



Memo

Datum

Auteur

Onderbouwing lokale slagschaduwnorm Windpark Rijnenburg en Reijerscop

17 mei 2023

Inleiding

De gemeente Utrecht stelt zich op het standpunt dat toepassing van een strenge slagschaduwnorm voor het plangebied van Windpark Rijnenburg en Reijerscop leidt tot een aanzienlijke vermindering van de verwachte overlast, tegen geringe opbrengstderving (van minder dan 1%). Daarom wordt voor gevoelige objecten de norm gesteld dat er geen 'hinderlijke' slagschaduw mag optreden. In voorliggende memo wordt de onderbouwing voor de slagschaduwnormen gegeven.

Tot 30 juni 2021 gold een rechtstreeks geldende slagschaduwnorm voor windparken, opgenomen in de (ministeriële) Activiteitenregeling milieubeheer: voor gevoelige objecten binnen een afstand van 12 maal de rotordiameter gold dat de windturbine moet worden afgeschakeld wanneer er *"gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw kan optreden"*. Omdat voor het Activiteitenbesluit en bijbehorende Activiteitenregeling ten onrechte geen milieueffectrapport (MER) is opgesteld, zijn deze normen door de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State (ABRvS) buiten toepassing verklaard voor windturbineprojecten die vallen onder bijlage II van de Europese Mer-richtlijn. In de uitspraak van Windpark Delfzijl Zuid Uitbreiding 2020 met kenmerk ECLI:NL:RVS:2021:1395 wordt expliciet door de ABRvS genoemd dat een gemeenteraad niet verplicht is aan te sluiten bij de normen uit het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling. De raad kan er ook voor kiezen om eigen normen te hanteren. Die normen moeten dan zijn voorzien van een actuele, deugdelijke, op zichzelf staande en op de aan de orde zijnde situatie toegesneden motivering.

De lokale normen dienen de belangen van 'een goede ruimtelijke ordening' en 'bescherming van het milieu'.

Onderbouwing

Dat neemt niet weg dat er een inhoudelijke onderbouwing voor deze wettelijke norm bestaat. In de uitspraak van de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State (ABRvS) betreffende het inpassingsplan voor windpark De Drentse Monden-Oostermoer (ECLI:NL:RVS:2018:616, overweging 132) is opgenomen: *"Voorts volgt, zo staat in het verweerschrift, uit onderzoek dat in 1999 in Duitsland is verricht, dat omwonenden van windturbines die een netto slagschaduwduur van meer dan 15 uur per jaar ervaren een hogere mate van dagelijkse hinder ervaren in hun leefomgeving. Naar aanleiding van dat onderzoek is in 2000 laboratoriumonderzoek verricht. Volgens dat laboratoriumonderzoek kan in de eerste 20 minuten dat harde slagschaduw optreedt een fysieke reactie worden veroorzaakt, die bij langere blootstelling daarna door het lichaam wordt gecompenseerd. De onderzoekers hebben aanbevolen de slagschaduwduur te beperken om effecten op langere termijn te*

voorkomen vanwege de energie die deze compensatie kost, zo is in het verweerschrift toegelicht. (...) Volgens de ministers worden, gelet op de conclusies uit deze onderzoeken, met de norm waarbij slagschaduw is beperkt tot maximaal 17 dagen gedurende maximaal 20 minuten per dag binnen een afstand van 12 maal de rotordiameter, gezondheidsklachten voorkomen en wordt de hinder in voldoende mate beperkt”.

De genoemde Duitse onderzoeken van Pohl (1999), (2000) en hun conclusies over het effect van slagschaduwhinder zijn nog steeds relevant voor de beoordeling van slagschaduweffecten. Ten aanzien van eventuele directe gezondheidseffecten in de vorm van (epileptische) beroertes geldt dat in diverse wetenschappelijke studies is aangetoond dat moderne windturbines geen risico geven op dergelijke effecten. Deze kunnen alleen (in zeer zeldzame gevallen) optreden bij flikkerfrequenties van 2.5 Hz of hoger, hetgeen niet voorkomt bij moderne windturbines, zie bijvoorbeeld Smedley, Webb, & Wilkins (2010).

