



Welbergweg 49
Postbus 579
7550 AN Hengelo (Ov.)
tel: 074-248 99 45
info@ponderaservices.nl
www.ponderaservices.nl

Opdrachtgever: XL Wind B.V.
Overslingerland 14-2
4225 NJ Noordeloos

Kenmerk: 714033 AS HartelbrugII_V6.docx

Betreft: Akoestisch onderzoek en onderzoek naar slagschaduw hinder
van windpark Hartelbrug II met acht turbines Enercon E-101 te
Rotterdam.

Contactpersoon opdrachtgever:

info@ponderaservices.nl

Behandeld door:

juni 2014.

Inhoud

1.	Inleiding	1
1.1	Beschrijving van de locatie	1
1.3	Enercon E-101	2
1.4	Regelgeving	2
2.	Akoestisch onderzoek	3
2.1	Invoer rekenmodel	3
2.2	Geluidbron Enercon E-101	3
2.3	Windaanbod	3
2.4	Rekenresultaten	6
3.	Onderzoek slagschaduw	7
3.1	Normstelling	7
3.2	Schaduwgebied	7
4.	Potentiële schaduw	8
4.2	Rekenresultaten	9
4.3	Hinderduren bij woningen	9
4.4	Hinder beperkende maatregelen	11
5.	Bespreking	12

Bijlagen

bijlage 1 : objecten rekenmodel	13
bijlage 2 : rekenresultaten geluid	15

Figuren

figuur 1 : objecten rekenmodel geluid	16
figuur 2 : toetspunten en geluidcontouren Enercon E-101	17
figuur 3 : rekenpunten en schaduwcontouren	18

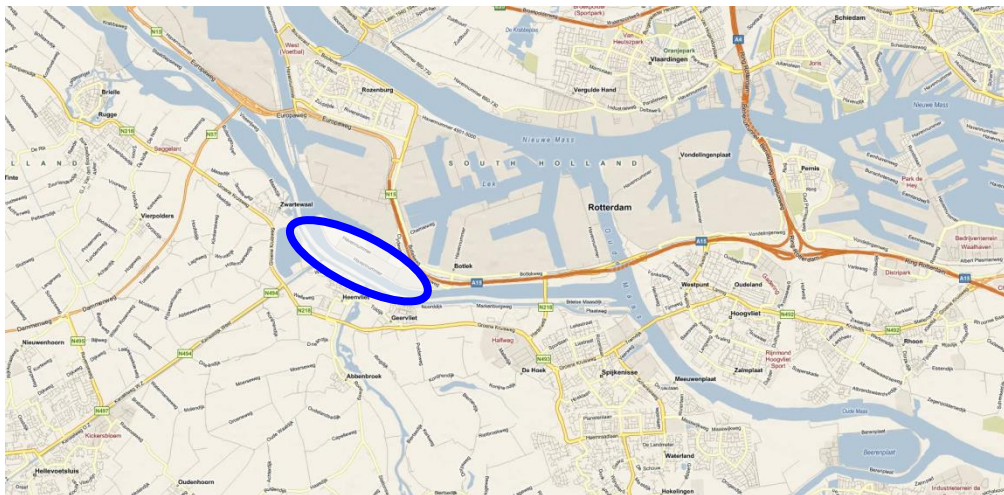
1. Inleiding

In opdracht van XL Wind b.v. te Noordeloos is onderzoek uitgevoerd voor het windpark met acht turbines Enercon E-101. Het betreft windpark Hartelbrug II te Rotterdam. Uitgevoerd is een akoestisch onderzoek en een onderzoek naar slagschaduwhinder.

1.1 Beschrijving van de locatie

De locatie is gelegen aan de noordzijde van het Hartelkanaal te Rotterdam. Ten noorden loopt de snelweg A15. Verder naar het noorden is er industrie en havengebied. Aan de oostzijde sluit de turbinelij aan op het bestaande windpark Hartelbrug. Ten zuiden liggen de plaatsen Geervliet en Heenvliet.

Afbeelding 1: locatie.



De meest nabij gelegen woningen van derden liggen in Geervliet en in Heenvliet (zie ook figuur 2).

1.3 Enercon E-101



De Enercon E-101 heeft een rotordiameter van 101 m met drie rotorbladen. Het toerental van de rotor is continu variabel tussen circa 6 en 15 tpm. Het nominale generatorvermogen is 3 MW. De turbine wordt hier geplaatst op een conische mast waardoor de rotoras circa 99 m boven het maaiveld komt. Het hoogste punt van de rotor wordt circa 150 m hoog.

De mast heeft een diameter van circa 7,2 m aan de voet en circa 3 m aan de top.

De rotorbladen zijn semi-mat. De grootste breedte van het blad is circa 4,4 m; aan de tip zijn de bladen circa 0,75 m breed.

1.4 Regelgeving

Een windturbine (of meerdere windturbines) (de inrichting) valt onder paragraaf 3.2.3 van het Activiteitenbesluit¹. Volgens artikel 1.11 derde lid moet bij de melding een rapport van een akoestisch onderzoek worden overlegd. Het akoestisch onderzoek wordt uitgevoerd overeenkomstig de ministeriële regeling². Binnen een afstand van twaalf maal de rotordiameter vanaf de locaties van de turbines bevinden zich meerdere woningen van derden, zodat ook een onderzoek naar slagschaduwhinder is uitgevoerd.

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.

2. Akoestisch onderzoek

2.1 Invoer rekenmodel

Van de situatie is een akoestisch rekenmodel opgesteld met behulp van het programma Geomilieu[®] versie 2.40 van DGMR. Hiermee zijn de jaargemiddelde geluidniveaus berekend. De modellering en de overdrachtsberekening zijn uitgevoerd conform het Reken- en meetvoorschrift windturbines.

