

Windpark Weijerswold

onderzoek naar slagschaduw hinder

Definitief

Sweco Nederland B.V.
De Bilt, 24 november 2016

Verantwoording

Titel : Windpark Weijerswold
Subtitel : onderzoek naar slagschaduw hinder
Projectnummer : 338015
Referentienummer : SWNL0195942
Revisie : D2
Datum : 24 november 2016

Auteur(s) : Loek van Bakkum
E-mail adres : loek.vanbakkum@sweco.nl

Gecontroleerd door : Jaap Wisse



Goedgekeurd door : Bavius de Vries



Contact : Sweco Nederland B.V.
De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt
Postbus 203
3730 AE De Bilt
T +31 88 811 66 00
F +31 30 310 04 14
www.sweco.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Slagschaduwhinder	6
2.1	Criteria Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer.....	6
2.2	Toetsing	6
2.2.1	Windpark.....	6
2.2.2	Slagschaduw gevoelige objecten.....	7
2.2.3	Meteorologische condities	8
2.2.4	Uitgangspunten en aannames	8
3	Resultaten.....	9
3.1	Verwachte slagschaduwduur	9
3.1.1	referentie situatie.....	10
3.1.2	Cumulatieve situatie	11
3.1.3	Afscherpende effecten.....	12
3.2	stilstandregeling	12
4	Conclusies	13

1 Inleiding

In opdracht van Windunie en Raedthuys is de slagschaduwhinder voor het beoogde windpark Weijerswold opgesteld.

Het windpark zal bestaan uit 4 turbines. Het exacte type windturbine dat zal worden geplaatst is nog niet vastgesteld. Wel zijn specificaties van mogelijke turbines verstrekt met maximale ashoogte en rotordiameter. In dit slagschaduwonderzoek is op basis van deze afmetingen een turbine geselecteerd die de meeste slagschaduwhinder kan veroorzaken. Dit betreft een turbine met een rotordiameter van 136 meter en een ashoogte van 122 meter (wat resulteert in een tiphoogte van 190 meter). Op deze wijze is de slagschaduwhinder op basis van een 'worst-case' turbinevariant doorgerekend.

In de directe omgeving van het beoogde windpark is aan de Duitse zijde van de grens een bestaand windpark gelegen. Dit bestaande windpark wordt in de nabije toekomst vervangen en opgeschaald. De bestaande kleinere turbines worden vervangen door grotere turbines. In de onderstaande Figuur 1 is het initiatief weergegeven. De nieuwe situatie die dan ontstaat is al meegenomen in de slagschaduwstudie zodat eventuele cumulatieve effecten op een juiste wijze worden meegenomen in de beoordeling.



Figuur 1 Situering windpark Weijerswold, dit betreft windturbines W-1 tot en met W-4. De windturbines WEA-xx betreffen de nieuwe Duitse windparkontwikkeling. ALT-WEA-xx betreffen de bestaande Duitse turbines die niet worden afgebroken.

Om te beoordelen of het beoogde windpark Weijerswold aan de vigerende normen voor slagschaduw voldoet, heeft Sweco een studie uitgevoerd naar de effecten van slagschaduw op de nabijgelegen hindergevoelige objecten, in dit geval woonhuizen.

Dit rapport geeft de resultaten van deze studie weer, inclusief toetsing aan het Activiteitenbesluit (*Besluit algemene regels voor Inrichtingen Milieubeheer*) en de *Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer*.

2 Slagschaduwhinder

2.1 Criteria Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer

De *Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer* omschrijft in artikel 3.12 dat windturbines voorzien dienen te zijn van een stilstandvoorziening indien de afstand tussen windturbines en hindergevoelige objecten (zoals woonhuizen) minder dan 12 maal de rotordiameter bedraagt en slagschaduwhinder kan optreden.

In de bovengenoemde regeling is als norm voor schaduwhinder gesteld dat er gemiddeld niet meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw op de naar de turbine toegekeerde raamkozijnen mag optreden. Indien deze norm wordt overschreden moet de installatie van een stilstandregeling zijn voorzien en worden afgeschakeld.

