



BOSCH & VAN RIJN

Experts in duurzame energie en ruimte

Windenergie Dordrecht

Onderzoek geluid en slagschaduw

t.b.v. Plan-MER

Opdrachtgever

Gemeente Dordrecht

Windenergie Dordrecht

Onderzoek geluid en slagschaduw t.b.v. Plan-MER

juni 2015

Auteur

Steven Velthuijsen MSc.
Drs. Ing. Jeroen Dooper

Bosch & Van Rijn
Groenmarktstraat 56
3521 AV Utrecht

Tel: 030-677 6466
Mail: info@boschenvanrijn.nl
Web: www.boschenvanrijn.nl

© Bosch & Van Rijn 2015

Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag in dit rapport vervatte informatie niet aan derden worden bekendgemaakt. Bosch & Van Rijn BV is niet aansprakelijk voor schade door het gebruik van deze informatie.



1 Inhoudsopgave

1	Inhoudsopgave.....	2
2	Inleiding en Situatiebeschrijving	3
2.1	Inleiding	3
2.2	Windturbinelocaties	3
2.3	Wettelijke normen	4
2.4	Cumulatie	4
3	Geluid	5
3.1	Berekening	5
3.2	Resultaten	7
3.3	Geluidsreducerende maatregelen	8
4	Slagschaduw	9
4.1	Principe en richtlijnen	9
4.2	Methode	9
4.3	Berekening	10
4.4	Resultaten	12
5	Conclusie.....	15
5.1	Geluid	15
5.2	Slagschaduw	15
	Bijlagen	16
	Bijlage A. Rekenmodel geluid	17
	Bijlage B. Overzicht turbinegegevens	19
B.1	Locatie Duivelseiland/Krabbepolder – Enercon E-101	19
B.2	Locatie Dordtse Kil IV – Enercon E-70	19



2 Inleiding en Situatiebeschrijving

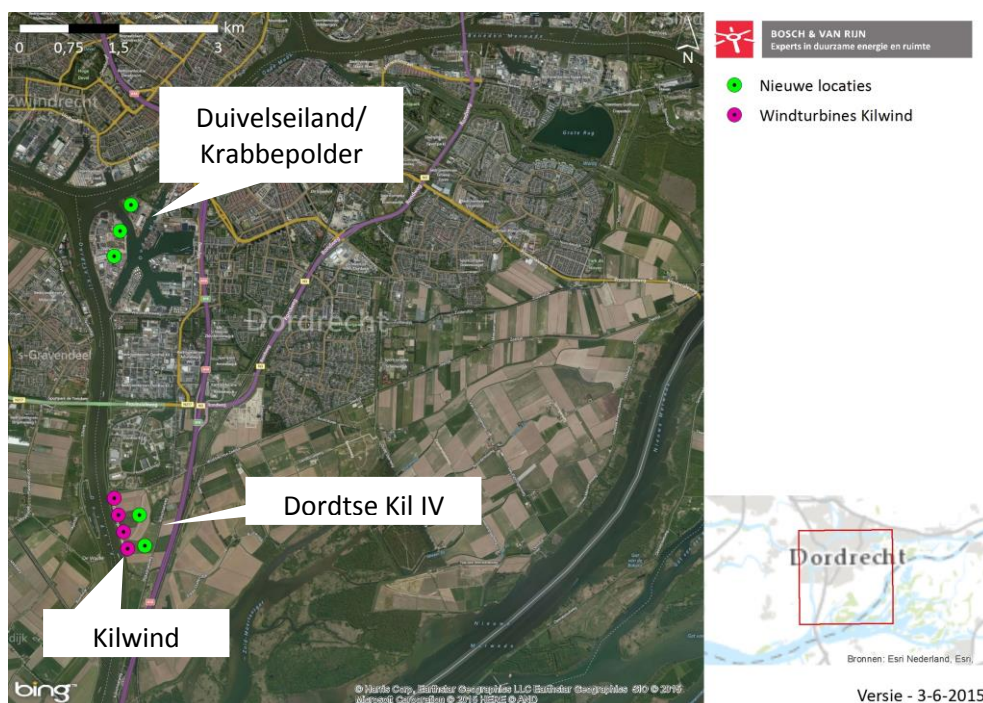
2.1 Inleiding

Bosch & Van Rijn heeft een studie uitgevoerd naar de geluids- en slagschaduwemissie bij woningen nabij het voorkeursalternatief voor windenergie binnen de gemeente Dordrecht t.b.v. de Plan-MER.

Deze studie toetst de geluids- en slagschaduwemissie vanwege de windturbines ter plaatse van nabijgelegen geluidsgevoelige bestemmingen aan de norm zoals beschreven in het Activiteitenbesluit.

2.2 Windturbinelocaties

In het MER is een voorkeursalternatief gedefinieerd. De locatie van de windturbines in dit alternatief is te zien in Figuur 1 en de gehanteerde windturbinetypes in Tabel 1. De windturbinelocatie in het noorden wordt verder in dit rapport aangeduid met 'Duivelseiland'.



Figuur 1 – Voorkeursalternatief windenergie (groen) en bestaand initiatief: windpark Kilwind (roze).

Tabel 1 - Onderzochte windturbinetypes

Locatie	Type	Aantal	Ashoogte	Rotordiam.	Vermogen
Duivelseiland	Enercon E-101	3	99 m.	100 m.	3 MW
Kilwind (gepland)	Enercon E-70	4	85 m.	70 m.	2,3 MW
Dordtse Kil IV	Enercon E-70	2	85 m.	70 m.	2,3 MW

Zie Bijlage B voor akoestische details van de beschreven windturbines.

De locaties van de beoogde windturbines staan in onderstaande tabel gegeven.



Tabel 2 - Locaties van de Nummering van de turbines in elke opstelling is van noord naar zuid.