De geometrie van de omgeving is vastgesteld aan de hand van digitaal kaartmateriaal (TOP10NL) en de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) en luchtfoto's. In de gebieden is de bodem als akoestisch absorberend ($B=1$) ingevoerd, wegen en wateroppervlakken als akoestisch reflecterend ($B=0$). De windturbines zijn akoestisch gemodelleerd met elk drie rondom uitstralende puntbronnen ter hoogte van de rotoras ($h_b=99$ m).

In het akoestische model zijn toetspunten gedefinieerd ter plaatse van nabijgelegen geluidgevoelige bestemmingen van derden:

- Toetspunt 1 en 2 liggen bij woningen te Geervliet, circa 380 m ten zuiden van het windpark.
- Toetspunt 3 en 4 liggen bij woningen te Heenvliet, circa 420 m ten zuidwesten van het windpark.

Details van de toetspunten zijn gegeven in bijlage 1 en figuur 2. Op de toetspunten, met een hoogte van +5 m boven het plaatselijke maaiveld, is het jaargemiddelde geluidniveau L_{den} berekend. Het rekenresultaat is het niveau van het invallende geluid (dus exclusief een eventuele bijdrage door reflectie tegen de achterliggende gevel).

2.2 Geluidbron Enercon E-101

De bronsterkte van de Enercon E-101 in mode OM I (de standaard instelling van de turbinebesturing) is gemeten en gerapporteerd³ door Kötter. De bronsterkte is gemeten in octaven en tertsen bij windsnelheden van 6 tot 10 m/s op een hoogte van +10 m boven maaiveld met een ruwheidslengte van $z_0=0,05$ m. Bij een windsnelheid van 7 m/s op +10 m bedraagt de bronsterkte 104,4 dB(A) bij een ashoogte van +99 m boven maaiveld.

2.3 Windaanbod

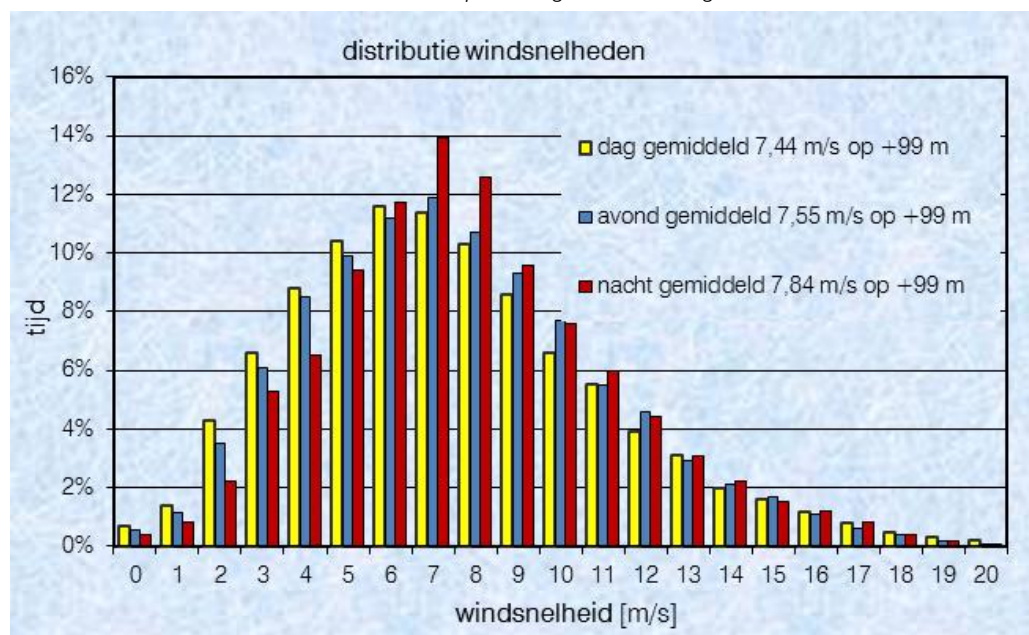
De jaargemiddelde bronsterkte L_E van een windturbine is afhankelijk van de optredende windsnelheden op ashoogte. Door het KNMI zijn gegevens gepubliceerd over de distributie van voorkomende windsnelheden op 80 tot 120 m hoogten. Deze distributies zijn gespecificeerd voor de dag, de avond en de nachtperiode. De data zijn gebaseerd op het meteo-model van het KNMI en beschikbaar op rasterpunten over geheel Nederland.

De windsnelheden op de betreffende locatie worden verkregen door een interpolatie van de gegevens die gelden voor een hoogte van 99 m van de nabijgelegen raster-

³ Extract of Test Report 213122-02.01 IEC on noise emission of wind turbine generator of type E-101, Kötter Consulting Engineers, 23/04/2013.

punten. De verschillen tussen de dag, de avond en de nacht zijn beperkt. De verschillen in windsnelheid bij de afzonderlijke turbines zijn ook minimaal. Grafiek 2-1 geeft de verdeling van de jaargemiddelde windsnelheden op +99 m volgens het KNMI.