Een verstoringaspect van windturbines is slagschaduw naast het aspect geluidsemissie. De *Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer* omschrijft slagschaduw als een bewegende schaduw die ontstaat als de zon op de draaiende rotorbladen van de windturbine valt en optreedt aan de andere zijde van de turbine. De norm voor slagschaduw is opgenomen in de bovengenoemde regeling en betreft een grens van het gemiddeld totale aantal uren slagschaduw per jaar op een schaduwgevoelig object. In de regeling zijn de lichtdoorlatende geveldelen van de betreffende naar de windturbine toe gekeerde gevels als slagschaduwgevoelige objecten aangemerkt.

2.2 Toetsing

Het slagschaduwonderzoek is met behulp van het programma WINDPRO v3.1 uitgevoerd. In dit onderzoek gaan wij uit van de volgende, gebruikelijke, interpretatie van de normstelling. Wij stellen dat de norm overschreden wordt, indien de **totale schaduwduur** per jaar meer dan 17 * 20 minuten = 5 uur en 40 minuten (5,7 uur) bedraagt. Dit is een strengere interpretatie, omdat strikt genomen volgens de regeling alleen de dagen met meer dan 20 minuten schaduwduur zouden moeten worden beschouwd.

2.2.1 Windpark

Het beoogde nieuwe gedeelte van windpark Weijerswold bestaat uit 4 turbines. In de onderstaande tabel zijn de specificaties vermeld waarmee is gerekend, inclusief de posities.

Tabel 1: specificatie windpark Weijerswold

Code turbine	RD x	RD y	Ashoogte (m)	Rotordiameter (m)
W1	250.177	519.164	122	136
W2	250.591	519.247	122	136
W3	251.646	519.024	122	136
W4	252.063	518.859	122	136

Naast de bovengenoemde turbines, is rekening gehouden met een nabijgelegen windpark in Duitsland:

Tabel 2: specificatie huidig windpark Duitsland

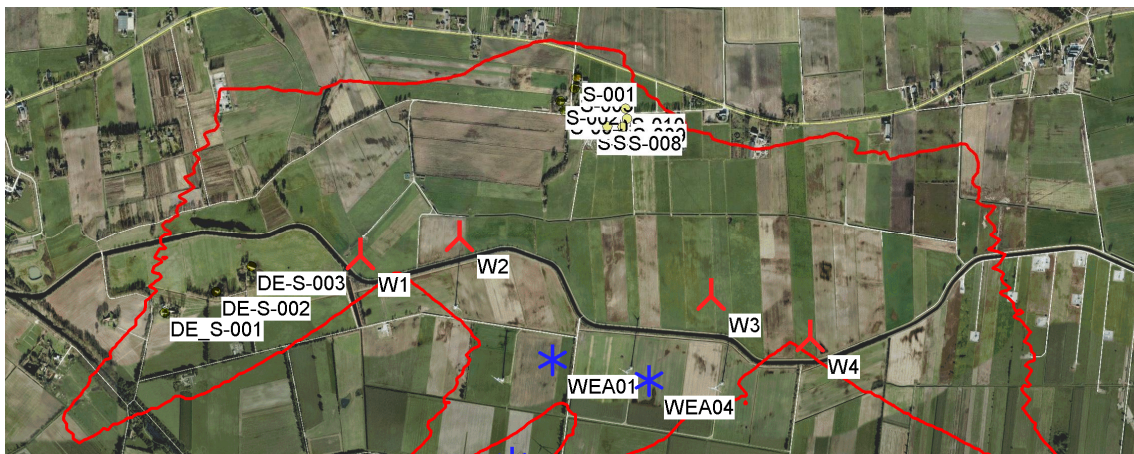
Code turbine	RD x	RD y	Ashoogte (m)	Rotordiameter (m)
DE-02-01	250.576	518.959	85	70,5
DE-02-02	250.778	518.662	85	70,5
DE-02-03	251.314	518.723	85	70,5
DE-02-04	251.695	518.665	85	70,5
DE-02-05	251.057	518.314	85	70,5
DE-02-06	250.616	518.000	85	70,5
DE-02-07	250.798	517.741	85	70,5
DE-02-08	251.184	518.001	85	70,5
DE-02-09	251.332	517.675	85	70,5
DE-02-10	251.652	517.329	85	70,5

