



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

Opdrachtgever: Alisios B.V.
Vivienstraat 28
2582 RT 's Gravenhage

Kenmerk: 714043 AS WP Westeinde versie v3

Betreft: Akoestisch onderzoek en onderzoek naar slagschaduwhinder
windpark Westeinde te Anna Paulowna.

Contactpersoon opdrachtgever:
de heer Michiel Oosterhaven,
Tel: (06) 50 742 655.

Behandeld door:
B. Vogelaar,

Eindcontrole:
A.U.G. Beltau,
11 januari 2016.

Inhoud

1.	Inleiding	1
1.1	Beschrijving van de locatie	1
1.2	Regelgeving	1
1.3	Gegevens windturbines	2
2.	Akoestisch onderzoek	2
2.1	Normstelling	2
2.2	Geluidbron.....	2
2.3	Invoer rekenmodel	3
2.4	Windaanbod	4
2.5	Rekenresultaten EWT DW52	5
2.6	Beoordeling geluid EWT DW52	6
3.	Onderzoek slagschaduw	7
3.1	Normstelling	7
3.2	Schaduwgebied.....	7
3.3	Potentiële schaduw	7
3.4	Rekenresultaten.....	9
3.5	Hinderduur bij woningen	9
3.6	Maatregelen	10
4.	Bespreking	11

Bijlagen

bijlage 1 : verklarende begrippenlijst	12
bijlage 2 : objecten rekenmodel geluid	14
bijlage 3 : rekenresultaten geluid	16
bijlage 4 : rekenresultaten slagschaduw EWT DW 52	17
bijlage 5 : Overzicht slagschaduw op alle toetspunten	19

Figuren

figuur 1: situatie objecten rekenmodel geluid	21
figuur 2: geluidcontouren: 7x EWT DW52	22
figuur 3: slagschaduwcontouren 7x EWT DW52	23

1. Inleiding

In opdracht van Alisios BV te 's Gravenhage is een akoestisch onderzoek en een onderzoek slagschaduwinder uitgevoerd. Het betreft windpark Westeinde met zeven windturbines ten oosten van het Noordhollandsch Kanaal te Anna Paulowna. De bestaande zeven kleinere turbines worden vervangen door windturbines van het type EWT Directwind 52 *900 (EWT DW52) op een ashoogte van 50 meter. De bestaande windturbines zijn van het type Neg Micon 900/52 op 50 meter ashoogte.

1.1 Beschrijving van de locatie

De inrichting is gelegen ten oosten van de weg N9 en het Noordhollandsch Kanaal, circa 3 km ten westen van Anna Paulowna (zie ook *Afbeelding 1-1*). De inrichting van de nabije omgeving bestaat uit agrarische activiteiten.

De zeven nieuwe windturbines worden opgesteld in een lijn parallel aan het Noordhollandsch Kanaal (zie ook *Afbeelding 1-1*). De woningen in dit gebied zijn veelal bedrijfs- en/of grondgebonden agrarische woningen. De meest nabij gelegen geluidgevoelige bestemming van derden bevindt zich op binnen een afstand van circa 230 m vanaf de windturbines en betreft de woning aan de Parallelweg 59.

Afbeelding 1-1: locatie.



1.2 Regelgeving

De inrichting valt onder artikel 3.13 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 ministeriele regeling².

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.

Indien er zich binnen een afstand van twaalf maal de rotordiameter (624 m) vanaf de locatie van de windturbines (geluidgevoelige) woningen van derden bevinden, is onderzoek naar slagschaduwhinder noodzakelijk.

1.3 Gegevens windturbines



De EWT Directwind 52*900 heeft een rotordiameter van 52 m en is uitgevoerd met drie rotorbladen van Polymarín.

Het toerental van de rotor is continu variabel tussen 11 en 28 tpm. De turbine wordt hier geplaatst op een conische stalen buismast van 50 m hoogte waardoor het hoogste punt van de rotor op circa 76 m komt.

In het ronde turbinehuis zit de generator van 900 kW. Omdat de generator rechtstreeks wordt aangedreven door de rotor is er geen tandwielkast nodig en krijgt het turbinehuis zijn karakteristieke vorm. De kleur van de rotorbladen is lichtgrijs, het generatorhuis en de mast zijn grijs. De rotorbladen zijn semi-mat. De grootste breedte van het rotorblad is circa 2,4 m.

2. Akoestisch onderzoek

2.1 Normstelling

Volgens artikel 3.14a eerste lid van het Activiteitenbesluit wordt het geluidniveau vanwege windturbines dat optreedt bij woningen van derden getoetst aan de waarden $L_{den}=47$ dB en $L_{night}=41$ dB.

Bij de toepassing van artikel 3.14a, tweede lid, 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 § 6.10a, artikel 6.21a, lid 2) geldt voor windturbines van voor 1 januari 2011. Dit betekent dat geen rekening hoeft te worden gehouden met reeds bestaande windturbines vergund voor 2011, in dit geval betreft dit de windturbine aan de Grasweg 38a.

2.2 Geluidbron

2.2.1 EWT DW52

Door Emergya Wind Technologies BV zijn geluidgegevens beschikbaar gesteld voor de EWT Directwind 52 900kW. De bronsterkte in standaard modus (nominaal vermogen 900 kW) bedraagt volgens de geluidspecificatie³ bij een windsnelheid van 8 m/s op 10 m hoogte boven een vlak landbouwgebied 100,7 dB(A) bij een rotorashoogte van 50 m. Voor de overdrachtsberekeningen is het octaafspectrum gebruikt afkomstig uit hetzelfde document dat gemeten is bij een windsnelheid van $V_{hub}=8$ m/s op ashoogte.

³ Specification geluidsvermogen DW52, doc code S-1005003, EWT 28-01-2015

2.3 Invoer rekenmodel

Van de situatie is een akoestisch rekenmodel opgesteld met behulp van het programma *Geomilieu*® module IL-WT versie V2.62. 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 kaartmateriaal, luchtfoto's, aangeleverde documentatie en reeds beschikbare modelinformatie. In het gebied zijn bodemgebieden aangeduid als akoestisch absorberend ($B=1,0$), indien aanwezig, terreinverhardingen als deels absorberend ($B=0,2$) en water en wegen als akoestisch reflecterend ($B=0$). De windturbine is akoestisch gemodelleerd met drie rondom uitstralende puntbronnen ter hoogte van de rotoras ($h_b=50$ m).

De positie van de woningen zijn gebaseerd op bekende gegevens en het BAG bestand (Basisregistratie Adressen en Gebouwen).