Grafiek 2-1: voorkomende windsnelheden op ashoogte +99 m volgens het KNMI

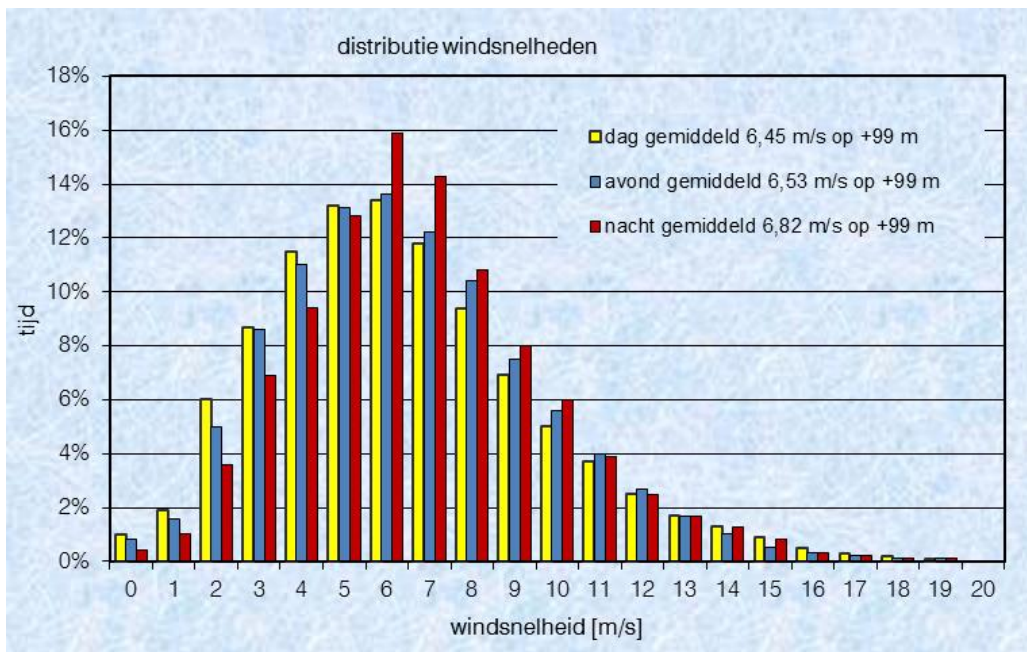


Ervaring is dat de gemiddelde windsnelheden volgens het KNMI hoger zijn dan de werkelijk optredende windsnelheden. Daarom is voor deze locatie nader onderzoek gedaan.

Sinds circa tien jaar is op korte afstand het windpark Hartelbrug I in bedrijf met Enercon E-70 turbines met een ashoogte van +85 m. Van dit windpark zijn over deze periode de productiecijfers bekend. Deze productiecijfers zijn een goede maat voor het windaanbod. In eerste instantie is de productie van het bestaande windpark berekend op basis van de windgegevens van het KNMI op de locatie van dit windpark en op een hoogte van +85 m. Dit gaf, volgens verwachting, als resultaat een aanmerkelijk hogere productie dan de werkelijke productie. Vervolgens is de distributie van deze windsnelheden in een iteratief proces naar beneden bijgesteld totdat de berekende productie in overeenstemming kwam met de werkelijke productie. Daarmee zijn de werkelijk optredende windsnelheden ter plaatse van het bestaande windpark bekend. Deze windsnelheden op een hoogte van +85 m zijn vervolgens omgerekend naar een distributie van windsnelheden op een hoogte van +99 m voor het nieuwe windpark Hartelbrug II.

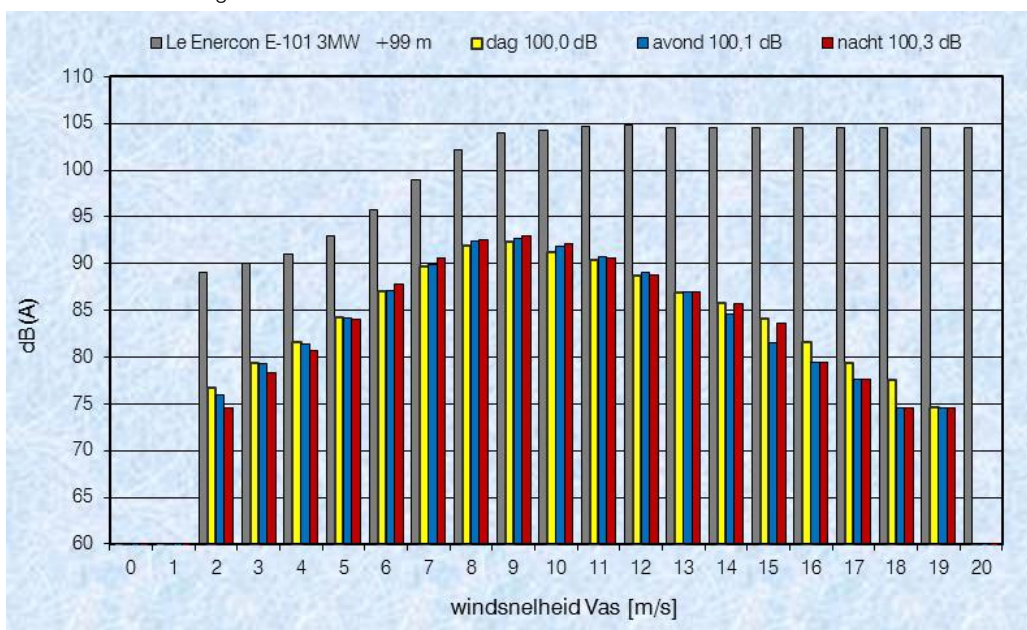
De werkelijke productie van windpark Hartelbrug I is wat lager dan de maximaal haalbare productie als gevolg van enige stilstand voor onderhoud en storingen. Dit effect is opgenomen in het berekende windaanbod. Dit effect is echter gering en zal voor het nieuwe windpark Hartelbrug II van dezelfde orde zijn. De aldus bepaalde gemiddelde windsnelheden blijken circa 1 m/s lager te zijn dan die volgens het KNMI. Dit verschil is groter dan op andere locaties in Nederland is vastgesteld en wordt mede veroorzaakt door de vele hoge objecten in de omgeving die de windsnelheid afremmen.

Grafiek 2-2: berekende windsnelheden op ashoogte +99 m.



De gerapporteerde bronsterkten van de Enercon turbine in relatie tot de windsnelheid op 10 m hoogte zijn omgerekend naar bronsterkten in relatie tot de berekende windsnelheden op ashoogte. Dit leverde de waarden op die zijn weergegeven met grijze staven in Grafiek 2-3.