Tabel 3: specificatie repowered windpark Duitsland

Code turbine	RD x	RD y	Ashoogte (m)	Rotordiameter (m)
WEA01	250.989	518.746	149	115
WEA02	250.830	518.317	149	115
WEA03	250.774	517.906	149	115
WEA04	251.394	518.667	149	115
WEA05	251.223	518.255	149	115
WEA06	251.178	517.853	149	115
ALT-WEA09	251.332	517.675	85	70,5
ALT-WEA10	251.652	517.329	85	70,5

2.2.2 Slagschaduw gevoelige objecten

Op basis van de slagschaduwcontour van 5,7 uur van het toekomstige windpark Weijerswold zijn de gevoelige objecten c.q. de woningen van derden geïdentificeerd, die relevant zijn in het kader van de toetsing aan de normstelling uit het Activiteitenbesluit (zie Figuur 2).



Figuur 2: slagschaduwduur van 5,7 uur vanwege windpark Weijerswold (W1 t/m W4).

Deze objecten zijn in de onderstaande Tabel 4 en in Figuur 2 aangegeven als S-001 tot en met S-010. Woningen van deelnemers in deze parkontwikkeling zijn hierin buiten beschouwing gelaten. Het beoogde windpark zal ook een aantal Duitse woningen beschaduen. Deze woningen zijn aangeduid als DE-S-001 tem DE-S-003. De objecten betreffen individuele woningen.

Tabel 4: overzicht gevoelige objecten

Object ID	Adres	RD x	RD y
DE_S-001	woning-DE	249.366	518.911
DE-S-002	woning-DE	249.579	519.000
DE-S-003	woning-DE	249.726	519.110
S-001	woning-DE	251.068	519.923
S-002	Weijerswold 1	251.001	519.825
S-003	Weijerswold 2	251.058	519.880
S-004	Weijerswold 3	251.019	519.787
S-005	Weijerswold 4	251.085	519.791
S-006	Weijerswold 5	251.134	519.724
S-007	Weijerswold 8	251.198	519.724
S-008	Weijerswold 12	251.261	519.724
S-009	Weijerswold 14	251.280	519.758
S-010	Weijerswold 16	251.273	519.800

Het is mogelijk dat objecten op meerdere gevelvlakken slagschaduw van het windpark onder vinden. Daarom zijn de objecten in het model gedefinieerd als “broeikas” objecten, waardoor er van wordt uitgegaan dat slagschaduw altijd via een gevelvlak op het object kan intreden als er schaduwpassage over het object is. Het “broeikas” model is gebaseerd op een benadering waarbij wordt uitgegaan van een belast gevelvlak dat steeds loodrecht naar iedere windturbine toe is georiënteerd. Op deze wijze is de totale passageduur van de slagschaduw over het huis berekend. De berekening is een worst-case benadering zonder rekening te houden met de feitelijke aan- of afwezigheid van ramen en oriëntatie van de gevels van de woningen en zonder rekening te houden met aanwezige obstakels (bomen, gebouwen) die schaduwwerping kunnen verhinderen.

2.2.3 Meteorologische condities

De slagschaduw wordt berekend aan de hand van de turbinevorm en afmetingen en de statistieken van de meteorologische condities, zoals de zonneshijnverdeling over het jaar en het aantal uren wind uit een bepaalde windrichting ter plaatse van het initiatief. Door ook de windrichting als invoerparameter mee te nemen kan rekening worden gehouden met het draaien van de rotorrichting, wat gevolgen heeft voor de slagschaduw effecten.

De langjarig gemiddelde meteorologische gegevens van het volgende KNMI weerstation zijn gebruikt:

- frequentietabellen potentiële windsnelheid: berekend met WASP (Wind Atlas Analysis and Application Program) op basis van de weerstation Eelde;
- zonneshijn duur Eelde.