Turbine	Duivelseiland		Dordtse Kil IV		Kilwind	
	x	y	x	y	x	y
1	103.009	423.715	102.754	419.297	103.134	419.039
2	102.839	423.322	102.816	419.040	103.217	418.577
3	102.751	422.944	102.892	418.787		
4			102.958	418.531		

2.3 Wettelijke normen

2.3.1 Geluid

De windturbines vallen onder het Activiteitenbesluit. Volgens dit besluit is de maximaal toegestane waarde ter plaatse van geluidsgevoelige objecten¹ 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night}. Voor woningen van mede-eigenaren in het windproject geldt geen maximale geluidsdruk. De norm staat beschreven in artikel 3.14a van het Activiteitenbesluit.

2.3.2 Slagschaduw

In artikel 3.12 van de bij de ministeriële regeling (Regeling van de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 9 november 2007, nr. DJZ 2007104180 houdende algemene regels voor inrichtingen - Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer) is voorgeschreven dat een turbine moet zijn voorzien van een automatische stilstandvoorziening 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 rotor-diameter en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten slagschaduw kan optreden.

Om overlast te voorkomen kan een stilstandvoorziening op de windturbine worden aangebracht zoals vermeld in het Activiteitenbesluit. Deze zorgt ervoor dat bij overlast ten gevolge van schaduw de windturbine wordt uitgeschakeld. De voorziening wordt per schaduwgevoelige woning vooraf afgeregeld, aangezien het gaat om specifieke momenten die van te voren bepaald kunnen worden afhankelijk van de zonnestand. Daarnaast wordt gemeten of er daadwerkelijk voldoende zon (en dus slagschaduw) is op die momenten.

2.4 Cumulatie

Bij het bepalen van de geluids- en slagschaduwimmissie ter plaatse van woningen nabij de windenergielocaties uit het voorkeursalternatief zijn ook de milieueffecten van het reeds geplande (en vergunde) windpark Kilwind meegenomen.

De geluids- en slagschaduwcontouren zijn dus *inclusief* deze vier windturbines langs de Dordtse Kil.

¹ Onder geluidsgevoelige objecten worden verstaan: woningen, onderwijsgebouwen, ziekenhuizen, verpleeghuizen, verzorgingstehuizen, psychiatrische inrichtingen, kinderdagverblijven, woonwagengstandplaatsen en ligplaatsen voor woonschepen. Bron: Wet geluidhinder.



3 Geluid

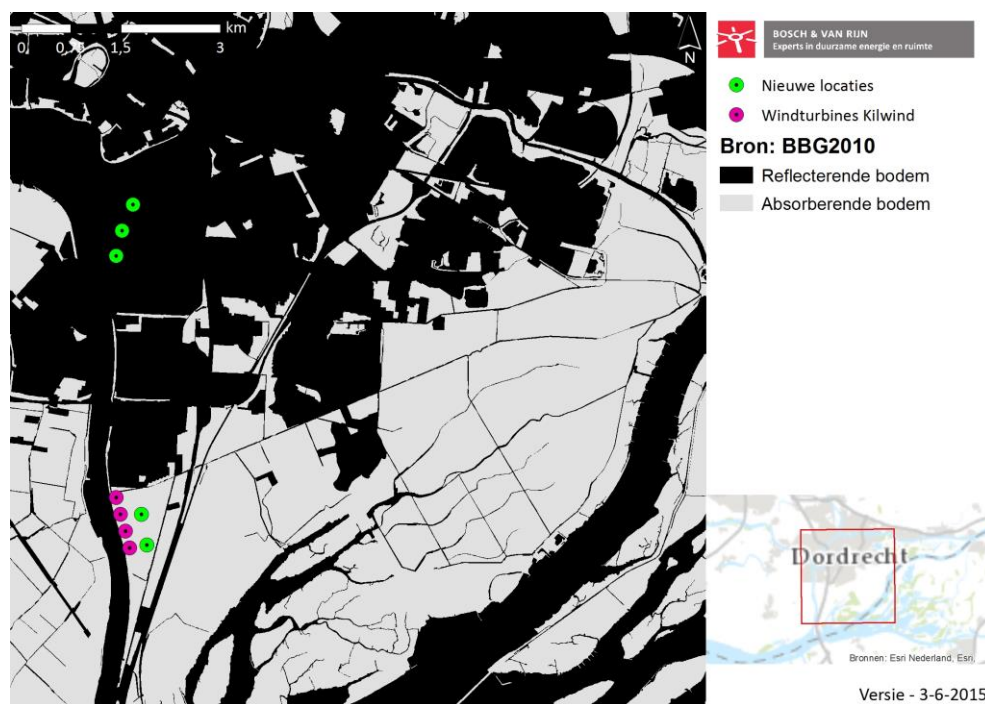
3.1 Berekening

Het geluidsniveau bij omliggende woningen is berekend met een rekenmodel waarin de windturbines als puntbronnen zijn opgenomen. Bij de woningen is een ontvangerhoogte van 5 meter aangehouden. Het gebruikte rekenmodel is GeoMilieu V2.30. Zie de Bijlagen voor de invoergegevens.

3.1.1 Bodemabsorptie

De bodem van de onderzochte locatie is te kenmerken als overwegend akkerland met en zonder gewas. Dergelijke bodems hebben in het Reken- en meetvoorschrift Windturbines een bodemfactor van 1 (Reken- en meetvoorschrift windturbines, paragraaf 3.11.2).

Onderstaande afbeelding toont de bodemsoort rondom de windlocaties:



Figuur 2 - Bodemabsorptie en -reflectie rondom de windlocaties uit het voorkeursalternatief.

3.1.2 Schermwerking

Door de grote bronhoogte en openheid van het gebied is er weinig sprake van afscherming door tussenliggende gebouwen. Dergelijke afscherming is niet meegenomen in de berekening.

3.1.3 Spectrale verdeling

Voor alle windturbintypen en geluidsreducerende modi is de volgende spectraalverdeling aangehouden. Hiermee wordt een schatting gemaakt van de verdeling van het brongeluid in hoge en lage tonen. Deze verdeling is gebaseerd op de gegevens van een groot aantal windturbintypes.