Hoewel er sinds 1999 diverse onderzoeken zijn uitgevoerd naar effecten van slagschaduw van windturbines op hinderbeleving en gezondheidseffecten¹ zijn er geen nieuwe kwantitatieve inzichten die de conclusies uit 1999 en 2000 tegenspreken of veranderen.

Situatie Windpark Rijnenburg en Reijerscop

Slagschaduwonderzoek

Voor de windturbines van Windpark Rijnenburg en Reijerscop is een uitgebreid slagschaduwonderzoek uitgevoerd, waarmee in beeld is gebracht hoeveel slagschaduw het windpark op jaarbasis kan veroorzaken op omliggende gevoelige objecten² en kantoren³. Daarbij geldt dat het gebied waarbinnen ‘hinderlijke slagschaduw’ kan optreden is berekend onder de volgende aannames; de minimale zonhoek is 5 graden en minimale zonafdekking door wieken is 20%. Daarbuiten is het zonlicht en de slagschaduw dermate diffuus dat deze nauwelijks voor hinder zorgt. Dit is een veelgebruikte en geaccepteerde aanname in slagschaduwonderzoeken in Nederland⁴.

Voor slagschaduw geldt dat het bereik waarbinnen slagschaduw optreedt toeneemt met toenemende ashoogte en rotordiameter. Om de effecten inzichtelijk te maken zijn daarom voor de opstelling van het voorkeursalternatief (VKA) twee windturbines met minimale en maximale afmetingen onderzocht (onder- en bovengrens). Het te bouwen windturbinetype is ten tijde van vergunningverlening nog niet bekend, maar moet qua afmetingen tussen beide uitersten zitten.

Voor beide formaten windturbines is onderzocht hoeveel slagschaduw er op jaarbasis zal optreden ter plaatse van gevoelige objecten in de omgeving als gevolg van het in werking hebben van een windturbine. Hiervoor zijn slagschaduwberekeningen uitgevoerd en slagschaduwcontouren gegenereerd met behulp van het gecertificeerde softwarepakket WindPRO, een programma dat slagschaduw nauwkeurig berekent en dat veel gebruikt wordt in de windenergiesector. Daarnaast is op basis

¹ Zie bijvoorbeeld Merlin, Newton, Ellery, Milverton, & Farah (2013).

² Conform begripsbepaling Activiteitenbesluit milieubeheer

³ Panden met een (legale en in gebruik zijnde) kantoorfunctie.

⁴ Zie ECLI:NL:RVS:2016:1228 en ECLI:NL:RVS:2018:616

van een meteorologisch realistische situatie onderzocht hoeveel gevoelige objecten er jaarlijks minimaal 1 minuut hinderlijke slagschaduw ontvangen en hoeveel stilstand er benodigd is om alle hinderlijke slagschaduw te voorkomen.

Gevoeligheidsanalyse

Het is mogelijk om de ervaren hinder te beperken door het stellen van een normgrens. Door de jaarlijkse slagschaduwduur op objecten in de omgeving te beperken zal de overlast voor omwonenden afnemen. Moderne windturbines zijn uitgerust met een automatische stilstandvoorziening, die de windturbine kan uitschakelen wanneer een vooraf bepaalde slagschaduwnorm wordt overschreden. De voorziening wordt per gevoelige object vooraf ingeregeld, aangezien het gaat om specifieke momenten die van te voren bepaald kunnen worden afhankelijk van de zonnestand. Daarnaast wordt gemeten of er daadwerkelijk voldoende zon en wind (en dus slagschaduw) is op die momenten.

Het opnemen van een slagschaduwnorm betekent dat sommige windturbines gedurende sommige perioden, wanneer de norm voor objecten wordt overschreden, stil moeten staan. Uiteraard gaat dit gepaard met opbrengstverlies. Waar het opnemen van een slagschaduwnorm dus als voordeel kan hebben dat de overlast afneemt, heeft het als nadeel dat de energieproductie van de windturbines lager komt te liggen.

Met behulp van een gevoeligheidsanalyse kan inzichtelijk worden gemaakt wat het effect is van verschillende te hanteren slagschaduwnormen op enerzijds de hoeveelheid ervaren hinder, en anderzijds het opbrengstverlies als gevolg van benodigde stilstand. Daarbij is de jaarlijkse slagschaduw van alle omliggende gevoelige objecten opgeteld een goede maatstaf voor de ervaren hinder (wanneer er geen stilstandvoorziening is).

