



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

Opdrachtgever: Groenadviesbureau H.A. ten Have  
Spanjaardsdijk 53  
7433 PW Schalkhaar

Kenmerk: 713093 AS WT Weseper energie molen V2

Betreft: Akoestisch onderzoek en onderzoek naar slagschaduw voor de  
op te richten Weseper energie molen aan de Bokkelerweg te  
Wesepe.

Contactpersoon opdrachtgever:  
de heer H.A. ten Have,  
tel: 06 -513 466 28.

Behandeld door:  
A.U.G. Beltau.  
25 maart 2014.

## Inhoud

|     |                                   |    |
|-----|-----------------------------------|----|
| 1.  | Inleiding .....                   | 1  |
| 1.1 | Beschrijving van de locatie ..... | 1  |
| 1.2 | Regelgeving .....                 | 1  |
| 1.3 | Gegevens turbine .....            | 2  |
| 2.  | Akoestisch onderzoek .....        | 3  |
| 2.1 | Normstelling .....                | 3  |
| 2.2 | Geluidbron.....                   | 3  |
| 2.3 | Invoer rekenmodel.....            | 3  |
| 2.4 | Windaanbod .....                  | 4  |
| 2.5 | Rekenresultaten.....              | 6  |
| 3.  | Onderzoek slagschaduw.....        | 8  |
| 3.1 | Normstelling .....                | 8  |
| 3.2 | Schaduwgebied.....                | 8  |
| 3.3 | Potentiële schaduw .....          | 9  |
| 3.4 | Rekenresultaten.....              | 10 |
| 3.5 | Hinderduur bij woningen .....     | 10 |
| 4.  | Bespreking.....                   | 12 |

## Bijlagen

|   |    |
|---|----|
| bijlage 1 : verklarende begrippenlijst .....      | 13 |
| bijlage 2 : turbine en windgegevens .....         | 15 |
| bijlage 3 : objecten rekenmodel geluid .....      | 16 |
| bijlage 4 : objecten rekenmodel slagschaduw ..... | 17 |
| bijlage 5 : rekenresultaten geluid .....          | 18 |
| bijlage 6 : rekenresultaten slagschaduw .....     | 19 |

## Figuren

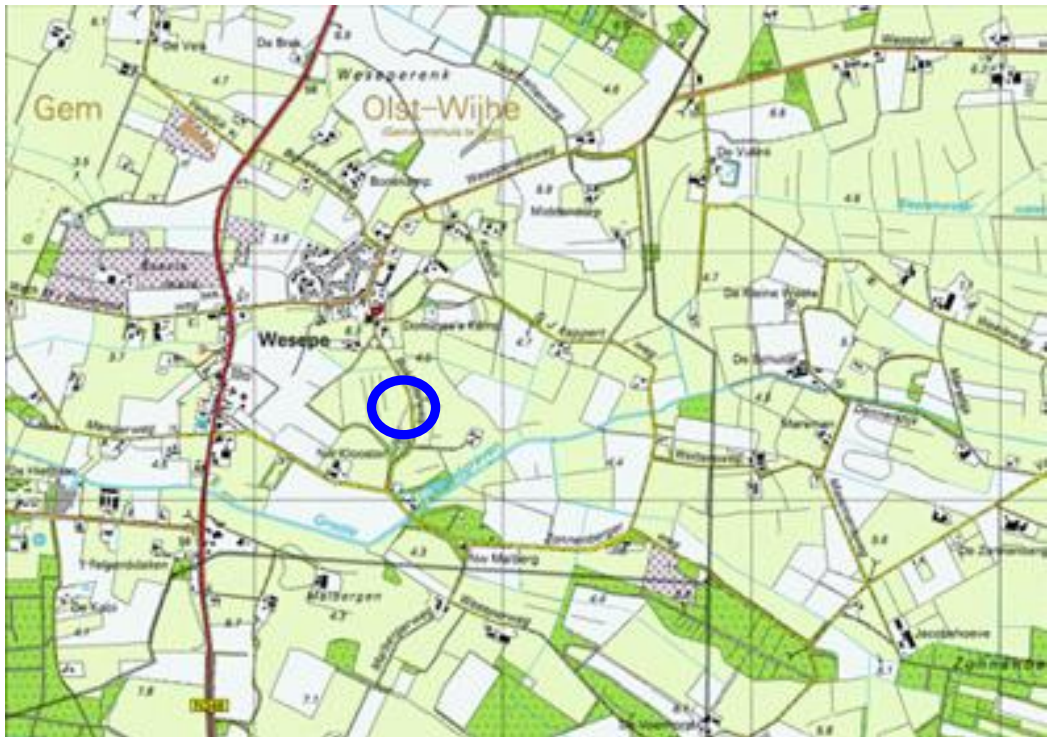
|  |    |
|--|----|
| figuur 1: landschapsplan .....               | 20 |
| figuur 2: situatie objecten rekenmodel ..... | 21 |
| figuur 3: geluidcontour $L_{den}$ .....      | 22 |
| figuur 4: geluidcontour $L_{night}$ .....    | 23 |
| figuur 5: slagschaduwcontouren.....          | 24 |

## 1. Inleiding

In opdracht van Groenadviesbureau H.A. ten Have is een akoestisch onderzoek en een onderzoek naar slagschaduw hinder uitgevoerd. Het betreft de op te richten Weseper energie molen aan de Bokkelerweg te Wesepe in de gemeente Olst-Wijhe. De Weseper energie molen (windturbine) is ontworpen als een molen met een authentiek uiterlijk met vier wieken maar met een moderne generator.

### 1.1 Beschrijving van de locatie

Afbeelding 1-1: Locatie.



De inrichting is gelegen ten zuiden van Wesepe, ten noorden van de Grootte Vloedgraven en ten oosten van de N348 en de Raalterweg. De turbine (molen) wordt geplaatst in het noordelijke deel van het perceel en ten zuiden bevindt zich een schuur (zie ook figuur 1). De dichtstbijzijnde woning van derden ligt op 165 m aan de Bokkelerweg 4.

### 1.2 Regelgeving

De inrichting valt onder artikel 3.13 van het Activiteitenbesluit<sup>1</sup>. 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 regeling<sup>2</sup>.

Binnen een afstand van twaalf maal de rotordiameter (258 m) vanaf de locatie van de turbine bevinden zich meerdere woningen van derden, zodat ook een onderzoek naar slagschaduw uitgevoerd is.

Hetzelfde normstelsel geldt voor een aanvraag voor een Omgevingsvergunning.