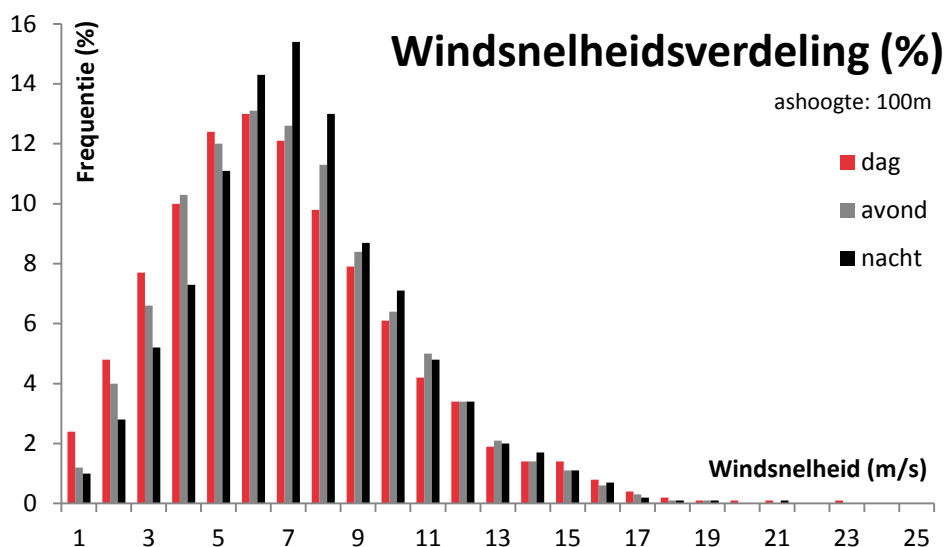


Freq. (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Waarde	-10,0	-16,6	-11,0	-7,40	-6,10	-5,80	-8,40	-12,0	-24,0

3.1.4

Windaanbod

Het softwarepakket GeoMilieu berekent voor elke windturbine het windsnelheidsaanbod op basis van langjarige gemiddelden van het KNMI, voor zowel dag, avond en nacht. Hieronder is het windaanbod weergegeven van de meest zuidelijke turbine op het Duivelseiland (ashoogte 100m) om een indicatie te geven van de windsnelheidsverdeling.



Figuur 3 – Gegevens windsnelheid. Bron: KNMI.

3.1.5

Technische gegevens windturbines

Hieronder staan nog enkele relevante gegevens van de onderzochte windturbine-types:

Tabel 3 – Bronsterkte van de onderzochte windturbinetypes

Type	Ashoogte	Rotordiam.	Vermogen	Bronsterkte
Enercon E-101	99 m.	100 m.	3 MW	106,0 dB
Enercon E-70	85 m.	70 m.	2,3 MW	104,5 dB

3.1.6

Rekenmethode

Met het softwarepakket GeoMilieu is voor het vookeursalternatief een contour getekend van de norm van 47 dB Lden jaargemiddelde geluidsbelasting.

Om toch een aanvaardbaar woon- en leefklimaat te kunnen garanderen en te voldoen aan de norm kunnen geluid reducerende maatregelen worden getroffen. De windturbines kunnen bijvoorbeeld in een geluidreducerende modus draaien op bepaalde momenten van de dag, waarbij de geluidsemissie wordt gereduceerd ten koste van energieopbrengst.

Op basis van gegevens van fabrikanten blijkt dat de diverse geluidsmodi een reductie tot ca. 5 dB kunnen realiseren. Daarnaast is het mogelijk om een windturbine gedurende bepaalde perioden geheel stil te zetten.

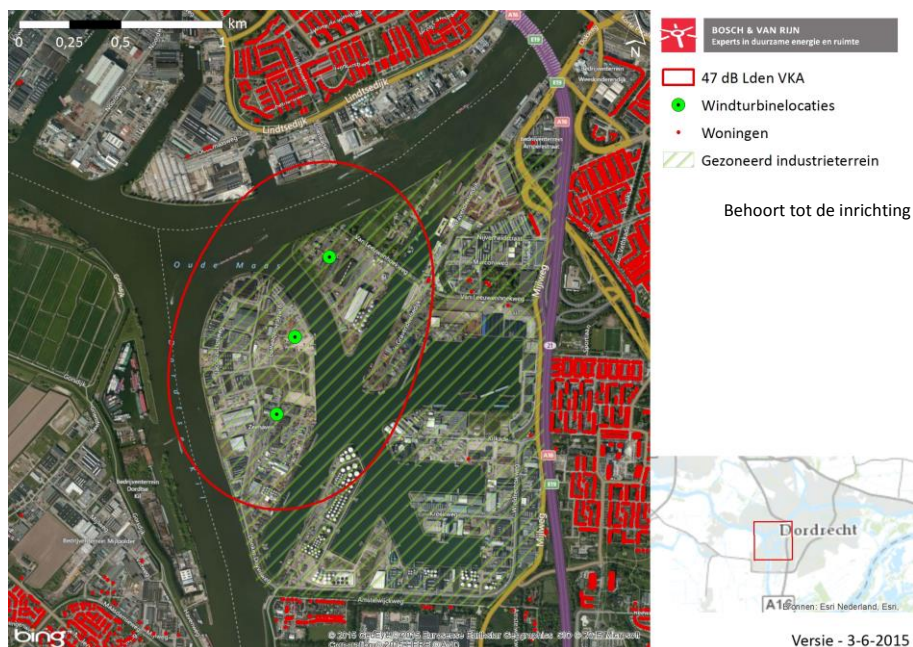
De financiële gevolgen van dergelijke maatregelen vallen buiten de scope van een akoestisch onderzoek en worden dan ook niet meegenomen.



3.2 Resultaten

3.2.1 Krabbepolder/Duivelseiland

Onderstaande afbeelding toont de 47 dB Lden-contour. Dit wil dus zeggen dat de jaargemiddelde Lden-geluidsbelasting binnen de contour hoger is dan 47 dB en er buiten lager.

