



VAN  
GRINSVEN  
ADVIES

310603020  
De Bendels 9  
5391 GD Nuland  
tel: (073) 534 10 53  
fax: (073) 534 10 28  
e-mail: vga@home.nl  
Rabobank 13.75.30.447  
BTW nr. NL933 40.692.B01  
Kamer van Koophandel: 16064749

milieuadvies  
akoestisch onderzoek  
energiebesparing  
fotovisualisaties  
vergunningaanvragen  
Wet milieubeheer

1709.5

Opdrachtgever: Kemperman en Partners Projecten B.V.  
Printerweg 34  
3821 AD Amersfoort

Kenmerk: KP-MaasWaal.TS2.doc

Betreft: Akoestisch onderzoek en onderzoek naar slagschaduw hinder  
voor het windpark "Maas en Waalweg" met zeven windturbines  
Vestas V90 te Winssen in de gemeente Beuningen.

Contactpersoon opdrachtgever:  
de heer M. Thijssen,  
tel: (0485) 37 14 48.

Behandeld door:  
L. van Grinsven,  
januari 2006.

170d-2



## Inhoud

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.  | Inleiding .....                              | 1  |
| 1.1 | Beschrijving van de locatie .....            | 1  |
| 1.2 | De windturbines .....                        | 1  |
| 2.  | Uitgangspunten .....                         | 2  |
| 2.1 | Regelgeving .....                            | 2  |
| 2.2 | Omgeving .....                               | 2  |
| 3.  | Akoestisch onderzoek .....                   | 3  |
| 3.1 | Geluidbronnen .....                          | 3  |
| 3.2 | Representatieve bedrijfsomstandigheden ..... | 3  |
| 3.3 | Normstelling .....                           | 3  |
| 3.4 | Invoer rekenmodel .....                      | 3  |
| 3.5 | Rekenresultaten .....                        | 5  |
| 3.6 | Beoordeling .....                            | 5  |
| 4.  | Onderzoek slagschaduw .....                  | 6  |
| 4.1 | Normstelling .....                           | 6  |
| 4.2 | Selectie objecten .....                      | 6  |
| 4.3 | Globaal schaduwonderzoek .....               | 7  |
| 4.4 | Nader onderzoek .....                        | 7  |
| 4.5 | Rekenresultaten .....                        | 8  |
| 5.  | Bespreking .....                             | 11 |

## Bijlagen

|           |                             |    |
|-----------|-----------------------------|----|
| bijlage 1 | : objecten rekenmodel ..... | 12 |
|-----------|-----------------------------|----|

## Figuren

|          |                                      |    |
|----------|--------------------------------------|----|
| figuur 1 | : situatie objecten rekenmodel ..... | 13 |
| figuur 2 | : rekenpunten en contouren .....     | 14 |
| figuur 3 | : views schaduw .....                | 15 |
| figuur 4 | : detailviews schaduw .....          | 16 |



## 1. Inleiding

In opdracht van Kemperman en Partners te Amersfoort is een akoestisch onderzoek en een onderzoek naar mogelijke slagschaduwhinder uitgevoerd. Ook is de verwachte elektriciteitsproductie berekend. Het betreft het op te richten windpark "Maas en Waalweg" met vijf windturbines Vestas V90 te Winssen in de gemeente Beuningen.

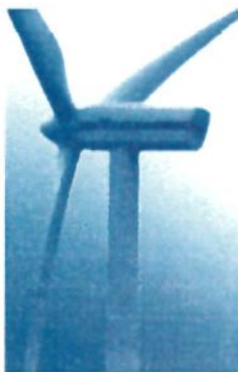
### 1.1 Beschrijving van de locatie

Het windpark komt circa 4 km ten westen van de plaats Beuningen op circa 150 m ten zuiden van de Maas en Waalweg (zie ook figuur 1).

Afbeelding 1-1: locatie.



### 1.2 De windturbines



De Vestas V90 heeft een rotordiameter van 90 m met drie rotorbladen. Het nominale elektrische vermogen is 3 MW. Het toerental van de rotor is continu variabel tussen circa 8,6 en 18,4 tpm. De turbines worden hier geplaatst op conische stalen buismasten waardoor de rotoras circa 105 m boven het maaiveld komt. Het hoogste punt van de rotor wordt circa 150 m hoog. De stalen mast heeft een diameter van 4,15 m aan de voet en 2,3 m aan de top. De turbine begint te draaien bij een windsnelheid van circa 3 m/s. Bij windsnelheden boven 25 m/s wordt de rotor gestopt uit veiligheidsoverwegingen.

De kleur van de rotorbladen en de mast is lichtgrijs, het generatorhuis heeft een blauwe band met daarin de merknaam. De rotorbladen zijn semi-matt. De grootste breedte van het blad is circa 3,5 m, aan de tip zijn de bladen circa 0,4 m breed.



## 2. Uitgangspunten

### 2.1 Regelgeving

Het windpark is niet vergunningplichtig inzake de Wet milieubeheer. Het opgestelde vermogen bedraagt minder dan 15 MW<sup>1</sup>. De turbine valt onder artikel 2 lid 1.e van de AMvB voorzieningen en installaties<sup>2</sup>.

De rotordiameter van de turbine bedraagt 90 m. De meest dichtbijzijnde woning van derden ligt verder weg dan 300 m zodat het overleggen van een rapport van een akoestisch onderzoek formeel niet is vereist. Ter informatie is een dergelijk onderzoek toch uitgevoerd.

Binnen een afstand van twaalf maal de rotordiameter (12x90 m) bevinden zich woningen zodat ook een onderzoek naar slagschaduw is uitgevoerd.