Grafiek 2-3: verdeling bronsterkten Enercon E-101 +99 m.



Ter informatie zijn in bovenstaande grafiek ook de gecorrigeerde bronsterkten van de Enercon E-101 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. Hieruit valt op te maken dat het geluid bij windsnelheden van $V_{as}=7$ tot

12 m/s de hoogste bijdrage levert aan het jaargemiddelde. Het geluid bij windsnelheden tot $V_{as}=5$ m/s en vanaf 15 m/s heeft een lage bijdrage. Cumulatie van deze bronsterkten over alle windsnelheidsklassen levert de jaargemiddelde bronsterkten op. Deze waarden L_E bedragen 100,0 100,1 en 100,38 dB(A) voor respectievelijk de dag, de avond en de nacht bij de standaard instelling van de turbine op de mode 3 MW. Voor de overdrachtsberekeningen is gebruik gemaakt van het gemeten octaafspectrum bij een windsnelheid van $V_{as}=8$ m/s.

2.4 Rekenresultaten

In Tabel 2-1 zijn per toetspunt vermeld: een volgnummer en de jaargemiddelde geluidniveaus L_{day} , L_{even} en L_{night} die daar optreden. 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 2-1: rekenresultaten Enercon E-101 8x3 MW.

punt nr.	omschrijving	L_{day} dB	L_{even} dB	L_{night} dB	L_{den} dB
1	woning Geervliet	40	40	40	47
2	woning Geervliet	40	41	41	44
3	woning Heenvliet	40	41	41	47
4	woning Heenvliet	39	40	40	46

Bij alle woningen wordt voldaan aan de norm $L_{den}=47$ en $L_{night}=41$ dB.

De rekenresultaten zijn ook gedetailleerd weergegeven in bijlage 2. In figuur 2 is de $L_{den}=47$ dB contour weergegeven zoals die optreedt op een waarneemhoogte van +5 m.

3. Onderzoek slagschaduw

3.1 Normstelling

Schaduweffecten van een draaiende windturbine kunnen hinder veroorzaken bij mensen. De flikkerfrequentie, het contrast en de tijdsduur van blootstelling zijn van invloed op de mate van hinder die ondervonden kan worden. Bekend is dat flikkerfrequenties tussen 2,5 en 14 Hz als erg storend worden ervaren en schadelijk kunnen zijn. Een groter verschil tussen licht en donker (meer contrast) wordt als hinderlijker ervaren. Verder speelt de blootstellingsduur een grote rol bij de beleving.

Voor de normstelling is aansluiting gezocht bij het Activiteitenbesluit. In het Activiteitenbesluit in artikel 3.14 onder 4. wordt verwezen naar de bij de ministeriële regeling te stellen maatregelen. In deze regeling⁴ 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 voorzover 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 optreden⁵. 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 nodig als de gemiddelde duur van hinderlijke schaduw minder is dan zes uur per jaar. Dit is een strengere beoordeling dan volgens het Activiteitenbesluit omdat ook nog slagschaduw gedurende minder dan 20 minuten aanvaardbaar wordt geacht buiten de 17 dagen met meer dan 20 minuten slagschaduwhinder en bovendien de hinderduur gedurende 17 dagen per jaar meer mag bedragen dan 20 minuten.

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 (12x101 m) wordt de slagschaduw echter niet meer als hinderlijk beoordeeld. Aan de noordzijde wordt het schaduwgebied begrensd omdat de zon in het zuiden altijd hoog staat. Aan de zuidzijde treedt nooit schaduw op omdat de zon nooit in het noorden staat.

⁴ 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).

⁵ Voor de letterlijke tekst wordt verwezen naar de regeling.

4. Potentiële schaduw

Op basis van de turbineafmetingen, 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 hinderduur 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 hinderduur.

4.1.1 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 worden ontleend aan meerjarige data van nabijgelegen meteostations. De data van meteostation Rotterdam zijn het meest representatief voor deze locatie.

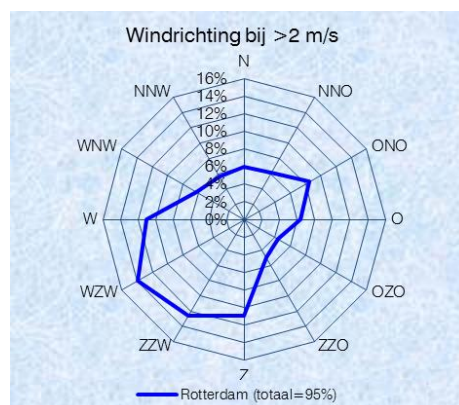
Grafiek 4-1: percentage zonneschijn.



4.1.2 Oriëntatie

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. Deze correctie is gebaseerd op de distributie van de voorkomende windrichtingen. De percentages worden ontleend aan meerjarige data van meteostations waarbij alleen de windsnelheden boven 2 m/s zijn betrokken. Afhankelijk van de richting van waaruit de turbine wordt gezien ligt de deze correctie tussen circa 55% en 75%.

Grafiek 4-2: Distributie windrichtingen.



4.1.3 **Bedrijfstijd**

Slagschaduw hinder treedt alleen op als de rotor draait. De correctie is gebaseerd op de distributie van de voorkomende windsnelheden. Windturbines zijn veelal 80% tot 95% van de tijd in bedrijf.

4.2 **Rekenresultaten**

Van het windpark zijn de cumulatieve schaduwduren in het omliggende gebied berekend. In figuur 3 is met een rode isolijn aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur 5 uur bedraagt. Overschrijding van de voorgestelde norm voor de jaarlijkse hinderduur kan optreden bij de woningen binnen deze rode 5 uurcontour. Bij woningen buiten de rode 5 uurcontour wordt aan de norm voor de maximale hinderduur voldaan.