Daartoe is voor de volgende mogelijke normen berekend hoeveel slagschaduw (en dus hinder) er zal optreden en hoeveel opbrengstverlies dit tot gevolg heeft bij de bandbreedte voor het VKA:

- Geen norm
- Ten hoogste 5 uur en 40 minuten per jaar⁵
- 0 uur per jaar⁶

⁵ Gebruikelijke interpretatie van de tot voor kort rechtstreeks geldende slagschaduwnorm voor windparken, opgenomen in de (ministeriële) Activiteitenregeling milieubeheer.

⁶ In het Uitnodigingskader Rijnenburg en Reijerscop (Gemeente Utrecht, 2022) is een beoogde normgrens van “bijna 0 uur” opgenomen. Voor het berekenen van de 0 uur per jaar slagschaduwcontour wordt uitgegaan van ‘hinderlijke slagschaduw’. Het gebied waarbinnen ‘hinderlijke’ slagschaduw kan optreden wordt berekend onder de volgende aannames; minimale zonhoek is 5 graden en minimale zonafdekking is 20%. Daarbuiten is het zonlicht en de slagschaduw dermate diffuus dat deze nauwelijks voor hinder zorgt. Op het moment dat een windturbine buiten werking wordt gesteld kan in verband met de technische stilzettijd zeer kortstondig slagschaduw optreden ter plaatse van gevoelige objecten.

Kantoorpanden

De gemeente vindt bescherming tegen bewegende slagschaduw van windturbines belangrijk; niet alleen voor gevoelige objecten, maar ook voor panden met een kantoorfunctie; ook daar kan slagschaduw immers voor hinder zorgen bij de aanwezigen. Kantoren zijn doorgaans panden met veel ramen in de uitwendige scheidingsconstructie, en waar mensen voor langere tijd per dag op dezelfde plek aan het werk zijn. Daarom is de gemeente van mening dat voor deze objecten ook een bepaalde mate van bescherming tegen slagschaduwbelasting gewenst is. In panden zonder (veel) ramen of panden waarin mensen niet voor langere tijd per dag op dezelfde plek aanwezig zijn, is de hinder ten gevolge van bewegende slagschaduw minder. Ook ter plaatse van niet-besloten ruimten c.q. buitenruimten (bijvoorbeeld de tuin en terreinen om een pand) is de hinderlijkheid van slagschaduw minder, omdat de lichtsterktewisseling minder intens wordt ervaren door de continue aanwezigheid van omgevingslicht. Door de slagschaduw tijdens doordeweekse kantooruren tot maximaal 5 uur 40 minuten uur per jaar te beperken wordt deze overlast tot een volgens de gemeente aanvaardbaar niveau teruggebracht. Dit motiveert zij door te stellen dat dergelijke beschermingsniveaus gangbaar zijn en worden toegepast voor gevoelige objecten bij andere windparken. Ook deze aanvullende norm brengt een rendabele exploitatie niet in gevaar. De gemeente ziet geen andersoortige objecten in de nabijheid van het windpark waar een dergelijke bescherming noodzakelijk is.

Berekening

Om te berekenen wat de resterende totale slagschaduw en de opbrengstderving is wanneer een maximale hoeveelheid slagschaduw per gevoelig object zou worden toegestaan wordt bij elk gevoelig object respectievelijk 5 uur en 40 minuten en 0 uur van de totale berekende hoeveelheid slagschaduw afgetrokken.

De overgebleven 'normoverschrijdende' slagschaduw moet worden voorkomen door middel van stilstand. De benodigde stilstand van de windturbines geschat met de volgende berekening:

$$\text{Benodigde stilstand} = (SS_{WT}) * \frac{\text{normoverschrijdende } SS_{woningen}}{\text{totale } SS_{woningen}}$$

Waarbij SS_{WT} staat voor som van de slagschaduwemissie van alle windturbines en $SS_{woningen}$ voor de som van de slagschaduwemissie op alle omliggende woningen (en andere gevoelige objecten). De periode dat de windturbines slagschaduw veroorzaken is veel kleiner dan de opgetelde tijd dat gevoelige objecten slagschaduw ondervinden, omdat een windturbine meestal op meerdere gevoelige objecten tegelijk slagschaduw veroorzaakt.

