57	58,62
5	Hoenzadrielsedijk 9	5,00	44,23	39,66	36,65	62,25
6	Empelsedijk 20	5,00	42,89	38,32	35,31	61,04
7	Veldpad 1	5,00	34,38	29,81	26,80	53,14
8	Empelsedijk 35	5,00	34,02	29,45	26,44	52,78
9	Hoenzadrielsedijk 42	5,00	39,74	35,17	32,16	58,19
10	Drielseweg 11	5,00	31,12	26,55	23,54	49,96
11	Drielse Veldweg 13	5,00	31,78	27,21	24,20	50,61
12	Drielse Veldweg 15	5,00	31,88	27,31	24,30	50,71
13	Drielse Veldweg 19	5,00	31,60	27,03	24,02	50,44
14	Drielse Veldweg 23	5,00	31,47	26,90	23,89	50,32
15	Drielse Veldweg 25	5,00	31,45	26,88	23,87	50,30
16	Drielse Veldweg 27	5,00	31,32	26,75	23,74	50,17
17	Drielse Veldweg 31	5,00	31,28	26,71	23,70	50,14
18	Drielse Veldweg 35	5,00	31,39	26,82	23,81	50,24

Cumulatieve geluidbelasting

Naam	Omschrijving	L VL = L* VL	L RL	L* RL	L SV	L* SV
1	Drielseweg 40	59,82	54,23	50,12	47,36	45,48
2	Maasdijk 63	52,36	67,76	62,97	50,59	48,63
3	Maasboulevard 319	49,16	61,89	57,40	60,96	58,74
4	Kruisdaalderlaan 10	49,37	55,23	51,07	58,62	56,45
5	Hoenzadrielsedijk 9	58,80	48,84	45,00	62,25	59,99
6	Empelsedijk 20	53,83	46,45	42,73	61,04	58,81
7	Veldpad 1	46,32	40,82	37,38	53,14	51,11
8	Empelsedijk 35	43,05	38,36	35,04	52,78	50,76
9	Hoenzadrielsedijk 42	45,94	39,69	36,31	58,19	56,04
10	Drielseweg 11	47,97	40,86	37,42	49,96	48,01
11	Drielse Veldweg 13	50,10	42,36	38,84	50,61	48,64
12	Drielse Veldweg 15	50,77	42,79	39,25	50,71	48,74
13	Drielse Veldweg 19	52,58	43,71	40,12	50,44	48,48
14	Drielse Veldweg 23	54,31	44,90	41,26	50,32	48,36
15	Drielse Veldweg 25	54,87	45,50	41,83	50,30	48,34
16	Drielse Veldweg 27	55,35	45,52	41,84	50,17	48,22
17	Drielse Veldweg 31	57,05	47,15	43,39	50,14	48,19
18	Drielse Veldweg 35	58,45	48,06	44,26	50,24	48,28