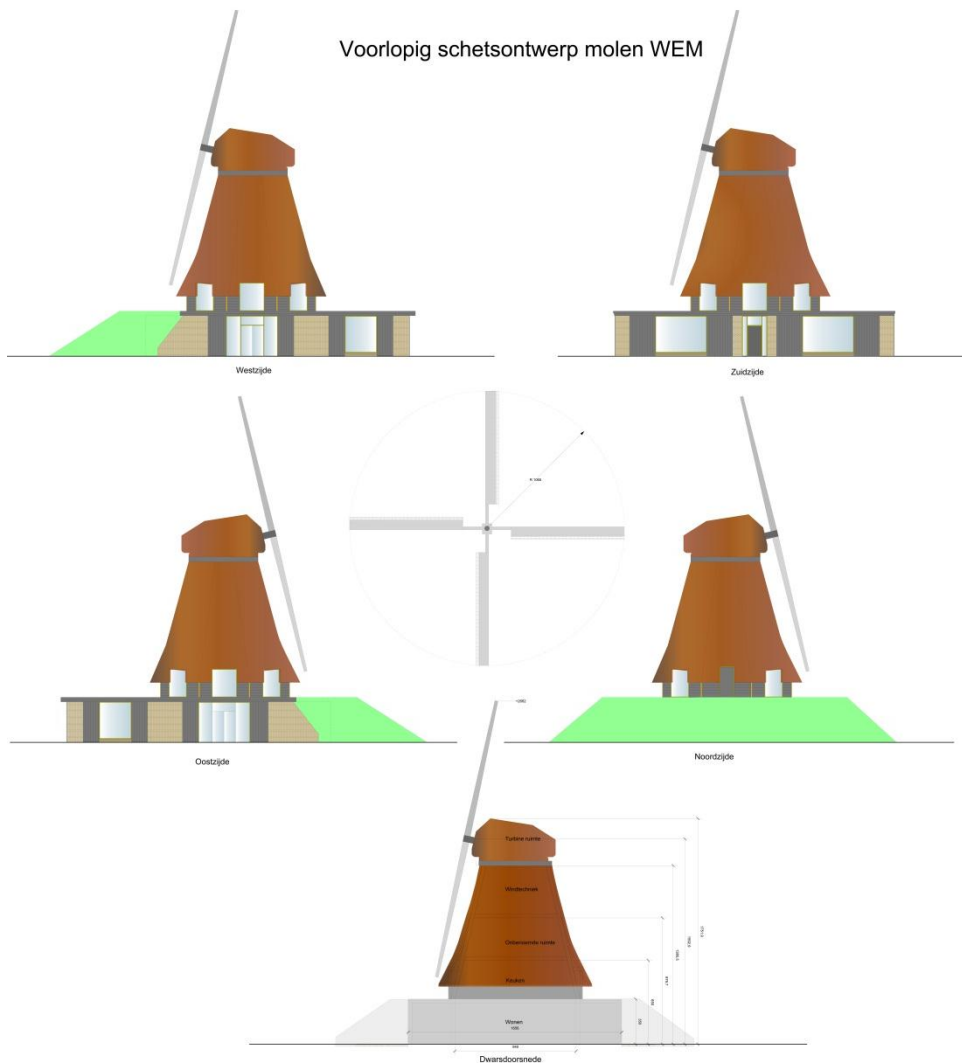
<sup>1</sup> Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer, 19 oktober 2007, nr.07.00113, Staatsblad 2007/415.

<sup>2</sup> Reken- en meetvoorschrift windturbines, Staatscourant nr 19592, 23 december 2010.

### 1.3 Gegevens turbine

De Weseper energie molen heeft een rotordiameter van 21,5 m met vier rotorbladen en een redelijk aerodynamisch vleugelprofiel. Voor het aangezicht wordt er aan het blad nog een hekwerk aangebracht. Zeilen worden niet gebruikt. Het nominaal toerental van de rotor is 20 tpm. De turbine wordt hier geplaatst in de turbineruimte in de top van de molen bovenop de woon/ werkrumten met een totale hoogte van 15,9 m. Het hoogste punt van de rotor komt op circa 26,5 m.

In de windtechniekrumte zit de tandwielkast met vier generatoren van 20 kW.



## 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.

### 2.2 Geluidbron

Door Vaags molentechniek te Aalten zijn algemene technische gegevens aangedragen ten aanzien van de Weseper energie molen. Echter bronsterkten bij verschillende windsnelheden en een geluidsspectrum zijn van het unieke bouwconcept onbekend. De tandwielkast zelf zal binnen in de windtechniekruimte worden geplaatst en zal door de gevelwering geen relevante geluidemissie voor de omgeving veroorzaken.

In het kader van het onderzoek zijn indicatieve bronsterkten bij verschillende windsnelheden gehanteerd van een enigzins geometrisch vergelijkbare windturbine, namelijk de Nedwind NW31-3<sup>3</sup>. Bij een rotorashoogte van 40 m bedraagt de bronsterkte van deze turbine 93,4 dB(A) bij een windsnelheid op 10 m hoogte van 5 m/s en een ruweidslengte van  $z_0=0,03$  m. Vanwege het ontbreken hiervan is bij de overdrachtsberekeningen gebruik gemaakt van het indicatieve octaafspectrum gemeten van een 'grotere' vergelijkbare turbine van dezelfde fabrikant, hetgeen in dergelijke gevallen algemeen gebruikelijk en geaccepteerd is. Gemeten<sup>4</sup> is bij een Nedwind NW41-2 en een windsnelheid van  $V_{10}=5$  m/s, wat overeenkomt met  $V_{as}=5,4$  m/s.

In bijlage 2 zijn in een overzicht de bronsterkten bij de verschillende windklassen en het octaafspectrum gegeven.

### 2.3 Invoer rekenmodel

Van de situatie is een akoestisch rekenmodel opgesteld met behulp van het programma *Geomilieu*<sup>®</sup> module IL-WT versie 2.30. 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 telefonisch verkregen informatie. In het gebied zijn bodemgebieden aangeduid als akoestisch absorberend ( $B=1$ ), erfverhardingen als deels absorberend ( $B=0,2$ ) en wegen en water als akoestisch reflecterend ( $B=0$ ). De windturbine is akoestisch gemodelleerd met drie rondom uitstralende puntbronnen ter hoogte van de rotoras ( $h_b=15,9$  m).

In het akoestische model zijn vier toetspunten gedefinieerd ter plaatse van de dichtstbijzijnde woningen van derden. Deze toetspunten worden representatief geacht voor de situatie ter plaatse:

- Toetspunt 1 ligt bij de woning Zonnenbergerweg 3 op circa 395 m ten zuidwesten van de turbine;

<sup>3</sup> Turbinebestand Van Grinsven Advies en LBP kenmerk 52.252-B3.

<sup>4</sup> LBP kenmerk 52.252-B3.

- Toetspunt 2 ligt bij de woning Bokkelerweg 4 op circa 165 m ten zuiden van de turbine;
- Toetspunt 3 ligt bij de woning Bokkelerweg 1 op circa 320 m ten zuidoosten van de turbine;
- Toetspunt 4 ligt bij de woning Bokkelerweg 2 op circa 280 m ten noordwesten van de turbine.