Resultaten slagschaduw op gevoelige objecten

Afname slagschaduw, benodigde stilstand en opbrengstderving

Bovenstaande berekening toont hoeveel hinderlijke slagschaduw er, na toepassing van de onderzochte normen, resteert en hoe vaak de windturbines stilgezet moeten worden om aan de betreffende norm te kunnen voldoen.

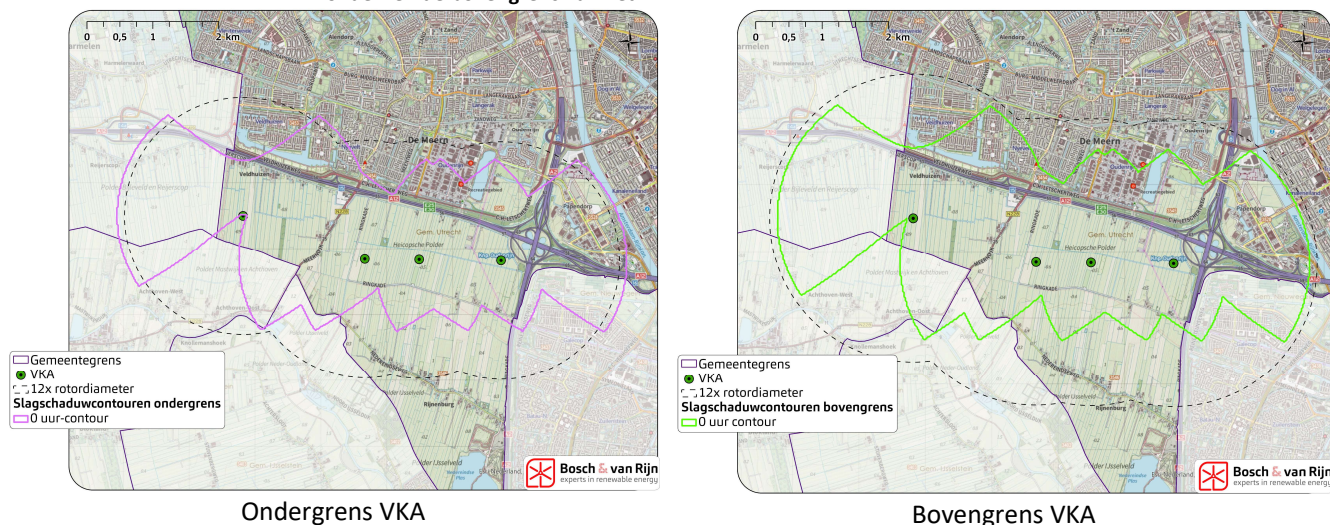
Een stilstandvoorziening die windturbines stilzet wanneer normoverschrijdende slagschaduw zou optreden, leidt tot een lagere jaarlijkse energieproductie. Deze paragraaf berekent hoeveel minder elektriciteit onder- en bovengrens van het VKA opbrengen wanneer moet worden teruggeregeld tot de drie onderzochte normgrenzen. Zie Tabel 1 voor de resultaten.

Tabel 1 De hoeveelheid slagschaduw die wordt veroorzaakt op gevoelige objecten bij verschillende mogelijke normgrenzen, afgezet tegen het opbrengstverlies als gevolg van de benodigde stilstand.