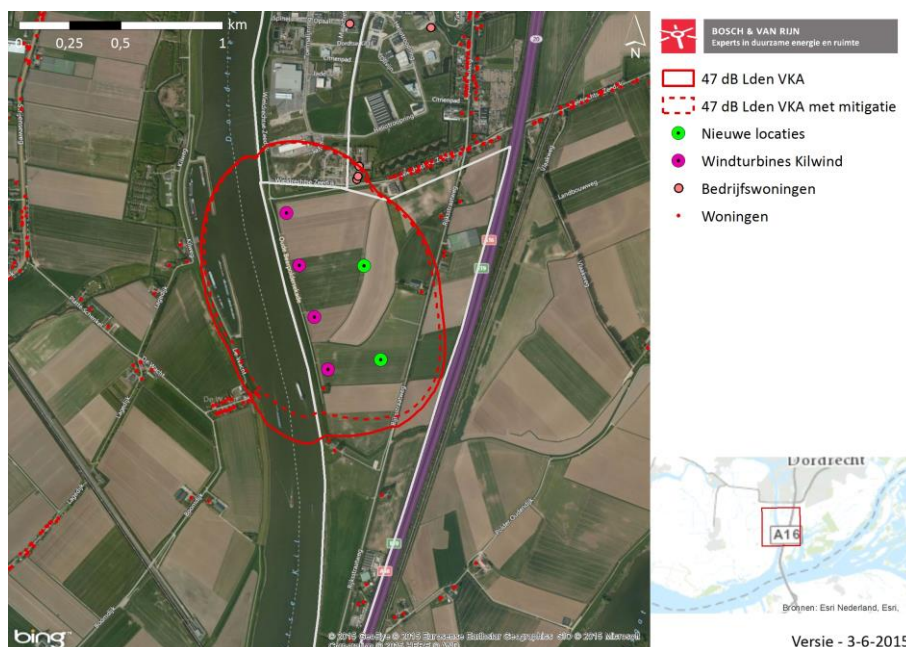


Figuur 4: 47 dB Lden contour van de drie windturbines van Krabbepolder / Duivelseiland . Hierbij zijn ook woningen weergegeven. Het groen gearceerde gebied betreft gezoneerd industrieterrein. Naar verwachting geldt van af Q3 2015 dat de norm voor windenergiegeluid voor woningen binnen dergelijke zones niet geldt.

Er bevinden zich (volgens de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG)) 2 woningen binnen deze geluidscontour. Daar deze zich echter op een gezoneerd industrieterrein bevinden gelden zij niet als geluidsgevoelige objecten.

3.2.2 Dordtse Kil IV

Onderstaande afbeelding toont de 47 dB Lden-contour. Dit wil dus zeggen dat de jaargemiddelde Lden-geluidsbelasting binnen de contour hoger is dan 47 dB en er buiten lager. Hierin is ook reeds de 47 dB Lden-contour *inclusief mitigatie* weergegeven. Deze wordt onder de afbeelding toegelicht.



Figuur 5 - 47 dB Lden contour van de geplande windturbines van Kilwind en de twee extra locaties uit het voorkeursalternatief.

Er bevinden zich (volgens de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG)) 6 woningen binnen de geluidscontour. Deze bevinden zich allen in buurtschap De Wacht.

3.3 Geluidsreducerende maatregelen

Windturbinefabrikanten bieden bij hun windturbines geluidsreducerende modi, waarmee de bronsterkte van een windturbine met enkele decibel kan worden verlaagd. Dit gaat ten koste van de energieopbrengst, maar kan ervoor zorgen dat aan de norm wordt voldaan.

Een andere mogelijkheid is het stilzetten van windturbines tijdens bepaalde perioden van een etmaal, bijvoorbeeld gedurende de avonden. Uiteraard leidt dit tot nog meer opbrengstderving.

De vier windturbines van Kilwind voldoen overigens aan de norm. Alleen wanneer er twee windturbines worden bijgeplaatst aan de oostzijde vallen er 6 woningen binnen de contour.

Voor de locatie Dordtse Kil IV kan aan de geluidsnorm worden voldaan door (bijvoorbeeld) de meest zuidelijke windturbine van windpark Kilwind 's nachts uit te schakelen (rode onderbroken lijn in Figuur 5). De exploitant van de twee nieuwe windturbines zou dan een financiële overeenstemming moeten bereiken met de exploitant van Kilwind.



4 Slagschaduw

4.1 Principe en richtlijnen

Slagschaduw van een windturbine is de bewegende schaduw van de draaiende wieken. Als slagschaduw op het raam van een woning valt kan dat als hinderlijk worden ervaren.

4.2 Methode

De stand van de zon is een vast gegeven voor elke datum en elk tijdstip en voor elke breedtegraad. Voor elk object (bijvoorbeeld een windturbine) is het daarom mogelijk een berekening te doen om het tijdvak te bepalen wanneer er slagschaduw valt op een bepaald punt (bijvoorbeeld het raam van een huis). Om dit te kunnen doen is de volgende informatie nodig:

- ↑ De grootte van het object dat slagschaduw veroorzaakt; voor een windturbine is van belang de grootte van de wieken;
- ↑ De positie van de windturbine en het beschaduwde object (met name ten opzichte van elkaar);
- ↑ De ashoogte van de windturbine;
- ↑ De grootte, richting en oriëntatie (hellingshoek) van het beschaduwde object; met de richting wordt bedoeld hoe het raam (lichtdoorlatende deel van de gevel) gericht is ten opzichte van de windturbine(s), oriëntatie is in het algemeen verticaal, maar ook kan gedacht worden aan een dakraam in een schuin dak onder een bepaalde hoek.

De berekening gaat uit van de realistisch gemiddelde situatie. Hiertoe wordt een aantal aannames gedaan om de situatie te benaderen zoals die werkelijk zal optreden:

- ↑ Correctie voor de gemiddelde zonneshijnduur;
de zon schijnt (overdag) niet altijd vanwege de aanwezigheid van bewolking (en mist); op basis van klimatologische gegevens van het KNMI voor de gemiddelde zonneshijnduur wordt een maandelijks getal afgeleid voor de kans dat de zon daadwerkelijk schijnt. Op deze locatie is gebruik gemaakt van KNMI-gegevens van station Rotterdam (afstand tot de parklocatie: ca. 20km).
- ↑ Correctie voor de windsnelheid;
bij lage windsnelheden (minder dan ca. 3 m/s) draait een windturbine (nog) niet, bij zeer hoge windsnelheden (boven 25 m/s) wordt een windturbine uit veiligheidsoverwegingen stilgezet. Op basis van de gemiddelde windsnelheidsverdeling (op ashoogte) wordt een correctiefactor afgeleid voor de kans dat de windturbine daadwerkelijk draait; dit hangt ook af van de technische specificaties van de windturbine. Als een windturbine niet draait is er immers ook geen sprake van slagschaduw;



Correctie voor de windrichting;

Op basis van windmetingen op de gondel wordt de windturbine zo gedraaid dat de wieken altijd in de richting staan waar de wind vandaan komt. Afhankelijk van de gemiddelde windrichtingverdeling wordt een correctiefactor afgeleid aangezien de grootte en positie van de schaduw verandert met de positie van de gondel.