De woning in de molen of in de schuur is de bedrijfswoning/ woning initiatiefnemers.

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 niveau van het invallende geluid.

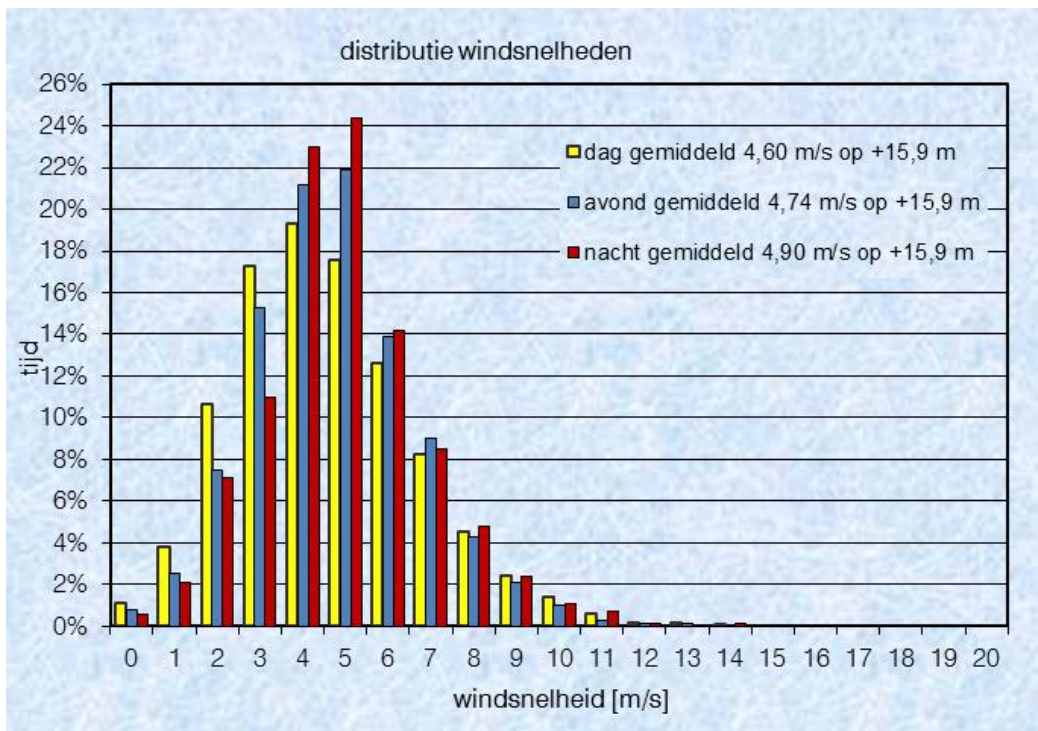
Details van de invoergegevens van het rekenmodel zijn gegeven in figuur 2 en bijlage 3 en achterin deze rapportage.

## 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.

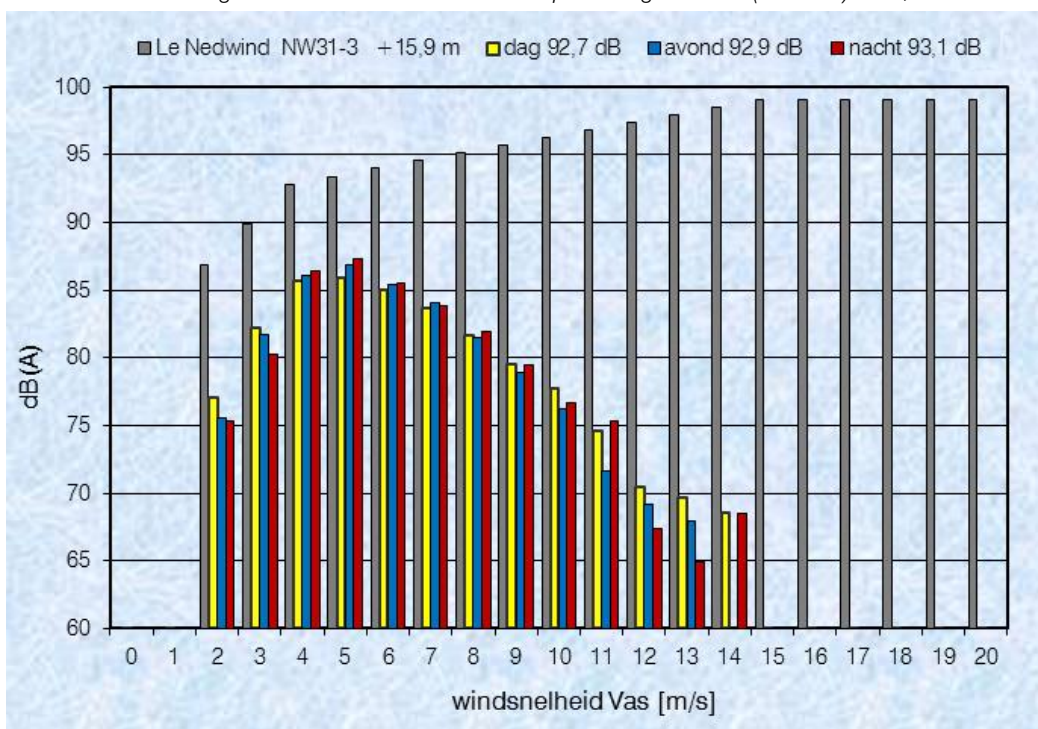
De windsnelheden op de betreffende locatie zijn verkregen door een interpolatie van de gegevens die gelden voor een hoogte van 80 m van de nabijgelegen rasterpunten, en extrapolatie met een ruwheidslengte van de bodem  $z_0=0,3$ . Met deze gegevens zijn de indicatieve windsnelheden op ashoogte 15,9 m bepaald. De verschillen tussen de dag, de avond en de nacht zijn beperkt. Grafiek 2-1 geeft de verdeling van de jaargemiddelde windsnelheden op + 15,9 m voor de dag, de avond en de nacht. In bijlage 2 staan de omgerekende numerieke waarden vermeld.

Grafiek 2-1: Distributie van de voorkomende indicatieve windsnelheden op ashoogte +15,9 m.



De gerapporteerde bronsterkten in relatie tot de windsnelheid op 10 m hoogte zijn 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 indicatieve bronsterkten Weseper energie molen (NW31-3) +15,9m.