	Geen norm	Max. 5 uur en 40 min	0 uur
Hoeveelheid slagschaduw op gevoelige objecten (uu:mm per jaar)			
Ondergrens VKA	1856:50	1756:10	00:00
Bovengrens VKA	5842:08	5587:04	00:00
Benodigde stilstand windturbines (uu:mm per jaar)			
Ondergrens VKA	00:00	9:59	199:26
Bovengrens VKA	00:00	14:45	228:02
Opbrengstverlies (%)			
Ondergrens VKA	0,0%	0,03%	0,60%
Bovengrens VKA	0,0%	0,04%	1,02%
Opbrengstverlies (GWh/jr)			
Ondergrens VKA	0,0	0,02	0,41
Bovengrens VKA	0,0	0,05	1,20

NB. in de Activiteitenregeling milieubeheer is opgenomen dat wanneer een windturbine binnen een afstand van 12 maal de rotordiameter de slagschaduwnorm ter plaatse van gevoelige objecten overschrijdt, deze afgeschakeld moet worden door middel van een automatische stilstandvoorziening. In deze onderbouwing lokale normen wordt dit gedaan voor alle gevoelige objecten binnen de berekende 0 uur 'hinderlijke' slagschaduwcontour. Immers, er kunnen situaties optreden waarin de berekende 0 uur 'hinderlijke' slagschaduwcontour verder reikt dan een afstand van 12 maal de rotordiameter (zie figuren hieronder).

Figuur 1 Berekende 0-uur per jaar 'hinderlijke' slagschaduwcontour vs. 12 maal de rotordiameter voor de onder- en de bovengrens van het VKA.



Resultaten slagschaduw op kantoren

Afname slagschaduw, benodigde stilstand en opbrengstderving

Ook voor de norm voor kantoren van maximaal 5 uur en 40 minuten slagschaduw per jaar op werkdagen tijdens kantooruren is berekend hoeveel slagschaduw er resteert en hoe vaak de windturbines moeten worden stilgezet om aan deze norm te kunnen voldoen. Voor de kantoren is uitgegaan van slagschaduw ontvangende vlakken van 30 meter hoog en 30 meter breed. Dit is een conservatieve overschatting van een gemiddelde kantoorgevel.

De resultaten hiervan zijn weergegeven in Tabel 2. Ook is het verwachte opbrengstverlies weergegeven.

Tabel 2 De hoeveelheid slagschaduw die wordt veroorzaakt op kantoren bij een normgrens van maximaal 5 uur en 40 minuten per jaar op werkdagen binnen kantooruren, afgezet tegen het opbrengstverlies als gevolg van de benodigde stilstand.

	Geen norm	Max. 5 uur en 40 minuten op werkdagen binnen kantooruren (8:30-17:30)
Hoeveelheid slagschaduw op kantoren (uu:mm per jaar)		
Ondergrens VKA	551:44	311:40
Bovengrens VKA	1168:15	683:51
Benodigde stilstand windturbines (uu:mm per jaar)		
Ondergrens VKA	00:00	00:11
Bovengrens VKA	00:00	01:38
Opbrengstverlies (%)		
Ondergrens VKA	0,0%	0,001%
Bovengrens VKA	0,0%	0,005%
Opbrengstverlies (GWh/jr)		
Ondergrens VKA	0,00	0,000
Bovengrens VKA	0,00	0,006

Belangenafweging

De gemeente Utrecht stelt zich op het standpunt dat toepassing van een strenge slagschaduwnorm voor het plangebied leidt tot een aanzienlijke vermindering van de verwachte overlast, tegen geringe opbrengstderving (van minder dan 1%). Daarom wordt voor gevoelige objecten de norm gesteld geen 'hinderlijke' slagschaduw per jaar voor inwerking zijnde windturbines. Waarbij het gebied waarbinnen 'hinderlijke slagschaduw' kan optreden wordt berekend onder de volgende aannames; minimale zonhoek is 5 graden en minimale zonafdekking is 20%. Dit zijn veelgebruikte en geaccepteerde aannames in slagschaduwonderzoeken in Nederland⁷. Daarbuiten is het zonlicht en de slagschaduw dermate diffuus dat deze nauwelijks voor hinder zorgt. Op het moment dat er slagschaduw (dreigt) op te treden op een gevoelig object wordt een windturbine buiten werking gesteld. Tijdens het moment van buitenwerking stellen kan in verband met de technische stilzettijd zeer kortstondig slagschaduw optreden ter plaatse van gevoelige objecten.