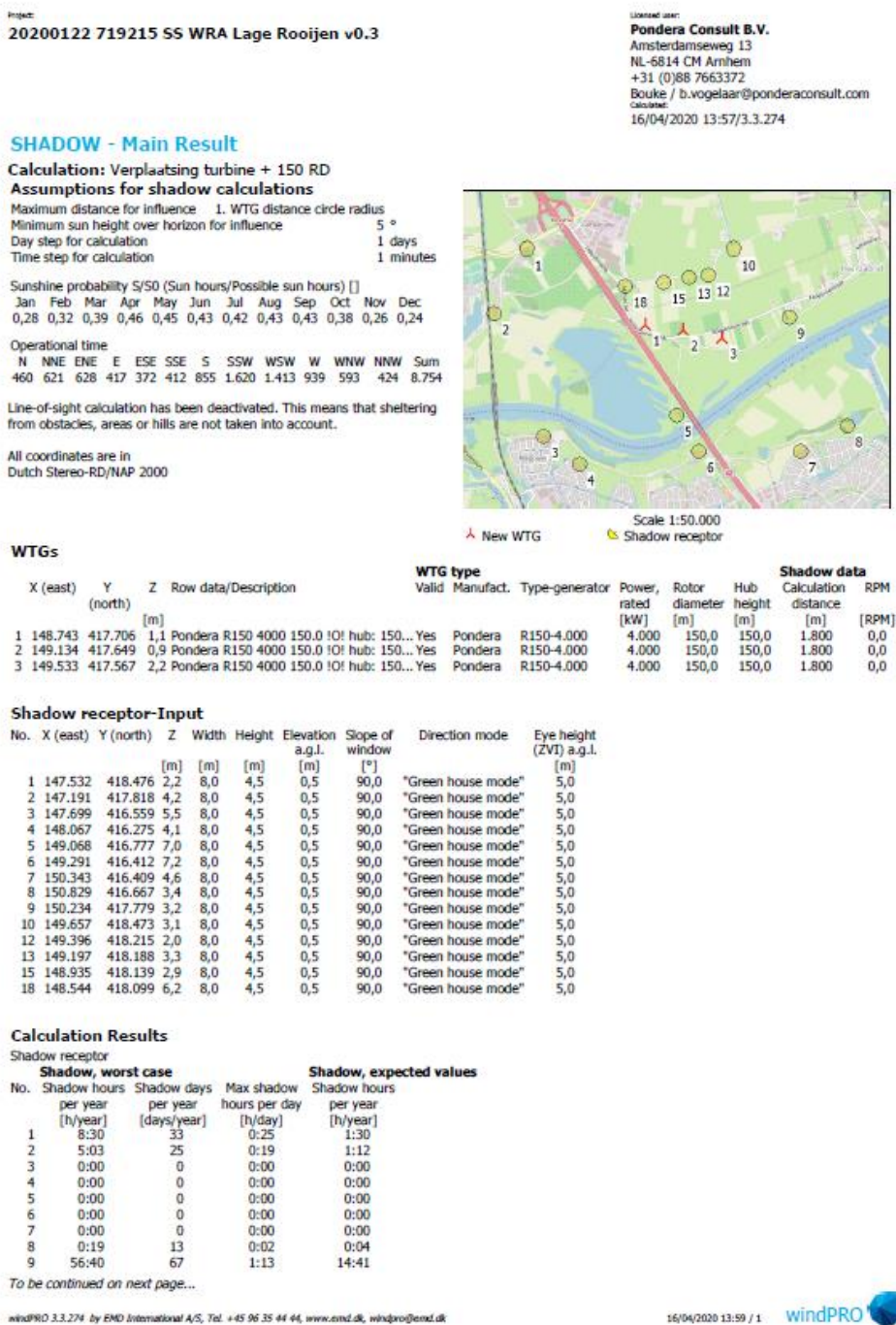
Naam	Omschrijving	L WT	L * WT	Lcum ref	L cum nieuw
1	Drielseweg 40	34,97	37,65	60,40	60,43
2	Maasdijk 63	33,95	35,97	63,48	63,49
3	Maasboulevard 319	34,88	37,50	61,40	61,41
4	Kruisdaalderlaan 10	35,23	38,08	58,17	58,21
5	Hoenzadrielsedijk 9	42,29	49,73	62,53	62,75
6	Empelsedijk 20	38,94	44,20	60,09	60,20
7	Veldpad 1	35,65	38,77	52,49	52,67
8	Empelsedijk 35	34,25	36,46	51,54	51,67
9	Hoenzadrielsedijk 42	41,60	48,59	56,48	57,14
10	Drielseweg 11	41,20	47,93	51,19	52,87
11	Drielse Veldweg 13	44,19	52,86	52,63	55,76
12	Drielse Veldweg 15	45,05	54,28	53,07	56,73
13	Drielse Veldweg 19	46,02	55,88	54,18	58,13
14	Drielse Veldweg 23	46,81	57,19	55,46	59,42
15	Drielse Veldweg 25	47,04	57,57	55,92	59,83
16	Drielse Veldweg 27	47,00	57,50	56,28	59,94
17	Drielse Veldweg 31	46,82	57,20	57,74	60,49
18	Drielse Veldweg 35	46,06	55,95	59,00	60,75

WTG lawaai

Pondera Consult



BIJLAGE 9 IN- EN UITVOERREKENMODEL SLAGSCHADUW



Project:
20200122 719215 SS WRA Lage Rooijen v0.3

Licensee user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Bouke / b.vogelaar@ponderaconsult.com
Calculated:
16/04/2020 13:57/3.3.274

SHADOW - Main Result

Calculation: Verplaatsing turbine + 150 RD

....continued from previous page

No.	Shadow, worst case		Max shadow hours per day [h/day]	Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]		Shadow hours per year [h/year]	
10	56:00	104	0:41	10:50	
12	184:20	134	1:58	35:02	
13	237:38	130	2:39	43:40	
15	305:18	128	3:09	55:33	
18	220:36	143	2:25	38:32	

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name		Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	Pondera R150 4000 150.0 f0f hub: 150,0 m (TOT: 225,0 m) (20)		422:43	82:59
2	Pondera R150 4000 150.0 f0f hub: 150,0 m (TOT: 225,0 m) (21)		388:54	70:57
3	Pondera R150 4000 150.0 f0f hub: 150,0 m (TOT: 225,0 m) (22)		231:29	41:01

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

BIJLAGE 10 SLAGSCHADUWCONTOUREN