Bovenstaande correcties maken gebruik van statistische klimaatgegevens. De correctie voor de gemiddelde zonneshijnduur wordt op de maandgemiddelde uitkomsten toegepast, de overige twee correcties op de jaargemiddelde uitkomsten. Dit zijn langjarige gemiddelden. In een individueel jaar is de schaduwhinder soms meer, en soms minder dan dit gemiddelde.

Eerst is op basis van bovenstaande gegevens een contour getekend waarbinnen de jaarlijkse slagschaduwduur de normgrens van 5 uur en 40 minuten overschrijdt. Vervolgens is voor alle woningen binnen deze contour berekend wat de jaarlijkse slagschaduwduur is.

4.3 Berekening

4.3.1 Technische gegevens windturbines

Hieronder staan nog enkele relevante gegevens van de onderzochte windturbine-types:

Tabel 4 – Bronsterkte van de onderzochte windturbinetypes

Type	Ashoogte	Rotordiam.	Cut-in wsp. ²	Cut-out wsp.
Enercon E-101	99 m.	100 m.	3 MW	106,0 dB
Enercon E-70	85 m.	70 m.	2,3 MW	104,5 dB

4.3.2 Windaanbod

Voor de slagschaduwberekening is gebruik gemaakt van de meteorologische data van het KNMI-station in de Geulhaven, Rotterdam, daar dit het dichtstbijzijnde is. Onderstaande grafieken geven de langjarige windsnelheids- en richtingsverdeling weer.

4.3.3 Woningen

Op de locatie van elke woning is uitgegaan van een verticale schaduw 'receptor' van 5 meter hoog en 5 meter breed, beginnend op 50 cm hoogte. De receptoren zijn in alle richtingen gevoelig voor slagschaduw, en er is geen rekening gehouden met obstakels als bebouwing en begroeiing.

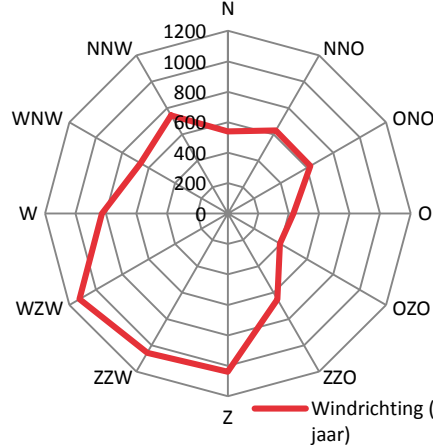
4.3.4 Maaiveldhoogte

Eventueel hoogteverschil van het maaiveld is niet in de berekening opgenomen.

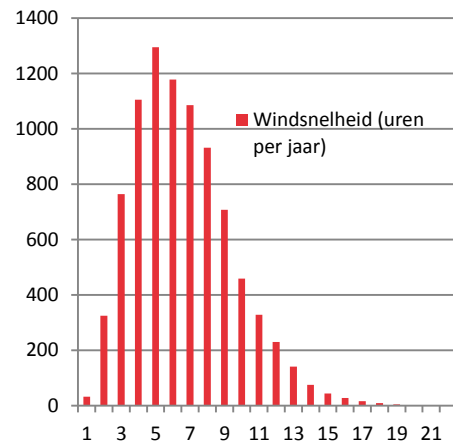
² Cut-in windspeed is de windsnelheid waarbij de turbine begint te produceren. Cut-out windspeed is de windsnelheid waarbij de turbine stopt met produceren omdat het te hard waait. Buiten deze windsnelheden is de omwentelingssnelheid van de turbinebladen zodanig dat er geen hinderlijke slagschaduw optreedt.



Windrichtingsverdeling Locatie: KNMI station
Rotterdam-Geulhaven
(uren per jaar, > 1m/s)



Windsnelheid (uren per jaar)



Figuur 6 - Gegevens windrichting en -snelheid. Bron: KNMI-station Rotterdam Geulhaven.

4.3.5 Zonaanbod

Het zonaanbod is in de berekening gebaseerd op het zonaanbod in Rotterdam. Zie de bijlage met de WindPRO-rekenresultaten voor de precieze waarden. Zomer- & wintertijd hebben geen effect op de duur van de schaduw, maar wel op het moment van de dag waarom schaduw plaatsvindt. Tijdswijzigingen vinden plaats iedere laatste zondag van maart en laatste zondag van oktober. Het effect hiervan is meegenomen in de berekening.

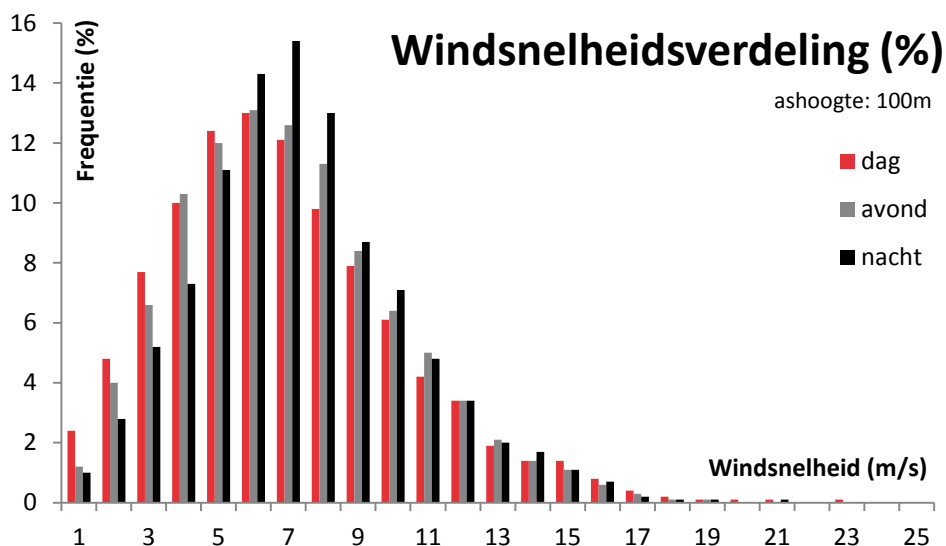
4.3.6 Rekenmethode

Met het softwarepakket WindPRO is voor de locaties een contour getekend van de norm van 5:40 uur slagschaduw per jaar.

