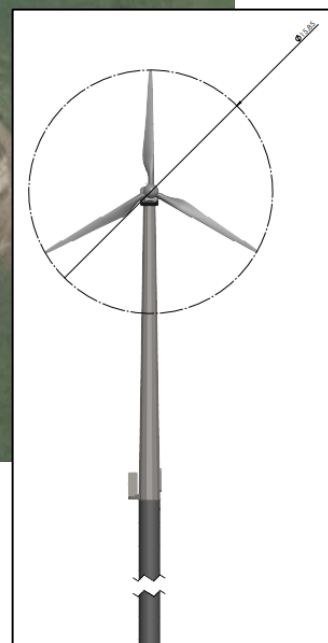


## Slagschaduwrapport Bestwatt windmolen

Opdrachtgever:

A [REDACTED]

[REDACTED]  
[REDACTED] 6 AA Zalk



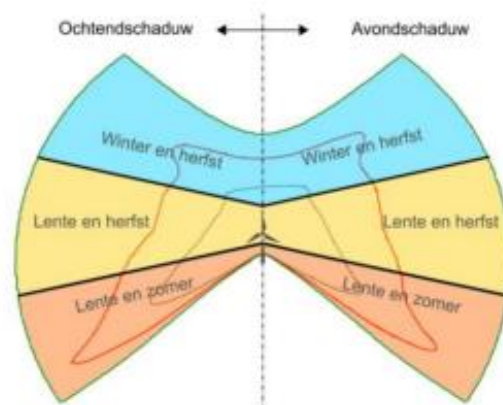
## Inleiding

In opdracht van [REDACTED] hebben wij een slagschaduwonderzoek uitgevoerd voor de locatie aan de Zalkerdijk 19, Zalk. De resultaten van dit onderzoek en hieruit te trekken conclusies zijn beschreven in dit rapport. Blankvoort is voornemens een kleine windturbine op het eigen terrein te realiseren. De hiervoor benodigde aanvraag voor een vergunning ingevolge de Wabo en melding ingevolge het Activiteitenbesluit milieubeheer worden door ons verzorgd. Voor de melding ingevolge het Activiteitenbesluit is een onderzoek benodigd naar de slagschaduweffecten waarmee wordt aangetoond dat aan de grenswaarden ingevolge het Activiteitenbesluit milieubeheer wordt voldaan.

## Slagschaduw

Windturbines kunnen bij zonneschijn een schaduw veroorzaken die zeker bij een laagstaande zon ('s morgens en aan het einde van de dag) ver kan reiken. Op momenten dat de rotor van de windturbine draait en de zon schijnt, zorgt dit voor een niet-statische schaduw die zich over een deel van de directe omgeving verplaatst, de slagschaduw. De slagschaduw die is opgewekt door de draaiende beweging van de wieken van de windturbine, kan op bepaalde plaatsen en onder bepaalde omstandigheden hinderlijke slagschaduw veroorzaken. Bepalende factoren voor de slagschaduwduur op een bepaalde locatie zijn de weersomstandigheden, de afstand tussen blootgestelde locatie en windmolen, de stand van de zon en de draaisnelheid van de rotor. Voor slagschaduw door windturbines is in het Activiteitenbesluit een normering opgenomen, zodat omwonenden worden beschermd tegen overmatige hinder. In artikel 3.14 vierde lid van het Activiteitenbesluit is de maximaal toegestane slagschaduwemissie op slagschaduwgevoelige gebouwen vastgelegd. Artikel 3.12 Activiteitenregeling milieubeheer (Arm) stelt dat windturbines moeten worden voorzien van een stilstand voorziening wanneer de afstand tussen windturbine en hindergevoelig object minder dan 12 maal de rotordiameter bedraagt en er gemiddeld op 17 dagen per jaar meer dan 20 minuten per dag slagschaduwhinder optreedt. Praktisch kan dit worden vertaald in een toelaatbare slagschaduwhinder duur van 5 uur en 40 minuten per jaar op gevoelige gebouwen. Dit is een conservatieve interpretatie van de regelgeving. Aan het aantal dagen met minder dan 20 minuten slagschaduw op een gevoelig object wordt namelijk geen beperking gesteld. Voor kantoorgebouwen (wettelijk geen slagschaduwgevoelig gebouw) geldt geen wettelijke norm.