De toetspunten voor de woningen van derden worden representatief geacht voor de situatie en bepalen de maximale belasting ter plaatse. In *Tabel 2-1* zijn 17 geselecteerde toetspunten gegeven.

Tabel 2-1: toetspunten akoestiek

toetspunt nr	omschrijving	t.o.v. windturbine	
		afstand circa [m]	windrichting
A	Zuiderweg 8	300	Z
B	Scheidingsvliet 1 a	330	ZW
C	Scheidingsvliet 1	430	W
D	Scheidingsvliet 3	590	W
E	Boermansweg 29	360	O
F	Boermansweg 31	290	NO
G	Parallelweg 54	430	NW
H	Parallelweg 55	310	W
I	Parallelweg 56	260	W
J	Parallelweg 57	240	W
K	Grasweg 41	300	O
L	Grasweg 43	270	O
M	Parallelweg 58	330	W
N	Parallelweg 59	230	W
O	Callantsogervaart 17	230	NW
P	Grasweg 44	310	O
Q	Boermansweg 30 a	320	NO

De toetspunten hebben een beoordelingshoogte van +5 m boven het plaatselijke maaiveld. Op elk toetspunt is het jaargemiddelde geluidniveau L_{den} berekend. Het rekenresultaat is het invallende geluidniveau (dat wil zeggen zonder reflectie van de achterliggende eigen gevel).

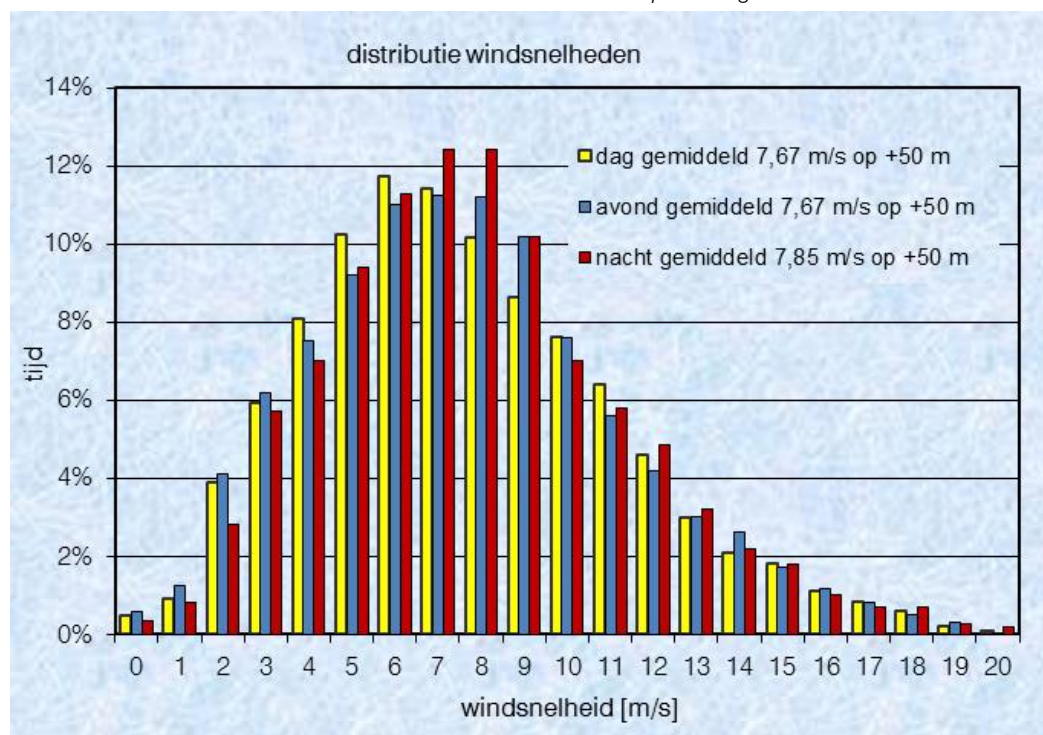
Details van de invoergegevens van het rekenmodel zijn gegeven in figuur 1 en bijlage 2 achterin deze rapportage.

2.4 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 hoogten van 80 tot 120 m. 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.

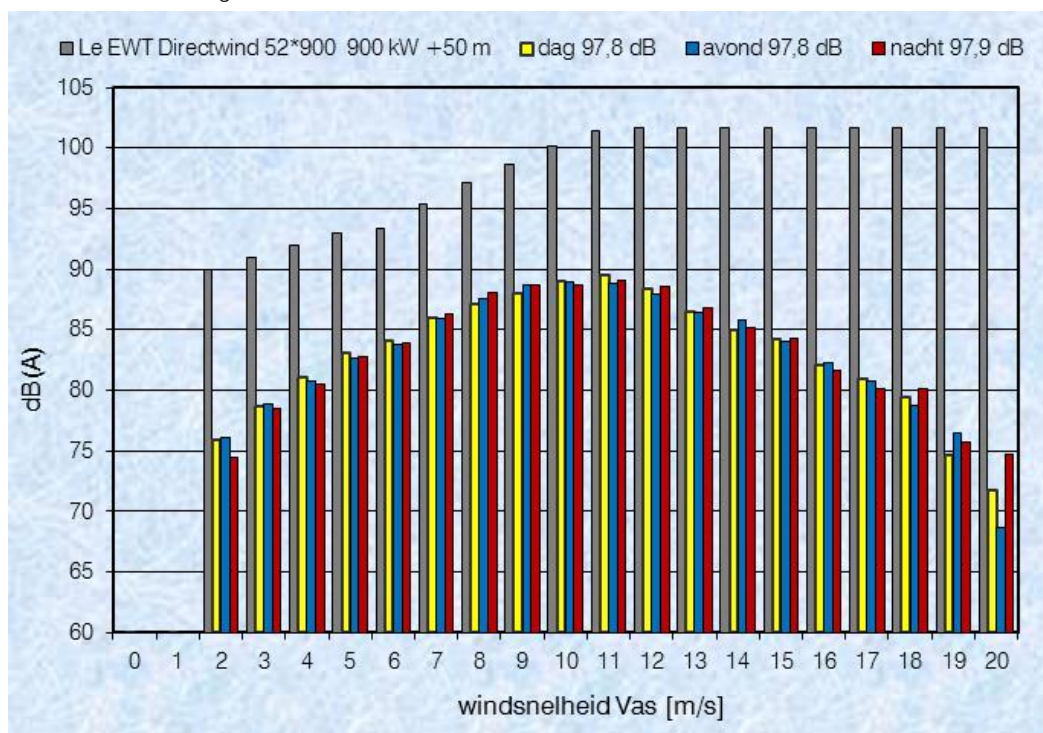
De windsnelheden op de betreffende locatie zijn verkregen door een interpolatie van de gegevens die gelden voor een hoogte van 80 m van de nabijgelegen rasterpunten, geëxtrapoleerd met een ruwheidslengte van de bodem $z_0=0,1$. Met deze gegevens zijn de windsnelheden op ashoogte 50 m bepaald. De verschillen tussen de dag, de avond en de nacht zijn beperkt. *Grafiek 2-1* geeft de verdeling van de jaargemiddelde windsnelheden op +50 m voor de dag, de avond en de nacht.