Om toch een aanvaardbaar woon- en leefklimaat te kunnen garanderen en te voldoen aan de norm kunnen de windturbines voorzien worden van een stilstandsvoorziening. Deze zorgt ervoor dat bij overlast bij gevoelige objecten³ ten gevolge van schaduw de windturbine wordt uitgeschakeld. De voorziening wordt per schaduwgevoelige woning op de turbine aangebracht en vooraf afgeregeld, aangezien het gaat om specifieke momenten die van te voren bepaald kunnen worden afhankelijk van de zonnestand. Daarnaast wordt gemeten of er daadwerkelijk voldoende zon (en dus slagschaduw) is op die momenten.

Elk uur dat een turbine moet worden stilgezet leidt tot opbrengstverlies. In deze analyse is de hoeveelheid schaduwhinder gedeeld door het totaal aantal draaiuren in een jaar (gebaseerd op de windsnelheidsverdeling uit Figuur 3 en de cut-in en cut-out windsnelheid van de betreffende turbine), waaruit een verliesfactor volgt.

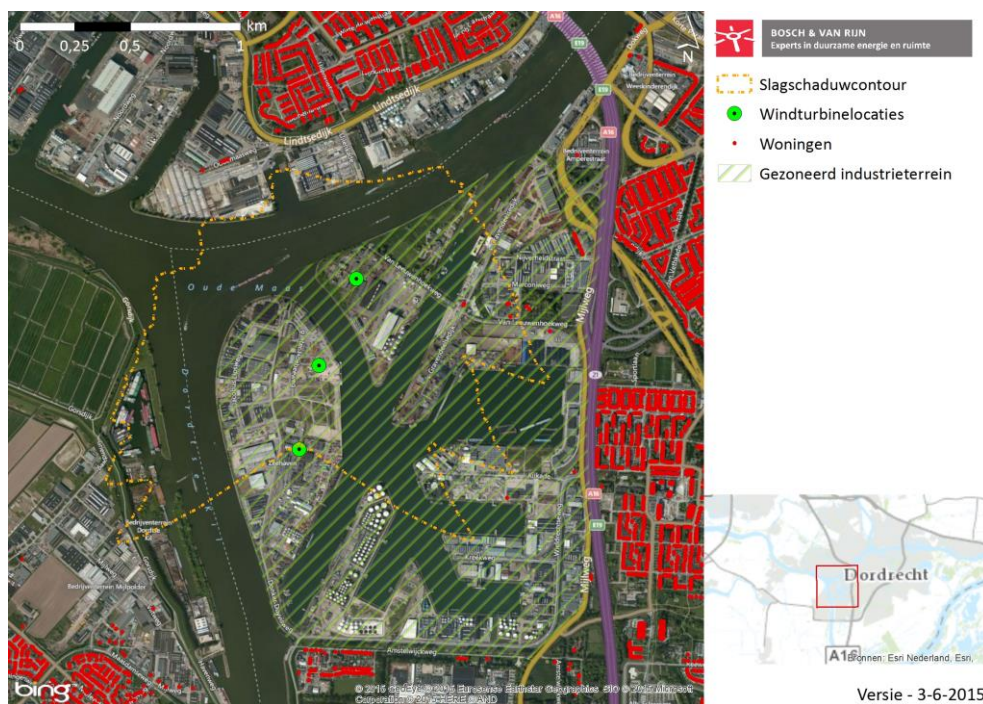
³ Onder gevoelige objecten worden verstaan: woningen, onderwijsgebouwen, ziekenhuizen, verpleeghuizen, verzorgingstehuizen, psychiatrische inrichtingen, kinderdagverblijven, woonwagendplaatsen en ligplaatsen voor woonschepen. Bron: Wet geluidhinder en Activiteitenbesluit milieubeheer.



4.4 Resultaten

4.4.1 Krabbepolder/Duivelseiland

Onderstaande afbeelding toont de slagschaduwcontour van 5 uur en 40 minuten slagschaduw per jaar, uitgaande van een *realistische meteorologische* situatie. Dit wil dus zeggen dat er binnen de lijn jaarlijks meer dan 5:40 uur slagschaduw optreedt, en erbuiten minder.



Figuur 7 – 5:40u slagschaduwcontouren van de opstelling op Krabbepolder/Duivelseiland. Hierbij zijn ook woningen weergegeven. Het groen gearceerde gebied betreft gezoneerd industrieterrein. Woningen hierbinnen beschouwen we niet als geluidgevoelige objecten.

Er bevinden zich (volgens de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG)) 5 woningen binnen deze slagschaduwcontour. Daar deze zich echter op een gezoneerd industrieterrein bevinden gelden zij niet als geluidgevoelige objecten.



Op de locatie van elke woning is uitgegaan van een verticale schaduw 'receptor' van 5 meter hoog en 5 meter breed, beginnend op 50 cm hoogte. De receptoren zijn in alle richtingen gevoelig voor slagschaduw, en er is geen rekening gehouden met obstakels als bebouwing en begroeiing.

