



Titel **Windturbines en slagschaduw Deventer**

Datum 25 juni 2012

Auteurs: Steven Velthuijsen en Jeroen Dooper

1.1 Principe en richtlijnen

Slagschaduw van een windturbine is de bewegende schaduw van de draaiende wieken. Als slagschaduw op het raam van een woning valt kan dat als hinderlijk worden ervaren. In het Activiteitenbesluit worden richtlijnen gegeven over de aanvaardbaarheid van slagschaduwhinder.

In artikel 3.14 onder 4. van het Activiteitenbesluit wordt verwezen naar de bij de ministeriële regeling te stellen maatregelen. In deze regeling is in artikel 3.12 voorgeschreven dat een turbine is voorzien van een automatische stilstandvoorziening 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 (5:40 uur/jaar).

Stilstandvoorziening

Een stilstandvoorziening zorgt ervoor dat bij overlast ten gevolge van schaduw de windturbine wordt uitgeschakeld. De voorziening wordt per schaduwgevoelige woning op de turbine aangebracht en vooraf afgeregeld, 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 dus slagschaduw) is op die momenten.

1.2 Berekeningen

De berekeningen zijn uitgevoerd met het softwareprogramma WindPRO 2.8 en uitgaande van een voorbeeld windturbine (Vestas V90) met een ashoogte van 90 meter en een wielkengte van 45 meter.

De stand van de zon is een vast gegeven voor elke datum en elk tijdstip en voor elke breedtegraad. Voor elk object (bijvoorbeeld een windturbine) is het daarom mogelijk een berekening te doen om het tijdvak te bepalen wanneer er slagschaduw valt op een bepaald punt (bijvoorbeeld het raam van een huis). Om dit te kunnen doen is de volgende informatie nodig:

- ❖ De grootte van het object dat slagschaduw veroorzaakt; voor een windturbine is van belang de grootte van de wieken;
- ❖ De positie van de windturbine en het beschaduwde object (met name ten opzichte van elkaar);
- ❖ De ashoogte van de windturbine;
- ❖ De grootte, richting en oriëntatie (hellingshoek) van het beschaduwde object; met de richting wordt bedoeld hoe het raam (lichtdoorlatende deel van de gevel) gericht is ten opzichte van de windturbine(s), oriëntatie is in het algemeen verticaal, maar ook kan gedacht worden aan een dakraam in een schuin dak onder een bepaalde hoek.



Totaal schaduwtijdvak (worst case)

In eerste instantie wordt het totale potentiële schaduwtijdvak berekend. Dit is het tijdvak waarbinnen slagschaduw zou kunnen optreden. Daarbij worden de volgende aannames gedaan:

- ❖ De zon schijnt altijd (er wordt dus geen rekening gehouden met de aanwezige bewolking);
- ❖ De windturbine draait altijd (er wordt dus geen rekening gehouden met de windsnelheid; bij lage windsnelheden is de windturbine nog niet in bedrijf, bij zeer hoge windsnelheden wordt de windturbine uit veiligheidsoverwegingen uitgeschakeld);
- ❖ De windturbine is altijd gericht in de meest ongunstige stand, zodat de wieken zoveel mogelijk schaduw veroorzaken (in de praktijk draait de gondel (het draaiende deel van de windturbine waaraan de wieken bevestigd zijn) met de wind mee).

De uitkomst van deze berekening laat zien wat de theoretische, maximale schaduwbelasting voor het schaduwgevoelige object (raam) zou kunnen zijn. Echter, de hier gebruikte aannames zijn niet erg realistisch in de praktijk. Daarom wordt een tweede berekening uitgevoerd.

Realistisch gemiddelde situatie (expected)

In de realistisch gemiddelde situatie wordt een aantal aannames gedaan die leiden tot correcties op de eerdere uitkomsten om te komen tot een meer realistisch gemiddelde, zoals dat werkelijk zal optreden.

- ❖ Correctie voor de gemiddelde zonneshijnduur;
de zon schijnt (overdag) niet altijd vanwege de aanwezigheid van bewolking (en mist); op basis van klimatologische gegevens van het KNMI voor de gemiddelde zonneshijnduur wordt een maandelijks getal afgeleid voor de kans dat de zon daadwerkelijk schijnt;
- ❖ Correctie voor de windsnelheid;
bij lage windsnelheden (minder dan 4 m/s) draait een windturbine (nog) niet, bij zeer hoge windsnelheden (boven 25 m/s) wordt een windturbine uit veiligheidsoverwegingen stilgezet. Op basis van de gemiddelde windsnelheidsverdeling (op ashoogte) wordt een correctiefactor afgeleid voor de kans dat de windturbine daadwerkelijk draait; dit hangt ook af van de technische specificaties van de windturbine;
- ❖ Correctie voor de windrichting;
Op basis van windmetingen op de gondel wordt de windturbine zo gedraaid dat de wieken altijd in de richting staan waar de wind vandaan komt. Afhankelijk van de gemiddelde windrichtingverdeling wordt een correctiefactor afgeleid aangezien de grootte en positie van de schaduw verandert met de positie van de gondel.

