



Slagschaduwrapport E.A.Z. Windmolen

Opdrachtgever: [REDACTED]
Grootschermerweg 5, 1843HE, Grootschermer



Versie: 9 June 2022
Industrieweg 23a Hoogezand,
Tel: 0598 372383
www.eazwind.com



Inleiding

Wanneer een object in de baan tussen de zon en het raam van een woning of een ander gevoelig object in staat, kan er een schim of schaduw van dat voorwerp door dat raam in de woning vallen. Dit noemt men de (slag)schaduw. Bij een laagstaande zon ('s morgens of aan het einde van de dag) zijn deze schaduwen langer dan bij een hoogstaande zon (bijvoorbeeld rond de middag in de zomer). Wanneer het object een windturbine betreft, kan door het draaien van de wieken een afwisseling van direct zonlicht onderbroken door korte donkerder momenten (schaduw) ontstaan. Deze afwisseling of flikkering wordt de "slagschaduw van de windturbine" genoemd.

Toetsingskader

Door de gestelde randvoorwaarden in milieuregelgeving worden omwonenden beschermd tegen overmatige hinder als gevolg van slagschaduw. Voor windturbines is dit geregeld in Artikel 3.14, vierde lid Activiteitenbesluit milieubeheer (Abm). Daarin wordt voor wat betreft het voorkomen of beperken van slagschaduw aangegeven dat de voorgeschreven maatregelen in de Activiteitenregeling moeten worden toegepast. Art. 3.12 Activiteitenregeling milieubeheer (Arm) stelt dat een turbine moet zijn voorzien van een stilstandvoorziening indien slagschaduw optreedt op gevoelige objecten voor zover de afstand tussen de turbine en het gevoelige object minder dan 12 maal de rotordiameter bedraagt en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw kan optreden.

Het gebruik van de term 'gemiddeld' in het voorschrift geeft indicatie dat het niet gaat om de daadwerkelijk opgetreden slagschaduwduren per jaar, maar om een langdurig gemiddelde wat veroorzaakt wordt over meerdere jaren. De formulering in de wettekst zorgt ervoor dat er meerdere methoden mogelijk zijn om de effecten van slagschaduwhinder te analyseren met elk haar eigen voor- en nadelen.

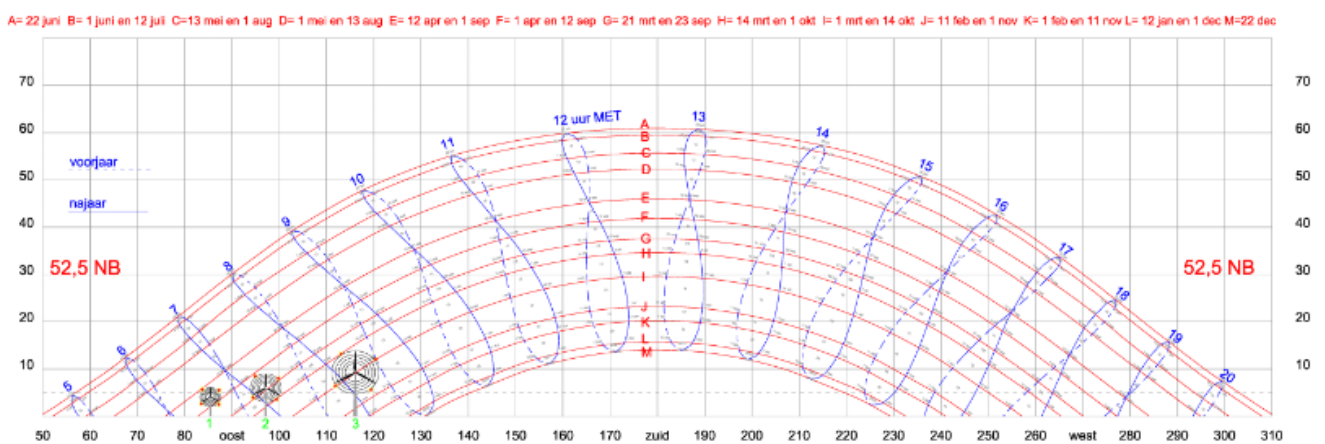
De in het Abm opgenomen normkader voor slagschaduw is praktisch niet werkbaar. Om dit te ondervangen wordt in de meeste slagschaduwonderzoeken een grenswaarde van ca 6:00 uur gehanteerd (om precies te zijn 340 minuten (= 20 x 17 min)).