Het windpark valt niet onder onderdeel D (beoordelingsplicht) van het Besluit m.e.r.<sup>3</sup>.

### 2.2 Omgeving

De inrichting is gelegen in een poldergebied met verspreid gelegen boerderijen. De woningen zijn veelal bedrijfs- en/of grondgebonden. In de nabije omgeving is geen zware industrie, er zijn wel drukke snelwegen. De meest nabij gelegen geluidgevoelige bestemming van derden bevindt zich op een afstand van circa 520 m uit de turbinelijn.

---

1 Van een van de turbines is het vermogen iets gereduceerd.

2 Besluit voorzieningen en installaties milieubeheer, 30 oktober 2001, Staatsblad 2001 487.

3 Besluit milieu-effectrapportage 1994, Besluit van 4 juli 1994, houdende uitvoering van het hoofdstuk Milieu-effectrapportage van de Wet milieubeheer.



### 3. Akoestisch onderzoek

#### 3.1 Geluidbronnen

Door Delta A&V zijn geluidmetingen verricht aan de Vestas V90 windturbine<sup>4</sup>. De bronsterkte bedraagt 109,2 dB(A) bij een windsnelheid van 8 m/s boven een vlak landbouwgebied. De rotorashoogte bedroeg 80 m. Op een afstand van 140 m waren er geen hoorbare tonen aanwezig en het geluid was niet impulsachtig. De relatie tussen het toerental en de windsnelheid is instelbaar in de computerbesturing van de turbine. Hierdoor kan de bronsterkte van de turbine tot circa 6 dB(A) verlaagd worden bij windsnelheden van 6 tot 10 m/s. Bij lagere windsnelheden is de bronsterkte al laag en bij hogere windsnelheden zijn hogere geluidniveaus toelaatbaar. De windsnelheid waarbij het geluidniveau het meest kritisch is ten opzichte van de normstelling is circa 7 m/s.

In dit onderzoek is voor turbine 5 uitgegaan van de standaardinstelling. De turbines 1n-4n zijn in de nachtperiode ingesteld op een met 2, 3, 3 respectievelijk 2 dB(A) verlaagde bronsterkte.

#### 3.2 Representatieve bedrijfsomstandigheden

Bij een windsnelheid van circa 3 m/s komt de turbine in bedrijf. Bij toenemende windsnelheid neemt de geluidproductie toe terwijl het referentieniveau ook toeneemt als gevolg van het door de wind opgewekte geluid (turbulentie rond obstakels). Hoewel de turbines dus niet altijd in werking zijn, wordt er voor de beoordeling toch van uitgegaan dat deze de gehele nacht in bedrijf zijn. Deze situatie wordt representatief geacht voor de bedrijfsvoering.

#### 3.3 Normstelling

Het langtijdgemiddelde geluidniveau  $L_{Ar,LT}$  vanwege het windpark mag de waarden van de WNC40 curve uit bijlage 3 van de AMvB niet overschrijden. De hoogte van deze norm is afhankelijk van de windsnelheid en bedraagt 41 dB(A) bij lage windsnelheden, loopt op via 43 dB(A) bij een windsnelheid van 7 m/s tot 50 dB(A) bij een windsnelheid van 12 m/s. De rode lijn in Grafiek 3-1 op pagina 5 geeft deze normcurve weer.

#### 3.4 Invoer rekenmodel

Van de situatie is een akoestisch rekenmodel opgebouwd met behulp van het programma Geonnoise<sup>®</sup> versie 5.2 van DGMR. Hiermee zijn de langtijdgemiddelde geluidniveaus  $L_{Ar,LT}$  berekend die optreden bij een windsnelheid  $V_{10}$  van 7 m/s. Geluidniveaus bij andere windsnelheden worden afgeleid uit de relatie tussen bronsterkte en windsnelheid waarbij rekening wordt gehouden met het variëren van het toerental. De modellering en de overdrachtsberekening zijn uitgevoerd conform de *Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai 1999*<sup>5</sup> (HMRI) volgens methode II.8.

De geometrie van de omgeving is vastgesteld aan de hand van kaartmateriaal, telefonisch verkregen informatie en luchtfoto's. De bodem is als akoestisch absorberend ( $B=1$ ) ingevoerd terwijl relevante verhardingen en wateroppervlakken als akoestisch reflecterend ( $B=0$ ) zijn gemodelleerd. De bij de boerderijen beho-

<sup>4</sup> Measurement of Noise Emission from a Vestas V90-3 MW Wind Turbine, DANAK 2312 rev.2, project no: A100835-01, Delta Acoustics and Vibrations, 9 November 2004.

<sup>5</sup> Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai, 1999, een uitgave van het ministerie van VROM, ISBN 90-422 02327.



rende erven zijn als deels absorberend ( $B=0,5$ ) ingevoerd. De windturbines zijn akoestisch gemodelleerd als rondom uitstralende puntbronnen ter hoogte van de rotoras ( $h_b=105$  m). In de dag en in de avond zijn de bronnen 1-5 in bedrijf en in de nachtperiode de bronnen 1n-4n en bron 5. Gedetailleerde akoestische informatie over de in het rekenmodel ingevoerde objecten vindt u in de bijlage.