De verwachte jaarlijkse hinderduur bij een aantal woningen van derden (rekenpunten a-o, zie figuur 3) is berekend. Deze rekenpunten worden representatief geacht voor alle woningen waar normoverschrijding wordt verwacht. Bij de beoordeling van slagschaduw hinder wordt niet uitgegaan van een bepaalde positie maar van een gevelvlak dat alle ramen omvat. Vanwege de afmetingen van dat vlak duurt de schaduwpassage langs het vlak wat langer dan de passage langs een punt. Voor de gevelhoogte is uitgegaan van 5 m en voor de geprojecteerde breedte van het gevelvlak is 8 m aangehouden. In de berekening van de contour is met deze afmetingen geen rekening gehouden.

De nauwkeurigheid waarmee de potentiële hinderduur is berekend is relatief hoog. Deze nauwkeurigheid is afhankelijk van de invoer van de geometrie 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 twintig jaar. De verwachting is dat in de toekomst deze gemiddelden over langere perioden niet veel zullen veranderen maar dit blijft onzeker. In het weer treden grote dagelijkse verschillen op en ook variëren de jaargemiddelde gegevens behoorlijk.

4.3 **Hinderduren bij woningen**

De resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel. In Tabel 4-1 is per rekenpunt aangegeven: de potentiële jaarlijkse hinderduur, het aantal dagen waarop hinder kan optreden, de maximale passageduur van de schaduw langs de gevel en de verwachte hinderduur per jaar (tijden in uu:mm).

Binnen een afstand van circa 460 m vanaf een turbine kan de zon volledig bedekt worden door het rotorblad. De rotor moet dan haaks staan op de richting van de zon. De schaduw is dan maximaal en wordt als meer hinderlijk ervaren. Op grotere afstanden is de schaduw nooit volledig. De frequentie van de lichtflikkeringen ligt tussen 0,3 en 0,8 Hz. Deze frequenties zijn niet extra hinderlijk.

Tabel 4-1: jaarlijkse schaduwduren bij woningen.

woning	potentiële schaduwduur	potentiële schaduwdagen	maximale passageduur	verwachte hinderduur
a	22:24	61	0:31	6:13
b	21:42	70	0:25	6:00
c	27:59	90	0:30	7:44
d	53:37	108	0:41	14:48
e	24:01	90	0:26	6:40
f	29:21	92	0:32	8:06
g	35:05	95	0:36	9:36
h	52:58	118	0:43	13:51
i	23:01	85	0:26	6:19
j	24:07	76	0:26	6:40
k	22:57	71	0:34	5:44
l	31:36	81	0:34	8:17
m	24:45	85	0:28	6:45
n	21:44	77	0:28	6:02
o	24:28	74	0:35	6:07

In Tabel 4-2 zijn de verwachte gemiddelde jaarlijkse hinderduren per turbine weergegeven en in de meest rechtse kolom staat het totaal van het windpark. De turbines 6, 7 en 8 veroorzaken op deze punten geen schaduw omdat de turbines van hieruit gezien te noordelijk staan. Het totaal kan lager zijn dan de som van de afzonderlijke turbines als er overlap optreedt. De **vetgedrukte** tijden worden geëlimineerd door een stilstandsregeling. De eventueel resterende hinderduur van de andere turbines is dan minder dan de norm.

Tabel 4-2: verwachte jaarlijkse hinderduur in uren per turbine en totaal.

rekenpunt	turbine 1	turbine 2	turbine 3	turbine 4	turbine 5	turbine 6-8	totaal
a	6:13	--	--	--	--	--	6:13
b	6:00	--	--	--	--	--	6:00
c	7:44	--	--	--	--	--	7:44
d	3:02	11:53	--	--	--	--	14:48
e	1:25	5:15	--	--	--	--	6:40
f	1:26	7:00	--	--	--	--	8:06
g	1:49	8:24	--	--	--	--	9:36
h	--	--	1:30	12:21	--	--	13:51
i	--	--	0:51	5:28	--	--	6:19
j	--	--	--	6:40	--	--	6:40
k	--	--	0:47	4:57	--	--	5:44
l	--	--	--	3:11	5:05	--	8:17
m	--	--	--	1:29	5:16	--	6:45
n	--	--	--	--	6:02	--	6:02
o	--	--	--	0:51	5:16	--	6:07

4.4 Hinder beperkende maatregelen

Om de hinderduur te beperken worden de turbines 1, 2, 4 en 5 voorzien van een automatische stilstandsregeling die de rotor stopt als slagschaduwhinder optreedt. In de turbinebesturing worden hiervoor blokken van dagen en tijden met potentiële schaduw geprogrammeerd. De verwachte stilstand is meer dan de totale verwachte hinderduur omdat de stilstandsregeling geen rekening houdt met de oriëntatie van de rotor en omdat de geprogrammeerde tijden alle begin- en eindtijden binnen het blok van dagen omvat. In onderstaande tabel zijn per turbine aangegeven: de begin- en einddata (kolom *van* en kolom *tot*) van de perioden en de begin- en eindtijden (kolom *stop* en kolom *eind*) waarbinnen de regeling actief moet zijn. De tijden zijn aangegeven in MET (Midden Europese Tijd, wintertijd). Voor de zomertijd moet er een uur worden bijgeteld.

De totale stilstandsduur kan met een zonnescijnsensor beperkt worden. Bij de berekening van de verwachte stilstand is daar rekening mee gehouden. Bij de bepaling van het productieverlies is verder rekening gehouden met het per maand variërende windaanbod volgens de meerjarig landelijk gemiddelde maandelijkse windex. Bij de stilstandsregeling is ook rekening gehouden met alle woningen waar de jaarlijkse hinderduur door slagschaduw meer dan zes uur kan bedragen (alle woningen binnen de rode contour in figuur 3).