Grafiek 2-1: distributie van de voorkomende windsnelheden op ashoogte +50 m.



De gerapporteerde bronsterkten in relatie tot de windsnelheid op 10 m hoogte zijn voor het gekozen turbinetype omgerekend naar bronsterkten in relatie tot de windsnelheid op ashoogte. Dit leverde de waarden op die zijn weergegeven met grijze staven in *Grafiek 2.2*.

Grafiek 2-2: verdeling bronsterkten EWT Directwind 52*900 +50 m.



Ter informatie zijn in bovenstaande grafiek ook de gecorrigeerde bronsterkten van de EWT DW 52 turbine weergegeven per windsnelheidsklasse voor de dag, de avond en de nacht. Hieruit valt op te maken dat het geluid bij windsnelheden van $V_{as}=6$ tot 13 m/s de hoogste bijdrage levert aan het jaargemiddelde. Het geluid bij windsnelheden tot $V_{as}=3$ m/s en vanaf 17 m/s heeft een lage bijdrage. Cumulatie van deze bronsterkten over alle windsnelheidsklassen levert de jaargemiddelde bronsterkten op. Deze waarden L_E voor de EWT DW52*900 bedragen 97,8, 97,8 en 97,9 dB(A) voor respectievelijk de dag, de avond en de nacht.

2.5 Rekenresultaten EWT DW52

In Tabel 2-2 is voor het windpark, met de EWT DW52 windturbine, 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 2-2: rekenresultaten 7x EWT DW52 turbine.

toetspunt nr	omschrijving	L_{day} [dB]	L_{even} [dB]	L_{night} [dB]	L_{den} [dB]
A	Zuiderweg 8	38	38	38	44
B	Scheidingsvliet 1 a	38	38	38	44
C	Scheidingsvliet 1	36	36	36	42
D	Scheidingsvliet 3	33	33	33	40
E	Boermansweg 29	38	38	38	45
F	Boermansweg 31	40	40	40	46
G	Parallelweg 54	37	37	37	44
H	Parallelweg 55	40	40	40	46
I	Parallelweg 56	41	41	41	47
J	Parallelweg 57	41	41	41	47
K	Grasweg 41	39	39	39	45
L	Grasweg 43	40	40	40	46
M	Parallelweg 58	39	39	39	46
N	Parallelweg 59	40	40	40	46
O	Callantsogervaart 17	40	40	40	47
P	Grasweg 44	39	39	39	45
Q	Boermansweg 30 a	39	39	39	45

* Let op: volgnummers wijken af van de toetspunten voor slagschaduwinder.

In bovenstaande tabel is te zien dat bij alle woningen wordt voldaan aan de norm voor windturbinegeluid. De rekenresultaten zijn ook gedetailleerd weergegeven in bijlage 3.

2.6 Beoordeling geluid EWT DW52

Bij de woningen van derden wordt voldaan aan de geluidnorm $L_{den}=47$ dB en $L_{night}=41$ dB.

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.

In artikel 3.14 onder 4. van het Activiteitenbesluit wordt verwezen naar de bij de ministeriële regeling te stellen maatregelen. In deze regeling⁴ is in artikel 3.12 voorgescreven 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 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 de streefwaarde van zes uur per jaar. Dit is een strengere beoordeling dan volgens het Activiteitenbesluit omdat in het Activiteitenbesluit op 17 dagen per jaar de hinderduur van zonsopgang tot zonsondergang mag bevatten en op alle overige dagen in het jaar de hinderduur door slagschaduw 20 minuten mag bedragen.

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 het zuiden altijd hoog staat. Aan de zuidzijde treedt nooit schaduw op omdat de zon nooit in het noorden staat.

3.3 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

⁴ 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).

⁵ Voor de letterlijke tekst wordt verwezen naar de regeling.

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 nauwkeurigheid waarmee de potentiële schaduwduur 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 nog behoorlijk.

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 worden ontleend aan meerjarige data van nabijgelegen meteostations.

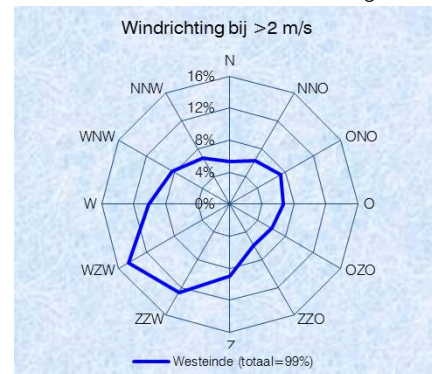
Grafiek 3-1: deel van de dag zonneschijn.



3.3.2 Oriëntatie

Het rotorvlak staat niet altijd haaks op de schaduwricting waardoor de hinderduur wordt beperkt. Als het rotorvlak evenwijdig staat aan de schaduwricting 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 windturbines worden gezien ligt deze correctie tussen circa 55% en 75%.

Grafiek 3-2: distributie windrichtingen.



3.3.3 Bedrijfstijd

Slagschaduwhinder 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.

3.4 Rekenresultaten

Van het windpark zijn de schaduwduren in het omliggende gebied berekend. In figuur 3 is met een groene, rode en grijze isolijn aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur respectievelijk 0, 5 of 15 uur bedraagt.

Overschrijding van de streefwaarde voor de jaarlijkse hinderduur kan optreden bij de woningen binnen de rode 5 uurcontour. Bij woningen buiten de rode 5 uurcontour wordt aan de streefwaarde voor de maximale hinder van zes uur per jaar voldaan.

3.5 Hinderduur bij woningen

De jaarlijkse hinderduur van het windpark is voor elk van de drie turbinetypes berekend op alle nabijgelegen woningen. Er zijn 57 woningen geïdentificeerd binnen een afstand van 12 maal de rotordiameter waar slagschaduw zou kunnen optreden. Uit de berekeningen blijkt (zie figuur 3, bijlage 4 en bijlage 5) dat voor 14 van de 57 toetspunten meer dan 6 uur verwachte slagschaduwhinder kan optreden. Van de overige toetspunten met hinder buiten de streefwaarde is de verwachte hinderduur weergegeven in bijlage 5.