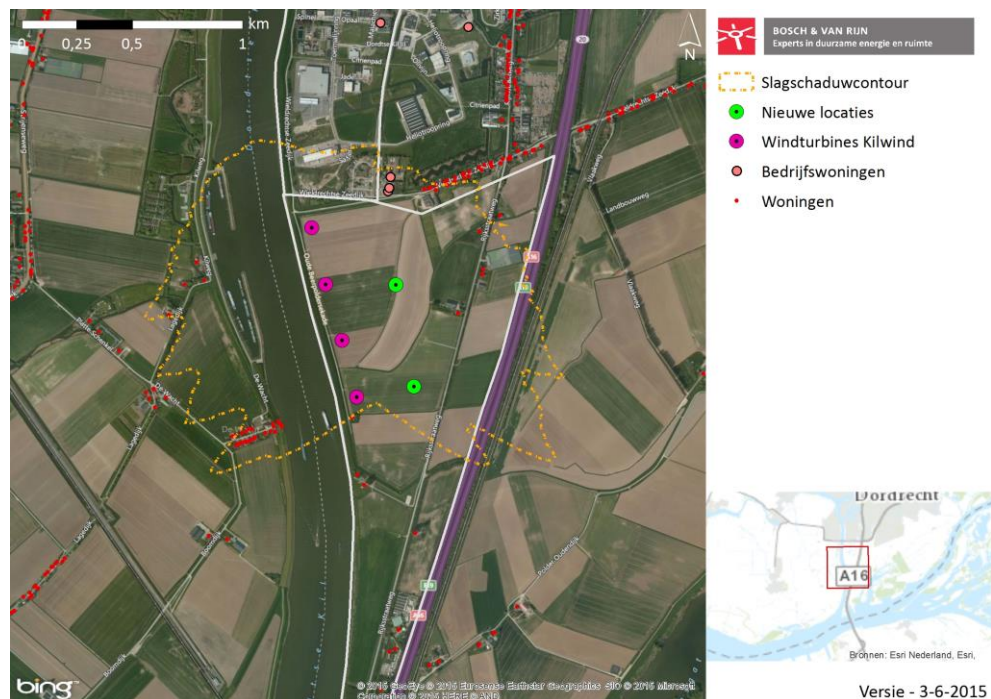
Eventueel hoogteverschil van het maaiveld is niet in de berekening opgenomen.

Als uiteindelijk een te bouwen windturbinetype bekend is en de exacte locaties van de windturbines vaststaan zal voor elke woning in de nabijheid van het windpark een stilstandsregeling moeten worden ingesteld op de betreffende windturbines.

4.4.2

Dordtse Kil IV

Onderstaande afbeelding toont de slagschaduwcontour van 5 uur en 40 minuten slagschaduw per jaar, uitgaande van een realistische meteorologische situatie. Dit wil dus zeggen dat er binnen de lijn jaarlijks meer dan 5:40 uur slagschaduw optreedt, en erbuiten minder.



Figuur 8 - 5:40u slagschaduwcontouren van de opstellingen op Dordtse Kil IV. Hierbij zijn ook woningen weergegeven, alsmede bedrijfswoningen (geen geluidsgevoelige objecten).

Er bevinden zich (volgens de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG)) 40 woningen van derden binnen tenminste één van de slagschaduwcontouren. Zie de bijlage voor een lijst van adressen.

Als uiteindelijk een te bouwen windturbinetype bekend is en de exacte locaties van de windturbines vaststaan zal voor elke woning in de nabijheid van het windpark een stilstandsregeling moeten worden ingesteld op de betreffende windturbines.

In de bijlage is voor elke woning binnen de slagschaduwcontouren van de drie alternatieven beschreven hoeveel slagschaduw te verwachten is per jaar.

Slagschaduw per windturbine



Het komt dikwijls voor dat de slagschaduw van een windturbine meerdere woningen tegelijk beslaat. De tabel hieronder geeft weer hoe lang elke turbine jaarlijks naar verwachting stilgezet dient te worden om *alle* slagschaduw op woningen binnen de contour te voorkomen. (Woningen buiten de contour zijn niet meegenomen in de stilstandsberekening. Hiervoor geldt dus niet dat zij *helemaal geen* slagschaduw krijgen, echter wel minder dan 5:40 uur.)

4.4.3 Mitigatie

In de slagschaduwberekening houden we voor mitigatie als uitgangspunt dat de twee nieuwe windturbines uit het voorkeursalternatief op Dordtse Kil IV geen extra slagschaduw mogen veroorzaken op nabijgelegen woningen. Hiertoe is uitgerekend hoeveel uur slagschaduw deze twee windturbines jaarlijks produceren. Door de windturbine op deze momenten (automatisch) stil te zetten is er feitelijk geen verschil tussen de autonome situatie (alleen windpark Kilwind) en het voorkeursalternatief.

Windturbine	Maximale vereiste stilstand
1	17:45
2	8:02

Tabel 5 - Benodigde stilstand van de twee nieuwe windturbines op Dordtse Kil IV in uren per jaar. Windturbines zijn oplopend genummerd van noord naar zuid.

Als de twee nieuwe windturbines zo lang worden stilgezet als bovenstaande tabel aangeeft veroorzaken deze windturbines *geen* slagschaduw bij woningen van derden. Om aan de norm te voldoen is dus minder stilstand vereist dan deze totalen.

Uitgaande van ca. 7.500 draaiuren per windturbine per jaar (op basis van de windgegevens van Rotterdam Geulhaven en een cut-in windsnelheid van 3 m/s) ligt de opbrengstderving voor deze twee windturbines gemiddeld op 0,15%.



5 Conclusie

In dit onderzoek is het voorkeursalternatief uit het Plan-MER windenergie onderzocht.

5.1 Geluid

De locatie Duivelseiland/Krabbepolder kan zonder mitigatie aan de geluidsnorm uit het Activiteitenbesluit voldoen.

In het geval van locatie Dordtse Kil IV zorgt de cumulatie van de nieuwe windturbines met het geplande park Kilwind voor overschrijding van de norm bij 6 woningen in buurtschap De Wacht. Deze overschrijding is te mitigeren door stilstand in de nachtperiode van de meest zuidelijke windturbine van windpark Kilwind.

5.2 Slagschaduw

De locatie Duivelseiland/Krabbepolder kan zonder mitigatie aan de slagschaduw-norm uit de Activiteitenregeling voldoen.