Ter informatie zijn in bovenstaande grafiek ook de gecorrigeerde bronsterkten van de Weseper energie molen weergegeven per windsnelheidsklasse voor de dag, de avond en de nacht. De gele, blauwe en rode staven representeren de bronsterkten gecorrigeerd voor het jaargemiddelde percentage van de tijd dat de betreffende

windsnelheidsklasse optreedt. Hieruit valt op te maken dat het geluid bij windsnelheden van  $V_{as}=4$  tot 8 m/s de hoogste bijdrage levert aan het jaargemiddelde. Het geluid bij windsnelheden tot  $V_{as}=2$  m/s en vanaf 11 m/s heeft een lage bijdrage. Cumulatie van deze bronsterkten over alle windsnelheidsklassen levert de jaargemiddelde bronsterkten op. Deze waarden  $L_E$  bedragen 92,7, 92,9 en 93,1 dB(A) voor respectievelijk de dag, de avond en de nacht.

## 2.5 Rekenresultaten

In Tabel 2-1 is voor de turbine 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 van de Weseper energie molen.

| toetspunt | omschrijving,     | $L_{day}$ [dB] | $L_{even}$ [dB] | $L_{night}$ [dB] | $L_{den}$ [dB] |
|-----------|-------------------|----------------|-----------------|------------------|----------------|
| 1         | Zonnenbergerweg 3 | 25             | 26              | 26               | 32             |
| 2         | Bokkelerweg 4     | 37             | 37              | 37               | 44             |
| 3         | Bokkelerweg 1     | 29             | 29              | 30               | 36             |
| 4         | Bokkelerweg 2     | 31             | 31              | 31               | 38             |

De rekenresultaten zijn ook gedetailleerd weergegeven in bijlage 5. In figuur 3 en figuur 4 zijn de bijbehorende  $L_{den}=47$  dB en  $L_{night}=41$  dB contour weergegeven zoals die optreedt op een waarneemhoogte van +5 m.

De geluidniveaus bij de woningen van derden voldoen 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 regeling<sup>5</sup> is in artikel 3.12 voorgeschreven dat een turbine is voorzien van een automatische stilstandsvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten voor zover de afstand tussen de turbine en de woning minder bedraagt dan twaalf maal de rotordiameter en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten slagschaduw kan optreden<sup>6</sup>. 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 schaduw dagen 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 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 (258 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.

---

<sup>5</sup> 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).

<sup>6</sup> Voor de letterlijke tekst wordt verwezen naar de regeling.

### 3.3 Potentiële schaduw

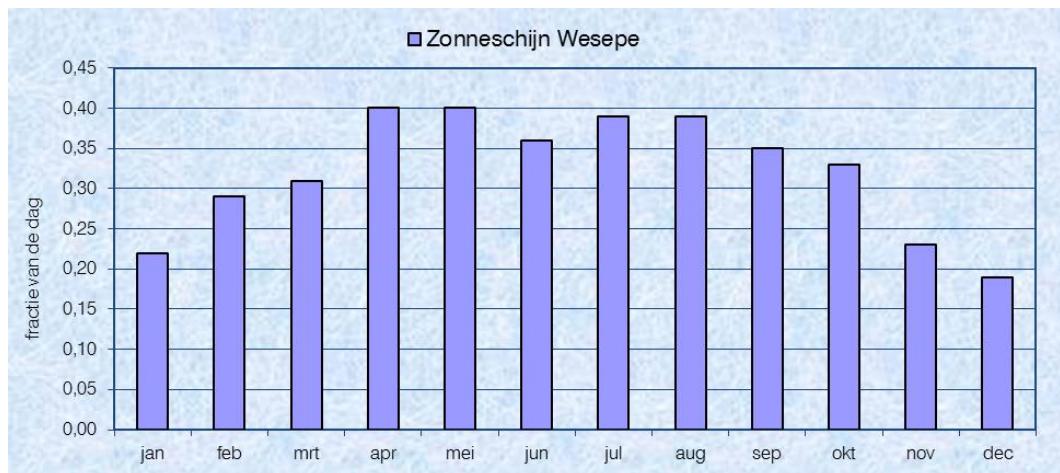
Op basis van de turbineafmetingen, de gang van de zon op deze locatie en een minimale zonshoogte van vijf graden, zijn de dagen en tijden berekend waarop slagschaduw kan optreden. De gang van de zon is voor alle dagen van het jaar bepaald met een astronomisch rekenmodel waarbij rekening is gehouden met 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.

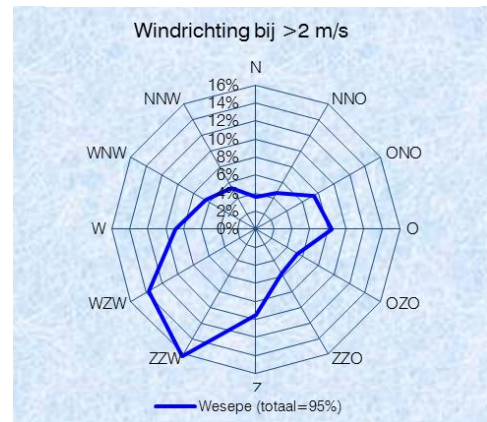
Grafiek 3-1: Fractie zonneschijn.



### 3.3.2 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 3-2: Distributie windrichtingen.



### 3.3.3 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.

### 3.4 Rekenresultaten

Van de turbine zijn met *WindPRO*® versie 2.9.269 de schaduwduren in het omliggende gebied berekend. Invoergegevens zijn gegevens in bijlage 4. In figuur 5 is voor de Weseper energie molen met een groene, rode en grijze isolijn aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur respectievelijk 0, 5 of 15 uur bedraagt. Overschrijding van de voorgestelde streefwaarde voor de jaarlijkse hinderduur kan optreden bij de woningen binnen de rode 5 uurcontour (immers minder dan voorgestelde streefwaarde van zes uur). Bij woningen buiten de rode 5 uurcontour wordt aan de voorgestelde streefwaarde voor de maximale hinderduur voldaan. De berekening is uitgevoerd voor een raster met punten, waarbij geen rekening is gehouden met de afmetingen van gevels met ramen.

### 3.5 Hinderduur bij woningen

De jaarlijkse hinderduur bij vier rekenpunten is berekend, zie bijlage 6. 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 contouren is met deze afmetingen geen rekening gehouden.

De resultaten zijn weergegeven in Tabel 3-1. Hierin is per woning aangegeven: de potentiële jaarlijkse hinderduur, het aantal dagen per jaar waarop hinder kan optreden, de maximale passageduur van de schaduw langs de gevel en de verwachte hinderduur per jaar (tijden in uren en minuten, uu:mm).

Tabel 3-1: Schaduw door de Weseper energie molen (uu:mm)

| nr | woning            | potentiële schaduwduur | potentiële schaduw dagen | maximale passageduur | verwachte hinderduur |
|----|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | Zonnenbergerweg 3 | 0:00                   | 0                        | 0:00                 | 0:00                 |
| 2  | Bokkelerweg 4     | 0:00                   | 0                        | 0:00                 | 0:00                 |
| 3  | Bokkelerweg 1     | 0:00                   | 0                        | 0:00                 | 0:00                 |
| 4  | Bokkelerweg 2     | 0:00                   | 0                        | 0:00                 | 0:00                 |

Bij alle woningen van derden wordt ruimschoots voldaan aan de voorgestelde streefwaarde van maximaal zes uur slagschaduw hinder per jaar. Bij de bepaling van de schaduwduren is geen rekening gehouden met eventuele beplanting en gebouwen die het zicht kunnen belemmeren.