Naar aanleiding hiervan is voor een aantal maatgevende woningen nagegaan hoe vaak er in theorie per jaar slagschaduw kan optreden op deze woningen en hoe vaak daarmee per jaar een stilstandvoorziening inwerking moet treden om deze slagschaduw te voorkomen. Dit betreft een worstcase-benadering omdat is gekeken naar alle momenten dat er slagschaduw op een woning kan optreden, zonder rekening te houden met eventuele aanwezigheid van bewolking of met onvoldoende windaanbod om een windturbine in bedrijf te hebben (in beide gevallen kan er geen slagschaduw optreden). Hieruit volgt dat ter plaatse van woningen dichtbij het windpark gelegen (ter voorbeeld de woningen Heijcopperkade 2B en Heijcopperkade 7) in theorie circa 190 maal per jaar slagschaduw kan optreden als gevolg van één van de windturbines van Windpark Rijnenburg en Reijerscop.

Wanneer *wel* rekening zou worden gehouden met de meteorologische omstandigheden kan gesteld worden dat er (veel) minder vaak dan 190 maal per jaar een stilstandvoorziening in werking moet treden. Het precieze aantal is niet te geven, aangezien dit van jaar tot jaar kan verschillen, maar de afslagpercentages, die variëren in de winter en in de zomer, laten zien dat het misschien zal gaan om zo'n 20 tot 34 stilstandsmomenten per jaar.

Voor woningen die verder weg van het windpark zijn gelegen, bijvoorbeeld aan de andere kant van de A12 aan de zuidrand van de wijk de Meern is het theoretisch aantal momenten per jaar waarop slagschaduw kan optreden in de ordegrootte van circa 50 maal per jaar (ter voorbeeld de woningen Titushof 42 en Mauritslaan 63). Naar verwachting komt dit overeen met zo'n 5 tot 7 daadwerkelijke stilstandsmomenten per jaar.

Uitgaande van een maximale stilzettijd van circa één minuut voor een windturbine die op vol vermogen draait, kan dit resulteren in een theoretische maximale slagschaduwduur van circa 190 minuten per jaar ter plaatse van de woningen Heijcopperkade 2B en Heijcopperkade 7. Daarbij is van belang op te merken dat dit tijdframes van maximaal circa 1 minuut betreft, waar de hinderlijkheid van slagschaduw juist groter is naarmate er langer achtereen slagschaduw optreedt⁸. Daarnaast

⁷ Zie ECLI:NL:RVS:2016:1228 en ECLI:NL:RVS:2018:616

⁸ Zie bijvoorbeeld (Voicescu, 2016)

moet opgemerkt worden dat een windturbine niet altijd op vol vermogen zal draaien, waardoor het stilzetten ervan ook niet altijd één minuut nodig zal hebben. Een theoretisch maximum van circa 190 minuten per jaar zal in de praktijk altijd aanzienlijk minder zijn. Op basis van dit theoretisch maximum en de daarbij geplaatste voorbehouden (waaronder meteorologische omstandigheden en de daadwerkelijke stilzettijd), stelt de gemeente Utrecht zich op het standpunt dat het bestemmingsplan Windpark Rijnenburg en Reijerscop geen aparte norm hoeft te bevatten voor slagschaduw die ontstaat tijdens het buitenwerking stellen van een windturbine.

Omdat ook kantoren hinder kunnen ondervinden wordt de 'hinderlijke' slagschaduw aldaar gemaximeerd op 5 uur en 40 minuten per jaar tijdens doordeweekse kantoor tijden.

Slagschaduwbelasting Klein Rijnenburg

Ten zuiden van het windpark ligt een gebied waar in de toekomst mogelijk gevoelige objecten (woningen) ontwikkeld worden. Om ook hier een aanvaardbaar woon- en leefklimaat te borgen maakt het bestemmingsplan gebruik van een 'referentieveld' waarvoor de maximale immissiewaarde als planregel is vastgelegd.