Tabel 4-3: stilstandstijden turbines 1, 2, 4 en 5.

punt	van	tot	stop	start
	turbine 1: verwachte stilstand 24 uur 0,20% verlies			
a,b,c	8-mei	30-jun	5:09	5:43
	1-jul	5-aug	5:14	6:01
	turbine 2: verwachte stilstand 40 uur 0,33% verlies			
d,e,f,g	1-mei	15-mei	5:32	6:07
	16-mei	7-jul	5:09	6:07
	8-jul	12-aug	5:18	6:17
	turbine 4: verwachte stilstand 68 uur 0,58% verlies			
h, i, j, k	10-apr	4-mei	5:46	6:47
	5-mei	5-jun	5:12	6:29
	6-jun	3-jul	5:09	5:59
	4-jul	5-aug	5:17	6:39
	6-aug	3-sep	5:56	6:51
	turbine 5: verwachte stilstand 67 uur 0,66% verlies			
l, m, n, o	10-apr	2-mei	5:51	6:47
	3-mei	27-mei	5:18	6:30
	28-mei	10-jul	5:09	6:19
	11-jul	6-aug	5:24	6:38
	7-aug	3-sep	5:57	6:50

Bij de bepaling van de schaduwduren is geen rekening gehouden met eventuele beplanting en gebouwen die het zicht kunnen belemmeren. Hierdoor kan de hinder worden beperkt en kunnen de stilstandstijden uitgebreider zijn dan strikt noodzakelijk.

5. Bespreking

Het jaargemiddelde geluidniveau vanwege het windpark Hartelbrug II met acht turbines Enercon E-101 3 MW bedraagt maximaal $L_{den}=47$ dB ter plaatse van nabij gelegen woningen van derden. Het nachtelijke geluidniveau L_{night} bedraagt niet meer dan 41 dB. Aan de normstelling voor geluid wordt bij alle woningen voldaan.

Bij een aantal van woningen in Geervliet en in Heenvliet wordt jaarlijks gedurende meer dan zes uur slagschaduw hinder verwacht. Door vier turbines te voorzien van een automatische stilstandsregeling wordt de jaarlijkse hinderduur door slagschaduw beperkt en wordt bij alle woningen van derden aan de voorgestelde norm voor de duur van slagschaduw hinder voldaan. Dit gaat gepaard met enig opbrengstverlies. Gemiddeld over alle acht turbines is het productieverlies 0,22%. Zeer hinderlijke flikkerfrequenties boven 2,5 Hz komen niet voor.

Bodemgebieden

Id	Omschr.	X	Y	Bf
1	Hartelkanaal	80614,94	431558,99	0,00
2	Seinehaven	75674,54	433116,54	0,00
3	Voedingskanaal	75127,46	433734,80	0,00

Wegen, wateroppervlakken en de locatie van gebouwen zijn in het rekenmodel geïmporteerd vanuit een Geografisch informatiesysteem. Dit zijn veel objecten.

Toetspunten geluid

Id	Omschr.	X	Y	Maaiveld	Hoogte A	Gevel
1	woning Geervliet	77741,98	431075,12	0,00	5,00	Ja
2	woning Geervliet	77380,64	431172,18	0,00	5,00	Ja
3	woning Heenvliet	76454,88	431650,05	0,00	5,00	Ja
4	woning Heenvliet	76020,48	431854,21	0,00	5,00	Ja

Rekenpunten slagschaduw

Id	Omschr.	X	Y	Maaiveld	Onder	Boven
a	woning Hooftweg	77739,73	431076,68	0,00	0,50	5,00
b	woning Polderlaan	77528,84	430995,39	0,00	0,50	5,00
c	woning Hooftweg	77608,37	431101,89	0,00	0,50	5,00
d	woning Hooftweg	77485,39	431135,41	0,00	0,50	5,00
e	woning Roosendaalweg	77284,63	430983,80	0,00	0,50	5,00
f	woning Roosendaalweg	77317,66	431119,02	0,00	0,50	5,00
g	woning Schellinxweg	77381,45	431171,65	0,00	0,50	5,00
h	woning Wieldijk	76528,63	431582,01	0,00	0,50	5,00
i	woning Vioolstraat	76316,57	431312,17	0,00	0,50	5,00
j	woning Leliestraat	76253,87	431325,69	0,00	0,50	5,00
k	woning Wieldijk	76376,06	431638,05	0,00	0,50	5,00
l	woning Coolwijkseweg	76297,05	431723,51	0,00	0,50	5,00
m	woning Donjonstraat	76057,43	431595,69	0,00	0,50	5,00
n	woning Hugo van Voorneweg	75883,40	431607,26	0,00	0,50	5,00
o	woning Schepenstraat	76002,55	431868,32	0,00	0,50	5,00

Rekenraster geluid

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte	DeltaX	DeltaY	X-aantal	Y-aantal
1	grid	74248,03	432122,05	5,00	50	50	114	92

Geluidbronnen, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
1	Enercon E-101 3 MW	78400,00	431449,00	99,00
2	Enercon E-101 3 MW	78083,00	431428,00	99,00
3	Enercon E-101 3 MW	77505,00	431534,00	99,00
4	Enercon E-101 3 MW	77108,00	431750,00	99,00
5	Enercon E-101 3 MW	76718,00	431978,00	99,00
6	Enercon E-101 3 MW	76328,00	432207,00	99,00
7	Enercon E-101 3 MW	75971,00	432481,00	99,00
8	Enercon E-101 3 MW	75778,00	432888,00	99,00