Bij de beoordeling van slagschaduwhinder 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 bij woningen is uitgegaan van 5,0 m en voor de geprojecteerde breedte van het gevelvlak is 8 m aangehouden. In de berekening van de contouren is met deze afmetingen geen rekening gehouden.

De objecten en resultaten van het rekenmodel zijn gegeven bijlage 4. Hierin is voor de rekenpunten de potentiële jaarlijkse hinderduur, het aantal dagen per jaar waarop hinder kan optreden en de maximale passageduur van de schaduw langs de gevel en de verwachte hinderduur per jaar gegeven (tijden in uren en minuten; uu:mm). Voor de toetspunten met meer dan 6 uur verwachte slagschaduwhinder is in Tabel 3-1 de verwachte hinderduur per jaar weergegeven.

Tabel 3-1: schaduwhinder door 7x EWT DW52 windturbines.

toets- punt*	adres	verwachte hinderduur per jaar windpark Westeinde [uu:mm]
B	Boermansweg 31	10:45
C	Boermansweg 30a	9:07
D	Parallelweg 54	6:56
E	Parallelweg 56	21:04
F	Parallelweg 57	32:27
G	Grasweg 39	7:07
H	Grasweg 41	7:20
I	Grasweg 42	6:04
J	Grasweg 43	12:56
K	Grasweg 44	9:38
L	Parallelweg 59	16:32
M	Callantsogervaart 17	9:02
N	Callantsogervaart 18	8:03
O	Callantsogervaart 19a	6:36

*: Let op toetspunten komen qua nummering niet overeen met de nummering van de toetspunten voor akoestiek.

Bij 14 van de onderzochte woningen treedt jaarlijks meer dan de voorgestelde streefwaarde van 6 uur slagschaduwhinder 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 in de praktijk nog verder worden beperkt.

Binnen een afstand van 250 m van de windturbine kan de zon volledig bedekt worden door een 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 frequenties van de lichtflikkeringen varieert tussen circa 0,55 Hz en 1,42 Hz en ligt hiermee onder de 2,5 Hz dat als erg storend wordt ervaren en schadelijk kan zijn.

3.6 Maatregelen

Om te voldoen aan de voorgestelde streefwaarde voor de jaarlijkse hinderduren, worden de windturbines voorzien van een stilstandsregeling die de rotor stopt. In de turbinebesturing worden hiervoor de dagen en tijden geprogrammeerd waarin de rotor wordt gestopt als de zon schijnt. De totale stilstandsduur kan met een zonschijnsensor beperkt worden. Bij de berekening van de verwachte stilstand is daar rekening mee gehouden.

4. Bespreking

In opdracht van Alisios B.V. te 's Gravenhage is een akoestisch onderzoek en een onderzoek naar slagschaduwhinder voor windpark Westeinde. Het betreft hier zeven op te richten windturbines van het type EWT DirectWind 52*900 met een ashoogte van 50 meter. De turbines worden geplaatst in een lijn parallel aan het Noordhollandsch Kanaal ten westen van Anna Paulowna.

Bij woningen van derden wordt voldaan aan de geluidnorm $L_{den}=47$ dB en $L_{night}=41$ dB.

Er zijn woningen in de nabijheid aanwezig waar overschrijding van de streefwaarde van zes uren slagschaduwhinder per jaar kan optreden. De hinder kan worden weggenomen tot binnen de normstelling door een automatische stilstandsvoorziening, die de windturbine(s) afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten. Een stilstandsvoorziening gaat ook enigszins ten koste van de productie.



Pondera Services,
D.F. Oude Lansink.

Bronsterkte	Het geluid dat de windturbine produceert, op ashoogte, ter plaatse van de turbine.
Flikkerfrequentie	Het aantal passages per seconde van een rotorblad. Flikkerfrequenties boven 2,5 Hz (2,5 passages per seconde) zijn zeer hinderlijk voor mensen maar komen bij grotere windturbines niet voor.
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 zijn geen gevoelige objecten.
Gevelvlak	De slagschaduw wordt niet getoetst op een enkel punt maar op een vlak dat alle ramen van een verblijfsruimte omvat. In dit onderzoek wordt een vlak beoordeeld met een geprojecteerde breedte van acht meter en een hoogte van vijf meter.
Hertz	Frequentie. 1 Hz is één keer per seconde. 5 Hz is vijf keer per seconde.
Hinderduur	De hinderduur is de verwachte gemiddelde duur per jaar van hinderlijke slagschaduw op de gevel. Hierbij is de potentiële schaduwduur gecorrigeerd voor de maandelijkse kans op zon, de kans op het draaien van de rotor en de richting van het rotorvlak. Als een jaar zonniger is dan gemiddeld kan de hinderduur langer zijn dan de gemiddelde hinderduur.
L_{den}	Het jaargemiddelde geluidniveau over het etmaal.
L_e	De jaargemiddelde bronsterkte.
L_{day}	Het jaargemiddelde geluidniveau in de dag.
L_{eve}	Het jaargemiddelde geluidniveau in de avond.
L_{night}	Het jaargemiddelde geluidniveau in de nacht.
Lichtflikkeringen	Als de schaduw van een rotorblad langs het gevelvlak gaat zal verschil in lichtintensiteit optreden. Het aantal lichtflikkeringen per periode bepaalt de flikkerfrequentie.
Meteogegevens	Statistische gegevens van meetstations in de omgeving van de windturbine. De meteogegevens bevatten de distributies van windsnelheden en windrichtingen en de maandelijkse kans op zonnenschijn.
Passageduur	De maximale duur op een dag van de schaduw op (een deel van) het gevelvlak. Hierbij wordt uitgegaan van continu zonnenschijn en de meest ongunstige richting van het rotorvlak.

Potentiële schaduwduur	De jaarlijkse duur van de schaduw over het gevelvlak indien de zon altijd schijnt, de turbine altijd in werking is en de richting van de rotor altijd dwars staat op de lijn van de turbine naar de woning.
Slagschaduw	Bewegende schaduw van de draaiende rotorbladen. Bij slagschaduw op een raam wordt het afwisselend licht en donker in de verblijfsruimte. Buiten is dit minder hinderlijk omdat het licht dan vanuit meerdere richtingen komt.
Stilstand voorziening	Instellingen voor de turbine waardoor deze stilgezet kan worden indien anders de norm voor slagschaduw hinder overschreden zou worden. Een stilstand voorziening kan als optie geïnstalleerd worden. De voorziening moet automatisch werken.