- De bronsterkten  $L_{wr}$  zijn opnieuw berekend conform methode II.2 uit de HMRI. Deze Nederlandse methode houdt —in tegenstelling tot de IEA-methode<sup>6</sup>— wel rekening met luchtdemping. Rekening is gehouden met een bodemeffect van 6 dB(A) volgens de IEA-methode.
- De bronsterkten zijn gecorrigeerd voor een windsnelheid  $V_{10}=7$  m/s boven een terrein met een ruwheidslengte van 0,1 m. Hierbij is rekening gehouden met het variëren van het toerental en met de instelling in de besturing.
- De bronsterkten zijn gecorrigeerd voor een ashoogte van 105 m. Op deze hoogte waait het wat harder dan op de ashoogte waarbij de bronsterktemetingen zijn uitgevoerd.

In het akoestische model zijn ontvangerpunten gedefinieerd ter plaatse van de meest nabijgelegen geluidgevoelige bestemmingen van derden:

- Ontvangerpunt 1 ligt bij een woning aan de Dwarssteeg te Winssen in de gemeente Beuningen, circa 690 m ten noorden van turbine 3.
- Ontvangerpunt 2 ligt bij een woning aan de Betenlaan te Winssen in de gemeente Beuningen, circa 575 m ten noorden van turbine 3.
- Ontvangerpunt 3 ligt bij een woning aan de Zellerstraat te Winssen in de gemeente Beuningen, circa 550 m ten zuiden van turbine 2.

De ontvangerpunten zijn aangegeven in figuur 2 en hebben twee ontvangerhoogten boven het plaatselijke maaiveld. Beoordeeld worden de geluidniveaus op plaatsen waar personen kunnen verblijven. Voor de dagperiode is dit de begane grond (+1,5 m). Voor de avond en nachtperiode is dit ter hoogte van verblijfruimten in de woning (+5 m voor een woning met twee woonlagen). Op de ontvangerpunten is het langtijdgemiddelde geluidniveau berekend. Het rekenresultaat is het niveau van het invallende geluid (dus exclusief een eventuele bijdrage door reflectie tegen de achterliggende gevel).

In figuur 1 zijn de eigen woningen van de deelnemers in het project aangegeven met letters.

<sup>6</sup> Acoustics, measurement of noise from wind turbines, International Energy Agency.



### 3.5 Rekenresultaten

In Tabel 3-1 zijn per ontvangerpunt vermeldt: een volgnummer en de langtijdgemiddelde geluidniveaus  $L_{Ar,LT}$  die daar optreden bij een windsnelheid  $V_{10} \approx 7$  m/s in de dag-, avond- en nachtperiode. De etmaalwaarde  $L_{etmaal}$  is hier het geluidniveau in de nachtperiode vermeerderd met 10 dB(A). Een etmaalwaarde van 53 dB(A) komt overeen met de WNC40 normcurve bij  $V_{10} = 7$  m/s.

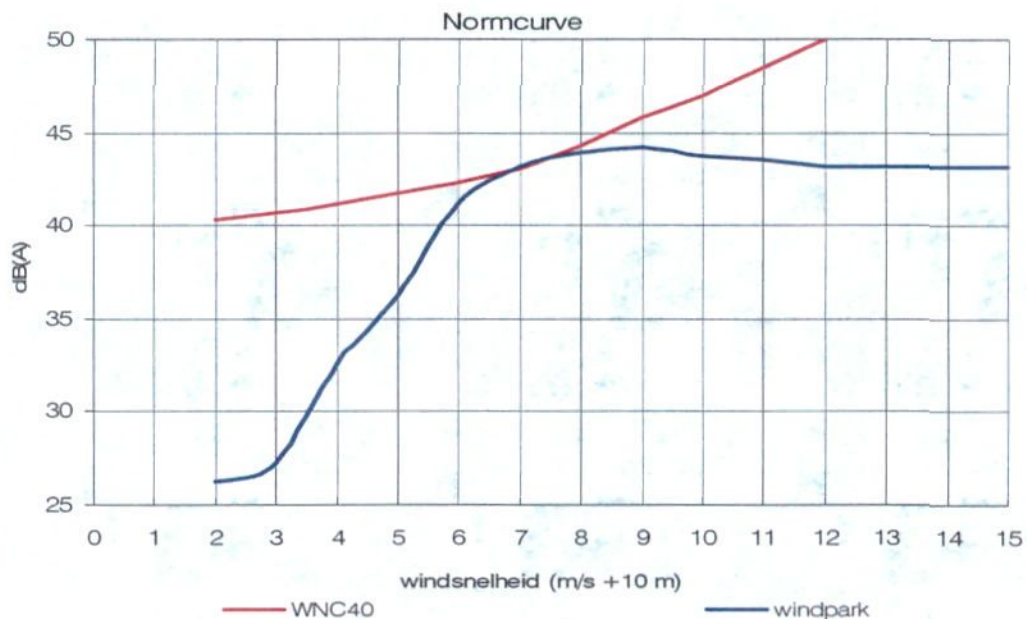
De woningen waar de hoogste beoordelingsniveaus optreden zijn die bij de ontvangerpunten 2 en 3. Deze niveaus zijn daarom maatgevend voor de beoordeling van het aspect geluidhinder. In figuur 2 zijn de bijbehorende 48 en 53 dB(A) etmaalwaardecontouren weergegeven zoals die optreden op een waarneemhoogte van +5 m.

Tabel 3-1: rekenresultaten.

| punt nr. | dag +1,5 m dB(A) | avond +5 m dB(A) | nacht+5 m dB(A) | etmaal dB(A) |
|----------|------------------|------------------|-----------------|--------------|
| 1        | 42,7             | 44,5             | 42,4            | 52           |
| 2        | 43,7             | 45,4             | 43,2            | 53           |
| 3        | 44,6             | 45,6             | 43,2            | 53           |

### 3.6 Beoordeling

Grafiek 3-1: normcurve.