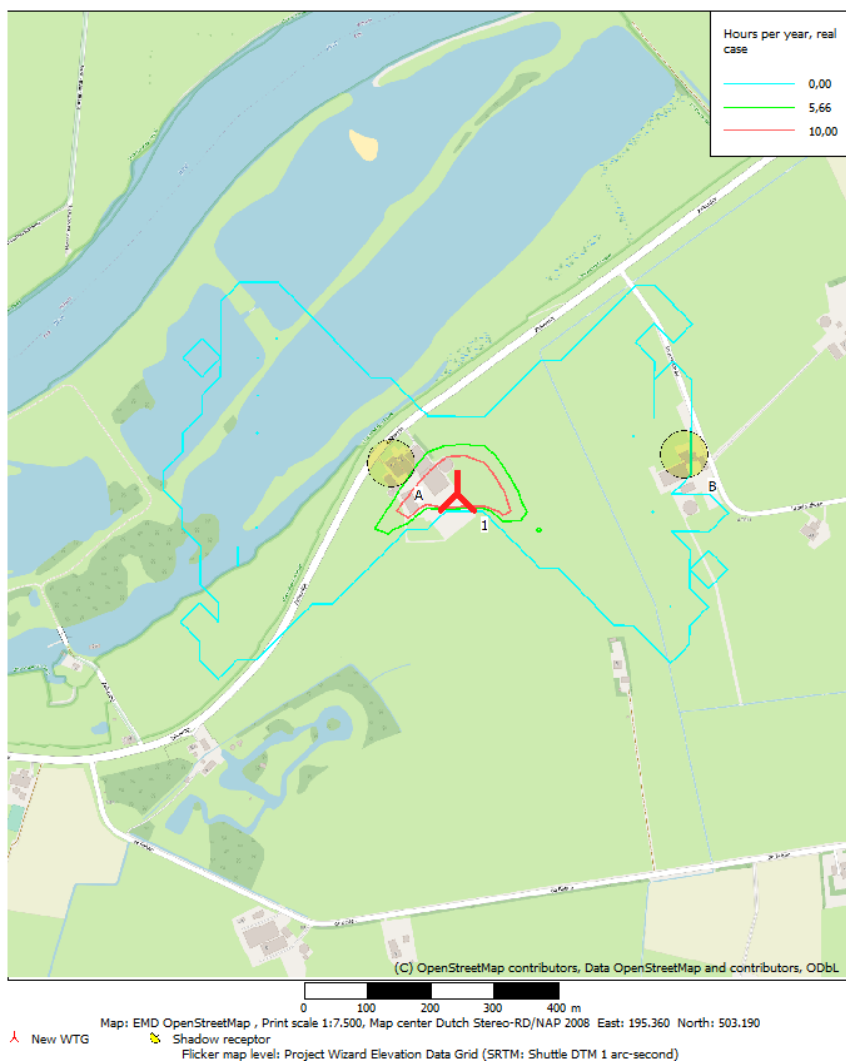
Om een duidelijk beeld te geven van de effecten en de mogelijke slagschaduwhinder van de windturbines, dient de verwachte slagschaduw te worden berekend. Voor deze berekening is gebruik gemaakt van het softwarepakket WindPro. In WindPro is op basis van een reële gemiddelde klimaat-, weer en zonneverwachting de 0 uur, 5:40 uur en 10 uur kans op slagschaduw per jaar contour berekend. Deze berekening levert slagschaduwcontouren op. Schematisch zien deze eruit zoals in afbeelding 1 wordt weergegeven. Naast slagschaduwcontouren wordt ook een slagschaduwkalender gegenereerd. Op deze kalender is de maximale potentiële slagschaduwduur weergegeven. Hierbij wordt uitgegaan van een "worst case" situatie waarbij de zon altijd schijnt. De verwachte slagschaduwduur ("expected values") is een correctie op basis van historische klimatologische data.



**Afbeelding 1: Verklaring slagschaduwcontouren**

### Slagschaduw windturbine Zalkerdijk 19

De windturbine op locatie heeft een masthoogte van 20 meter en een tiphoogte van maximaal 28 meter. In de slagschaduwberekening is gemodelleerd met een referentieturbine van gelijke afmetingen. De verwachte slagschaduw die een dergelijke windturbine veroorzaakt is door middel van 0, 5:40 en 10 uurscontouren in afbeelding 2 en in tabel 1 weergegeven.