Bodemgebieden

Id	Omschr.	X	Y	Bf
1	kanaal	113924,55	544676,57	0,00
2	kanaal	113440,06	543565,00	0,00
3	kanaal	112773,41	540873,09	0,00
4	sloot	113042,46	541592,97	0,00
5	sloot	113299,72	542618,03	0,00
6	Wateroppervlak	113509,63	543362,18	0,00
7	Rijksweg	113683,84	544162,64	0,00
8	Rijksweg	113486,25	543692,33	0,00
9	Rijksweg	113473,13	543684,14	0,00
10	Rijksweg	113351,71	543314,86	0,00
11	Rijksweg	113202,06	542677,14	0,00
12	Rijksweg	113029,63	541933,48	0,00
13	Rijksweg	112872,31	541345,80	0,00
14	Rijksweg	112747,75	540848,72	0,00

Rekenraster

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte	Maaiveld	DeltaX	DeltaY	X-aantal	Y-aantal
1	grid	111023,62	544996,66	5,00	0,00	50	50	81	101

Rekenpunten akoestiek

Id	Omschrijving	X	Y	Hoogte
A	Zuiderweg 8 1761LM	112908,25	540901,70	5,00
B	Scheidingsvliet 1 a 1759LC	112720,64	540947,00	5,00
C	Scheidingsvliet 1 1759LC	112509,50	541108,57	5,00
D	Scheidingsvliet 3 1759LC	112343,22	541281,71	5,00
E	Boermansweg 29 1761LL	113454,94	541919,44	5,00
F	Boermansweg 31 1761LL	113361,39	541972,85	5,00
G	Parallelweg 54 1759LK	112803,69	542176,57	5,00
H	Parallelweg 55 1759LK	113041,16	542224,97	5,00
I	Parallelweg 56 1759LK	113103,29	542713,27	5,00
J	Parallelweg 57 1759LK	113102,15	542766,52	5,00
K	Grasweg 41 1761LJ	113586,39	543019,15	5,00
L	Grasweg 43 1761LJ	113494,56	543063,98	5,00
M	Parallelweg 58 1759LK	113271,53	543178,37	5,00
N	Parallelweg 59 1759LK	113248,08	543437,08	5,00
O	Callantsogervaat 17 1759LH	113428,40	543667,27	5,00
Q	Boermansweg 30 a 1761LL	113376,00	542018,00	5,00
P	Grasweg 44 1761LJ	113529,00	543095,00	5,00

Geluidbronnen geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
301	EWT DirectWind 52*900	113484,00	543441,00	50,00
302	EWT DirectWind 52*900	113334,00	542843,00	50,00
303	EWT DirectWind 52*900	113244,00	542466,00	50,00
304	EWT DirectWind 52*900	113094,00	541848,00	50,00
305	EWT DirectWind 52*900	113041,00	541634,00	50,00
306	EWT DirectWind 52*900	112988,00	541421,00	50,00
307	EWT DirectWind 52*900	112935,00	541207,00	50,00

Geluidbronnen bronsterkte dag

Id	Omschr.	Le 31	Le 63	Le 125	Le 250	Le 500	Le 1k	Le 2k	Le 4k	Le 8k	Le Totaal
301	EWT DirectWind 52*900	70,74	80,26	87,13	92,69	92,89	89,74	87,02	82,14	71,12	97,82
302	EWT DirectWind 52*900	70,74	80,26	87,13	92,69	92,89	89,74	87,02	82,14	71,12	97,82
303	EWT DirectWind 52*900	70,74	80,26	87,13	92,69	92,89	89,74	87,02	82,14	71,12	97,82
304	EWT DirectWind 52*900	70,74	80,26	87,13	92,69	92,89	89,74	87,02	82,14	71,12	97,82
305	EWT DirectWind 52*900	70,74	80,26	87,13	92,69	92,89	89,74	87,02	82,14	71,12	97,82
306	EWT DirectWind 52*900	70,74	80,26	87,13	92,69	92,89	89,74	87,02	82,14	71,12	97,82
307	EWT DirectWind 52*900	70,74	80,26	87,13	92,69	92,89	89,74	87,02	82,14	71,12	97,82

Geluidbronnen bronsterkte avond

Id	Omschr.	Le 31	Le 63	Le 125	Le 250	Le 500	Le 1k	Le 2k	Le 4k	Le 8k	Le Totaal
301	EWT DirectWind 52*900	70,74	80,25	87,12	92,68	92,88	89,74	87,01	82,14	71,11	97,82
302	EWT DirectWind 52*900	70,74	80,25	87,12	92,68	92,88	89,74	87,01	82,14	71,11	97,82



303 EWT DirectWind 52*900	70,74	80,25	87,12	92,68	92,88	89,74	87,01	82,14	71,11	97,82
304 EWT DirectWind 52*900	70,74	80,25	87,12	92,68	92,88	89,74	87,01	82,14	71,11	97,82
305 EWT DirectWind 52*900	70,74	80,25	87,12	92,68	92,88	89,74	87,01	82,14	71,11	97,82
306 EWT DirectWind 52*900	70,74	80,25	87,12	92,68	92,88	89,74	87,01	82,14	71,11	97,82
307 EWT DirectWind 52*900	70,74	80,25	87,12	92,68	92,88	89,74	87,01	82,14	71,11	97,82

Geluidbronnen bronsterkte nacht

Id	Omschr.	Le 31	Le 63	Le 125	Le 250	Le 500	Le 1k	Le 2k	Le 4k	Le 8k	Le Totaal
301	EWT DirectWind 52*900	70,83	80,35	87,22	92,78	92,98	89,83	87,11	82,24	71,21	97,91
302	EWT DirectWind 52*900	70,83	80,35	87,22	92,78	92,98	89,83	87,11	82,24	71,21	97,91
303	EWT DirectWind 52*900	70,83	80,35	87,22	92,78	92,98	89,83	87,11	82,24	71,21	97,91
304	EWT DirectWind 52*900	70,83	80,35	87,22	92,78	92,98	89,83	87,11	82,24	71,21	97,91
305	EWT DirectWind 52*900	70,83	80,35	87,22	92,78	92,98	89,83	87,11	82,24	71,21	97,91
306	EWT DirectWind 52*900	70,83	80,35	87,22	92,78	92,98	89,83	87,11	82,24	71,21	97,91
307	EWT DirectWind 52*900	70,83	80,35	87,22	92,78	92,98	89,83	87,11	82,24	71,21	97,91