In Grafiek 3-1 wordt het optredende nachtelijke beoordelingsniveau, ter plaatse van de hoogstbelaste woningen vergeleken met de normcurve WNC40. Het blijkt dat de optredende geluidniveaus vanwege het windpark bij alle windsnelheden voldoen aan de in de AMvB gestelde eisen.



## 4. Onderzoek slagschaduw

### 4.1 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 wordt aansluiting gezocht bij de AMvB voorzieningen en installaties milieubeheer. In de AMvB is in bijlage 1 onder 5.1.4 voorgeschreven dat een turbine is voorzien van een automatische stilstandsvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt 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>7</sup>. In het kader van dit onderzoek wordt dit AMvB-voorschrift 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.
- Bij een windpark worden de schaduwduren en schaduwdagen van afzonderlijke turbines opgeteld voor zover de schaduwen elkaar niet overlappen.
- Het gemiddelde aantal schaduwdagen is het gemiddelde van het potentiële aantal hinderdagen (extreem maximum) en het theoretische aantal dagen per jaar waarop de schaduwduur, gecorrigeerd voor zonneshijn en wind, zich kan concentreren (extreem minimum).
- De schaduwduur per dag is gelijk aan de verwachte schaduwduur per jaar gedeeld door het gemiddelde aantal schaduwdagen.
- Er is geen stilstandsvoorziening nodig als de gemiddelde duur van hinderlijke schaduw minder is dan 5:40 uur per jaar.

### 4.2 Selectie objecten

In de omgeving staan woningen waar mogelijk slagschaduw kan optreden. Uit praktische overwegingen is een selectie gemaakt van woningen van derden die representatief zijn voor de beoordeling. In eerste instantie worden de woningen binnen een afstand van circa 1080 m geselecteerd (twaalf maal de rotordiameter). Binnen deze afstand worden de rekenpunten 1-3 (dezelfde als in het akoestisch onderzoek) representatief geacht voor de beoordeling (zie figuur 2).

---

<sup>7</sup> Voor de letterlijke tekst wordt verwezen naar het besluit.



### 4.3 Globaal schaduwonderzoek

In figuur 2 is met grijze contouren een indicatie van de schaduwgebieden van de afzonderlijke turbines aangegeven. Deze contouren zijn berekend op basis van de turbineafmetingen, de duur van de zonschijn in de diverse jaargetijden en een distributie van de optredende windrichtingen. Binnen de buitenste contouren van de grijze vlakken kan de turbine schaduwhinder geven, binnen het vlindervormige heldere gebied is een overschrijding van de hierboven genoemde norm voor de hinderduur te verwachten. Aan de oost en de westzijde kunnen de schaduwen oneindig ver reiken, op afstanden groter dan twaalf maal de rotordiameter wordt de slagschaduw echter niet meer als hinderlijk beoordeeld. Bovenstaande leidt tot de volgende globale beoordeling:

- Bij rekenpunt 1 geven alleen de turbines 4 en 5 schaduwhinder. De andere turbines staan te zuidelijk waar de zon nooit laag genoeg staat om hier schaduw te geven.
- Bij rekenpunt 2 geven de turbines 3, 4, en 5 schaduwhinder. De andere turbines staan te zuidelijk om hier schaduw te veroorzaken.
- Bij rekenpunt 3 treedt nooit schaduw op.

De meeste slagschaduw wordt verwacht bij de rekenpunten 1 en 2.

### 4.4 Nader onderzoek

Van de schaduwduren bij de rekenpunten 1 en 2 is een nadere analyse uitgevoerd. Van de situatie is een driedimensionaal rekenmodel opgesteld. Met dit model zijn de horizontale en verticale zichthoeken vanaf de beschouwde gevels naar de turbinerotoren berekend. De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in visualisaties (zie figuur 3). De view geeft een beeld op het windpark vanaf de betreffende woningen. Op de horizontale as is de kijkrichting weergegeven. Het midden geeft een blik op het zuiden (180 graden), meer naar links op het oosten (90 graden) en verder rechts naar het westen (270 graden). De onderste horizontale lijn stelt de horizon voor. De verticale as geeft de verticale kijkhoek.

In deze figuren zijn ook de zonnebanen getekend met rode lijnen voor deze locatie op circa 52° noorderbreedte en tevens de tijden in MET (Midden Europese Tijd) met blauwe lijnen. De blauwe streeplijnen gelden voor de periode van 22 december tot 22 juni en de ononderbroken lijnen gelden voor de periode van 22 juni tot 22 december. Voor de zomertijd moet er bij de tijden nog een uur worden opgeteld. Elke rode lijn stelt een zonnebaan voor op bepaalde dagen in het jaar. Op 22 juni (zomerpunt, langste dag) volgt de zon de bovenste zonnebaan (baan A) en op 22 december (winterpunt, kortste dag) de onderste baan (baan M). Op 11 februari volgt de zon baan J. De zon komt dan om 8:10 uur op. Om 9 uur is zij geklommen tot een hoogte van 6 graden en vanaf het oosten gedraaid naar 123 graden. Zo is de positie van de zon uit de view af te lezen voor alle dagen in het jaar en voor elk moment van de dag. Ook is af te lezen of een rotorvlak dan voor de zon zit of niet.

