

Bosch & van Rijn

Franz-Lisztplantsoen 200
3533 JG Utrecht
030 – 677 6466

Auteurs

Leon Schreurs MSc.
Hans Kerkvliet MSc.

Opdrachtgever

Waterschap AGV
Korte Ouderkerkerdijk 7
1096 AC Amsterdam



Windpark Westpoortweg

Slagschaduwonderzoek t.b.v. omgevingsvergunning



Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

Windpark Westpoortweg

Slagschaduwonderzoek t.b.v. omgevingsvergunning

Datum
8 april 2020

Versie
0.2

Bosch & Van Rijn
Franz-Lisztplantsoen 200
3533 JG Utrecht

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

© Bosch & Van Rijn 2020

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

Inhoudsopgave

HOOFDSTUK 1	INLEIDING	3
1.1	<i>Inleiding</i>	4
1.2	<i>Wettelijke norm</i>	6
1.3	<i>Stilstandvoorziening</i>	6
1.4	<i>Gevoelige objecten</i>	6
1.5	<i>Cumulatie</i>	7
1.6	<i>Leeswijzer</i>	7
HOOFDSTUK 2	BEREKENING	8
2.1	<i>Inleiding</i>	9
2.2	<i>Windaanbod</i>	9
2.3	<i>Zonaanbod</i>	10
2.4	<i>Rekenmethode</i>	10
2.5	<i>Aannames</i>	11
HOOFDSTUK 3	RESULTATEN	12
3.1	<i>Slagschaduwcontour</i>	13
3.2	<i>Woningen binnen de contour</i>	15
3.3	<i>Slagschaduw per woning</i>	15
3.4	<i>Slagschaduw per windturbine</i>	15
3.5	<i>Stilstand per windturbine</i>	16
3.6	<i>Slagschaduw Woonwagenpark Westpoortweg</i>	16
HOOFDSTUK 4	CUMULATIE	22
HOOFDSTUK 5	CONCLUSIE	26
5.1	<i>Conclusie slagschaduwonderzoek Vergunningaanvraag</i>	27
HOOFDSTUK 6	BIJLAGEN	28
BIJLAGE A	SLAGSCHADUW CONTOUREN	29
BIJLAGE B	RESULTATEN PER WONING	34
BIJLAGE C	WINDPRO RESULTATEN	35

Hoofdstuk 1 Inleiding

1.1 Inleiding

Bosch & van Rijn heeft een slagschaduwonderzoek uitgevoerd naar de slagschaduwduur bij woningen nabij het beoogde Windpark Westpoortweg in de gemeente Amsterdam ten behoeve van een omgevingsvergunningaanvraag.

In deze studie wordt de slagschaduwduur berekend van een opstelling waarin de vier windturbinelocaties vast liggen, maar er wel een bandbreedte is in ashoogte en rotordiameter. Voor wat betreft de afmetingen is deze bandbreedte als volgt opgespannen:

- Ashoogte: minimaal 80 meter, maximaal 100 meter;
- Rotordiameter: minimaal 82 meter, maximaal 103 meter;
- Tiphoogte WTB 1: minimaal 121 meter, maximaal 133 meter;
- Tiphoogte WTB 2, 3 & 4: minimaal 121 meter, maximaal 140 meter;

NB. Voor windturbinepositie 1 is een maximale tiphoogte toegestaan van 133 meter terwijl voor windturbine 2, 3 & 4 een maximale tiphoogte is toegestaan van 140 meter. Voor windturbine 1 geldt qua tiphoogte daarom een lagere bovengrens van de bandbreedte dan voor de overige windturbines.

Voor slagschaduw geldt in basis dat het bereik waarbinnen slagschaduw optreedt toeneemt met toenemende ashoogte en rotordiameter. Om de effecten inzichtelijk te maken wordt in dit rapport twee windturbintypes onderzocht, die de onder- en bovenkant van de bandbreedte aangeven.

De windturbines die verder in dit rapport worden onderzocht staan gegeven in onderstaande tabel. In het verdere rapport worden deze aangeduid als 'ondervariant' en 'bovenvariant'.

Tabel 1 Gegevens onder- en bovenvariant v.w.b slagschaduw (in meter).

