

Windpark Kabeljauwbeek
Effecten van aangepaste opstelling op
geluid, slagschaduw en risicoanalyse



Windpark Kabeljauwbeek

Effecten van aangepaste opstelling op geluid, slagschaduw en risicoanalyse

Door: Rik Wessels

Datum: 24 april 2018

Projectnummer: 202317

Prepared: Rik Wessels, Jan Borras 16.03.2018
Reviewed: Edwin Pasterkamp 16.03.2018
Approved: Edwin Pasterkamp
Filename 20180419_FINAL REP_ENE_Kabeljauwbeek_Geluid_Slagschaduw_v3.0.docx
Status Final report

Version	Author	Date	Remarks/Change
0.9	RWe	16/03/2018	Draft for internal review
1.0	EPa	16/03/2018	Draft released to client
2.0	EPa	16/04/2018	Final. No changes.
3.0	EPa	24/04/2018	Included cumulative effect of existing Windpark Zandvliet

© Ecofys 2017 in opdracht van: Eneco Wind B.V.

Inhoudsopgave

1	Inleiding en samenvatting	4
2	Uitgangspunten	6
2.1	Overzicht	6
2.2	Windturbinevarianten	7
2.3	Geluidsemissie Vestas V117	8
2.4	Geluidsemissie Nordex N90	9
2.5	Normstelling	10
2.5.1	Cumulatie	10
2.6	Geluid- en schaduwgevoelige objecten	11
3	Modellering geluid	12
3.1	Modelparameters	12
3.1.1	Bodemfactoren	12
3.1.2	Windklimaat	12
3.2	Resultaten	13
4	Modellering slagschaduw	16
4.1	Modelparameters	16
4.1.1	Schaduwgevoelige objecten	16
4.1.2	Windklimaat	16
4.1.3	Zonuren	16
4.2	Resultaten	17
5	Conclusie	20
Appendix A	Geluidcontouren	22
	Geluidcontouren (L_{DEN}) V117 (met geluidsreducerende instellingen)	22
	Geluidcontouren (L_{night}) V117 (met geluidsreducerende instellingen)	22
	Bodemgebieden	24
	Gebouwen	24
	Emissie windturbines	25
	Spectrum windturbinegeluid	26
	Windsnelheidsverdeling	27

1 Inleiding en samenvatting

In het verleden heeft Ecofys Eneco technisch ondersteunt bij de ontwikkeling van het windpark Kabeljauwbeek. Als onderdeel hiervan heeft Ecofys een risicoanalyse¹ en geluid- en slagschaduwstudie² uitgevoerd. In het vergunningsproces is echter gebleken dat één van de windturbines overdraait op het Natuurnetwerk Brabant, en dus verplaatst dient te worden. Daarnaast dient het cumulatieve effect van de turbine van Windpark Zandvliet te worden meegenomen. Eneco heeft Ecofys daarom gevraagd een nieuwe studie uit te voeren naar de effecten hiervan op de eerder uitgevoerde risicoanalyse, geluid- en slagschaduwstudie.

In de aangepaste opstelling is de positie van windturbine 1 aangepast om overdraai op het Natuurwerk Brabant te voorkomen. Daarbij heeft Eneco vastgehouden aan dezelfde afstand naar de aanwezige gasinfrastructuur van GasUnie, welke 200 m bedraagt in de nieuwe en oude opstelling. Daarmee verwacht Ecofys dat er geen veranderingen nodig zijn in de trefkansberekening zoals eerder uitgevoerd en dat derhalve de conclusies van de risicoanalyse onveranderd blijven.

In dit rapport is uitgegaan van een vaste windturbineopstelling, maar met een aantal varianten (typen) voor de turbinekeuze. Het doel van deze studie is om in kaart brengen of en zo ja hoe windpark Kabeljauwbeek kan voldoen aan de wettelijke normstelling voor windturbinegeluid en slagschaduw.

Ten tijde van dit schrijven staat nog niet vast welk windturbintype op de locatie gebouwd gaat worden. Er is namelijk nog sprake van een dertigtal varianten waaruit de ontwikkelaar een definitieve turbine zal kiezen (in verband met de wettelijke Europese aanbestedingsplicht van de windturbines). Als gevolg hiervan is voor de modellering van geluid en slagschaduw gekozen voor turbinevarianten die naar verwachting leiden tot een *best case* en een *worst case*. De akoestiek en slagschaduw van de overige windturbintypen zullen binnen de bandbreedte van best- en worst case liggen. De best- en worst case zijn in onderstaande tabel weergegeven.

	Worst Case (type en ashoogte)	Best Case (type en ashoogte)
Geluid	Vestas V117 op 116.5m	Nordex N90 op 100m
Slagschaduw	Enercon E115 op 125m	Enercon E92 op 85m

Mocht Eneco in de aanbestedingsprocedure kiezen voor een andere windturbine binnen de bandbreedte van worst- en best case dan dient hiervoor alsnog uit te worden gezocht of en zo ja

¹ Ecofys, 2015: 20151204_REP_ENE_QRA Kabeljauwbeek_v2

² Ecofys, 2016: 20160602_FINAL_REP_ENE_Kabeljauwbeek_Geluid_Slagschaduw_v1.2 en 20140907_MEM_ENE_FINAL_Cumulatie_Rilland_BASF_BWf BKO PRO_V2

welke terugregelmodi voor geluid nodig zijn om aan de norm in het Activiteitenbesluit te voldoen. Verder is na aanbesteding van de windturbines, doch voorafgaande aan de bouw van het windpark, een inregelrapport voor de stilstandvoorziening van de windturbines noodzakelijk.

De werkmethode voor deze studie begint met het maken van een inventarisatie geluid- en schaduwgevoelige objecten rondom het windpark op basis van de BAG-database. Vervolgens is windturbinegeluid gemodelleerd volgens het wettelijk geldende rekenvoorschrift windturbinegeluid en het programma Geomilieu. Slagschaduwberekeningen zijn uitgevoerd met WindPro. De resultaten worden gegeven als geluid- en slagschaduwcontouren. Eveneens is per object aangegeven wat de geluidsimissie bedraagt (Lden, Lnight) en hoeveel jaarlijkse slagschaduw er te verwachten is.

Uit deze studie blijkt dat er zich rondom het windpark een aantal geluidgevoelige gebouwen bevindt waarop wettelijke geluids- en slagschaduwbeperkingen gelden. De berekeningen met de huidige aannames laten zien dat voor de worst case windturbine voor geluid (Vestas V117 op 116.5 meter ashoogte) geluidsoverschrijdingen te verwachten zijn ter plaatse van drie geluidgevoelige objecten. De windturbines kunnen hierdoor teruggeregeld worden³ volgens onderstaande tabel. De best case windturbine (Nordex N90 op 100 meter ashoogte) hoeft niet te worden teruggeregeld.

Tabel 1 - Geluidsreducerende instellingen Windpark Kabeljauwbeek (mode 1 en mode 2 zijn modi met geluidsreducerende instellingen)

Windturbine	Operationele modus
1	2
2	1
3	0
4	0
5	2

Uit de slagschaduwberekeningen volgt dat er zowel voor de worst case (Enercon E115 op 125m) als de best case windturbine (Enercon E92 op 85m) meerdere gevoelige objecten zijn waarvoor overschrijding plaatsvindt van de limiet 5 uur en 40 minuten per jaar. Om aan de norm uit het Activiteitenbesluit te kunnen voldoen zullen alle windturbine typen die zijn opgenomen in deze studie moeten worden voorzien van een automatische stilstandvoorziening. In het inregelrapport voor de stilstandvoorziening van de windturbines zal moeten worden bepaald welke windturbine wanneer moet worden stilgezet.