Bij de beoordeling van slagschaduw wordt niet uitgegaan van een bepaalde positie maar van een gevelvlak dat alle ramen omvat. Vanwege de afmetingen van dat vlak duurt de volledige schaduwpassage langs het vlak wat langer dan de passage langs een punt. Dit is in de views af te lezen aan de getekende rotor. Kij-



kend vanaf het maaiveld (hoogte=0 m) ziet u de top van de rotor onder een iets hogere hoek en vanaf goothoogte ziet u de onderkant van de rotor onder een lagere hoek. Zo bepaalt de hoogte van het gevelvlak mede de boven- en onderkant van de afgebeelde rotor. Voor de gevelhoogte is uitgegaan van 5 m.

De linkerkant van de rotor heeft de horizontale hoek zoals die gezien wordt vanaf de rechterzijde van de gevel, de rechterzijde van de rotor correspondeert met de linkerzijde van de gevel. Zo bepaalt de geprojecteerde breedte van het gevelvlak mede de breedte van de getekende rotor. Voor de geprojecteerde gevelbreedte is uitgegaan van 12 m.

Door deze wijze van weergave wordt het perspectief wat versterkt en wordt het rotorvlak nog wat meer ovaal. Als de zon de rotor juist raakt, raakt de schaduw ook juist de rand van het beschouwde gevelvlak. Bevindt (een deel van) de zon zich binnen het rotorvlak dan is er dus een schaduw op de beschouwde gevel.

#### 4.5 Rekenresultaten

In de detailviews zijn bij de rotor vier zonposities weergegeven met rode ballen. De diameter ervan komt overeen met de gemiddelde hoek waaronder de zondiameter wordt gezien. Zo kan uit de views ook afgelezen worden in welke mate het rotorblad de zon afdekt. Twee ballen markeren de begin- en eindtijd van de schaduwpassage langs de betreffende woning op de dag dat deze het langst duurt. De twee andere ballen markeren de begin- en einddata van de twee schaduwperiodes in het jaar. Op deze begin- en einddata is de duur van de schaduwpassage minimaal.

De analyseresultaten zijn hieronder weergegeven in tabellen. Per turbine zijn voor de potentiële hinder weergegeven: de optredende perioden en het tijdstip van de schaduwpassage in MET, het aantal dagen, de maximale duur van de schaduwpassage langs de woning en de duur van de potentiële beschaduwning per jaar (tijden in uu:mm). De potentiële schaduwduur is een theoretisch maximum. Op basis van de potentiële schaduwduur is de verwachte hinderduur geschat. Hierbij is de potentiële schaduwduur gecorrigeerd voor:

- Het percentage van het rotorvlak wat zich meer dan vijf graden boven de horizon bevindt. De hinder van het lagere deel wordt verwaarloosbaar geacht omdat dit deel meestal aan het zicht wordt onttrokken door begroeiing en dergelijke en omdat de lichtintensiteit bij deze lage zonnestand gering is.
- De oriëntatie van het rotorvlak. 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. De correctie is gebaseerd op de distributie van de voorkomende windrichtingen.
- Bedrijfstijd. Slagschaduw hinder treedt alleen op als de rotor draait. De correctie is gebaseerd op de distributie van de voorkomende windsnelheden op ashoogte.
- Het deel van de tijd dat de zon werkelijk schijnt. De correctie is gebaseerd op het percentage van de tijd dat de zon gemiddeld schijnt in dit gebied en in het betreffende jaargetijde.

Als gevolg van bovenstaande correcties is de waarschijnlijke hinderduur aanmerkelijk korter dan de potentiële hinderduur.



In de tabel is onder verwachte hinderduur vermeld hoeveel uur per jaar slagschaduw wordt verwacht, het gemiddelde aantal schaduw dagen per jaar en de gemiddelde slagschaduwduur op een dag. Daarnaast is zowel de frequentie van de lichtwisselingen vermeld als de bedekkingsgraad van de zon door de rotorbladen. Een hoger bedekkingspercentage geeft grotere verschillen in lichtintensiteit (modulatiediepte) en wordt als meer hinderlijk ervaren.

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.

Tabel 4-1: rekenresultaten schaduw woning 1.

| Potentiële hinderduur punt 1 |     |     |     |         |         |        |
|------------------------------|-----|-----|-----|---------|---------|--------|
| turbine                      | 1   | 2   | 3   | 4       | 5       | totaal |
| van dag                      | nvt | nvt | nvt | 12-jan  | 4-mrt   |        |
| tot dag                      |     |     |     | 15-feb  | 19-mrt  |        |
| tijd passage                 |     |     |     | 16:10   | 17:51   |        |
| van dag                      |     |     |     | 28-okt  | 25-sep  |        |
| tot dag                      |     |     |     | 1-dec   | 11-okt  |        |
| tijd passage                 |     |     |     | 15:41   | 17:29   |        |
| dagen per jaar               |     |     |     | 68      | 31      | 99     |
| max. duur                    |     |     |     | 0:37    | 0:25    |        |
| tijd/jaar                    |     |     |     | 33:07   | 10:12   | 43:19  |
| Correctie                    |     |     |     |         |         |        |
| hoge stand                   |     |     |     | 97%     | 76%     |        |
| oriëntatie                   |     |     |     | 70%     | 68%     |        |
| bedrijfstijd                 |     |     |     | 90%     | 90%     |        |
| zonneshijn                   |     |     |     | 20%     | 29%     |        |
| Totaal                       |     |     |     | 12%     | 13%     |        |
| Verwachte hinderduur         |     |     |     |         |         |        |
| duur/jaar                    |     |     |     | 4:02    | 1:22    | 5:25   |
| dagen per jaar               |     |     |     | 39      | 19      | 58     |
| gemiddeld/dag                |     |     |     | 0.06    | 0:04    | 0.06   |
| frequentie                   |     |     |     | 0,4-0,9 | 0,4-0,9 |        |
| modulatie                    |     |     |     | 65%     | 49%     |        |

Uit het slagschaduwonderzoek blijkt dat er hinder wordt verwacht bij de woning bij rekenpunt 1. Er wordt hier circa vijf en een half uur slagschaduw hinder per jaar verwacht. Volledige zonbedekking door een rotorblad treedt niet op waardoor de lichtintensiteitsverschillen beperkt zijn. Zeer hinderlijke frequenties van lichtwisselingen komen niet voor.