Lichtschittering

Oppervlakken van bouwwerken kunnen invallend zonlicht reflecteren. Denk hierbij aan glas of metaal. Dit gereflecteerde licht kan in sommige situaties voor een ontvanger een hinderlijk (verblindend) effect hebben. Lichthinder ten gevolge van lichtschittering kan voorkomen worden door het gebruik van lichtabsorberende materialen of door coating op de rotorbladen aan te brengen. Door middel van dergelijke lichtabsorberende materialen of coating kan de 'glansgraad' van de oppervlakken worden beperkt tot 30%. Hiertoe behoren in ieder geval de glansgraden mat, matglans of eiglans. De gemeente Utrecht stelt zich op het standpunt dat een dergelijke glansgraad eventuele lichthinder ten gevolge van lichtschittering voldoende kan voorkomen. De methode van meten van reflectiewaarden is opgenomen in ISO 2813, tweede editie 1978 «Paints and varnishes measurement of specular gloss of non metallic paint films at 20°, 60° and 85°». Hoewel de voorkeur uitgaat naar de meetmethode uit dit voorschrift, kan ook van een gelijkwaardige meetmethode gebruik worden gemaakt. Gelijkwaardige meetmethoden zijn bijvoorbeeld opgenomen in DIN (Deutsche Industrie Norm) 67530 en NEN 3632.

Regels

Voordat een windturbine voor energieproductie in gebruik genomen en gehouden mag worden, dient deze ten behoeve van het voorkomen of beperken van hinderlijke slagschaduw, aan de volgende regels te voldoen:

1. de windturbine moet voorzien zijn van een automatische stilstandvoorziening die de windturbine afschakelt om te voorkomen dat hinderlijke slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten en zich in de door de slagschaduw getroffen uitwendige scheidingsconstructie van gevoelige objecten ramen bevinden;
2. de windturbine moet voorzien zijn van een automatische stilstandvoorziening die de windturbine afschakelt om te voorkomen dat hinderlijke slagschaduw optreedt ter plaatse van panden met een (legale en in gebruik zijnde) kantoorfunctie voor zover gemiddeld meer dan 5 uur en 40 minuten

per jaar hinderlijke slagschaduw kan optreden gedurende weekdays (maandag t/m vrijdag) en tijdens kantooruren (08:30 t/m 17:30) en voor zover zich in de door de slagschaduw getroffen uitwendige scheidingsconstructie van kantoren ramen bevinden;

3. de windturbine moet voorzien zijn van een automatische stilstandvoorziening die de windturbine afschakelt om te voorkomen dat hinderlijke slagschaduw optreedt op toekomstige gevoelige objecten in de polder Rijnenburg en zich in de door de slagschaduw getroffen uitwendige scheidingsconstructie van gevoelige objecten ramen bevinden ter plaatse van het referentievlak zoals weergegeven in bijlage 4;
4. sub 3 geldt vanaf het moment dat de gevoelige objecten in de polder Rijnenburg in gebruik zijn genomen.

Ten behoeve van het voorkomen of beperken van lichtschittering door het in werking hebben van een windturbine(park) gelden de volgende regels:

Voordat een windturbine voor energieproductie in gebruik genomen en gehouden mag worden, dient deze ten behoeve van het voorkomen of beperken van lichtschittering voorzien te zijn van niet reflecterende materialen of coatinglagen op betreffende onderdelen (glansgraad maximaal 30%), waarbij het meten van reflectiewaarden plaatsvindt overeenkomstig NEN-EN-ISO 2813 of een daaraan ten minste gelijkwaardige meetmethode.

Bibliografie

- Merlin, T., Newton, S., Ellery, B., Milverton, J., & Farah, C. (2013). *Systematic review of the human health effects of wind farms*. Canberra: National Health & Medical Research Council.
- Pohl, e. a. (1999). *Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen*. Kiel: Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität.
- Pohl, e. a. (2000). *Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen. Laborpilotstudie*. Kiel: Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität.
- Smedley, A., Webb, A., & Wilkins, A. (2010). Potential of wind turbines to elicit seizures under various meteorological conditions. *Epilepsia*, 1146-1151.
- Voicescu, e. a. (2016). Estimating annoyance to calculated wind turbine shadow flicker is improved when variables. *The Journal of the Acoustical Society of America* 139.



Bosch & Van Rijn
Franz-Lisztplantsoen 220
3533 JG Utrecht

Tel: 030 - 677 64 66
Mail: info@boschenvanrijn.nl
Web: www.boschenvanrijn.nl

© Bosch & Van Rijn 2022

Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag in dit rapport vervatte informatie niet aan derden worden bekendgemaakt. Bosch & Van Rijn BV is niet aansprakelijk voor schade door het gebruik van deze informatie.