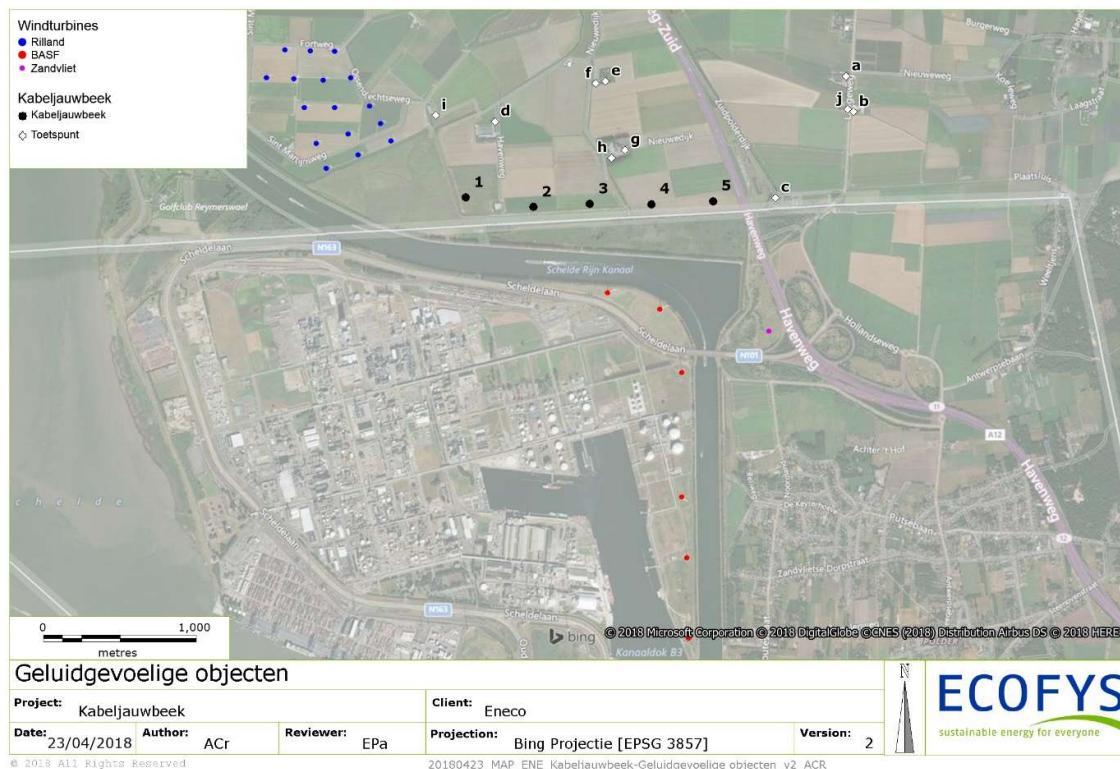
³ - Hierbij is geen rekening gehouden met een eventueel noodzakelijk terugregeling van de windturbines om onder de MER drempelwaarde van 15MW te blijven. In dat geval zullen de windturbines hoogstwaarschijnlijk minder voor geluid dienen te worden teruggeregeld aangezien deze ongeacht daarvan al teruggeregeld worden om aan de 15 MW drempelwaarde te voldoen. - Er is in deze studie uitgegaan van een gelijke geluidsmodus voor zowel de dag-, avond- en nachtperiode. Dit leidt zeer waarschijnlijk een suboptimale turbineopbrengst. Een optimale energieproductie wordt over het algemeen gehaald met meer terugregeling in de nacht en minder terugregeling in de dag- en avondperiode.

2 Uitgangspunten

2.1 Overzicht

Voor geluid- en slagschaduwberekeningen is er uitgegaan van een vaste opstelling, zoals in onderstaande figuur is weergegeven. Zowel ten noordwesten als ten zuiden van windpark Kabeljauwbeek bevinden zich bestaande windparken (Rilland, BASF en Zandvliet). In de originele studie zijn cumulatieve effecten ten gevolge van de omringende windparken Rilland (eigenaar Delta, 16 EWT windturbines) op Nederlands grondgebied, BASF (eigenaar Electrabel, 6 Enercon windturbines) op Belgisch grondgebied en Zandvliet (eigenaar Storm, 1 Servion windturbine) niet meegenomen. Volgens het Activiteitenbesluit behoeft cumulatie niet te worden meegenomen, echter voor een goede ruimtelijke onderbouwing van het windpark is inzicht in deze cumulatieve effecten echter wenselijk. Zie Figuur 1 voor de ligging van de bestaande en geplande windparken en Tabel 2 en Tabel 3 voor de typen windturbines en de coördinaten van de windturbines.

Figuur 1 - Overzicht windpark Kabeljauwbeek (incl. windturbines en nummering)



Tabel 2 - Opstelling Windpark Kabeljauwbeek

Windturbine	RD-X	RD-Y
WT1	77767	377094
WT2	78208	377025
WT3	78579	377039
WT4	78982	377032
WT5	79386	377045

Tabel 3 - Typen bestaande windturbines en coördinaten (de coördinaten van de Enercon E82 turbines zijn op ongeveer 5 m nauwkeurig)

Type	RD-X	RD-Y	Ashoogte
EWT-54 900 kW	76486	377893	75.0
EWT-54 900 kW	76604	378071	75.0
EWT-54 900 kW	76660	377885	75.0
EWT-54 900 kW	76725	377693	75.0
EWT-54 900 kW	76769	378064	75.0
EWT-54 900 kW	76796	377469	75.0
EWT-54 900 kW	76851	377874	75.0
EWT-54 900 kW	76858	377303	75.0
EWT-54 900 kW	76923	377699	75.0
EWT-54 900 kW	76929	378057	75.0
EWT-54 900 kW	77002	377527	75.0
EWT-54 900 kW	77031	377887	75.0
EWT-54 900 kW	77068	377388	75.0
EWT-54 900 kW	77157	377695	75.0
EWT-54 900 kW	77226	377585	75.0
EWT-54 900 kW	77301	377483	75.0
ENERCON E-82 2MW	79185	374194	98.3
ENERCON E-82 2MW	79181	374722	98.3
ENERCON E-82 2MW	79154	375118	98.3
ENERCON E-82 2MW	79167	375931	98.3
ENERCON E-82 2MW	79031	376345	98.3
ENERCON E-82 2MW	78689	376456	98.3
SENVION 3.0M122 3MW	79741	376190	139.0

2.2 Windturbinevarianten

Ten tijde van dit schrijven staat nog niet vast welk windturbinetype op de locatie ontwikkeld gaat worden. Er is namelijk nog sprake van een dertigtal varianten waaruit de ontwikkelaar een definitieve turbine zal kiezen (in verband met de wettelijke Europese aanbestedingsplicht van de windturbines).

In de eerdere Ecofys studie zijn worst-cases en best-cases geselecteerd voor zowel geluid als slagschaduw, zoals weergegeven in Tabel 4. In de huidige studie is uitgegaan van dezelfde worst-cases en best-cases.

Tabel 4 - Geselecteerde best- en worst-case scenario's voor geluid en slagschaduw

	Worst Case (type en ashoogte)	Best Case (type en ashoogte)
Geluid	Vestas V117 op 116.5m	Nordex N90 op 100m
Slagschaduw	Enercon E115 op 125m	Enercon E92 op 85m

2.3 Geluidsemissie Vestas V117

Tabel 5 geeft de geluidsemissie van de Vestas V117 (worst-case geluid). De emissiecurve leidt, in combinatie met een gegeven windklimaat op ashoogte, tot bronsterktes gebruikt in het model ter bepaling van de geluidsimmissie op de gevel.