Ter plaatse van woning 2 wordt ruim zes uur slagschaduw hinder per jaar verwacht als gevolg van turbine 3, 4 en 5 samen. Door turbine 4 te voorzien van een automatische regeling die de rotor stopt als er schaduw optreedt bij woning 2 wordt de jaarlijkse hinderduur teruggebracht tot korter dan 5:40 uur.

Tabel 4-2: rekenresultaten schaduw woning 2.

| Potentiële hinderduur punt 2 |     |     |         |         |         |        |
|------------------------------|-----|-----|---------|---------|---------|--------|
| turbine                      | 1   | 2   | 3       | 4       | 5       | totaal |
| van dag                      | nvt | nvt | 1-dec   | 10-feb  | 17-mrt  |        |
| tot dag                      |     |     | 22-dec  | 6-mrt   | 1-apr   |        |
| tijd passage                 |     |     | 13:46   | 16:58   | 18:15   |        |
| van dag                      |     |     | 22-dec  | 9-okt   | 12-sep  |        |
| tot dag                      |     |     | 12-jan  | 2-nov   | 27-sep  |        |
| tijd passage                 |     |     | 13:46   | 16:29   | 18:02   |        |
| dagen per jaar               |     |     | 42      | 48      | 30      | 120    |
| max. duur                    |     |     | 0:33    | 0:36    | 0:24    |        |
| tijd/jaar                    |     |     | 12:42   | 22:45   | 9:28    | 44:56  |
| Correctie                    |     |     |         |         |         |        |
| hoge stand                   |     |     | 100%    | 98%     | 68%     |        |
| oriëntatie                   |     |     | 67%     | 70%     | 66%     |        |
| bedrijfstijd                 |     |     | 90%     | 90%     | 90%     |        |
| zonneshijn                   |     |     | 16%     | 26%     | 33%     |        |
| Totaal                       |     |     | 10%     | 16%     | 13%     |        |
| Verwachte hinderduur         |     |     |         |         |         |        |
| duur/jaar                    |     |     | 1:13    | 3:39    | 1:15    | 6:08   |
| dagen per jaar               |     |     | 24      | 28      | 18      | 70     |
| gemiddeld/dag                |     |     | 0:03    | 0:08    | 0:04    | 0:05   |
| frequentie                   |     |     | 0,4-0,9 | 0,4-0,9 | 0,4-0,9 |        |
| modulatie                    |     |     | 73%     | 65%     | 46%     |        |



## 5. Bespreking

Het nachtelijke langtijdgemiddelde beoordelingsniveau  $L_{Ar,LT}$  vanwege het windpark bedraagt maximaal 43 dB(A) ter plaatse van woningen van derden (rekenpunt 2 en 3). Dit niveau treedt op bij een windsnelheid  $V_{10}=7$  m/s en op een waarnemhoogte van 5 m boven maaiveld. In de avondperiode zijn de geluidniveaus maximaal 2,5 dB(A) hoger. In de dag en in de avond worden echter hogere geluidniveaus toelaatbaar geacht. Aan de nachtelijke geluidnorm WNC40 uit de AMvB Voorzieningen en Installaties milieubeheer wordt bij alle woningen van derden voldaan.

Uit het slagschaduwonderzoek blijkt dat hinder wordt verwacht bij circa 20 woningen van derden in de nabije omgeving. De meeste schaduwhinder wordt verwacht bij de woning bij rekenpunt 2. Door turbine 4 te voorzien van een automatische regeling die de rotor stopt als er schaduw optreedt bij deze woning, wordt overal voldaan aan de norm voor de jaarlijkse hinderduur.

Van Grinsven Advies,  
L.A.M. van Grinsven.

**Bodemgebieden**

| Id | Omschr.         | X-1       | Y-1       | Bf   |
|----|-----------------|-----------|-----------|------|
| 1  | Maas en Waalweg | 173661,81 | 431608,61 | 0,00 |
| 2  | Kooistraat      | 173755,75 | 431251,09 | 0,00 |
| 4  | Betenlaan       | 175293,66 | 429854,34 | 0,00 |
| 5  | A50             | 175474,17 | 427030,83 | 0,00 |
| 8  | Ficarystraat    | 176072,17 | 429257,53 | 0,00 |
| 9  | erf             | 176096,07 | 431195,95 | 0,50 |
| 10 | erf             | 176117,95 | 430191,61 | 0,50 |
| 11 | erf             | 176152,63 | 431083,80 | 0,50 |

**Ontvangerpunten**

| Id | Omschr.             | X         | Y         | Hoogte A | Hoogte B | Reflectie |
|----|---------------------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|
| 1  | woning Dwarssteeg   | 176091,76 | 431218,04 | 1,50     | 5,00     | --        |
| 2  | woning Betenlaan    | 176180,52 | 431086,91 | 1,50     | 5,00     | --        |
| 3  | woning Zellerstraat | 176419,60 | 429746,48 | 1,50     | 5,00     | --        |