Variant	Type	Ashoogte	Rotordiameter
Onder	Enercon E-82 2000	80	82
Boven (WTB 1)	Enercon E-103 EP2 2350	81,5	103
Boven (WTB 2, 3, & 4)	Enercon E-103 EP2 2350	88,5	103

NB. Er is een maximale ashoogte van 100 meter toegestaan. Omdat echter de tiphoogte begrensd is op respectievelijk 133 meter (voor windturbine 1) en 140 meter (voor windturbines 2, 3, & 4), en een grotere rotordiameter meer effect heeft op de slagschaduwproductie dan de ashoogte, zijn de bovengenoemde afmetingen aangehouden.

Figuur 1 Ligging van de beoogde windturbines. Ook zijn alle gevoelige objecten in de omgeving van de beoogde windturbines weergegeven (bron: BAG, februari 2020).



De coördinaten van de windturbines staan in onderstaande tabel.

Tabel 2 De coördinaten van de beoogde windturbines

Windturbine	X	Y
1	113439	490237
2	113789	490205
3	114147	490203
4	114492	490196

1.2 Wettelijke norm

Windturbines vallen onder het Activiteitenbesluit milieubeheer en de Activiteitenregeling milieubeheer¹. In artikel 3.12 van de Activiteitenregeling is voorgeschreven dat een turbine moet zijn voorzien van een automatische stilstandvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten² 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, 17 maal 20 minuten. In deze rapportage interpreteren we deze grenswaarden op de strengst mogelijke manier: maximale toegestane slagschaduwbelasting is 5 uur en 40 minuten.

1.3 Stilstandvoorziening

Om eventuele normoverschrijding te voorkomen kan een stilstandvoorziening op de windturbine worden aangebracht zoals vermeld in het Activiteitenbesluit. Deze zorgt ervoor dat bij overschrijding van de slagschaduwnorm, de windturbine wordt uitgeschakeld. De voorziening wordt per schaduwgevoelige woning 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 dus slagschaduw) is op die momenten.