7x EWT DirectWind 52*900

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
A_A	Zuiderweg 8 1761LM	5,00	37,9	37,8	37,9	44,3
B_A	Scheidingsvliet 1 a 1759LC	5,00	37,6	37,6	37,7	44,1
C_A	Scheidingsvliet 1 1759LC	5,00	35,7	35,7	35,8	42,1
D_A	Scheidingsvliet 3 1759LC	5,00	33,2	33,2	33,3	39,7
E_A	Boermansweg 29 1761LL	5,00	38,1	38,1	38,2	44,6
F_A	Boermansweg 31 1761LL	5,00	39,5	39,5	39,6	46,0
G_A	Parallelweg 54 1759LK	5,00	37,2	37,2	37,3	43,7
H_A	Parallelweg 55 1759LK	5,00	39,9	39,9	40,0	46,4
I_A	Parallelweg 56 1759LK	5,00	40,9	40,9	41,0	47,3
J_A	Parallelweg 57 1759LK	5,00	40,8	40,7	40,8	47,2
K_A	Grasweg 41 1761LJ	5,00	38,6	38,5	38,6	45,0
L_A	Grasweg 43 1761LJ	5,00	39,5	39,5	39,6	46,0
M_A	Parallelweg 58 1759LK	5,00	39,4	39,3	39,4	45,8
N_A	Parallelweg 59 1759LK	5,00	39,7	39,7	39,8	46,1
O_A	Callantsogervaat 17 1759LH	5,00	40,3	40,3	40,4	46,8
P_A	Grasweg 44 1761LJ	5,00	39,0	39,0	39,1	45,4
Q_A	Boermansweg 30 a 1761LL	5,00	39,0	39,0	39,1	45,4

Project: **714043 WP Westeind**
Description: Slagschaduwrapportage voor Windpark Westeinde van mei 2014

Printed/Page: 6-1-2015 14:24 / 1
Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Dion / d.oudelansink@ponderaconsult.com
Calculated: 6-1-2015 13:53/2.9.285

SHADOW - Main Result

Calculation: EWT DW52_6hrs

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence 1. WTG distance circle radius
Minimum sun height over horizon for influence 5 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []

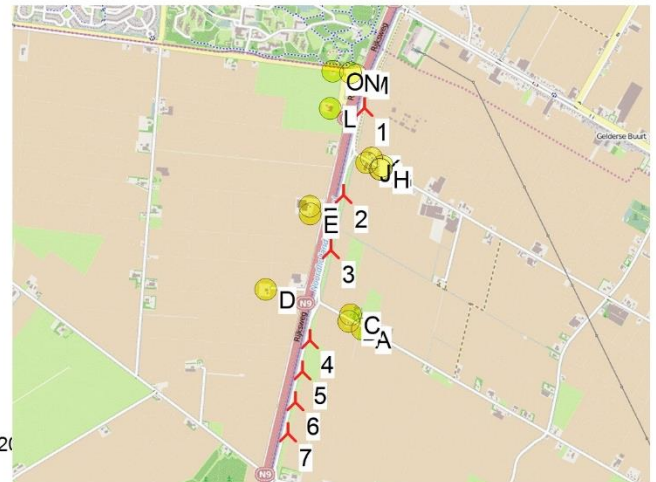
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,25	0,32	0,36	0,45	0,47	0,42	0,44	0,45	0,38	0,34	0,24	0,21

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
463	556	639	583	527	521	788	1.113	1.273	887	730	587	8.667

Idle start wind speed : Cut in wind speed from power curve

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Elevation Grid Data Object: 714043 WP Westeind mei20
Obstacles used in calculation
Eye height: 1,5 m
Grid resolution: 10,0 m



Scale 1:50.000
New WTG
Shadow receptor

WTGs

Dutch Stereo-RD/NAP 2000				WTG type				Shadow data				
	East	North	Z	Row data/Description	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM
			[m]									[RPM]
1	113.484	543.441	-1,0	EWT DW52 900 52.0 !O! hub: 50,0 m (...)	Yes	EWT	DW52-900	900	52,0	50,0	624	26,0
2	113.334	542.843	0,0	EWT DW52 900 52.0 !O! hub: 50,0 m (...)	Yes	EWT	DW52-900	900	52,0	50,0	624	26,0
3	113.244	542.466	-1,4	EWT DW52 900 52.0 !O! hub: 50,0 m (...)	Yes	EWT	DW52-900	900	52,0	50,0	624	26,0
4	113.094	541.848	-0,6	EWT DW52 900 52.0 !O! hub: 50,0 m (...)	Yes	EWT	DW52-900	900	52,0	50,0	624	26,0
5	113.041	541.634	-0,2	EWT DW52 900 52.0 !O! hub: 50,0 m (...)	Yes	EWT	DW52-900	900	52,0	50,0	624	26,0
6	112.988	541.421	-2,0	EWT DW52 900 52.0 !O! hub: 50,0 m (...)	Yes	EWT	DW52-900	900	52,0	50,0	624	26,0
7	112.935	541.207	-1,4	EWT DW52 900 52.0 !O! hub: 50,0 m (...)	Yes	EWT	DW52-900	900	52,0	50,0	624	26,0

Shadow receptor-Input

Dutch Stereo-RD/NAP 2000										
No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
A	Boermansweg 29 1761LL	113.455	541.919	0,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
B	Boermansweg 31 1761LL	113.361	541.973	-0,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
C	Boermansweg 30 a 1761LL	113.375	542.018	-0,5	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
D	Parallelweg 54 1759LK	112.793	542.198	-0,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
E	Parallelweg 56 1759LK	113.103	542.713	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
F	Parallelweg 57 1759LK	113.102	542.767	-0,5	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
G	Grasweg 39 1761LJ	113.592	543.016	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
H	Grasweg 41 1761LJ	113.586	543.019	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
I	Grasweg 42 1761LJ	113.603	543.039	0,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
J	Grasweg 43 1761LJ	113.495	543.064	-0,8	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
K	Grasweg 44 1761LJ	113.529	543.095	-0,5	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
L	Parallelweg 59 1759LK	113.248	543.437	-0,2	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
M	Callantsogervaat 17 1759LH	113.428	543.667	1,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
N	Callantsogervaat 18 1759LH	113.390	543.683	1,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
O	Callantsogervaat 19 a 1759LH	113.268	543.695	0,5	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

Project:
714043 WP Westeind

Description:
Slagschaduwrapportage voor Windpark Westeinde van mei 2014

Printed/Page
6-1-2015 14:24 / 2

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Dion / d.oudelansink@ponderaconsult.com
Calculated:
6-1-2015 13:53/2.9.285