**Rekenraster**

| Id | Omschr. | X-1       | Y-1       | Hoogte | Maaiveld | HDef.    | DeltaX | DeltaY | X-aantal | Y-aantal |
|----|---------|-----------|-----------|--------|----------|----------|--------|--------|----------|----------|
| 1  | grid    | 174652,42 | 432652,40 | 5,00   | 0,00     | Relatief | 50     | 50     | 101      | 85       |

**Geluidbronnen geometrie**

| Id | Omschr.                        | X         | Y         | Hoogte | Cb(D)   | Cb(A) | Cb(N) | TypeReflectie |
|----|--------------------------------|-----------|-----------|--------|---------|-------|-------|---------------|
| 1n | Vestas V90 7 m/s, nacht        | 176877,00 | 430068,00 | 105,00 | Normaal | --    | --    | 0,00          |
| 2n | Vestas V90 7 m/s, nacht        | 176454,00 | 430302,00 | 105,00 | Normaal | --    | --    | 0,00          |
| 3n | Vestas V90 7 m/s, nacht        | 176027,00 | 430532,00 | 105,00 | Normaal | --    | --    | 0,00          |
| 4n | Vestas V90 7 m/s, nacht        | 175602,00 | 430762,00 | 105,00 | Normaal | --    | --    | 0,00          |
| 1  | Vestas V90 7 m/s, dag en avond | 176877,00 | 430068,00 | 105,00 | Normaal | --    | 0,00  | 0,00          |
| 2  | Vestas V90 7 m/s, dag en avond | 176454,00 | 430302,00 | 105,00 | Normaal | --    | 0,00  | 0,00          |
| 3  | Vestas V90 7 m/s dag en avond  | 176027,00 | 430532,00 | 105,00 | Normaal | --    | 0,00  | 0,00          |
| 4  | Vestas V90 7 m/s dag en avond  | 175602,00 | 430762,00 | 105,00 | Normaal | --    | 0,00  | 0,00          |
| 5  | Vestas V90 7 m/s               | 175181,00 | 430990,00 | 105,00 | Normaal | --    | 0,00  | 0,00          |

**Geluidbronnen bronsterkte**

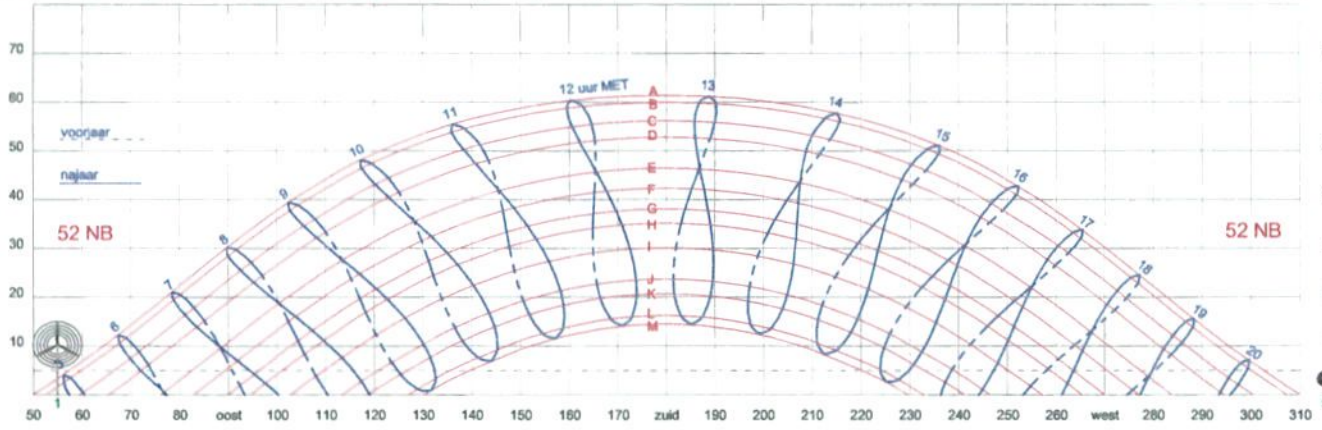
| Id | Omschr.                        | Lwr 31 | Lwr 63 | Lwr 125 | Lwr 250 | Lwr 500 | Lwr 1k | Lwr 2k | Lwr 4k | Lwr 8k | Lwr Totaal |
|----|--------------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|------------|
| 1n | Vestas V90 7 m/s, nacht        | 82,00  | 89,70  | 93,40   | 98,90   | 101,70  | 101,30 | 97,90  | 94,10  | 93,80  | 107,03     |
| 2n | Vestas V90 7 m/s, nacht        | 81,00  | 88,70  | 92,40   | 97,90   | 100,70  | 100,30 | 96,90  | 93,10  | 92,80  | 106,03     |
| 3n | Vestas V90 7 m/s, nacht        | 81,00  | 88,70  | 92,40   | 97,90   | 100,70  | 100,30 | 96,90  | 93,10  | 92,80  | 106,03     |
| 4n | Vestas V90 7 m/s, nacht        | 82,00  | 89,70  | 93,40   | 98,90   | 101,70  | 101,30 | 97,90  | 94,10  | 93,80  | 107,03     |
| 1  | Vestas V90 7 m/s, dag en avond | 84,00  | 91,70  | 95,40   | 100,90  | 103,70  | 103,30 | 99,90  | 96,10  | 95,80  | 109,03     |
| 2  | Vestas V90 7 m/s, dag en avond | 84,00  | 91,70  | 95,40   | 100,90  | 103,70  | 103,30 | 99,90  | 96,10  | 95,80  | 109,03     |
| 3  | Vestas V90 7 m/s dag en avond  | 84,00  | 91,70  | 95,40   | 100,90  | 103,70  | 103,30 | 99,90  | 96,10  | 95,80  | 109,03     |
| 4  | Vestas V90 7 m/s dag en avond  | 84,00  | 91,70  | 95,40   | 100,90  | 103,70  | 103,30 | 99,90  | 96,10  | 95,80  | 109,03     |
| 5  | Vestas V90 7 m/s               | 84,00  | 91,70  | 95,40   | 100,90  | 103,70  | 103,30 | 99,90  | 96,10  | 95,80  | 109,03     |