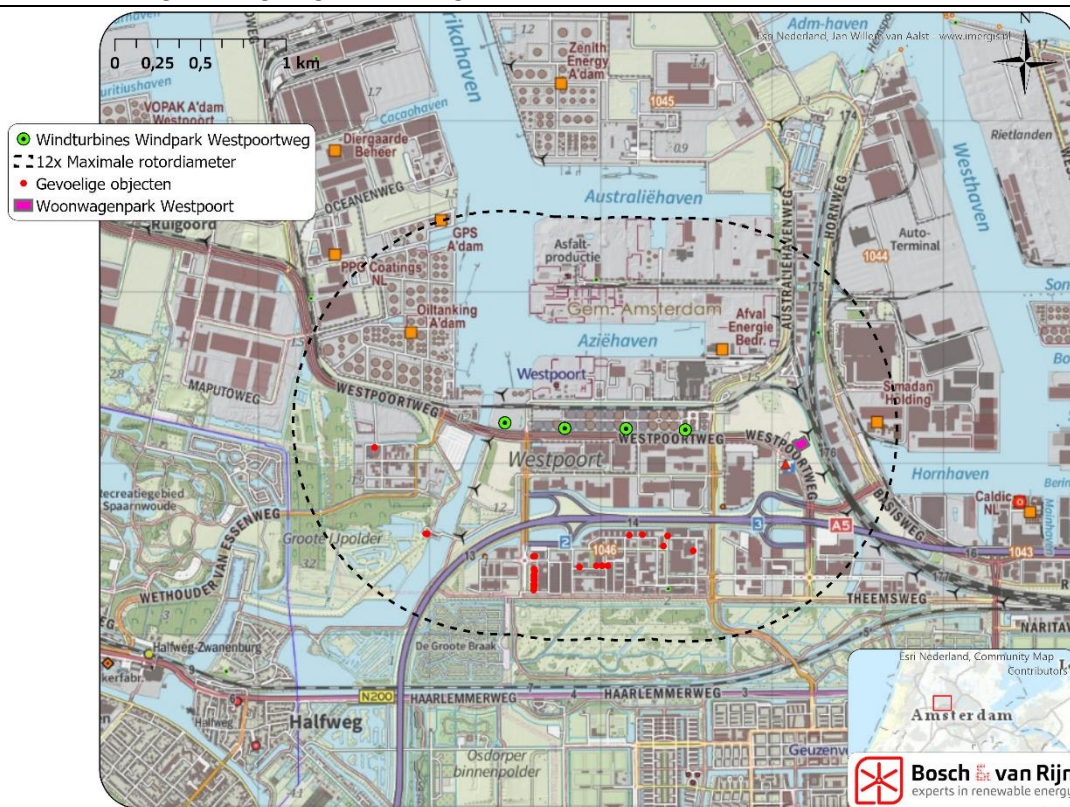
1.4 Gevoelige objecten

In de omgeving van de beoogde windturbines liggen enkele gevoelige objecten. De bron van de locatie van de woningen (zie Figuur 2) is de Basisadministratie Adressen en Gebouwen (BAG, februari 2020). In de berekening zijn alleen woningen binnen 12x de maximale rotordiameter (12x103 meter) meegenomen.

¹ Regeling van de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 9 november 2007, nr. DJZ 2007104180 houdende algemene regels voor inrichtingen - Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer

² Onder gevoelige objecten worden verstaan: woningen, onderwijsgebouwen, ziekenhuizen, verpleeghuizen, verzorgingstehuizen, psychiatrische inrichtingen, kinderdagverblijven, woonwagendplaatsen en ligplaatsen voor woonschepen. Bron: Wet geluidhinder.

Figuur 2 Woningen in omgeving van de beoogde windturbines



NB. In het rapport wordt ook inzichtelijk gemaakt hoeveel slagschaduw er optreedt op het woonwagenvak Westpoortweg.

1.5 Cumulatie

De Activiteitenregeling toetst elke inrichting apart aan de norm. In het kader van goede ruimtelijke ordening is voor woningen in de omgeving van Windpark Westpoortweg ook de slagschaduwduur van andere windturbines (zowel bestaand als gepland) beschouwd in Hoofdstuk 4.

1.6 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt uitgelegd hoe de berekeningen uitgevoerd zijn. Hoofdstuk 3 presenteert de resultaten van deze berekeningen inclusief mitigatiemaatregelen. Hoofdstuk 4 gaat in op cumulatie en hoofdstuk 5 presenteert de conclusies.

Hoofdstuk 2 Berekening

2.1 Inleiding

Slagschaduw van een windturbine is de schaduw van de draaiende wieken. Als slagschaduw op het raam van een woning valt kan dat als hinderlijk worden ervaren.

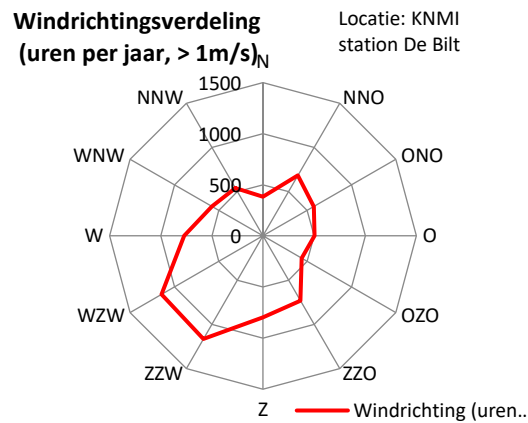
De stand van de zon is een vast gegeven afhankelijk van datum-tijd en positie op de aarde. Voor elk object (bijvoorbeeld een windturbine) is het daarom mogelijk een berekening te doen om het tijdvak te bepalen wanneer er slagschaduw valt op een bepaald punt (bijvoorbeeld het raam van een huis). Om dit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

- De grootte van het object dat slagschaduw veroorzaakt; voor een windturbine is de grootte van de wieken van belang;
- 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.

2.2 Windaanbod

Om de hoeveelheid slagschaduw op een specifieke locatie te berekenen, is het van belang om te weten uit welke richting de wind waait, en hoe hard het waait. Immers als de windsnelheid te laag is, staat de windturbine stil. Deze grens ligt op ongeveer 3 m/s. Een moderne windturbine met een ashoogte boven de 80 meter is gemiddeld maximaal 95% van de tijd in bedrijf. Wij gaan in dit onderzoek uit van 96%. Onderstaande grafiek geeft de langjarige windrichtingsverdeling weer van meteorostation De Bilt.

Figuur 3 Windroos van meteostation De Bilt.