Binnen een ingeschatte afstand van circa 155 m vanaf een turbine 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 ligt beneden de 1 Hz. Flikkerfrequenties vanaf 2,5 Hz worden als erg storend ervaren en kunnen schadelijk zijn.

#### 4. Bespreking

Een akoestisch onderzoek en een onderzoek naar slagschaduwhinder is uitgevoerd voor de op te richten Weseper energie molen aan de Bokkelerweg te Wesepe in de gemeente Olst-Wijhe. De Weseper energie molen (windturbine) is ontworpen als een molen met een authentiek uiterlijk met vier wieken maar met een moderne generator.

Bij geluidgevoelige woningen van derden wordt voldaan aan de wettelijke norm. Het jaargemiddelde geluidniveau vanwege de Weseper energie molen bedraagt naar verwachting nergens meer dan de geluidnormen  $L_{den}=47$  dB en  $L_{night}=41$  dB. Van het unieke bouwconcept zijn de bronsterkten onbekend en zijn in het kader van het onderzoek indicatieve bronsterkten bij verschillende windsnelheden gehanteerd. De gehanteerde bronsterkten zijn naar verwachting worst case en afkomstig van een enigzins geometrisch vergelijkbare windturbine.

Binnen twaalf maal de rotordiameter zijn meerdere woningen van derden aanwezig. Bij plaatsing van de Weseper energie molen wordt de maximaal voorgestelde streefwaarde van zes uren slagschaduw per jaar nergens overschreden.



Pondera Services,  
A.U.G. Beltau.

|                      |  |
|----------------------|--|
| 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 in de dag.   |
| $L_e$                | De jaargemiddelde bronsterkte.   |
| $L_{eve}$            | 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 zonschijn.  |
| Passageduur          | De maximale duur op een dag van de schaduw op (een deel van) het gevelvlak. Hierbij wordt uitgegaan van continu zonschijn 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.               |
| Stilstandvoorziening   | Instellingen voor de turbine waardoor deze stilgezet kan worden indien anders de norm voor slagschaduw hinder zou worden overschreden. Een stilstandvoorziening kan als optie geïnstalleerd worden. De voorziening moet automatisch werken. |



Nedwind NW31-3

| Geluidemissie per windsnelheid [ws at hub height] |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |  |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| 2   | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    |  |
| 89,8  | 92,8 | 95,8 | 96,4 | 97,0 | 97,5 | 98,1 | 98,7 | 99,3 | 99,8 | 100,4 | 101,0 | 101,5 | 102,1 | 102,1 | 102,1 | 102,1 |  |

| Bronvermogen over octaafband |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 31                           | 63    | 125   | 250   | 500   | 1 K   | 2 K   | 4 K   | 8 K   | totaal |
| 72,00                        | 78,00 | 85,00 | 86,00 | 90,10 | 91,10 | 90,10 | 83,00 | 74,00 | 96,4   |

Winddistributie

## WGS84

latitude: 52.326238 °NB

## WGS84

longitude: 6.216643 °OL

## Ashoogte

t.o.v.

maaiveld: 80 m

|         | 80    | h1 m |         |        |        |  |
|---------|-------|------|---------|--------|--------|--|
| Hoogte: | 15,9  | h2 m | invul   |        |        |  |
|         | 0,3   | z2   | hel m/s | INVUL  |        |  |
| perc    | 0,71  | verh | dag     | avond  | nacht  |  |
| 0       | 0,00  | 0    | 1,10%   | 0,80%  | 0,55%  |  |
| 1       | 0,71  | 1    | 3,80%   | 2,55%  | 2,10%  |  |
| 2       | 1,42  | 2    | 10,65%  | 7,45%  | 7,10%  |  |
| 3       | 2,13  | 3    | 17,30%  | 15,30% | 11,00% |  |
| 4       | 2,84  | 4    | 19,30%  | 21,20% | 23,00% |  |
| 5       | 3,55  | 5    | 17,60%  | 21,90% | 24,40% |  |
| 6       | 4,26  | 6    | 12,60%  | 13,90% | 14,20% |  |
| 7       | 4,98  | 7    | 8,25%   | 9,00%  | 8,50%  |  |
| 8       | 5,69  | 8    | 4,50%   | 4,30%  | 4,80%  |  |
| 9       | 6,40  | 9    | 2,40%   | 2,10%  | 2,40%  |  |
| 10      | 7,11  | 10   | 1,40%   | 1,00%  | 1,10%  |  |
| 11      | 7,82  | 11   | 0,60%   | 0,30%  | 0,70%  |  |
| 12      | 8,53  | 12   | 0,20%   | 0,15%  | 0,10%  |  |
| 13      | 9,24  | 13   | 0,15%   | 0,10%  | 0,05%  |  |
| 14      | 9,95  | 14   | 0,10%   | 0,00%  | 0,10%  |  |
| 15      | 10,66 | 15   | 0,00%   | 0,00%  | 0,00%  |  |
| 16      | 11,37 | 16   | 0,00%   | 0,00%  | 0,00%  |  |
| 17      | 12,08 | 17   | 0,00%   | 0,00%  | 0,00%  |  |
| 18      | 12,79 | 18   | 0,00%   | 0,00%  | 0,00%  |  |
| 19      | 13,50 | 19   | 0,00%   | 0,00%  | 0,00%  |  |
| 20      | 14,22 | 20   | 0,00%   | 0,00%  | 0,00%  |  |

**Gebouwen**

| Id | Omschr.                  | Hoogte | Cp   | Rf   |
|----|--------------------------|--------|------|------|
| 1  | Schuur Zonnenbergerweg 3 | 2,50   | 0 dB | 0,80 |
| 2  | Schuur Zonnenbergerweg 3 | 3,50   | 0 dB | 0,80 |
| 3  | Schuur Zonnenbergerweg 3 | 3,50   | 0 dB | 0,80 |
| 4  | Woning Zonnenbergerweg 3 | 5,50   | 0 dB | 0,80 |
| 5  | Woning Bokkelerweg 4     | 5,50   | 0 dB | 0,80 |
| 6  | Woning Bokkelerweg 1     | 5,50   | 0 dB | 0,80 |
| 7  | Schuur Bokkelerweg 1     | 3,50   | 0 dB | 0,80 |
| 8  | Schuur Bokkelerweg 1     | 3,50   | 0 dB | 0,80 |
| 9  | Schuur Bokkelerweg 1     | 3,50   | 0 dB | 0,80 |
| 10 | Schuur Bokkelerweg 4     | 4,00   | 2 dB | 0,80 |
| 11 | Woning Bokkelerweg 2     | 8,00   | 2 dB | 0,80 |