Naast de standaard "mode-0" emissie, zijn de emissiesterktes van twee geluidsreducerende modi gegeven die benodigd zijn om aan de normstelling te voldoen.

Tabel 5 - Emissiesterke Vestas V117 bij verschillende windsnelheden

Windsnelheid op 10m hoogte [m/s]	LwA [dB] Mode 0	LwA [dB] Mode 1	LwA [dB] Mode 2
3	93.4	93.4	93.4
4	97.7	97.7	97.7
5	102.2	102.2	102.0
6	105.7	105.4	104.0
7	106.6	106.2	104.3
8	107.0	106.5	104.5
9	107.0	106.5	104.5
10	107.0	106.5	104.5
11	107.0	106.5	104.5
12	107.0	106.5	104.5
13	107.0	106.5	104.5
14	107.0	106.5	104.5

Een referentie naar de gebruikte brondocumentatie wordt gegeven in Appendix B.

2.4 Geluidsemissie Nordex N90

Tabel 3 geeft de geluidsemissie van de Nordex N90 (best-case geluid). De emissiecurve leidt, in combinatie met een gegeven windklimaat op ashoogte, tot bronsterktes die het model gebruikt ter bepaling van de geluidsimmissie op de gevel.

Omdat voor de Nordex N90 zonder geluidsreducerende modi aan de normstelling op relevante toetspunten wordt voldaan, is enkel de emissie gegeven onder normaal bedrijf.

Tabel 6 - Emissiesterkte Nordex N90

Windsnelheid op 10m hoogte [m/s]	L _{wA} [dB] Mode 0
3	94.0
4	97.5
5	100.0
6	101.5
7	102.5
8	103.0
9	103.3
10	103.5
11	103.5
12	103.5

Een referentie naar de gebruikte brondocumentatie is gegeven in Appendix B.

2.5 Normstelling

Windturbines in Nederland vallen sinds 1 januari 2011 onder de geluidregelgeving van het Activiteitenbesluit. De normstelling hierin stelt dat het jaargemiddelde geluidniveau (L_{den}) bij woningen en andere geluidgevoelige objecten ten gevolge van windturbines niet meer mag bedragen dan 47 dB. Daarnaast geldt dat het jaargemiddelde geluidniveau gedurende de nachtperiode (L_{night}) niet meer mag bedragen dan 41 dB. De nachtperiode geldt tussen 23:00 en 7:00.

In het Activiteitenbesluit zijn ook voorschriften opgenomen voor slagschaduw ten gevolge van windturbines. Een automatische stilstandsvoorziening is vereist als er gemiddeld 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw kan optreden. Op basis van deze regelgeving wordt in dit rapport het criterium aangehouden dat turbines niet meer dan 5 uur en 40 minuten (5.7 uur) per jaar slagschaduw veroorzaken ter plaatse van een gevoelig object. Dit is een conservatieve uitwerking van de normstelling.

2.5.1 Cumulatie

Cumulatie van geluid en slagschaduw van verschillende windturbines kan leiden tot een hogere geluids- en schaduw belasting op de gevel van gevoelige gebouwen of op de grens van gevoelige terreinen dan de normstelling toelaat. In dat geval kan het bevoegd gezag normen met een lagere waarde voorschrijven aan een of meer windturbines die een bijdrage leveren aan de geluid- en

schaduwbelasting ter plaatse. Afhankelijk van de omstandigheden kan de norm zowel aan bestaande windturbines als aan de nieuw te vestigen windturbines opgelegd worden, al vereist het eerste geval wel een extra aandacht bij de motivering. Het bevoegd gezag houdt dus bij voorkeur rekening met de te verwachten ontwikkelingen. De geluid- en schaduwbelasting van bestaande windturbines waarvoor voor 1 januari 2011 een vergunning in werking en onherroepelijk was dan wel een melding was gedaan, wordt hierbij niet meegerekend (art. 6.21a lid 2 van het Activiteitenbesluit). De vergunningen van de bestaande windturbines in de omgeving van windpark Kabeljauwbeek waren vóór 1 januari 2011 in werking en onherroepelijk. Ondanks dat daarmee de cumulatieve effecten ten gevolge van de bestaande windturbines niet meegenomen hoeven te worden, zal deze analyse de cumulatieve effecten ook beoordelen.

2.6 Geluid- en schaduwgevoelige objecten

Er is een inventarisatie gemaakt voor geluid- en schaduwgevoelige objecten binnen een straal van 1.200 meter rondom de windturbines. Hierbij is uitgegaan van de type geluidgevoelige objecten beschreven in de Wet Geluidhinder. Ecofys baseert zich in deze studie op informatie uit de Basis Administratie Gebouwen (BAG) database. Er is geen site visit gedaan om deze bevindingen te verifiëren.

De geluid- en slagschaduwgevoelige objecten die zijn meegenomen in deze studie zijn weergegeven in Tabel 7. Woningen c, g en h staan tussen haakjes omdat deze tot het windpark (de inrichting) behoren hetgeen deze woningen geen geluidgevoelig object maakt waar rekening mee gehouden dient te worden volgens het Activiteitenbesluit.

Tabel 7 - Geluidgevoelige objecten binnen 1200 meter van windpark Kabeljauwbeek

Object ID	Adres	X coördinaat (RD)	Y coördinaat (RD)
a	Langeweg 32, Ossendrecht	80268	377847
b	Langeweg 39, Ossendrecht	80312	377615
(c)	Armendijk 3, Ossendrecht	79792	377061
d	Havenweg 1, Ossendrecht	77966	377586
e	Nieuwe Dijk 1, Ossendrecht	78693	377838
f	Nieuwe Dijk 2, Ossendrecht	78628	377825
(g)	Nieuwe Dijk 3, Ossendrecht	78813	377389
(h)	Nieuwe Dijk 4, Ossendrecht	78724	377337
i	Vijdtpolder 1, Woensdrecht	77579	377632
j	Langeweg 40, Ossendrecht	80272	377633

3 Modellerings geluid

De akoestische modellering is uitgevoerd volgens het Reken- en meetvoorschrift windturbines dat is opgenomen in de ministeriële regeling van het activiteitenbesluit. Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van het softwarepakket *Geomilieu v3.11* van *DGMR*.

3.1 Modelparameters

De berekende geluidimmissie door windturbines ter plaatse van een gevoelig object is afhankelijk van de bronsterkte en de geluidsoverdracht tussen de windturbine en de ontvanger. In de modellering worden windturbines voorgesteld als puntbronnen.

3.1.1 Bodemfactoren

De geluidsoverdracht wordt gemodelleerd door bodemfactoren toe te kennen aan het gebied tussen de windturbines en het immissiepunt. Bij de huidige berekeningen is een bodemfactor van 0 (harde bodem) toegekend aan wegen, watergebieden en bebouwde gebieden. Voor alle overige gebieden is een bodemfactor toegekend van 1 (absorberend). Appendix B geeft een overzicht van alle bodemgebieden waaraan een bodemfactor 0 is toegekend.

3.1.2 Windklimaat

Omdat bij de beoordeling van de geluidsemissie wordt gekeken naar L_{den} en L_{night} , dient een onderscheid gemaakt te worden tussen het windklimaat tijdens de dag-, avond- en nachtperiode. De benodigde windsnelheidsverdelingen zijn per periode door het KNMI samengesteld uit langjarige modelgegevens (Hirlam). Deze informatie is voor Geomilieu beschikbaar via het internet voor hoogten van 80 tot 120 m boven het maaiveld op vaste roosterpunten boven Nederland.