Afbeelding 2: Slagschaduwcontouren

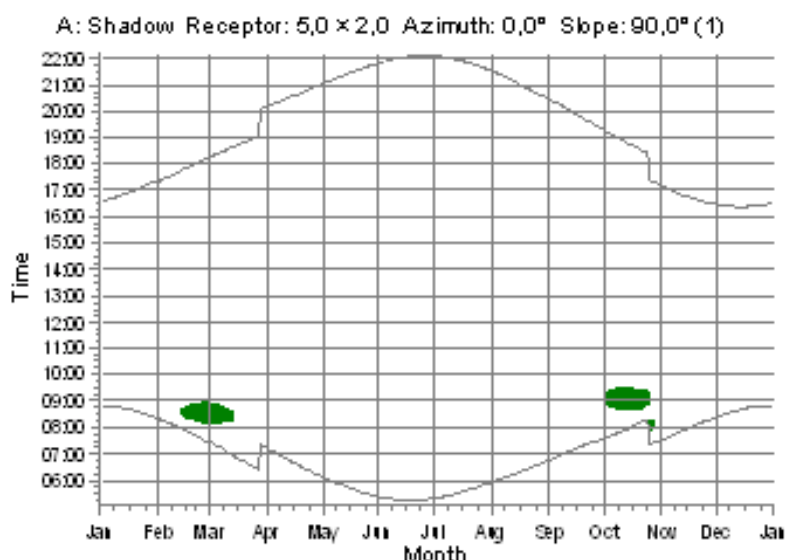
Tabel 1: Verwachte slagschaduwduur.

| Slagschaduw uren |                                            |                                              |
|------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                  | Maximale dagelijkse<br>slagschaduw (h/day) | Verwachte jaarlijkse<br>slagschaduw (h/year) |
| <b>A</b>         | 0:42                                       | 4:23                                         |
| <b>B</b>         | 0:07                                       | 0:10                                         |

De maximale toelaatbare slagschaduwhinder van 5 uur en 40 minuten per jaar wordt bij geen slagschaduwgevoelig gebouw in de nabije omgeving behaald. Voor de woning met de meeste te verwachten slagschaduwhinder, Zalkerdijk 19 (receptor A), is de verwachte hinderduur 4 uur en 23 minuten per jaar. Dit is de woning van de opdrachtgever en behoort tot hetzelfde perceel waar ook de molen wordt geplaatst. De hinder treedt mogelijk op tussen 8:10 en 9:25 uur in de maanden februari, maart en oktober, zie afbeelding 3.

De maximale potentiële dagelijkse slagschaduw van 20 minuten per dag, 17 dagen per jaar, wordt niet overschreden.

### SHADOW - Calendar, graphical



Afbeelding 3: Grafische weergave slagschaduwkalender receptor A

#### Beoordeling en conclusie

Het Activiteitenbesluit stelt dat een windturbine moet worden voorzien van een stilstand voorziening wanneer er gemiddeld meer dan vijf uur en veertig minuten per jaar slagschaduwhinder optreedt op slagschaduwgevoelige gebouwen. Dit is in onderhavig plan niet het geval, waarmee er wettelijk gezien geen maatregelen benodigd zijn.

Bijlagen:

1. Ruwe rekenresultaten WindPro
2. Slagschaduwkalender
3. Kaart slagschaduwcontouren

Project:  
**Blankvoort Zalkerdijk 19 Zalk**

Licensed user:  
**Engineers**  
Amerikalaan 5  
NL-3771 MC Barneveld  
+31 (0) 342 - 406 464

24-10-2023 16:16/4.0.422

## SHADOW - Main Result

### 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 3 °  
Day step for calculation 1 days  
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [DE BILT]  
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec  
1,48 2,65 3,60 5,24 6,59 6,28 6,20 6,12 4,48 3,32 1,87 1,32

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:  
MERRA-2\_N52,50\_E006,25 (2)

Operational time  
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum  
412 418 525 605 431 428 664 1.112 1.216 890 674 531 7.905

Idle start wind speed : Cut in wind speed from power curve  
A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:  
Height contours used: Project Wizard Elevation Data Grid (SRTM: Shuttle DTM)  
Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in  
Dutch Stereo-RD/NAP 2008



### WTGs

| X (east) | Y (north) | Z [m]   | Row data/Description                        | WTG type |           |                | Power, rated [kW] | Rotor diameter [m] | Hub height [m] | Shadow data              |      |
|----------|-----------|---------|---------------------------------------------|----------|-----------|----------------|-------------------|--------------------|----------------|--------------------------|------|
|          |           |         |                                             | Valid    | Manufact. | Type-generator |                   |                    |                | Calculation distance [m] | RPM  |
| 1        | 195.438   | 503.217 | 2,1 MICON 55-11 16,0 !OI! hub: 20,0 m (T... | No       | MICON     | -55/11         | 55                | 16,0               | 20,0           | 2.500                    | 46,0 |