2.3 Zonaanbod

Het zonaanbod is in de berekening gebaseerd op het zonaanbod in De Bilt (de dichtstbijzijnde meetpost waarvan bij de auteur gegevens bekend zijn). De berekeningen zijn uitgevoerd met het softwarepakket WindPRO. Zie de bijlage met WindPRO-rekenresultaten voor de precieze waarden.

Zomer- & wintertijd hebben geen effect op de duur van de schaduw, maar wel op het moment van de dag waarop schaduw plaatsvindt. Tijdswijzigingen vinden plaats iedere laatste zondag van maart en laatste zondag van oktober. Het effect hiervan is meegenomen in de berekening.

2.4 Rekenmethode

Met het softwarepakket zijn voor de beoogde windturbineopstelling en de bestaande windparken in de nabije omgeving twee contouren getekend. Eén contour van de norm van 5:40 uur slagschaduw per jaar en één contour van de 0 uur slagschaduw per jaar.

2.5 Aannames

De berekening gaat uit van de gemiddelde situatie. Hiertoe wordt een aantal aannames gedaan om de situatie te benaderen zoals die 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. Op deze locatie is gebruik gemaakt van KNMI-gegevens van station De Bilt.
- ❖ Correctie voor stilstand;
Als een windturbine niet draait is er ook geen sprake van slagschaduw. Dit is bijvoorbeeld het geval bij lage windsnelheden (minder dan ca. 3m/s), dan draait een windturbine (nog) niet en bij zeer hoge windsnelheden (boven 25m/s) wordt een windturbine uit veiligheidsoverwegingen stilgezet. Verder worden windturbines stilgezet tijdens onderhoudswerkzaamheden.
- ❖ Correctie voor de windrichting;
Op basis van windmetingen op de gondel wordt de windturbine zo gedraaid dat bladen altijd staan in de richting waar de wind vandaan komt. Afhankelijk van de gemiddelde windrichtingsverdeling wordt een correctiefactor afgeleid aangezien de grootte en positie van de schaduw verandert met de positie van de gondel.

De correcties zijn gebaseerd op gegevens over het klimaat. De correctie van de gemiddelde zonneshijnduur wordt op de maandgemiddelde metingen gebaseerd en de overige twee correcties op de jaargemiddelde metingen. Dit zijn langjarige gemiddelden. In een individueel jaar is de schaduwhinder soms meer, en soms minder dan dit gemiddelde. De berekening is uitgevoerd met het softwarepakket WindPRO, een programma dat slagschaduw nauwkeurig berekent en dat veel gebruikt wordt in de windenergiesector.

Hoofdstuk 3 Resultaten

3.1 Slagschaduwcontour

Onderstaande afbeelding toont de slagschaduwcontouren van 5 uur en 40 minuten slagschaduw per jaar en 0 uur slagschaduw per jaar, uitgaande van een *realistische meteorologische situatie* (in tegenstelling tot een *worst case scenario*), van de beide opstellingen. Binnen de 5 uur en 40 minuten slagschaduw contour treedt naar verwachting jaarlijks meer dan 5 uur en 40 minuten slagschaduw op, en erbuiten minder. De contouren van de opstellingen zijn vergroot weergegeven in Bijlage A.

Figuur 4 De 5:40u en 0u slagschaduwcontouren van de ondervariant. Hierbij zijn ook woningen van derden weergegeven.



[illegible]

3.2 Woningen binnen de contour

Er bevinden zich een aantal woningen binnen ten minste één van de slagschaduwcontouren. Onderstaande tabel geeft de aantallen en in Bijlage B is een lijst van adressen opgenomen van woningen die minimaal 1 minuut slagschaduw per jaar ontvangen.

Tabel 3 Aantal woningen binnen 5:40 uur/0 uur slagschaduwcontour van de opstellingen.

Opstelling	Aantal woningen binnen 5:40u contour	Aantal woningen binnen 0u contour
Ondervariant	0	4
Bovenvariant	0	5

3.3 Slagschaduw per woning

In Bijlage B is voor woningen die ten minste 1 minuut slagschaduw ontvangen als gevolg van de windturbines, beschreven hoeveel slagschaduw te verwachten is per jaar als er geen mitigerende maatregelen genomen zouden worden.

3.4 Slagschaduw per windturbine

WindPRO berekent de tijd die de windturbines moeten worden stilgezet om alle slagschaduw op de ingevoerde objecten (alle woningen in Bijlage C), te voorkomen. De berekening is weergegeven in Bijlage C en onderstaande Tabel 4 geeft de samengevatte resultaten.