**Schermen**

| Id | Omschr.               | Hoogte | Cp   | Rf   |
|----|-----------------------|--------|------|------|
| 1  | Nok Zonnenbergerweg 3 | 4,00   | 2 dB | 0,80 |
| 2  | Nok Zonnenbergerweg 3 | 7,00   | 2 dB | 0,80 |
| 3  | Nok Zonnenbergerweg 3 | 7,00   | 2 dB | 0,80 |
| 4  | Nok Zonnenbergerweg 3 | 8,00   | 2 dB | 0,80 |
| 5  | Nok Bokkelerweg 4     | 8,00   | 2 dB | 0,80 |
| 6  | Nok Bokkelerweg 4     | 8,00   | 2 dB | 0,80 |
| 7  | Nok Bokkelerweg 1     | 8,00   | 2 dB | 0,80 |
| 8  | Nok Bokkelerweg 1     | 7,00   | 2 dB | 0,80 |
| 9  | Nok Bokkelerweg 1     | 7,00   | 2 dB | 0,80 |
| 10 | Nok Bokkelerweg 1     | 6,00   | 2 dB | 0,80 |
| 11 | Nok Bokkelerweg 1     | 6,00   | 2 dB | 0,80 |

**Bodemgebieden**

| Id | Omschr.                             | X         | Y         | Bf   |
|----|-------------------------------------|-----------|-----------|------|
| 1  | Bokkelerweg - Zonnenbergerweg       | 211493,65 | 482669,46 | 0,00 |
| 2  | Terreinverharding Zonnenbergerweg 3 | 211339,12 | 482074,55 | 0,20 |
| 3  | Terreinverharding Bokkelerweg 1     | 211882,27 | 482278,94 | 0,20 |
| 4  | Terreinverharding Bokkelerweg 4     | 211633,42 | 482243,45 | 0,20 |
| 5  | Terreinverharding Bokkelerweg 2     | 211488,55 | 482673,85 | 0,20 |

**Rekenraster**

| Id | Omschr. | X         | Y         | Hoogte | DeltaX | DeltaY | X-aantal | Y-aantal |
|----|---------|-----------|-----------|--------|--------|--------|----------|----------|
| 1  | Grid    | 211385,62 | 482581,31 | 5,00   | 10     | 10     | 40       | 42       |

**Rekenpunten**

| Id | Omschrijving      | X         | Y         | Hoogte |
|----|-------------------|-----------|-----------|--------|
| 1  | Zonnenbergerweg 3 | 211304,09 | 482116,17 | 5,00   |
| 2  | Bokkelerweg 4     | 211618,23 | 482241,62 | 5,00   |
| 3  | Bokkelerweg 1     | 211869,29 | 482261,48 | 5,00   |
| 4  | Bokkelerweg 2     | 211421,44 | 482633,41 | 5,00   |

**Geluidbronnen geometrie**

| Id | Omschr.                | X         | Y         | Hoogte |
|----|------------------------|-----------|-----------|--------|
| 1  | Wesepere energie molen | 211579,89 | 482400,94 | 15,90  |

**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 |
|----|------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1  | Wesepere energie molen | 68,34 | 74,34 | 81,34  | 82,34  | 86,44  | 87,44 | 86,44 | 79,34 | 70,34 | 92,73     |

**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 |
|----|------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1  | Wesepere energie molen | 68,35 | 74,53 | 81,53  | 82,53  | 86,63  | 87,63 | 86,63 | 79,53 | 70,53 | 92,92     |

**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 |
|----|------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1  | Wesepere energie molen | 68,73 | 74,73 | 81,73  | 82,73  | 86,83  | 87,83 | 86,83 | 79,73 | 70,73 | 93,12     |

**Schaduwbronnen geometrie**

| ID | Omschrijving  | X      | Y      | Ashoogte | Vermogen | Rotor diam. |
|----|---|--------|--------|----------|----------|-------------|
| 1  | BALTIC 99-25 21.3 !O! hub: 15,9 m (TOT: 26,5 m) New WTG | 211580 | 482401 | 15,9     | 80       | 21,5        |

**Rekenpunten**

| ID | Omschrijving      | X      | Y      | Gevelbreedte | Gevelhoogte | Gevel tot mv | Hoek t.o.v. maaiveld | Richting        |
|----|-------------------|--------|--------|--------------|-------------|--------------|----------------------|-----------------|
| 1  | Zonnenbergerweg 3 | 211304 | 482116 | 8            | 4,5         | 0,5          | 90                   | greenhouse mode |
| 2  | Bokkelerweg 4     | 211618 | 482242 | 8            | 4,5         | 0,5          | 90                   | greenhouse mode |
| 3  | Bokkelerweg 1     | 211869 | 482261 | 8            | 4,5         | 0,5          | 90                   | greenhouse mode |
| 4  | Bokkelerweg 2     | 211421 | 482633 | 8            | 4,5         | 0,5          | 90                   | greenhouse mode |

| Naam | Omschrijving      | Hoogte | Dag   | Avond | Nacht | Lden  |
|------|-------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 1    | Zonnenbergerweg 3 | 5,00   | 25,42 | 25,61 | 25,81 | 32,14 |
| 2    | Bokkelerweg 4     | 5,00   | 36,94 | 37,12 | 37,33 | 43,66 |
| 3    | Bokkelerweg 1     | 5,00   | 29,11 | 29,30 | 29,50 | 35,83 |
| 4    | Bokkelerweg 2     | 5,00   | 30,78 | 30,97 | 31,17 | 37,50 |

Project:  
**713093**

Printed/Page  
6-1-2014 20:32 / 1  
Licensed user:  
**Pondera Consult B.V.**  
Welbergweg 49  
NL-7556 PE Hengelo  
0031742489940  
Andrew / andrew@ponderaservices.nl  
Calculated:  
24-12-2013 15:12/2.9.269

## SHADOW - Main Result

Calculation: ss contouren Weseper energie molen

### Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence  
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade  
Please look in WTG table

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  
0,22 0,29 0,31 0,40 0,40 0,36 0,39 0,39 0,35 0,33 0,23 0,19

Operational time  
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum  
314 407 655 738 470 501 831 1.426 1.199 786 566 467 8.360  
Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve



### 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 |
| 1                        | 211.580 | 482.401 | 0,0 BALTIC 99-25 21.3 IO! hub: 15,9 m (T... | No       | BALTIC    | -99/25         | 99                | 21,3               | 15,9           | 256                      | 0,0 |