2.2.4 Uitgangspunten en aannames

Bij de slagschaduw berekeningen zijn de volgende uitgangspunten en aannames gehanteerd:

- minimale zonhoogte boven de horizon voor significante invloed $\hat{=}$ 3 graden;
- terreinruwheid: de hoogteverschillen in, en ruwheid van het terrein zijn opgenomen in de modellering;
- Obstakels tussen de windturbines en gevoelige objecten, die slagschaduw op een object voorkomen of beperken zoals schuren, nabijgelegen huizen en grotere groenstructuren zijn **niet** meegenomen in de berekeningen.
- het raamvlak van de individuele woningen is gestandaardiseerd op 5 meter breedte en 2 meter hoogte op een hoogte van 1 meter boven maaiveld.

3 Resultaten

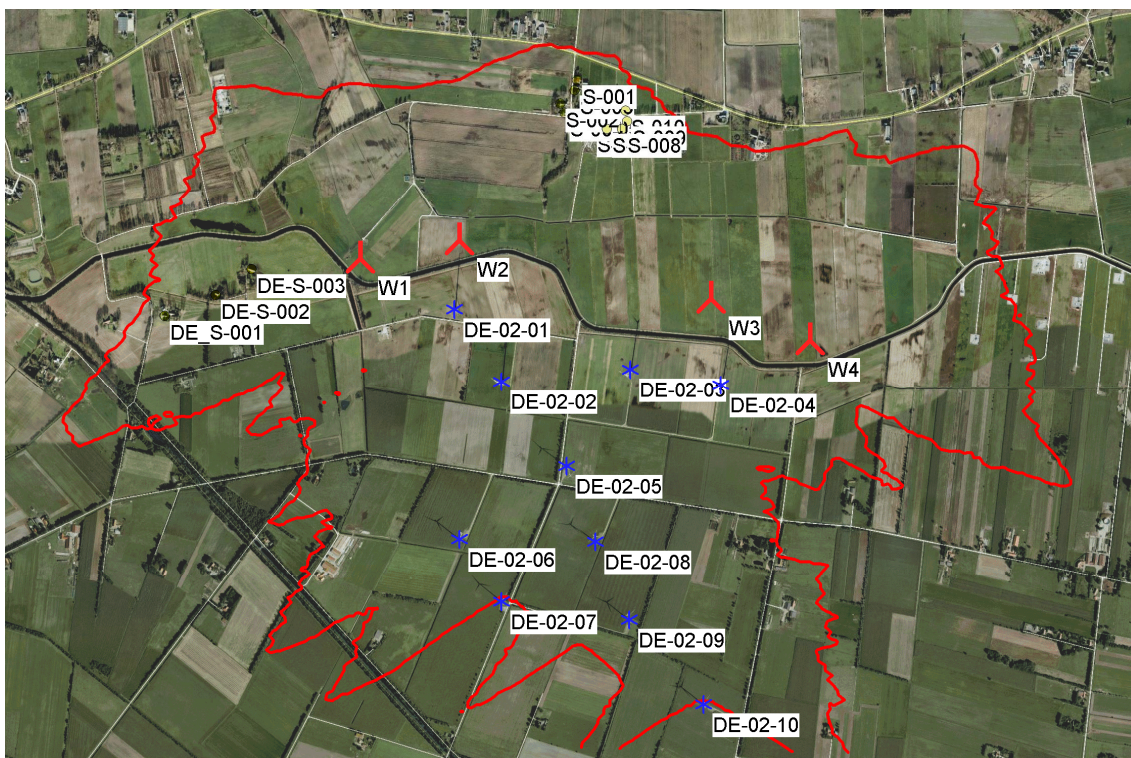
3.1 Verwachte slagschaduwduur

De te verwachten slagschaduwduur per object is berekend op basis van de langjarig gemiddelde zonneshijnduur. In Figuur 3 en Figuur 4 is de slagschaduwcontour weergegeven van de normgrens van 5 uur en 40 minuten per jaar voor de cumulatieve situatie met het nabijgelegen Duitse windpark voor respectievelijk het huidige en het toekomstige Duitse windpark. Deze contour is berekend op basis van de langjarig gemiddelde meteorologie en kan dus beschouwd worden als de effectieve slagschaduwduur die gemiddeld per jaar te verwachten is.