Geluidbronnen, bronsterkten dag

Id	Omschr.	Lwr 31	Lwr 63	Lwr 125	Lwr 250	Lwr 500	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Lwr Totaal
1	Enercon E-101 3 MW	--	81,46	86,76	93,76	95,96	93,46	87,96	81,16	68,46	99,96
2	Enercon E-101 3 MW	--	81,46	86,76	93,76	95,96	93,46	87,96	81,16	68,46	99,96
3	Enercon E-101 3 MW	--	81,46	86,76	93,76	95,96	93,46	87,96	81,16	68,46	99,96
4	Enercon E-101 3 MW	--	81,46	86,76	93,76	95,96	93,46	87,96	81,16	68,46	99,96
5	Enercon E-101 3 MW	--	81,46	86,76	93,76	95,96	93,46	87,96	81,16	68,46	99,96
6	Enercon E-101 3 MW	--	81,46	86,76	93,76	95,96	93,46	87,96	81,16	68,46	99,96
7	Enercon E-101 3 MW	--	81,46	86,76	93,76	95,96	93,46	87,96	81,16	68,46	99,96
8	Enercon E-101 3 MW	--	81,46	86,76	93,76	95,96	93,46	87,96	81,16	68,46	99,96

Geluidbronnen, bronsterkten avond

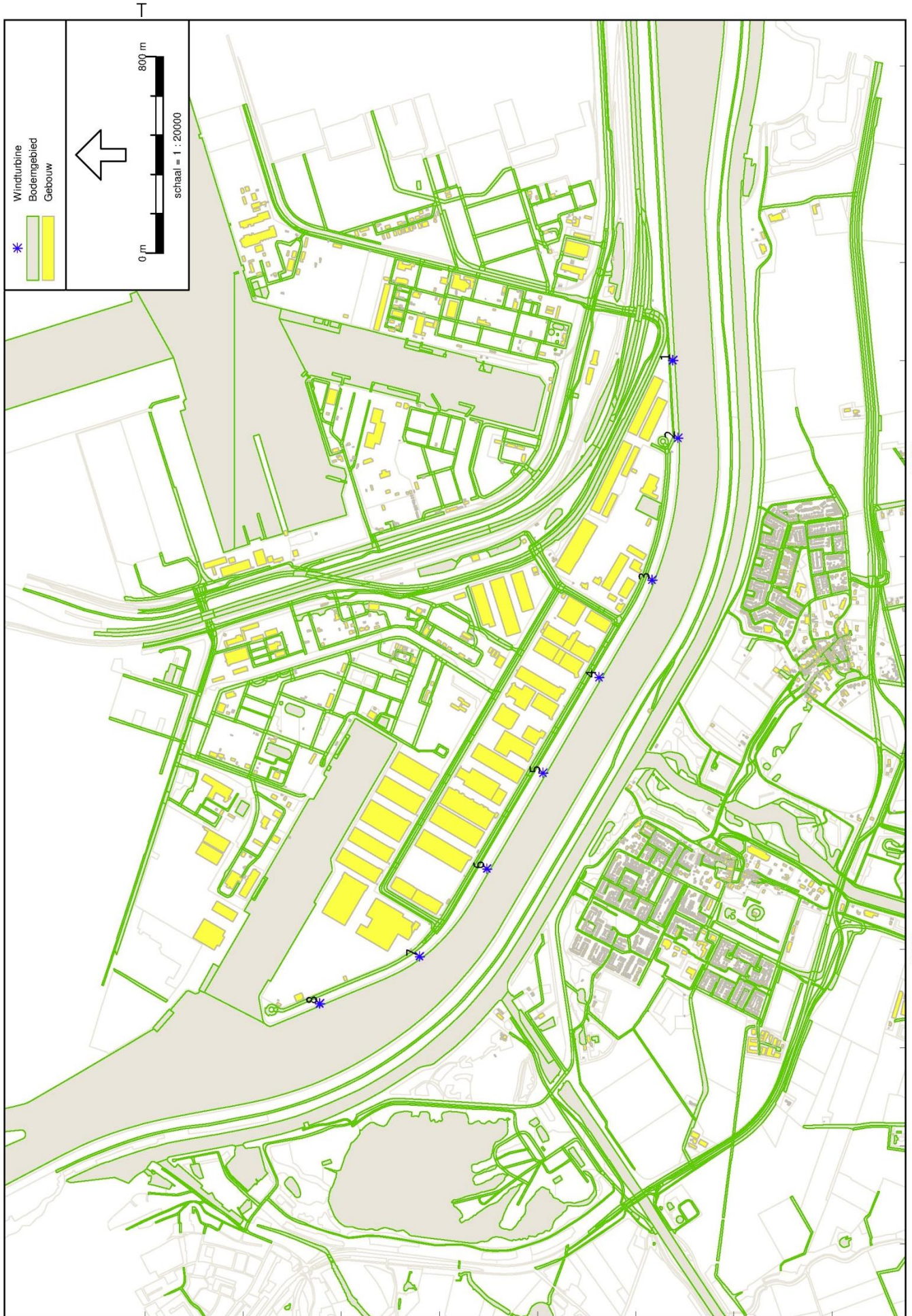
Id	Omschr.	Lwr 31	Lwr 63	Lwr 125	Lwr 250	Lwr 500	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Lwr Totaal
1	Enercon E-101 3 MW	--	81,60	86,90	93,90	96,10	93,60	88,10	81,30	68,60	100,10
2	Enercon E-101 3 MW	--	81,60	86,90	93,90	96,10	93,60	88,10	81,30	68,60	100,10
3	Enercon E-101 3 MW	--	81,60	86,90	93,90	96,10	93,60	88,10	81,30	68,60	100,10
4	Enercon E-101 3 MW	--	81,60	86,90	93,90	96,10	93,60	88,10	81,30	68,60	100,10
5	Enercon E-101 3 MW	--	81,60	86,90	93,90	96,10	93,60	88,10	81,30	68,60	100,10
6	Enercon E-101 3 MW	--	81,60	86,90	93,90	96,10	93,60	88,10	81,30	68,60	100,10
7	Enercon E-101 3 MW	--	81,60	86,90	93,90	96,10	93,60	88,10	81,30	68,60	100,10
8	Enercon E-101 3 MW	--	81,60	86,90	93,90	96,10	93,60	88,10	81,30	68,60	100,10