Daarnaast zijn er nog 3 andere methodes:

1. Gemiddelde benadering overschrijdingsdagen;
2. Modelmatige kansverdeling benadering;
3. Reflectieve benadering.

Astronomisch rekenmodel

De aarde draait rechtersom om haar eigen as waardoor de zon opkomt vanuit het oosten en in Nederland via het zuiden naar het westen gaat om daar onder te gaan. Hierdoor zal de stand van de zon ten opzichte van de windturbine op elk moment van de dag anders zijn en doordat de zon in de zomer hoger aan de hemel staat dan in de winter, zal zelfs per dag de schaduw iets anders zijn. De (astronomische) baan van de zon kan voor elke moment van de dag voor elke willekeurige datum en op elke plaats op aarde berekend worden. Op deze manier kan de potentiële schaduwduur als een theoretisch maximum worden berekend. De potentiële schaduwduur is nauwkeurig te berekenen, afhankelijk van de nauwkeurigheid van de invoer van de geometrie (positie en afmeting van de turbine en positie van de woningen) en van de nauwkeurigheid waarmee de zonnestand wordt bepaald.



Figuur 1: Voorbeeld zonnestand

Berekening

Voor een windturbine is het mogelijk een berekening te maken 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;
 - o De grootte van de wieken;
 - o De ashoogte van de windturbine;
- De meerjarige data van het (meest) nabijgelegen KNMI-meteostation dat wordt gebruikt;
- Voor de zonnestand in graden boven de horizon moet men bij het berekenen van slagschaduwduur uitgaan van een hoogte vanaf 3 graden boven de horizon.
- De grootte, richting en oriëntatie (hellingshoek) van het beschaduwde object;
 - o Met de richting wordt bedoeld hoe het licht doorlatende deel van de gevel gericht is ten opzichte van de windturbine(s);
 - o Oriëntatie is in het algemeen verticaal, maar ook kan gedacht worden aan een dakraam in een schuin dak onder een bepaalde hoek.

Om discussie over de rekenmethode te voorkomen hanteert E.A.Z Wind het principe van "greenhouse". Hierdoor wordt met een absoluut worstcasescenario gerekend waarbij de gehele gevel als lichtdoorlatend wordt beschouwd.

De berekening van de hoeveelheid slagschaduw kent twee stappen:

1. Bruto slagschaduw berekening (potentiële slagschaduw);
2. Correcties voor meteorologische omstandigheden.

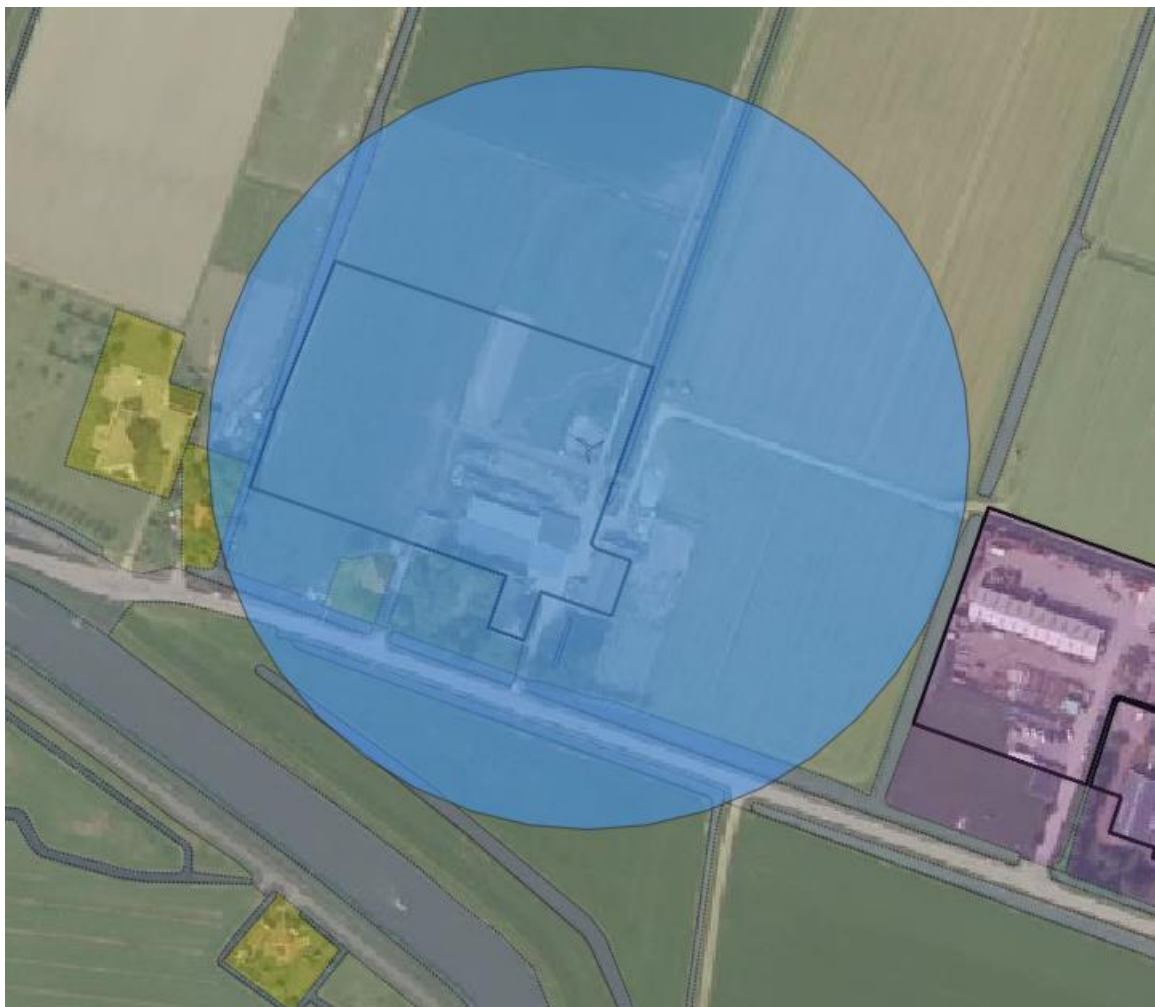
In de eerste stap wordt op basis van de bekende coördinaten en afmetingen van de windturbine en de woningen en de baan van de zon de precieze momenten bepaald waarop slagschaduw kan optreden. Dit is de bruto schaduwduur en de berekeningsmethode is altijd gelijk. Omdat de zon niet altijd schijnt en de windturbine niet altijd draait (V_{cut-in} en $V_{cut-out}$) en dat de hoek van de wind en dus de stand van de wieken ten opzichte van de zon de mate van de aanwezigheid van flikkering bepalen, is dit echter altijd een overschatting van de daadwerkelijk optredende schaduw. Ook objecten zoals gebouwen en bomen zijn niet meegenomen als correctie op de eerste stap. In de tweede stap worden deze correcties uitgevoerd en wordt de 'verwachte gemiddelde slagschaduw' op de gevel van de woning bepaald.

Bij optreden van deze bruto theoretische slagschaduwwerking wordt dat per relevante naburige pand in de omgeving door het model geproduceerd.

Relevante panden

In de omgeving van de geplande locatie van de windmolen aan de Grootschermerweg zijn twee panden die zich binnen de invloedssfeer van de windmolens bevinden en wat dit rapport betreft. Het gaat hier om de panden aan de Grootschermerweg 6 en Grootschermerweg 7.

Figuur 2: Situatie Grootschermerweg



Voor berekeningen van slagschaduw (Bijlage 1 en 2) van kleine windmolen aan Grootschermerweg 5 wordt een slagschaduwstelsel toegepast, waarin is weergegeven hoeveel minuten slagschaduw (theoretisch) per jaar op de gevel van omwonenden valt.