Om op de locatie Dordtse Kil IV aan de wettelijke norm voor slagschaduw te voldoen zal een stilstandsvoorziening in de turbines moeten worden aangebracht. Deze voorziening schakelt de turbine uit wanneer deze (te veel) slagschaduw veroorzaakt, afhankelijk van tijd, jaargetij, windrichting en lichtintensiteit.

Met meteorologische gegevens is berekend hoe vaak de turbines moeten worden stilgezet om *geen* slagschaduw op woningen te werpen. Deze stilstand zorgt voor een afname van de energieopbrengst van ca. 0,15%.



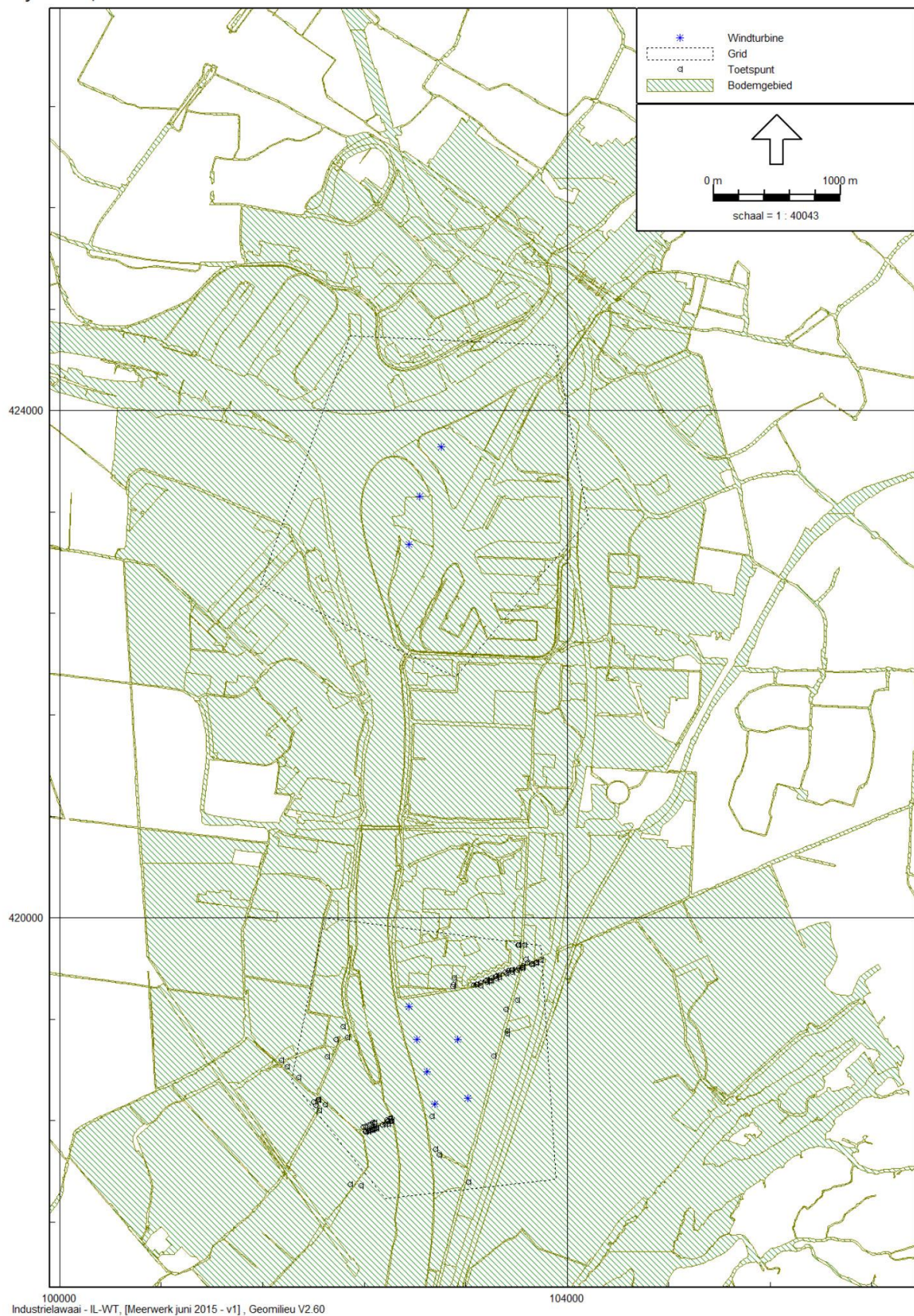
Bijlagen



Bijlage A. Rekenmodel geluid

De figuur op de volgende pagina toont het 'skelet' van het rekenmodel. Per alternatief zijn de relevante windturbines ingevoerd als puntbron. Eerst is vervolgens van de drie alternatieven de 47 dB Lden-contour berekend.

Alle woningen die binnen tenminste één contour blijken te liggen zijn vervolgens ingevoerd als rekenpunt, waarna de berekening opnieuw is uitgevoerd, nu inclusief de geluidsbelasting (Lden, Lday, Levening en Lnight) bij elk van deze woningen.



Figuur 9 - Onderdelen van het rekenmodel in GeoMilieu: Locatie van windturbines, locatie van rekenpunten (woningen binnen de 47 dB Lden-contouren en bodengebieden (zie ook Figuur 2).



Bijlage B. Overzicht turbinegegevens

B.1 Locatie Duivelseiland/Krabbepolder – Enercon E-101

Windsnelheid op ashoogte (m/s) Bronsterkte: 106 dB	
5	99,0
6	102,9
7	105,4
8	106,0
9	106,0
10	106,0
11	106,0
12-25	106,0

B.2 Locatie Dordtse Kil IV – Enercon E-70

Windsnelheid op ashoogte (m/s)	
5	94,1
6	99,7
7	101,6
8	103,5
9	104,5
10	104,5
11	104,5
12-25	104,5



Bosch & Van Rijn
Groenmarktstraat 56
3521 AV Utrecht

Tel: 030-677 6466
Mail: info@boschenvanrijn.nl
Web: www.boschenvanrijn.nl

© Bosch & Van Rijn 2015

Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag in dit rapport vervatte informatie niet aan derden worden bekendgemaakt. Bosch & Van Rijn BV is niet aansprakelijk voor schade door het gebruik van deze informatie.