De gebruikte windsnelheidsverdeling in de dag- avond- en nachtperiode is gegeven in Appendix B.

3.2 Resultaten

Op basis van de uitgangspunten en modelparameters is de geluidimmissie ten gevolge van het windpark berekend voor rekenpunten op een hoogte van 4 m boven het maaiveld.

Hiervoor is eerst bepaald welke bedrijfsmodi nodig zijn om aan de normstelling te voldoen. De best-case windturbine voldoet aan de normstelling zonder toepassing van geluidsreducerende instellingen. Voor de worst-case windturbine (de Vestas V117), zijn de volgende geluidsreducerende instellingen noodzakelijk om aan de normstelling te voldoen⁴.

Tabel 8 - Geluidsreducerende instellingen Vestas V117 op 116.5 meter ashoogte (mode 1 en mode 2 zijn modi met geluidsreducerende instellingen)

Windturbine	Operationele modus
1	2
2	1
3	0
4	0
5	2

Tabel 9 geeft per geluidgevoelig object voor zowel de best- (Nordex N90) als de worst-case windturbine (Vestas V117) de L_{den} en L_{night} immissies. In de tabel wordt tevens de nulsituatie door bestaande windturbines en de cumulatieve effecten weergegeven. Voor de cumulatieberekeningen zijn de volgende aannames gebruikt:

⁴ - Ecofys is in deze studie uitgegaan van een maximale L_{den} immissie van 47.0 dB (A). Wettelijk gezien zou er nog 0.4 dB(A) speelruimte zijn omdat binnen de strekking van het activiteitenbesluit afgerond mag worden op gehele getallen (47.4 -> 47.0)
 - Hierbij is geen rekening gehouden met een eventueel noodzakelijk terugregeling van de windturbines om onder de MER drempelwaarde van 15MW te blijven. In dat geval zullen de windturbines hoogstwaarschijnlijk minder voor geluid dienen te worden teruggeregeld aangezien deze ongeacht daarvan al teruggeregeld worden om aan de 15 MW drempelwaarde te voldoen.
 - Er is in deze studie uitgegaan van een gelijke geluidsmodus voor zowel de dag-, avond- en nachtperiode. Dit leidt zeer waarschijnlijk een suboptimale turbineopbrengst. Een optimale energieproductie wordt over het algemeen gehaald met meer terugregeling in de nacht en minder terugregeling in de dag- en avondperiode.

- Er is uitgegaan van de volgende brondocumentatie ter bepaling van windturbinegeluid (zie ook bijlage 1 voor gebruikte geluidsemissieniveaus):
 - Rilland: EWT-54 900kW: *cont590008 incl EWT noise emissions (2).pdf*⁵
 - BASF: Enercon E82 2MW: *SIAS-04-SPL E-82 E2 2MW Rev1_0-eng-eng.pdf*
 - Zandvliet: SENVION 3.0M122 3MW: *Senvion SD-3.5-WT.PC-00-A-D-EN*
- Standaard "mode-0" emissie is aangehouden voor de bestaande windparken

Tabel 9 - Geluidsimmissie, in dB(A), ter plaatse van geluidgevoelige objecten ten gevolge van Kabeljauwbeek (exclusief en inclusief cumulatie van omringende parken)

Object ID	Nulsituatie		V117 @ 116.5m - teruggeregeld				N90 @ 100m			
	Zandvliet + BASF + Rilland		excl. cumulatie		incl. cumulatie		excl. cumulatie		incl. cumulatie	
	Lden	Ln timer	Lden	Ln timer	Lden	Ln timer	Lden	Ln timer	Lden	Ln timer
a	36.1	29.8	38.6	32.3	40.6	34.3	35.9	29.6	39.0	32.7
b	36.9	30.6	39.2	32.9	41.2	34.9	36.6	30.3	39.8	33.4
(c)	41.7	35.4	46.6	40.3	47.8	41.5	44.5	38.2	46.3	40.0
d	44.7	38.4	47.1	40.8	49.1	42.8	44.7	38.4	47.7	41.4
e	39.7	33.4	45	38.7	46.1	39.8	42.2	35.9	44.1	37.8
f	40	33.7	45.1	38.8	46.3	40.0	42.3	36	44.3	38.0
(g)	41.5	35.2	50.6	44.3	51.1	44.8	47.7	41.4	48.6	42.3
(h)	41.8	35.4	51.4	45.1	51.9	45.5	48.5	42.2	49.3	43.0
i	50	43.6	44.7	38.4	51.1	44.8	42.4	36.1	50.7	44.3
j	36.9	30.6	39.4	33.1	41.4	35.1	36.9	30.5	39.9	33.6

Appendix A geeft de Lden contouren voor beide scenario's zonder cumulatie. In deze contouren zijn tevens de geluidgevoelige objecten weergegeven.

Wat opvalt, is dat woningen g en h ook met reducerende instelling en zonder het cumulatieve effect een hogere belasting hebben dan in de normstelling is toegestaan. Deze woningen behoren echter bij de inrichting (het windpark) hetgeen deze woningen geen geluidgevoelig object maakt waar rekening mee gehouden dient te worden (zie ook paragraaf 2.6).

Uit de resultaten blijkt dat cumulatie leidt tot een toename van de geluidsimmissie bij alle geluidgevoelige objecten. De hoogste toename is te verwachten bij object i (+ 6.4 dB voor de V117

⁵ Het geluidsrapport voor de EWT-54 900kW betreft een meetrapport en geen specificatie/garantie zoals door de fabrikant zou kunnen worden afgegeven. Dit is op dit moment de beste brondocumentatie die in bezit is van Ecofys. Indien specificaties van EWT beschikbaar worden gesteld is het mogelijk dat cumulatie-effecten anders uitvallen dan in deze rapportage vermeld.

en + 8.3 dB in het geval van de N90). Het meeste geluid bij dit object wordt veroorzaakt door het bestaande windpark Rilland.

De laagste toename is te verwachten bij object h (+0.4 dB voor V117 en 0.8 dB voor N90). Vanwege de centrale ligging van dit object in windpark Kabeljauwbeek zijn effecten van omringende parken vrijwel verwaarloosbaar ten opzichte van de effecten van Kabeljauwbeek.

Ter illustratie zijn in Tabel 9 ook de Lden en Lnight aangegeven voor de nulsituatie. Hieruit blijkt dat voor object i ook zonder windpark Kabeljauwbeek een overschrijding is van de Lden en Lnight limiet.

4 Modelling slagschaduw

De berekeningen voor slagschaduw zijn uitgevoerd met het softwarepakket WindPro. Het gebruikte model houdt er rekening mee dat de bladen van de windturbines niet altijd draaien. Bij te lage windsnelheden (beneden de cut-in) omdat er te weinig energie is en bij hele hoge windsnelheden (boven de cut-out) worden de windturbines automatisch stilgezet vanwege de veiligheid. Daarnaast schijnt de zon niet altijd en wordt het gemiddeld aantal zonuren meegenomen gebaseerd op klimaatgegevens.

4.1 Modelparameters

In deze analyse wordt gekeken of er schaduwgevoelige objecten binnen de schaduwhindercontour van 5:40 uur/jaar liggen.

4.1.1 Schaduwgevoelige objecten

De schaduwgevoelige objecten zijn weergegeven in Figuur 2 en 3. Deze zijn gelijk aan de geselecteerde geluidgevoelige objecten uit paragraaf 2.6. Voor deze objecten is gekeken of deze binnen de schaduwcontour van 5:40 uur/jaar vallen.