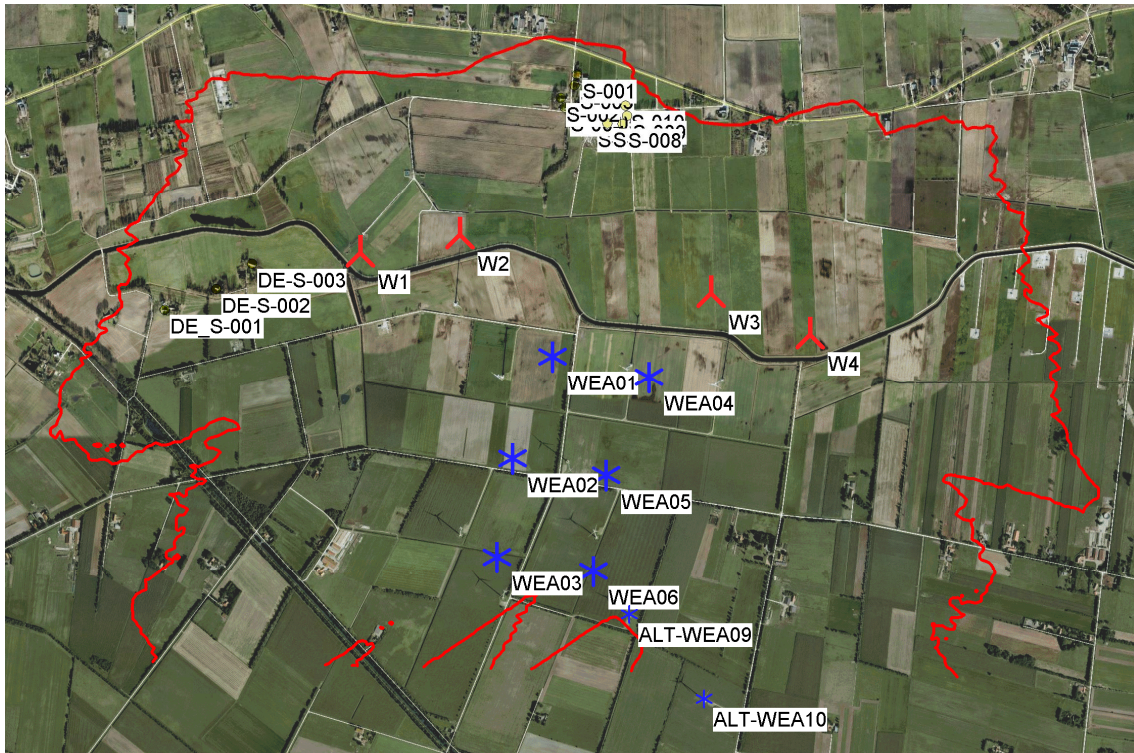
Voor de geselecteerde gevoelige objecten is de gemiddeld te verwachten slagschaduwduur berekend voor de referentie situatie (alleen het Duitse windpark huidig respectievelijk toekomstig) en voor de cumulatieve situatie. De resultaten staan in de tabellen 4 en 5. De roodgekleurde tijden in deze tabellen geven aan waar de norm voor verwachte slagschaduw van gemiddeld 5:40 uur per jaar wordt overschreden. Het totaal van alle uren slagschaduw cumulatief op deze objecten is 96 respectievelijk 107 uur gemiddeld per jaar.

In de berekening van de verwachte stilstandsduur is rekening gehouden met de gemiddelde zonneshijnduur en dus met toepassing van een zonneshijnsensor.

Omdat het om gemiddelden per jaar gaat is er van jaar tot jaar variatie in de werkelijke aantal uren stilstand ter voorkoming van slagschaduw.