De uitkomsten van de slagschaduw berekening zijn een zogenaamde 'undisturbed' berekening. Dat wil zeggen dat hierin geen rekening is gehouden met de hoge obstakels in de omgeving zoals silo's, bomen en gebouwen.

Beoordeling en conclusie slagschaduw

Voor de E.A.Z. 13.2 windmolen met een rotordiameter van 13.2 meter is in beginsel de onderzoekafstand $12 \times 13.2 = 158$ meter. De afstand tot de dichtstbijzijnde woning aan de Grootschermerweg bedraagt 100 meter, gemeten vanaf de windmolen. Deze woning is gelegen ten zuidwesten van de windmolen en valt binnen de onderzoekafstand.

De uitkomsten van de 'undisturbed' berekening laten zien dat van rechtswege, Artikel 3.12 Arm, er een stilstandvoorziening op de windturbines aanwezig dient te zijn. Van de windmolen is er maximaal 113 uur slagschaduw per jaar te verwachten. De windmolens van het type 'E.A.Z.-13.2' zijn standaard uitgerust met een stilstandvoorziening. In de programmering van de windmolens wordt de stilstandvoorziening geregeld, hierdoor komt het aantal uren slagschaduw nooit boven het wettelijke maximum van ca. 6 uur per jaar. Op deze manier wordt er op deze locatie ervoor gezorgd dat omwonenden geen hinder ondervinden van de slagschaduw op hun gevel.

Bijlage 1: data slagschaduw

name	te Grootschermer	
coordinate s	52.59334976	4.837892922
hubHeight	15	
radius	7	
object	Grootschermerweg 6	
width	8.955629968	
distance	93.80032488	
start coord	52.59289625	4.836726161
stop coord	52.59293179	4.836562194
Total off days	114	
Pure off time (H)	103	
Extra margin (m)	5	
Total off time (H)	113	

Uitgebreide data slagschaduw Grootschermerweg 6

Tijdstippen en duur waarop slagschaduw aanwezig is van de windmolen. Tijdzone: Europe/Amsterdam

date	start	Min
2023-04-26	06:22	2
2023-04-27	06:20	5
2023-04-28	06:18	8
2023-04-29	06:16	11
2023-04-30	06:14	14
2023-05-01	06:12	16

2023-05-02	06:10	19
2023-05-03	06:08	22
2023-05-04	06:06	25
2023-05-05	06:04	27
2023-05-06	06:02	30
2023-05-07	06:00	32
2023-05-08	05:58	35
2023-05-09	05:57	38
2023-05-10	05:55	40
2023-05-11	05:53	43
2023-05-12	05:51	45
2023-05-13	05:50	48
2023-05-14	05:48	50
2023-05-15	05:47	51
2023-05-16	05:46	54
2023-05-17	05:44	56
2023-05-18	05:43	58
2023-05-19	05:41	60
2023-05-20	05:40	62
2023-05-21	05:38	65
2023-05-22	05:37	67
2023-05-23	05:36	69
2023-05-24	05:35	71
2023-05-25	05:33	73
2023-05-26	05:34	72
2023-05-27	05:34	73

2023-05-28	05:35	73
2023-05-29	05:36	72
2023-05-30	05:36	72
2023-05-31	05:37	72
2023-06-01	05:37	72
2023-06-02	05:37	72
2023-06-03	05:38	71
2023-06-04	05:39	71
2023-06-05	05:39	71
2023-06-06	05:39	71
2023-06-07	05:40	70
2023-06-08	05:40	70
2023-06-09	05:41	70
2023-06-10	05:41	69
2023-06-11	05:42	69
2023-06-12	05:42	68
2023-06-13	05:42	69
2023-06-14	05:43	68
2023-06-15	05:43	69
2023-06-16	05:44	68
2023-06-17	05:44	68
2023-06-18	05:45	67
2023-06-19	05:45	67
2023-06-20	05:45	68
2023-06-21	05:45	68