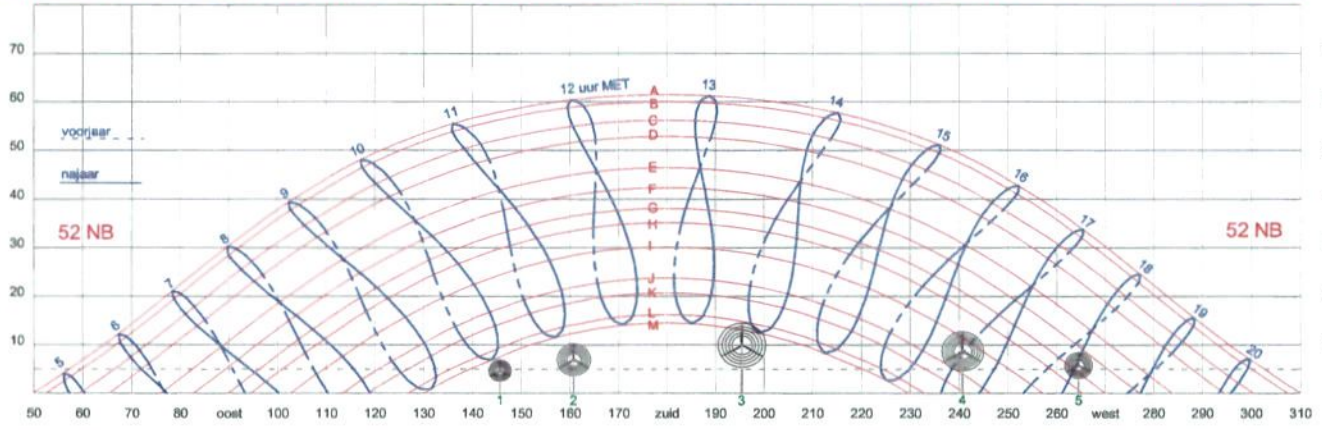


A= 22 juni B= 1 juni en 12 juli C=13 mei en 1 aug D= 1 mei en 13 aug E= 12 apr en 1 sep F= 1 apr en 12 sep G= 21 mrt en 23 sep H= 14 mrt en 1 okt I= 1 mrt en 14 okt J= 11 feb en 1 nov K= 1 feb en 11 nov L= 12 jan en 1 dec M=22 dec



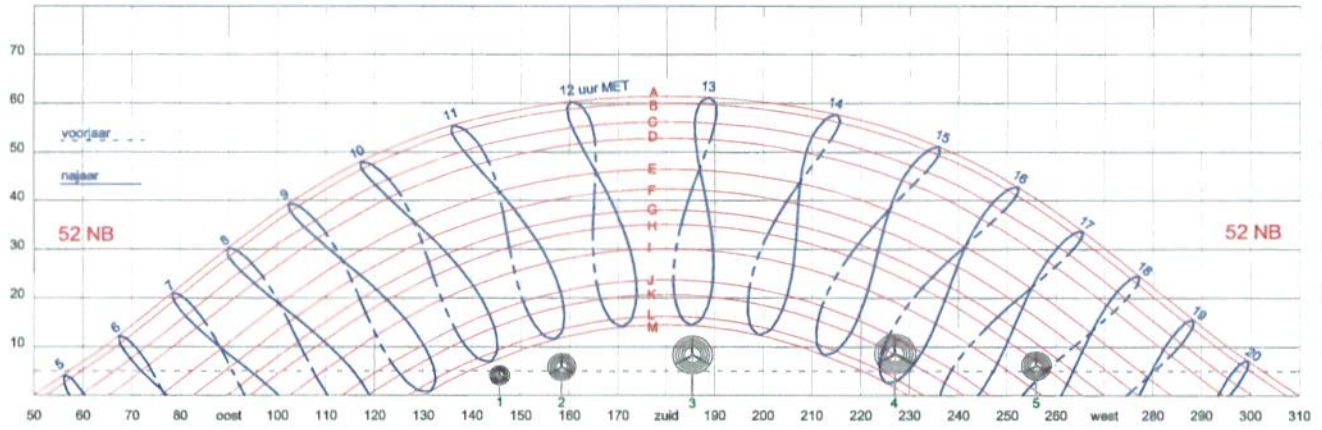
view punt 3

A= 22 juni B= 1 juni en 12 juli C=13 mei en 1 aug D= 1 mei en 13 aug E= 12 apr en 1 sep F= 1 apr en 12 sep G= 21 mrt en 23 sep H= 14 mrt en 1 okt I= 1 mrt en 14 okt J= 11 feb en 1 nov K= 1 feb en 11 nov L= 12 jan en 1 dec M=22 dec



view punt 2

A= 22 juni B= 1 juni en 12 juli C=13 mei en 1 aug D= 1 mei en 13 aug E= 12 apr en 1 sep F= 1 apr en 12 sep G= 21 mrt en 23 sep H= 14 mrt en 1 okt I= 1 mrt en 14 okt J= 11 feb en 1 nov K= 1 feb en 11 nov L= 12 jan en 1 dec M=22 dec



view punt 1



figuur 4 : detailviews schaduw