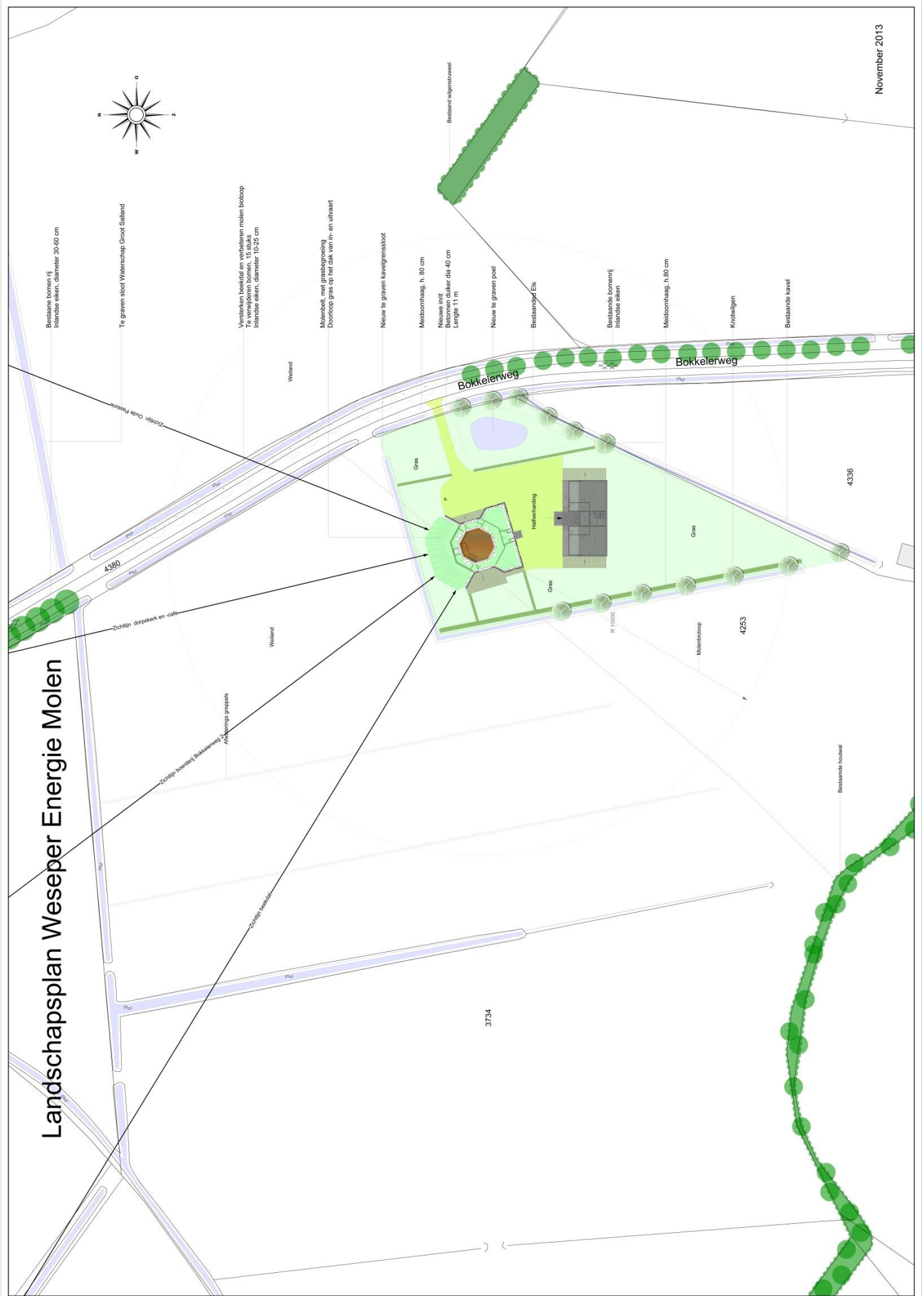
### Shadow receptor-Input

| Dutch Stereo-RD/NAP 2000 |         |         |     |       |        |               |                       |                 |                    |
|--------------------------|---------|---------|-----|-------|--------|---------------|-----------------------|-----------------|--------------------|
| No.                      | East    | North   | Z   | Width | Height | Height a.g.l. | Degrees from south cw | Slope of window | Direction mode     |
|                          | [m]     | [m]     | [m] | [m]   | [m]    | [m]           | [°]                   | [°]             |                    |
| A                        | 211.304 | 482.116 | 0,0 | 4,5   | 8,0    | 0,5           | 0,0                   | 90,0            | "Green house mode" |
| B                        | 211.618 | 482.242 | 0,0 | 4,5   | 8,0    | 0,5           | 0,0                   | 90,0            | "Green house mode" |
| C                        | 211.869 | 482.261 | 0,0 | 4,5   | 8,0    | 0,5           | 0,0                   | 90,0            | "Green house mode" |
| D                        | 211.421 | 482.633 | 0,0 | 4,5   | 8,0    | 0,5           | 0,0                   | 90,0            | "Green house mode" |