2023-06-22	05:45	68
2023-06-23	05:45	68
2023-06-24	05:46	67
2023-06-25	05:46	67
2023-06-26	05:46	68
2023-06-27	05:46	68
2023-06-28	05:46	69
2023-06-29	05:46	68
2023-06-30	05:46	69
2023-07-01	05:46	68
2023-07-02	05:46	69
2023-07-03	05:46	69
2023-07-04	05:46	70
2023-07-05	05:46	70
2023-07-06	05:46	70
2023-07-07	05:45	71
2023-07-08	05:45	71
2023-07-09	05:45	71
2023-07-10	05:46	71
2023-07-11	05:46	71
2023-07-12	05:45	72
2023-07-13	05:45	72
2023-07-14	05:44	72
2023-07-15	05:44	72
2023-07-16	05:44	73

2023-07-17	05:44	72
2023-07-18	05:43	72
2023-07-19	05:43	73
2023-07-20	05:44	71
2023-07-21	05:45	69
2023-07-22	05:47	67
2023-07-23	05:48	65
2023-07-24	05:50	63
2023-07-25	05:51	60
2023-07-26	05:53	58
2023-07-27	05:54	56
2023-07-28	05:56	54
2023-07-29	05:57	52
2023-07-30	05:59	49
2023-07-31	06:00	48
2023-08-01	06:01	45
2023-08-02	06:03	43
2023-08-03	06:04	40
2023-08-04	06:06	38
2023-08-05	06:08	35
2023-08-06	06:09	33
2023-08-07	06:11	30
2023-08-08	06:12	28
2023-08-09	06:14	25
2023-08-10	06:16	22

2023-08-11	06:17	20
2023-08-12	06:19	17
2023-08-13	06:21	14
2023-08-14	06:23	12
2023-08-15	06:24	9
2023-08-16	06:26	6
2023-08-17	06:28	3

Bijlage 1: data slagschaduw

name	te Grootschermer	
coordinate s	52.59334976	4.83789292 2
hubHeight	15	
radius	7	
object	Grootschermerwe g 7	
width	12.08589749	
distance	158.8857577	
start coord	52.59305267	4.83559963 3
stop coord	52.59315012	4.83547858 2
Total off days	60	
Pure off time (H)	27	
Extra margin (m)	5	
Total off time (H)	32	

Uitgebreide data slagschaduw Grootschermerweg 7

Tijdstippen en duur waarop slagschaduw aanwezig is van de windmolen. Tijdzone: Europe/Amsterdam

date	start	Min
2023-03-28	07:27	1
2023-03-29	07:25	5
2023-03-30	07:23	8
2023-03-31	07:20	11
2023-04-01	07:18	14
2023-04-02	07:16	18

2023-04-03	07:13	21
2023-04-04	07:11	24
2023-04-05	07:09	27
2023-04-06	07:06	31
2023-04-07	07:04	34
2023-04-08	07:02	37
2023-04-09	06:59	40
2023-04-10	06:57	43
2023-04-11	06:55	45
2023-04-12	06:54	45
2023-04-13	06:55	43
2023-04-14	06:56	42
2023-04-15	06:57	40
2023-04-16	06:57	39
2023-04-17	06:58	37
2023-04-18	06:59	35
2023-04-19	07:00	32
2023-04-20	07:02	29
2023-04-21	07:02	27
2023-04-22	07:03	24
2023-04-23	07:04	21
2023-04-24	07:05	18
2023-04-25	07:06	14
2023-04-26	07:07	9
2023-08-17	07:15	7

2023-08-18	07:11	14
2023-08-19	07:10	18
2023-08-20	07:09	21
2023-08-21	07:07	24
2023-08-22	07:06	27
2023-08-23	07:06	28
2023-08-24	07:04	31
2023-08-25	07:03	33
2023-08-26	07:01	36
2023-08-27	06:59	38
2023-08-28	06:58	40
2023-08-29	06:57	42
2023-08-30	06:56	43
2023-08-31	06:54	44
2023-09-01	06:53	46
2023-09-02	06:55	44
2023-09-03	06:56	41
2023-09-04	06:58	38
2023-09-05	07:00	35
2023-09-06	07:01	32
2023-09-07	07:03	29
2023-09-08	07:05	26
2023-09-09	07:06	23
2023-09-10	07:08	19
2023-09-11	07:10	16

2023-09-12	07:11	13
2023-09-13	07:13	10
2023-09-14	07:15	7
2023-09-15	07:16	3