### Shadow receptor-Input

| No. | X (east) | Y (north) | Z [m] | Width [m] | Height [m] | Elevation a.g.l. [m] | Slope of window [°] | Direction mode     | Eye height (ZVI) a.g.l. [m] |
|-----|----------|-----------|-------|-----------|------------|----------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|
| A   | 195.333  | 503.266   | 2,0   | 5,0       | 2,0        | 1,0                  | 90,0                | "Green house mode" | 3,0                         |
| B   | 195.800  | 503.282   | 2,9   | 5,0       | 2,0        | 1,0                  | 90,0                | "Green house mode" | 3,0                         |

### Calculation Results

Shadow receptor

| No. | Shadow, worst case             |                                  | Shadow, expected values          |                                |
|-----|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
|     | Shadow hours per year [h/year] | Shadow days per year [days/year] | Max shadow hours per day [h/day] | Shadow hours per year [h/year] |
| A   | 27:26                          | 53                               | 0:42                             | 4:23                           |
| B   | 0:54                           | 10                               | 0:07                             | 0:10                           |

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

| No. | Name                                                | Worst case [h/year] | Expected [h/year] |
|-----|-----------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
| 1   | MICON 55-11 16,0 !OI! hub: 20,0 m (TOT: 28,0 m) (1) | 28:20               | 4:33              |

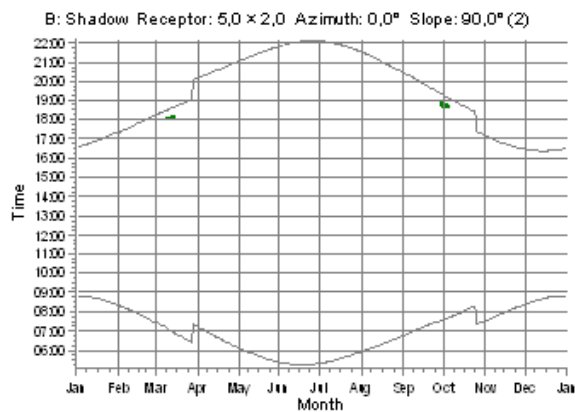
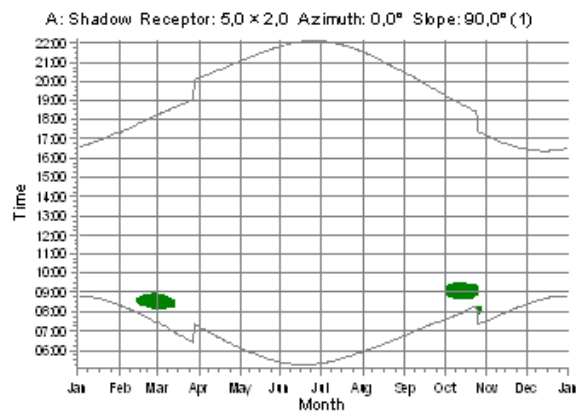
Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simul

██████████ dijk 19 Zalk

Licensed user:  
**Rengineers**  
Amerikalaan 5  
NL-3771 MC Barneveld  
+31 (0) 342 - 406 464  
██████████

24-10-2023 16:16/4.0.422

## SHADOW - Calendar, graphical



WTGs

1: MICON 55-11 16.0 !OI hub: 20,0 m (TOT: 28,0 m) (1)



Project:  
**Blankvoort Zalkerdijk 19 Zalk**

Licensed user:  
**Rengineers**  
Amerikalaan 5  
NL-3771 MC Barneveld  
+31 (0) 342 - 406 464

24-10-2023 16:16/4.0.422

## SHADOW - Map



Map: EMD OpenStreetMap, Print scale 1:7.500, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2008 East: 195.360 North: 503.190  
 New WTG Shadow receptor  
 Flicker map level: Project Wizard Elevation Data Grid (SRTM: Shuttle DTM 1 arc-second)  
 Time step: 4 minutes, Day step: 14 days, Map resolution: 30 m, Visibility resolution: 15 m, Eye height: 3,0 m

windPRO 4.0.422 by EMD International A/S, Tel. +45 69 16 48 50, www.emd-international.com, support@emd.dk

24-10-2023 16:16 / 1

windPRO 