4.1.2 Windklimaat

De lokale windsnelheidsverdeling bepaalt het aantal operationele uren van de windturbines en dient daarom meegenomen te worden in de berekeningen. Het gebruikte windklimaat is gebaseerd op meetgegevens van het KNMI-station te Tholen van de periode 2000-2009, wat geschaald is naar ervaring van Ecofys met het windklimaat bij nabijgelegen windparken. De windrichting bepaalt de oriëntatie van de windturbinerotor en de distributie van de windrichting wordt daarom ook meegenomen in het schaduwmodel. Het model gebruikt hiervoor windrichtingsfrequenties van het KNMI station te Lelystad voor de periode 2000-2009.

4.1.3 Zonuren

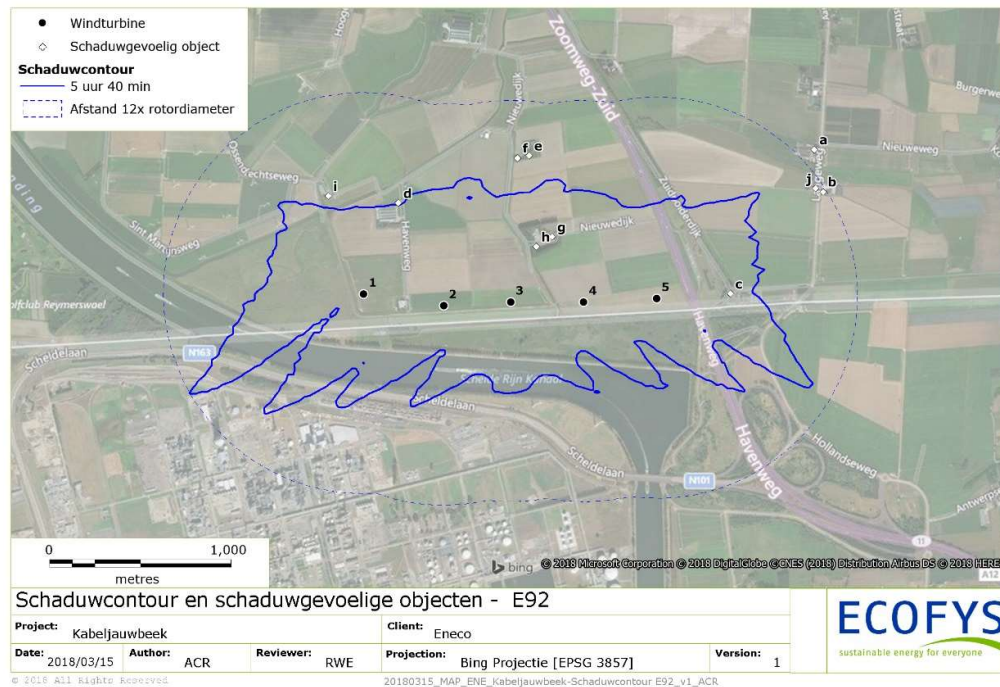
De aanwezigheid van wolken of mist vermindert het aantal zonuren per jaar. Dit effect wordt meegenomen in het model door het klimatologisch gemiddeld aantal zonuren van het KNMI-station Vlissingen te gebruiken. Dit is het dichtstbij gelegen station waarvan deze gegevens beschikbaar zijn en kan als representatief worden geacht voor de betreffende locatie.

Tabel 10 – Gemiddeld aantal zonuren per dag voor Vlissingen

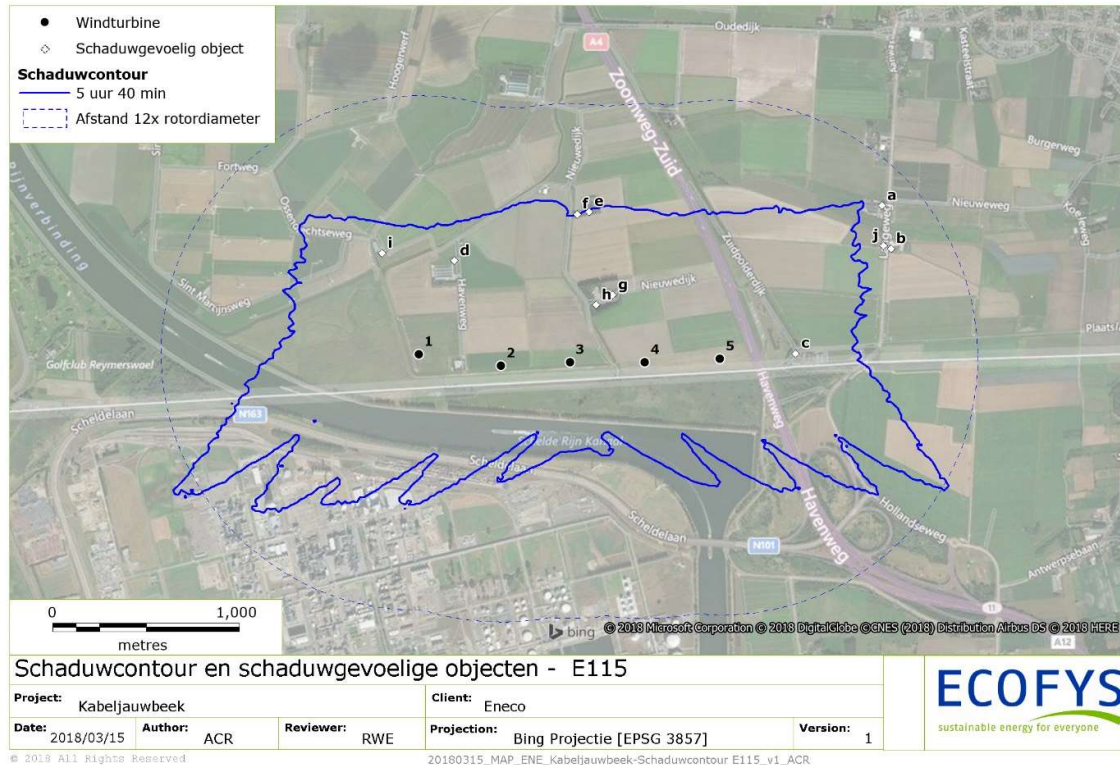
Maand		Maand	
Januari	1.61	Juli	6.61
Februari	2.70	Augustus	6.21
Maart	3.53	September	4.64
April	5.40	Oktober	3.22
Mei	6.78	November	2.05
Juni	6.38	December	1.26

4.2 Resultaten

Op basis van de uitgangspunten uit hoofdstuk 2 en de modelparameters uit paragraaf 4.1 zijn contouren berekend waarbij jaarlijks meer dan 5 uur en 40 minuten slagschaduw optreedt. In Figuur 2 en Figuur 3 zijn de resultaten weergegeven voor de best case windturbine (Enercon E82 op 85m ashoogte) en de worst case windturbine (Enercon E115 op 125m ashoogte). In beide figuren is tevens de 12x rotordiameter afstand opgenomen.



Figuur 2 - Slagschaduwcontour van 5:40u slagschaduwhinder voor de "best case" lay-out (Enercon E92 op 85m ashoogte).



Figuur 3 - Slagschaduwcontour van 5:40u slagschaduwhinder voor de "worst case" lay-out (Enercon E115 op 125m ashoogte).

Tabel 11 geeft de hoeveelheid schaduwuren per object, zowel voor de nul-situatie als het scenario met cumulatie. Zowel de worst als de best case windturbine veroorzaken te veel schaduwoverlast voor enkele gevoelige objecten in de omgeving van het windpark. Om aan de wettelijke norm van het Activiteitenbesluit te voldoen zal het windpark moeten worden uitgerust met een automatische stilstandvoorziening. Dit betekent ook dat voor elke variant binnen de bandbreedte van worst- en best case een stilstandvoorziening nodig is. Het valt buiten deze studie om deze stilstandvoorziening te kwantificeren. Deze kwantificering is na aanbesteding van de windturbines, doch voorafgaande aan de bouw van het windpark, mogelijk middels een inregelrapport voor het windpark. In het inregelrapport wordt bepaald welke windturbinepositie op welke momenten (intervallen) moet worden stilgezet.