Figuur 3: slagschaduwduur cumulatieve situatie met het **huidige** Duitse windpark. De rode contour betreft de contour behorende bij 5,7 uur per jaar slagschaduw



Figuur 4: slagschaduwduur cumulatieve situatie met **toekomstige** Duitse windpark. De rode contour betreft de contour behorende bij 5,7 uur per jaar slagschaduw

3.1.1 referentie situatie

Zoals blijkt uit tabel 5 geeft de het toekomstige Duitse windpark, geen slagschaduw hinder op de beschouwde gevoelige Nederlandse woningen. Door de hernieuwde positionering van de turbines liggen de beschouwde Nederlandse gevoelige objecten buiten de 0 uren contour van het vernieuwde Duitse windpark.

Tabel 4: Slagschaduw referentie situatie (huidige Duits windpark) per gevoelig object

Gevoelige objecten		RD		Effectief
Code	omschrijving	x	y	Schaduw (uren/jaar)
DE_S-001	woning-DE	249.366	518.911	1:01
DE-S-002	woning-DE	249.579	519.000	1:47
DE-S-003	woning-DE	249.726	519.110	1:50
S-001	Weijerswold 1	251.068	519.923	0:00
S-002	Weijerswold 2	251.001	519.825	0:00
S-003	Weijerswold 3	251.058	519.880	0:00
S-004	Weijerswold 4	251.019	519.787	0:00
S-005	Weijerswold 5	251.085	519.791	0:00
S-006	Weijerswold 8	251.134	519.724	0:42
S-007	Weijerswold 12	251.198	519.724	1:08
S-008	Weijerswold 14	251.261	519.724	1:19
S-009	Weijerswold 16	251.280	519.758	1:12
S-010	Weijerswold 5a	251.273	519.800	0:56

Tabel 5: Slagschaduw referentie situatie (toekomstig Duits windpark) per gevoelig object

Gevoelige objecten		RD		Effectief Schaduw (uren/jaar)
Code	omschrijving	x	y	
DE_S-001	woning-DE	249.366	518.911	2:48
DE-S-002	woning-DE	249.579	519.000	4:11
DE-S-003	woning-DE	249.726	519.110	4:56
S-001	Weijerswold 1	251.068	519.923	0:00
S-002	Weijerswold 2	251.001	519.825	0:00
S-003	Weijerswold 3	251.058	519.880	0:00
S-004	Weijerswold 4	251.019	519.787	0:00
S-005	Weijerswold 5	251.085	519.791	0:00
S-006	Weijerswold 8	251.134	519.724	0:00
S-007	Weijerswold 12	251.198	519.724	0:00
S-008	Weijerswold 14	251.261	519.724	0:00
S-009	Weijerswold 16	251.280	519.758	0:00
S-010	Weijerswold 5a	251.273	519.800	0:00

3.1.2 Cumulatieve situatie

Na realisatie van het windpark Weijerswold is op de beschouwde gevoelige objecten sprake van overschrijding van de vigerende norm voor slagschaduw (zie tabel 6 en 7).

Tabel 6: Cumulatieve slagschaduw beoogd windpark Weijerswold + huidig Duitse windpark per gevoelig object

Gevoelige objecten		RD		Effectief Schaduw (uren/jaar)
Code	omschrijving	x	y	
DE_S-001	woning-DE	249.366	518.911	9:26
DE-S-002	woning-DE	249.579	519.000	19:36
DE-S-003	woning-DE	249.726	519.110	29:35
S-001	Weijerswold 1	251.068	519.923	10:38
S-002	Weijerswold 2	251.001	519.825	14:27
S-003	Weijerswold 3	251.058	519.880	12:15
S-004	Weijerswold 4	251.019	519.787	15:31
S-005	Weijerswold 5	251.085	519.791	13:58
S-006	Weijerswold 8	251.134	519.724	14:55
S-007	Weijerswold 12	251.198	519.724	14:28
S-008	Weijerswold 14	251.261	519.724	13:28
S-009	Weijerswold 16	251.280	519.758	11:59
S-010	Weijerswold 5a	251.273	519.800	10:33

Tabel 7: Cumulatieve slagschaduw (beoogd windpark Weijerswold + toekomstige Duitse windpark per gevoelig object