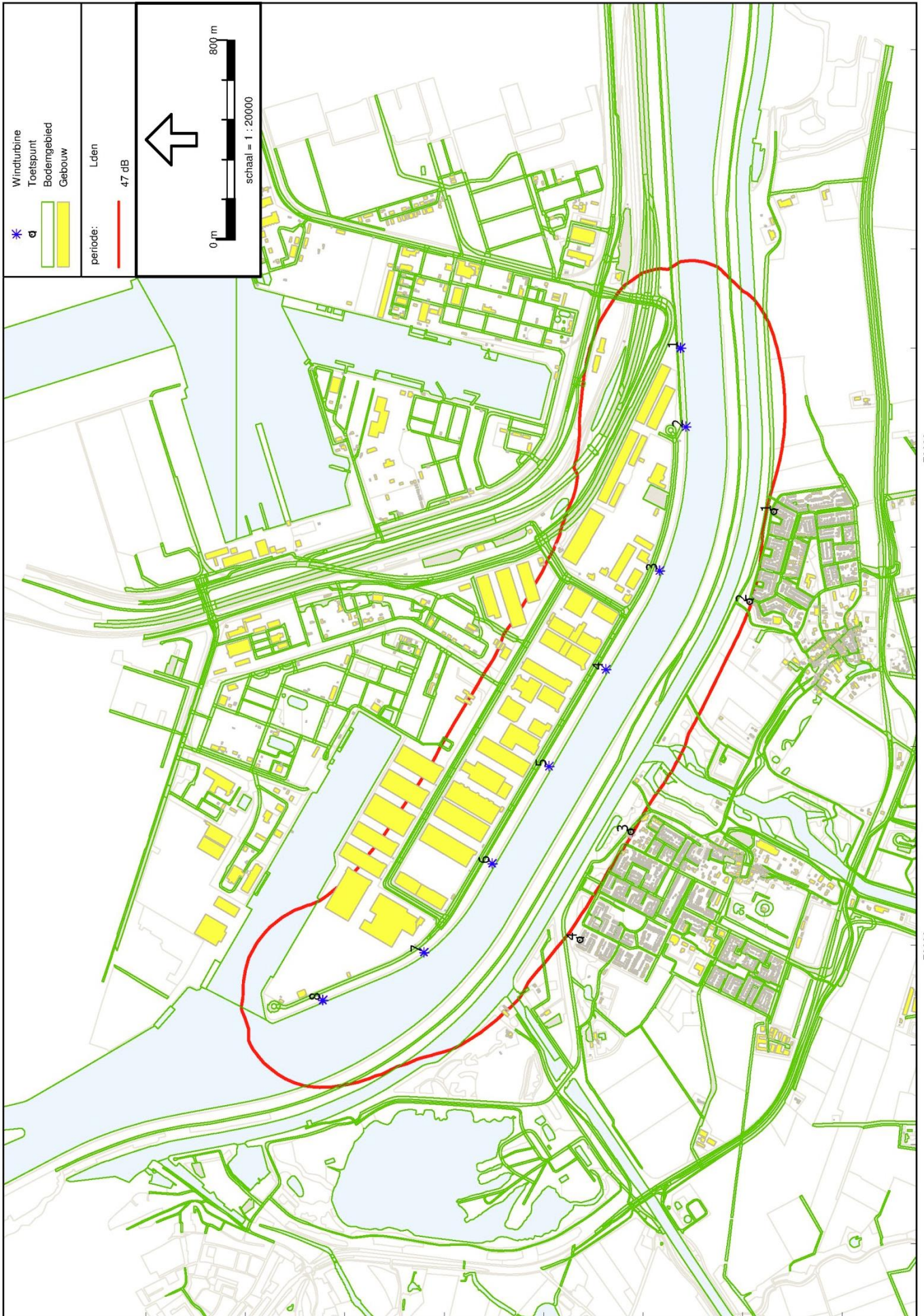
Geluidbronnen, bronsterkten nacht

Id	Omschr.	Lwr 31	Lwr 63	Lwr 125	Lwr 250	Lwr 500	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Lwr Totaal
1	Enercon E-101 3 MW	--	81,84	87,14	94,14	96,34	93,84	88,34	81,54	68,84	100,34
2	Enercon E-101 3 MW	--	81,84	87,14	94,14	96,34	93,84	88,34	81,54	68,84	100,34
3	Enercon E-101 3 MW	--	81,84	87,14	94,14	96,34	93,84	88,34	81,54	68,84	100,34
4	Enercon E-101 3 MW	--	81,84	87,14	94,14	96,34	93,84	88,34	81,54	68,84	100,34
5	Enercon E-101 3 MW	--	81,84	87,14	94,14	96,34	93,84	88,34	81,54	68,84	100,34
6	Enercon E-101 3 MW	--	81,84	87,14	94,14	96,34	93,84	88,34	81,54	68,84	100,34
7	Enercon E-101 3 MW	--	81,84	87,14	94,14	96,34	93,84	88,34	81,54	68,84	100,34
8	Enercon E-101 3 MW	--	81,84	87,14	94,14	96,34	93,84	88,34	81,54	68,84	100,34

Rekenresultaten Enercon 3 MW

Id	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
1_A	woning Geervliet	5,00	39,90	40,04	40,28	46,60
2_A	woning Geervliet	5,00	40,45	40,59	40,83	47,15
3_A	woning Heenvliet	5,00	40,49	40,63	40,87	47,19
4_A	woning Heenvliet	5,00	39,36	39,50	39,74	46,06





432000

78000

78000

Industrielaan - IL-WT, [windpark Hartelbrug - april 2014], Geomilieu V2.40

figuur 3: rekenpunten en schaduwcontouren
groen=0 rood=5 en blauw=15 uur slagschaduwhinder per jaar.