SHADOW - Main Result

Calculation: EWT DW52_6hrs

Calculation Results

Shadow receptor

No. Name	Shadow, worst case		Max shadow hours per day	Shadow, expected values
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]		Shadow hours per year [h/year]
A Boermansweg 29 1761LL	26:17	78	0:37	5:56
B Boermansweg 31 1761LL	52:02	128	0:48	10:45
C Boermansweg 30 a 1761LL	46:24	125	0:43	9:07
D Parallelweg 54 1759LK	37:01	134	0:31	6:56
E Parallelweg 56 1759LK	107:09	153	0:53	21:04
F Parallelweg 57 1759LK	129:22	172	1:00	32:27
G Grasweg 39 1761LJ	32:52	64	0:46	7:07
H Grasweg 41 1761LJ	34:21	66	0:47	7:20
I Grasweg 42 1761LJ	29:13	62	0:43	6:04
J Grasweg 43 1761LJ	78:49	102	0:54	12:56
K Grasweg 44 1761LJ	59:34	92	0:47	9:38
L Parallelweg 59 1759LK	59:38	83	0:59	16:32
M Callantsogervaart 17 1759LH	65:52	74	1:03	9:02
N Callantsogervaart 18 1759LH	58:32	74	0:57	8:03
O Callantsogervaart 19 a 1759LH	48:23	96	0:45	6:36

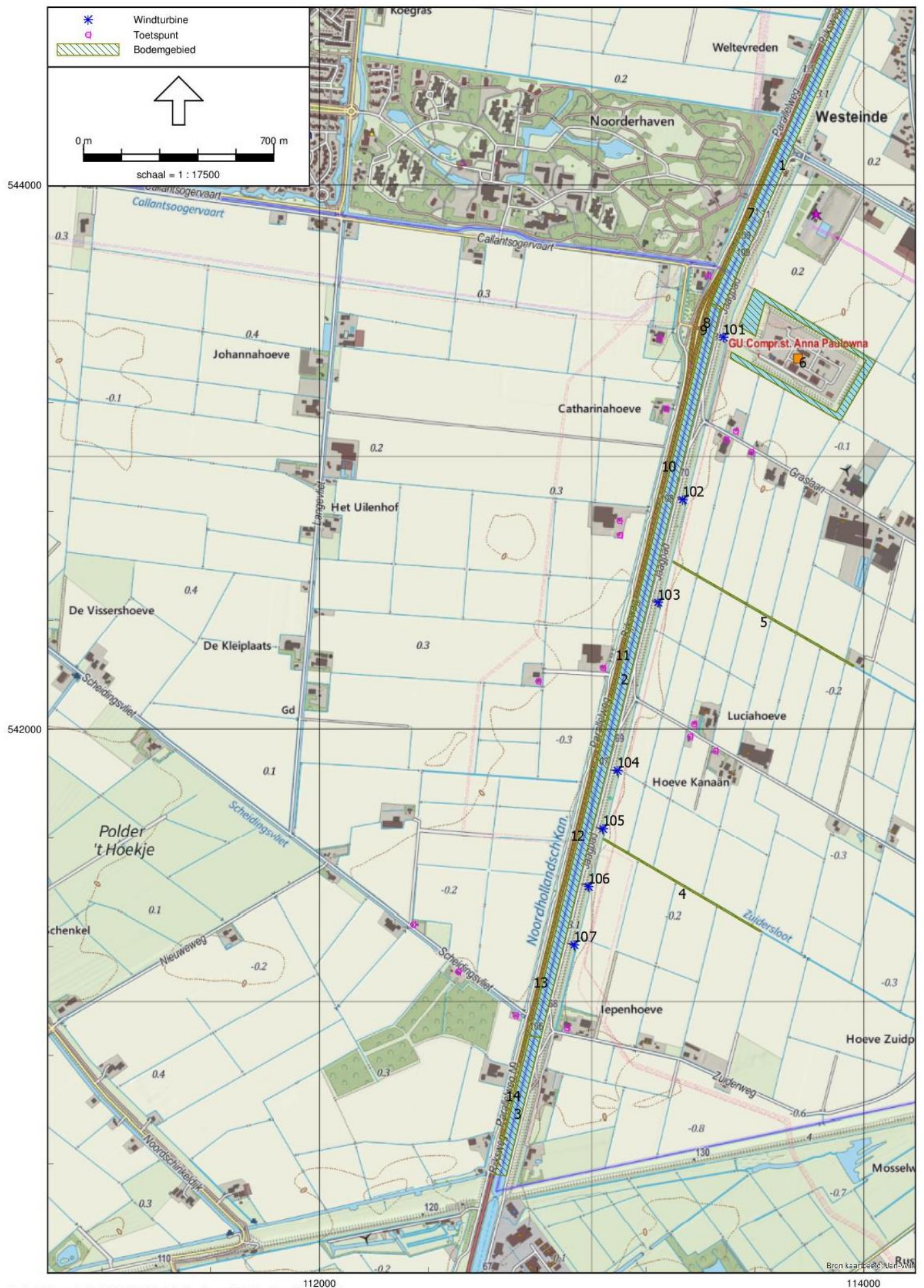
Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