Tabel 11 - Slagschaduwduur in uren:minuten per gevoelig object (in rood de objecten waarvoor een overschrijding plaatsvindt van de 5:40 uur limiet)

Object ID	Nulsituatie	E92 op 85m		E115 op 125m	
		excl. cumulatie	incl. cumulatie	excl. cumulatie	incl. cumulatie
	Zandvliet + BASF + Rilland				
a	0:00	2:11	2:11	4:35	4:35
b	0:00	1:58	1:58	4:24	4:24
(c)	3:09	13:02	16:25	24:00	27:27
d	8:21	6:05	14:29	20:53	29:26
e	0:21	2:39	3:00	6:38	6:59
f	0:28	3:13	3:41	6:50	7:18
(g)	1:00	28:36	29:35	48:19	49:16
(h)	1:56	36:45	37:11	55:08	56:58
i	34:36	4:05	38:28	12:29	46:53
j	0:00	2:08	2:08	4:39	4:39

De resultaten laten zien dat het meenemen van cumulatie-effecten leidt tot een significante verhoging van de slagschaduwbelasting voor objecten c, d, e, f, g, h en i, vergeleken met de berekeningen zonder cumulatie.

De berekeningen van de nul-situatie laten zien dat voor object d en i ook zonder Kabeljauwbeek al overschrijdingen zijn van de 5:40 uur limiet. De overschrijdingen nemen echter wel toe in duur ten gevolge van Kabeljauwbeek, voor beide scenario's.

Uiteindelijk leidt cumulatie in de best-case tot overschrijdingen bij 5 objecten (c, d, g, h en i) en cumulatie in de worst-case tot overschrijdingen bij 7 objecten (c, d, e, f, g, h, en i).

5 Conclusie

Ten tijde van dit schrijven staat nog niet vast welk windturbintype op de locatie gebouwd gaat worden. Er is namelijk nog sprake van een dertigtal varianten waaruit de ontwikkelaar een definitieve windturbine zal kiezen (in verband met de wettelijke Europese aanbestedingsplicht van de windturbines). Als gevolg hiervan is voor de modellering van geluid en slagschaduw gekozen voor turbinevarianten die naar verwachting leiden tot een *best case* en een *worst case*. De akoestiek en slagschaduw van de overige windturbintypen zullen binnen de bandbreedte van best- en worst case liggen. De best- en worst case zijn in onderstaande tabel weergegeven.

	Worst Case (type en ashoogte)	Best Case (type en ashoogte)
Geluid	Vestas V117 op 116.5m	Nordex N90 op 100m
Slagschaduw	Enercon E115 op 125m	Enercon E92 op 85m

Mocht Eneco in de aanbestedingsprocedure kiezen voor een andere windturbine binnen de bandbreedte van worst- en best-case dan dient hiervoor alsnog uit te worden gezocht of en, zo ja, welke terugregelmijs voor geluid nodig zijn om aan de norm in het Activiteitenbesluit te voldoen. Verder is na aanbesteding van de windturbines, doch voorafgaande aan de bouw van het windpark, een inregelrapport voor de stilstandvoorziening van de windturbines noodzakelijk.

Uit deze studie blijkt dat er zich rondom het windpark een aantal geluidgevoelige gebouwen bevindt waarop wettelijke geluids- en slagschaduwbeperkingen gelden. De berekeningen met de huidige aannames laten zien dat voor de worst case windturbine voor geluid (Vestas V117 op 116.5 meter ashoogte) geluidsoverschrijdingen te verwachten zijn ter plaatse van drie geluidgevoelige objecten. De windturbines kunnen hierdoor worden teruggeregeld⁶ volgens onderstaande tabel. De best case windturbine (Nordex N90 op 100 meter ashoogte) behoeft niet te worden teruggeregeld.

⁶ - Ecofys is in deze studie uitgegaan van een maximale Lden immissie van 47.0 dB (A). Wettelijk gezien zou er nog 0.4 dB(A) speelruimte zijn omdat binnen de strekking van het activiteitenbesluit afgerond mag worden op gehele getallen (47.4 -> 47.0)
- Hierbij is geen rekening gehouden met een eventueel noodzakelijk terugregeling van de windturbines om onder de MER drempelwaarde van 15MW te blijven. In dat geval zullen de windturbines hoogstwaarschijnlijk minder voor geluid dienen te worden teruggeregeld aangezien deze ongeacht daarvan al teruggeregeld worden om aan de 15 MW drempelwaarde te voldoen.

Tabel 12 - Geluidsreducerende instellingen Windpark Kabeljauwbeek

Windturbine	Operationele modus
1	2
2	1
3	0
4	0
5	2

Als cumulatie met reeds bestaande windturbines meegenomen wordt, concludeert Ecofys dat:

- Cumulatie leidt tot een toename van de geluidsimmissie bij alle geluidgevoelige objecten. De hoogste toename is te verwachten bij object i (+ 6.4 dB voor de V117 en + 8.3 dB in het geval van de N90). Het meeste geluid bij dit object wordt veroorzaakt door het bestaande windpark Rilland.
- De laagste toename is te verwachten bij object h (+0.4 dB voor V117 en 0.8 dB voor N90). Vanwege de centrale ligging van dit object in windpark Kabeljauwbeek zijn effecten van omringende parken vrijwel verwaarloosbaar ten opzichte van de effecten van Kabeljauwbeek

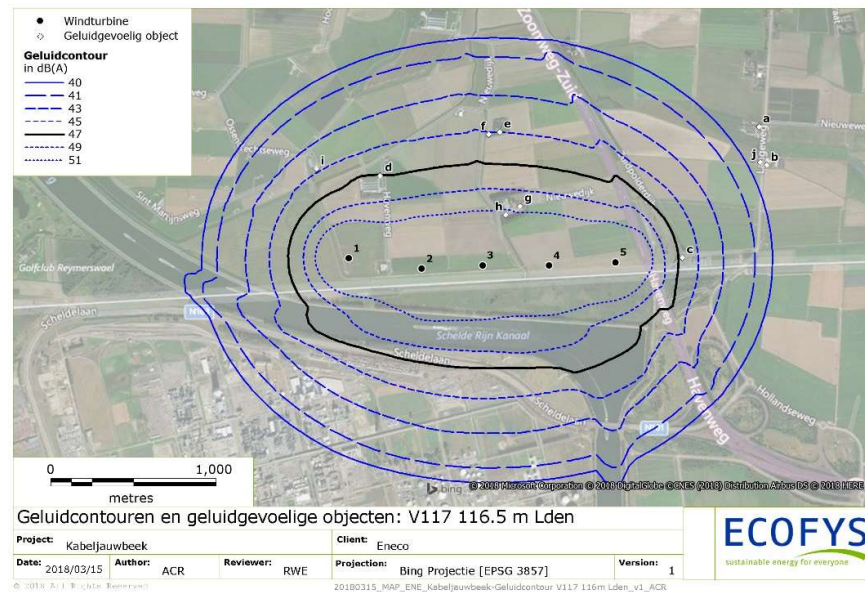
Uit de slagschaduwberekeningen volgt dat er zowel voor de worst case (Enercon E115 op 125m) als de best case windturbine (Enercon E92 op 85m) meerdere gevoelige objecten zijn waarvoor overschrijding plaatsvindt van de limiet 5 uur en 40 minuten per jaar. Om aan de norm uit het Activiteitenbesluit te kunnen voldoen zullen alle windturbintypen die zijn opgenomen in deze studie moeten worden voorzien van een automatische stilstandvoorziening. In het inregelrapport voor de stilstandvoorziening van de windturbines zal moeten worden bepaald welke windturbine wanneer moet worden stilgezet.