Bovenstaande correcties maken gebruik van statistische gegevens van het klimaat. De correctie voor de gemiddelde zonneshijnduur wordt op de maandgemiddelde uitkomsten toegepast, de overige twee correcties op de jaargemiddelde uitkomsten. Daarmee is het uiteindelijke resultaat statistisch juist, maar kan geen uitspraak gedaan worden over het optreden van schaduwhinder op individuele dagen.



1.3 Resultaten

In de bijlage staan de resultaten gegeven in het WindPro-rapport. Hieronder worden de resultaten grafisch weergegeven:



Zie bijlage voor grote versie.

5:40 uur/jaar

In bovenstaand figuur is te zien dat er geen woningen binnen de 5:40-contour vallen. Bij alle woningen wordt dus voldaan aan de ministeriële regeling waarnaar het Activiteitenbesluit verwijst.

Per ontvangerpunt is de te verwachten slagschaduw als volgt:

Ontvangerpunt A	-	0:44 uur/jaar
Ontvangerpunt B	-	0:02 uur/jaar
Ontvangerpunt C	-	0:00 uur/jaar
Ontvangerpunt D	-	0:00 uur/jaar
Ontvangerpunt E	-	2:11 uur/jaar
Ontvangerpunt F	-	0:37 uur/jaar
Ontvangerpunt G	-	0:00 uur/jaar

1.4 Conclusies

Er bevinden zich geen woningen binnen de slagschaduwcontour (5:40-norm). Er hoeft geen gebruik gemaakt te worden van een stilstandvoorziening. De maximale hinder vindt plaats bij ontvangerpunt E, namelijk 2:11 uur per jaar.



Bosch & Van Rijn
Prins Bernhardlaan 63
3555 AC Utrecht

Tel: 030-677 6466
Mail: info@boschenvanrijn.nl
Web: www.boschenvanrijn.nl

© **Bosch & Van Rijn**

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.





Project:
Deventer Slagschaduw 2012

Printed/Date:
21-6-2012 10:53 / 1
Licensed user:
Bosch & Van Rijn
Prins Bernhardlaan 63
NL-3555 AC Utrecht
+31 30 223 86 47
Steven Velthuisen
Calculated:
21-6-2012 10:27/2 8.543



SHADOW - Main Result

Calculation: Vestas V90 3MW op 90m

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
0,18 0,26 0,29 0,36 0,40 0,35 0,36 0,40 0,34 0,31 0,21 0,16

Operational time
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
286 416 580 586 479 466 610 1.170 1.177 649 488 377 7.284
Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve



▲ New WTG ● Shadow receptor

WTGs

No.	Dutch Stereo-RD/NAP 2000				Row data/Description	WTG type			Shadow data				
	East	North	Z			Valid	Manufact.	Type-generator	Power rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM
1	210.365	472.280	0,0	[m]	VESTAS V90 3000 90,0 IO!	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	90,0	1.507	16,1
2	209.435	472.282	0,0	[m]	VESTAS V90 3000 90,0 IO!	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	90,0	1.507	16,1

Shadow receptor-Input

No.	Dutch Stereo-RD/NAP 2000				Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
	East	North	Z							
A	209.317	471.964	0,0	8,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
B	209.742	471.819	0,0	8,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
C	210.298	471.679	0,0	8,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
D	210.894	471.840	0,0	8,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
E	211.241	471.786	0,0	8,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
F	211.268	472.807	0,0	8,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
G	210.043	473.574	0,0	8,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	

Calculation Results

No.	Shadow receptor	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow, expected values
A	0:44	
B	0:02	
C	0:00	
D	0:00	
E	2:11	
F	0:37	
G	0:00	



Project:

Deventer Slagschaduw 2012

Printed Page:

21-6-2012 10:53 / 2

Licensed user:

Bosch & Van Rijn
Prins Bernhardlaan 63
NL-3555 AC Utrecht
+31 30 223 86 47
Steven Velthuisen

Calculated:

21-6-2012 10:27/2 8.543

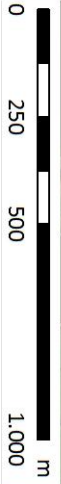
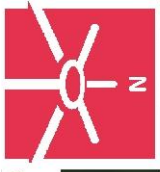


SHADOW - Main Result

Calculation: Vestas V90 3MW op 90m

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	VESTAS V90 3000 90.0 !0! hub: 90,0 m (TOT: 135,0 m) (1)	20:25	3:33
2	VESTAS V90 3000 90.0 !0! hub: 90,0 m (TOT: 135,0 m) (2)	0:00	0:00



▲ Schaduwwortvangers
- - - - - Vestas V90 - 5:40u slagschaduw per jaar