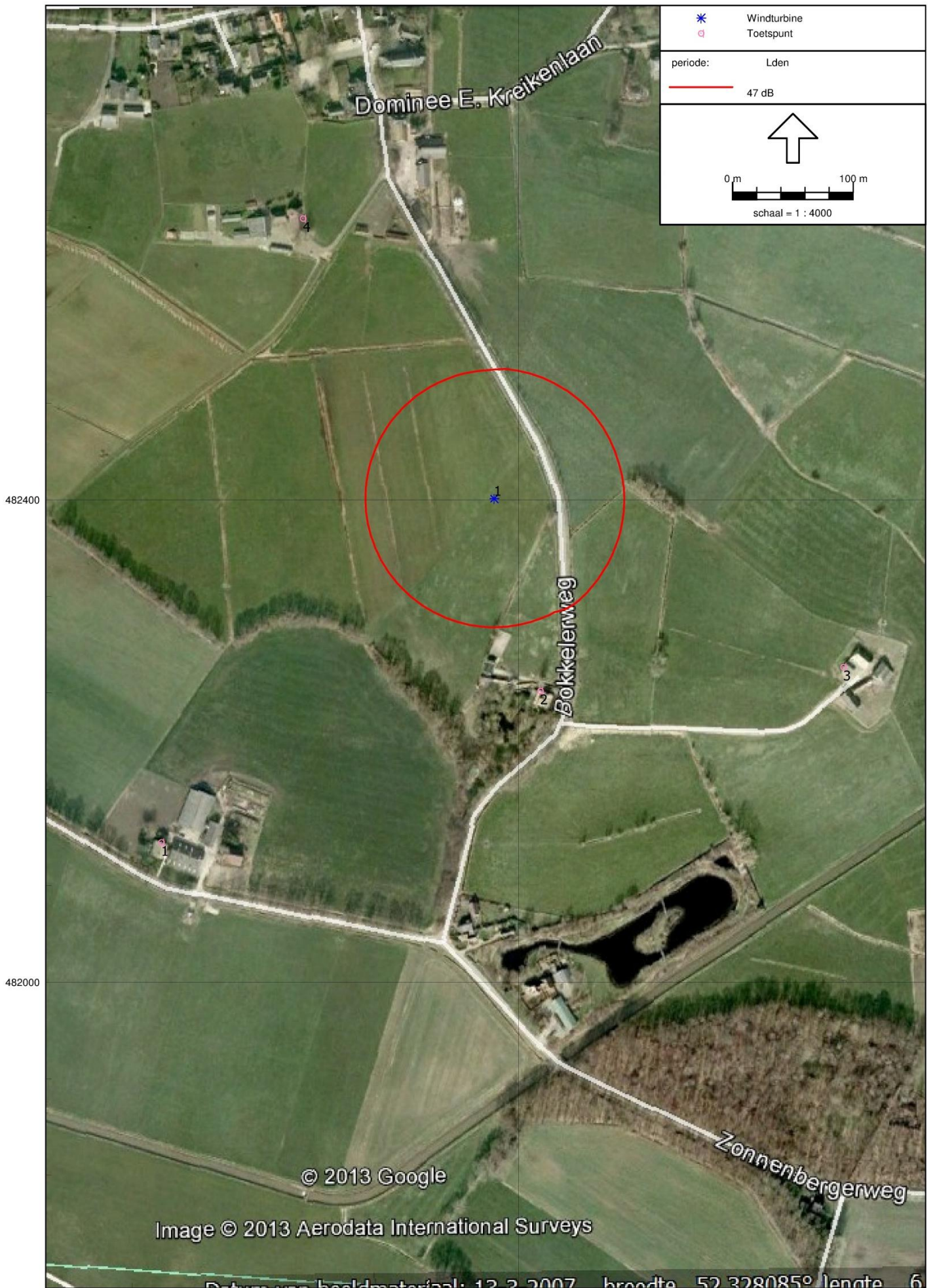
### Calculation Results

| Shadow, worst case |                                |                                  | Shadow, expected values          |                                |
|--------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| No.                | Shadow hours per year [h/year] | Shadow days per year [days/year] | Max shadow hours per day [h/day] | Shadow hours per year [h/year] |
| A                  | 0:00                           | 0                                | 0:00                             | 0:00                           |
| B                  | 0:00                           | 0                                | 0:00                             | 0:00                           |
| C                  | 0:00                           | 0                                | 0:00                             | 0:00                           |
| D                  | 0:00                           | 0                                | 0:00                             | 0:00                           |

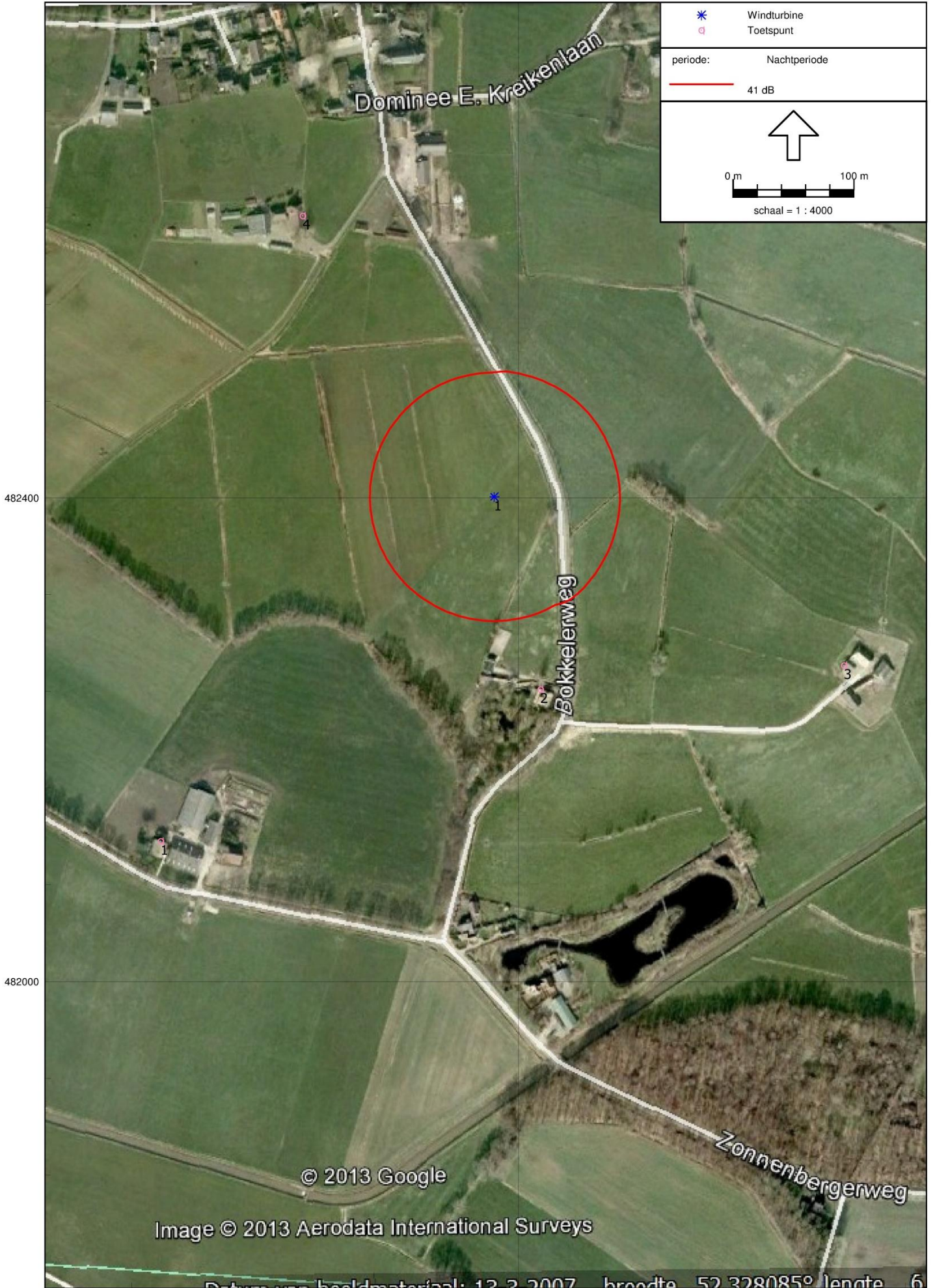
| Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG |   |                     |                   |  |
|---|---|---------------------|-------------------|--|
| No.   | Name  | Worst case [h/year] | Expected [h/year] |  |
| 1   | BALTIC 99-25 21.3 IO! hub: 15,9 m (TOT: 26,5 m) (1) | 0:00                | 0:00              |  |











groen=0 uur, rood=5 uur, grijs=15 uur slagschaduwhinder per jaar.