Wat betreft cumulatieve slagschaduwbelasting:

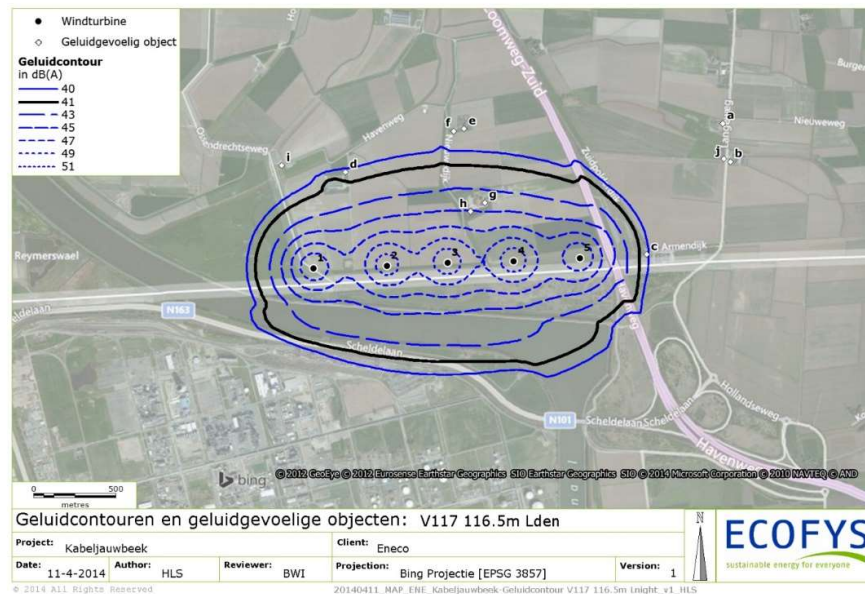
- Voor de worst-case vindt na cumulatie een toename van de slagschaduwduur voor objecten c, d, e, f, g, h, en i plaats. De grootste toename is te verwachten bij object i. Omgekeerd kan gesteld worden dat windpark Kabeljauwbeek slechts resulteert in een beperkte toename voor object i, aangezien de meeste slagschaduw wordt gerealiseerd door het bestaande windpark Rilland.
- Voor de best-case leidt cumulatie tot nieuwe overschrijdingen van de 5:40 uur limiet, namelijk voor object i. Wederom wordt de meeste slagschaduw gerealiseerd door het bestaande windpark Rilland.

Appendix A Geluidcontouren

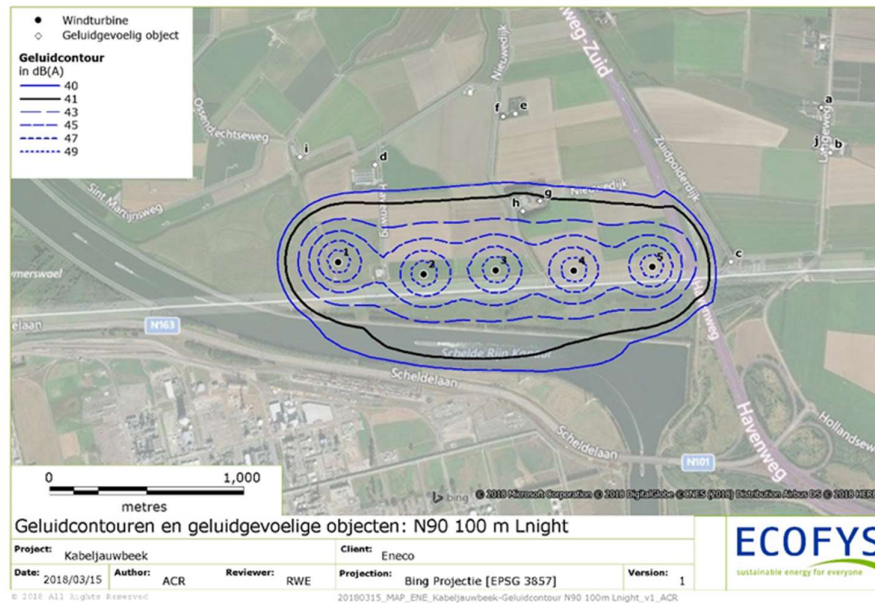
Geluidcontouren (L_{DEN}) V117 (met geluidsreducerende instellingen)



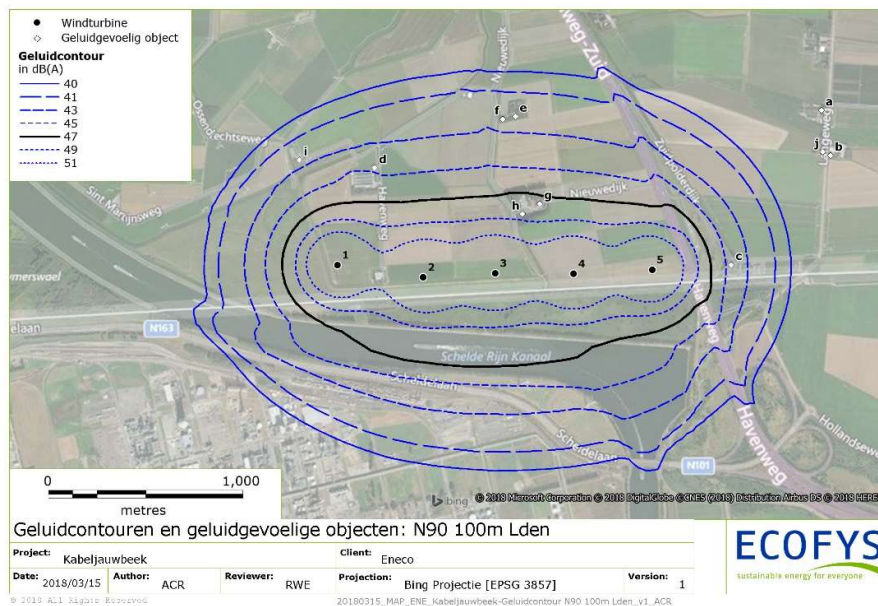
Geluidcontouren (L_{night}) V117 (met geluidsreducerende instellingen)



Geluidcontouren N90 (L_{DEN}) (zonder geluidsreducerende instellingen)