Gevoelige objecten		RD	RD	Effectief
Code	omschrijving	x	y	Schaduw (uren/jaar)
DE_S-001	woning-DE	249.366	518.911	11:38
DE-S-002	woning-DE	249.579	519.000	22:57
DE-S-003	woning-DE	249.726	519.110	34:05
S-001	Weijerswold 1	251.068	519.923	11:19
S-002	Weijerswold 2	251.001	519.825	15:22
S-003	Weijerswold 3	251.058	519.880	13:02
S-004	Weijerswold 4	251.019	519.787	16:30
S-005	Weijerswold 5	251.085	519.791	14:51
S-006	Weijerswold 8	251.134	519.724	15:03
S-007	Weijerswold 12	251.198	519.724	14:05
S-008	Weijerswold 14	251.261	519.724	12:50
S-009	Weijerswold 16	251.280	519.758	11:22
S-010	Weijerswold 5a	251.273	519.800	10:09

3.1.3 Afscherpende effecten

In bovengenoemde berekeningen is geen rekening gehouden met obstakels zoals bomen, grote struiken en schuren die het uitzicht op de windturbines vanuit de betreffende woningen belemmeren of weg kunnen nemen. Indien dat het geval is zal ook de slagschaduw van windturbines de woningen niet kunnen bereiken en dus ook niet waarneembaar zijn. Verder kan het voorkomen dat de hindergevoelige gevels van woon- en slaapvertrekken niet gericht zijn naar de windturbines.

In Weijerswold zijn nabijgelegen gevoelige objecten (woningen) vaak omringd door dergelijke obstakels, waardoor de waarneembaarheid van slagschaduw waarschijnlijk wordt beperkt. Het werkelijk te verwachten aantal uren slagschaduw op de gevels van deze woningen kan hierdoor dus lager zijn dan het berekende gemiddelde.

3.2 stilstandregeling

Om te voldoen aan de normstelling dienen de nieuwe turbines te worden voorzien van een stilstandsregeling. Een dergelijke regeling zorgt ervoor dat de turbines op geprogrammeerde dagen en tijdstippen voor de duur van de slagschaduwpassage worden stilgezet om zo slagschaduwhinder op een woning te voorkomen. Om onnodige stilstand te voorkomen wordt deze stilstandregeling gecombineerd met een zonneshijnsensor. Deze zorgt ervoor dat de turbine alleen wordt stilgezet binnen de geprogrammeerde kalender als ook de zon daadwerkelijk schijnt, omdat uiteraard alleen dan slagschaduw kan optreden.

4 Conclusies

Het onderzoek naar slagschaduw hinder wijst uit dat de norm uit de *Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer*, van een maximaal toelaatbare slagschaduw hinder 5 uur en 40 minuten, bij alle getoetste woningen wordt overschreden. De verwachte slagschaduw duur in de worst-case situatie, met maximale afmetingen van de te bouwen windturbines varieert bij deze woningen tussen circa 10 uur en 34 uur.

Om slagschaduw hinder te voorkomen moeten de windturbines worden voorzien van een stilstandregeling. Daarmee worden de turbines automatisch stilgezet gedurende een in totaal beperkt aantal uren per jaar op de momenten dat slagschaduw kan optreden. Daarmee kan worden voldaan aan artikel 3.12 van de *Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer*.

Als alle slagschaduw hinder van Windpark Weijerswold op de beschouwde objecten wordt weggenomen, dan is het berekende gemiddeld totaal aantal uren benodigde stilstand 88,5 uur (met huidig Duits windpark) of 94 uur stilstand (met toekomstige Duitse windpark), wat overeenkomt met circa 0,3% van de operationele tijd.

Samenvattend kan worden gesteld dat, uitgaande van toetsing aan het Activiteitenbesluit en de *Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer*, een stilstandvoorziening op de nieuwe windturbines noodzakelijk is. Daarmee kan de slagschaduw op de gevoelige objecten worden gereduceerd en kan aan de norm worden voldaan.

Slagschaduw vormt daarmee geen belemmering voor het voorgenomen project.