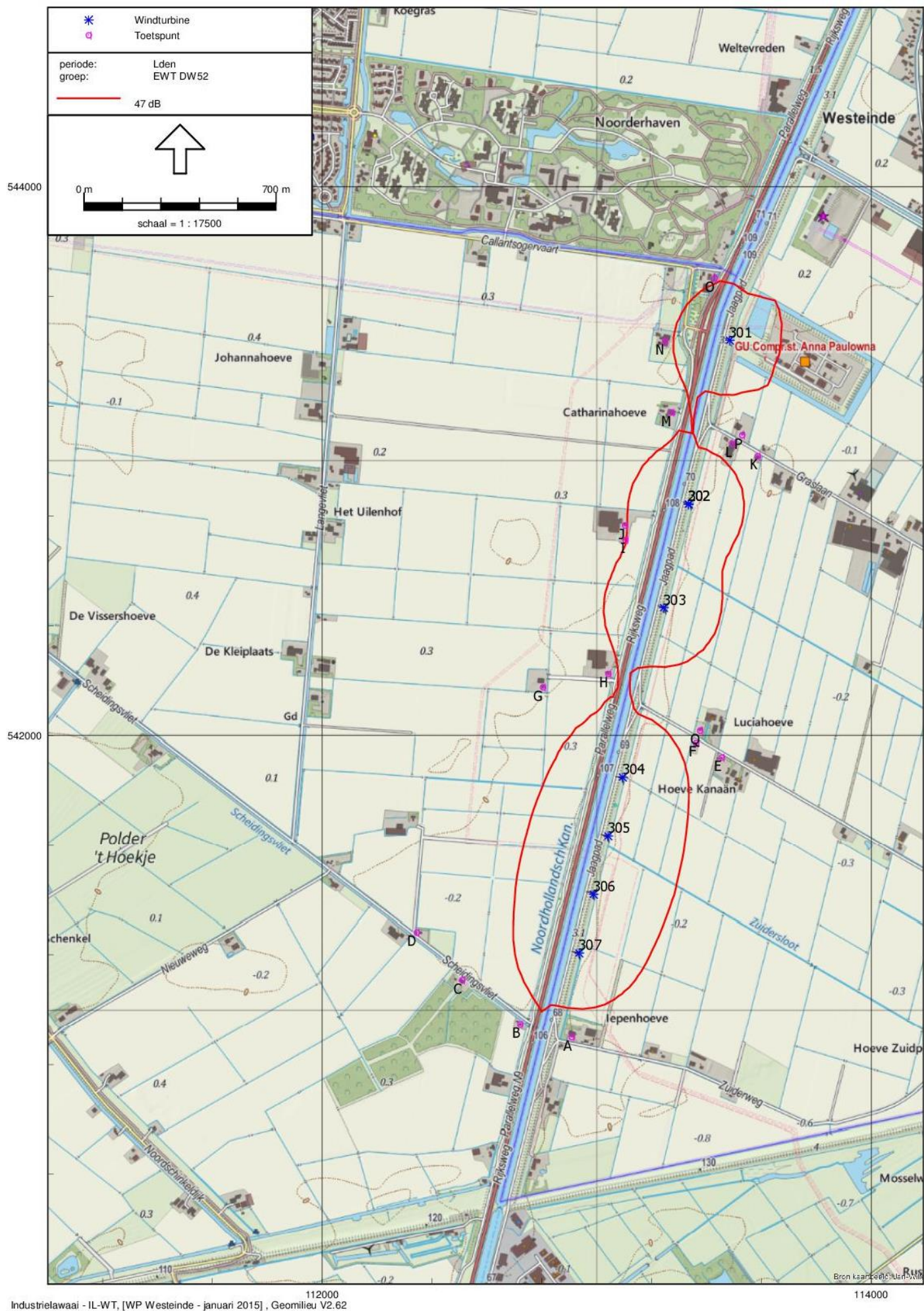
No. Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1 EWT DW52 900 52.0 !O! hub: 50,0 m (TOT: 76,0 m) (15)	208:18	36:58
2 EWT DW52 900 52.0 !O! hub: 50,0 m (TOT: 76,0 m) (16)	253:20	60:22
3 EWT DW52 900 52.0 !O! hub: 50,0 m (TOT: 76,0 m) (17)	85:02	13:47
4 EWT DW52 900 52.0 !O! hub: 50,0 m (TOT: 76,0 m) (18)	90:30	18:31
5 EWT DW52 900 52.0 !O! hub: 50,0 m (TOT: 76,0 m) (19)	34:46	5:58
6 EWT DW52 900 52.0 !O! hub: 50,0 m (TOT: 76,0 m) (20)	0:00	0:00
7 EWT DW52 900 52.0 !O! hub: 50,0 m (TOT: 76,0 m) (21)	0:00	0:00

bijlage 5 : Overzicht slagschaduw op alle toetspunten

No.	Omschrijving	Verwachte jaarlijkse slagschaduwhinder [uu:mm]
		DW52
A	Zuiderweg 7 1761LM	0:00
B	Zuiderweg 5 1761LM	0:00
C	Parallelweg 53 1759LK	0:00
D	Zuiderweg 2 1761LM	0:00
E	Zuiderweg 2 a 1761LM	0:00
F	Zuiderweg 4 1761LM	0:00
G	Zuiderweg 3 1761LM	0:00
H	Zuiderweg 6 1761LM	0:00
I	Zuiderweg 8 1761LM	0:00
J	Scheidingsvliet 1 a 1759LC	0:00
K	Scheidingsvliet 1 1759LC	5:20
L	Scheidingsvliet 5 1759LC	0:00
M	Scheidingsvliet 3 1759LC	0:44
N	Boermansweg 25 1761LL	3:20
O	Boermansweg 27 1761LL	4:43
P	Boermansweg 28 a 1761LL	1:07
Q	Boermansweg 29 1761LL	5:56
R	Boermansweg 31 1761LL	10:45
S	Boermansweg 30 1761LL	0:00
T	Boermansweg 30 a 1761LL	9:07
U	Parallelweg 54 1759LK	4:47
V	Parallelweg 54 1759LK	6:56
W	Parallelweg 55 1759LK	0:00
X	Parallelweg 56 1759LK	21:04
Y	Parallelweg 57 1759LK	8:27
Z	Grasweg 31 1761LJ	0:00
AA	Grasweg 31 a 1761LJ	0:54
AB	Grasweg 38 1761LJ	0:40
AC	Grasweg 33 1761LJ	1:48
AD	Grasweg 38 a 1761LJ	0:53
AE	Grasweg 33 a 1761LJ	2:21
AF	Grasweg 35 1761LJ	3:42
AG	Grasweg 37 1761LJ	4:41
AH	Grasweg 39 1761LJ	7:07
AI	Grasweg 41 1761LJ	7:20
AJ	Grasweg 42 1761LJ	6:04
AK	Grasweg 43 1761LJ	12:56
AL	Grasweg 44 1761LJ	9:38
AM	Parallelweg 58 1759LK	0:00
AN	Parallelweg 59 1759LK	16:32
AO	Callantsogervaat 17 1759LH	9:02
AP	Callantsogervaat 18 1759LH	8:03
AQ	Callantsogervaat 19 a 1759LH	6:36
AR	Rijksweg 119 1787PK	2:12
AS	Rijksweg 118 1787PK	0:00

No.	Omschrijving	Verwachte jaarlijkse slagschaduw- hinder [uu:mm]
		DW52
AT	Perenhout 12 A 1787RE	0:00
AU	Rijksweg 117 1787PK	0:00
AV	Rijksweg 116 1787PK	0:00
AW	Perenhout 18 1787RE	0:37
AX	Perenhout 16 1787RE	0:38
AY	Perenhout 14 1787RE	0:38
AZ	Perenhout 15 1787RE	0:00
BA	Perenhout 17 1787RE	0:00
BB	Perenhout 11 1787RE	0:00
BC	Perenhout 12 1787RE	0:00





Groen = 0 uur, rood = 5 uur, grijs = 15 uur slagschaduwinder per jaar