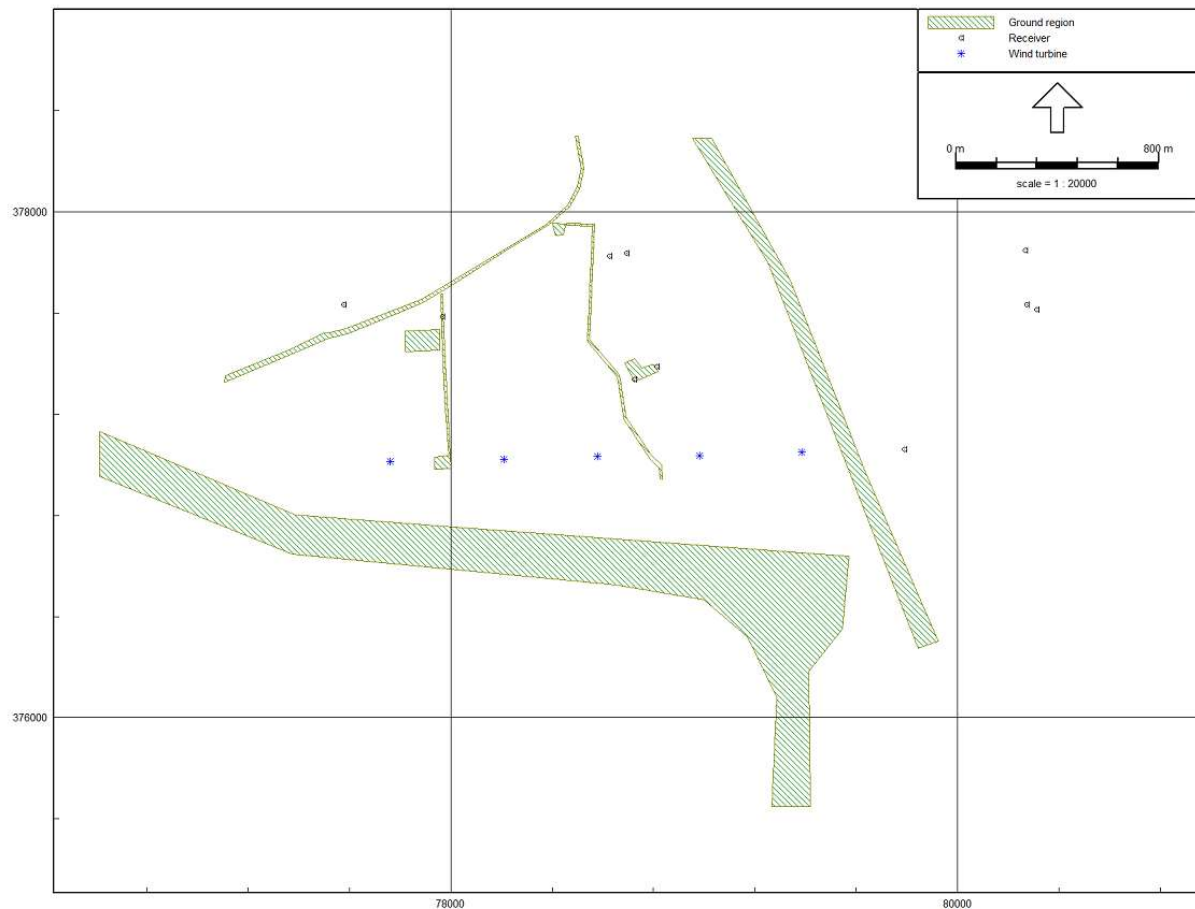
Geluidcontouren N90 (L_{night}) (zonder geluidsreducerende instellingen)



Appendix B Invoerparameters geluidberekeningen

Bodemgebieden

In de geluidsberekeningen is uitgegaan van zachte bodem (waarde:1), behalve voor de bodemgebieden zoals in de kaart hieronder zijn aangegeven (waarde:0). De bodemgebieden zijn gelijk voor alle scenario's.



Gebouwen

Er zijn geen gebouwen meegenomen in het geluidsmodeel. Bestaande bebouwing en geharde erven zijn meegenomen als harde bodemgebieden (waarde:0).

Emissie windturbines

Er is uitgegaan van de volgende brondocumentatie ter bepaling van windturbinegeluid:

V117

0035-1209_V05 - 0035-1209 General_Specifications IEC_2A - 2014/01/03

0039-9991_V01 - V117-3 3MW IEC2A Power and noise curves - 2013/10/31

N90

F008_148_A03_EN_R03_N90LS-2500kW_Noise-levels.pfd - 2010/04/19

Gebruik makend van windklimaat op hub-hoogte leidt dit tot een jaargemiddelde emissie per tijdsperiode (dag, avond, nacht) zoals in onderstaande tabel aangegeven:

Tabel 13 - Gemiddelde emissiesterkte per tijdsperiode

Turbine / modus	LE - Dag	LE - Avond	LE - Nacht
V117 - mode 0	102.8	103.0	103.3
V117 - mode 1	102.5	102.7	103.0
V117 - mode 2	101.2	101.4	101.7
N90 - normaal bedrijf	99.5	99.7	100.0

Ter bepaling van cumulatieve effecten is gebruik gemaakt van de volgende geluidsemissieniveaus:

Tabel 14 - SPL EWT-54 900 kW

V10 [m/s]	L _{WA} [dB(A)]
5	97.8
6	99.1
7	100.1
8	100.9
9	101.4
10 - cutout	101.6

bron: cont590008 incl EWT noise emissions (2).pdf

Tabel 15 - SPL E82 2MW

V10 [m/s]	L _{WA} [dB(A)]
5	97.2
6	101.6
7	103.5
8	103.5
9	103.5
10 - cutout	103.5

bron: SIAS-04-SPL E-82 E2 2MW Rev1_0-eng-eng.pdf

Tabel 16 - Senvion 3.0M122 3MW

V10 [m/s]	L _{WA} [dB(A)]
3	96
4	99.8
5	103.1
6	104.5
7	104.4
8	103.9
9 - cutout	103.8

bron: Senvion SD-3.5-WT.PC-00-A-D-EN

Spectrum windturbinegeluid

Voor beide turbinetypes is uitgegaan van het volgende geluidsspectrum:

Tabel 17 - Referentiespectrum windturbinegeluid

Frequentie [Hz]	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Spectrum [dB(A)]	-10.00	-16.60	-11.00	-7.40	-6.10	-5.80	-8.40	-12.00	-24.00

Windsnelheidsverdeling

Voor de geluidsmodellering is uitgegaan van de volgende windsnelheidsverdeling in geval van een ashoogte 100m:

Windsnelheidsklasse	Dag	Avond	Nacht
1	2.6	1.5	1
2	4.9	3.8	3.2
3	8.1	6.3	5.3
4	10.4	9.6	6.7
5	12.1	11.8	10.8
6	12.8	14	15.1
7	11.6	13	15.1
8	10.2	10.5	12.5
9	7.3	9	9.8
10	6.3	6.7	6.5
11	4.5	4.7	4.5
12	2.8	3.8	3.5
13	2	2.1	2.3
14	1.6	1.2	1.4
15	1.2	0.7	1.1
16	0.7	0.5	0.5
17	0.5	0.4	0.3
18	0.2	0.1	0.1
19	0.1	0.2	0
20	0.1	0	0
21	0	0	0.1
22	0.1	0	0
23	0	0	0
24	0	0	0
25	0	0	0

Voor een ashoogte van 116.5m is uitgegaan van de volgende windsnelheidsverdeling in de geluidsberekeningen:

Windsnelheidsklasse	Dag	Avond	Nacht
1	2.5	1.3	0.9
2	4.5	3.6	3.1
3	7.8	6	4.9
4	9.9	9.1	6.5
5	11.8	11.4	10
6	12.6	13.7	14.3
7	11.5	12.8	15.2
8	10.3	10.7	12.8
9	7.8	9.4	10
10	6.3	6.8	7.2
11	4.7	5.1	5
12	3.3	3.9	3.5
13	2.2	2.4	2.8
14	1.6	1.4	1.3
15	1.4	0.9	1.3
16	0.8	0.5	0.7
17	0.5	0.4	0.3
18	0.2	0.1	0.2
19	0.1	0.1	0
20	0.1	0.1	0
21	0.1	0	0
22	0	0	0
23	0	0	0
24	0	0	0
25	0	0	0

ECOFYS



sustainable energy for everyone



ECOFYS Netherlands B.V.

Kanaalweg 15G
3526 KL Utrecht

T: +31 (0) 30 662 33 00

F: +31 (0) 30 662 33 01

E: info@ecofys.com

I: www.ecofys.com