Tabel 4 Stilstand in uren per jaar om alle slagschaduw te voorkomen.

Opstelling	Stilstand per jaar (uu:mm)	Derving (%)
Ondervariant	17:07	0,05%
Bovenvariant	24:14	0,07%

3.5 Stilstand per windturbine

Om de berekenen hoeveel van de slagschaduw *normoverschrijdend* is wordt bij elke woning 5:40u van de totale berekende hoeveelheid slagschaduw afgetrokken (uiteraard met een minimum van 0 uur per jaar).

De overgebleven normoverschrijdende slagschaduw moet worden voorkomen door middel van stilstand. Deze stilstand wordt berekend door de normoverschrijdende slagschaduw te delen door het aantal draaiuren (8307 uur per windturbine) per jaar.

Tabel 5 Verwachte jaarlijkse stilstand per variant om normoverschrijding te voorkomen

Opstelling	Stilstand per jaar (uu:mm)	Derving (%)
Ondervariant	00:00	0,0%
Bovenvariant	00:00	0,0%

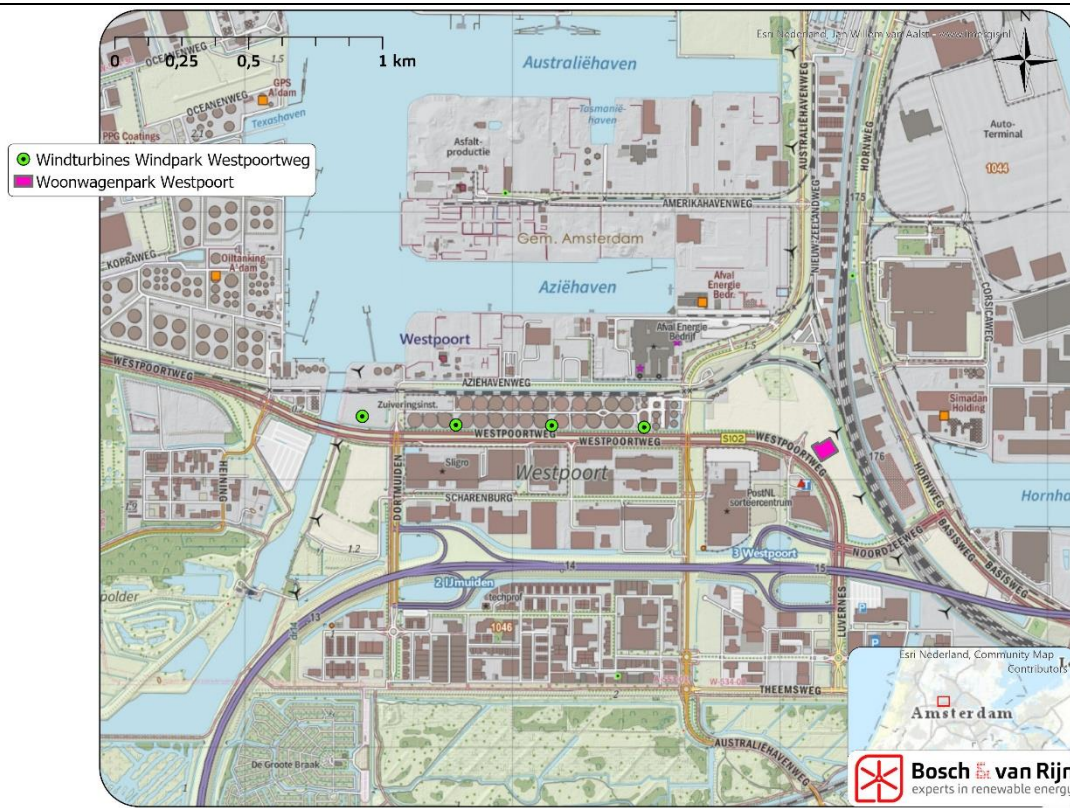
NB. Uit de berekeningen blijkt dat, zowel bij de bovenvariant als de ondervariant, er géén woningen meer dan 5 uur en 40 minuten slagschaduw ontvangen per jaar. Er is geen sprake van normoverschrijdende slagschaduw op woningen en de windturbines hoeven dus niet te worden stilgezet om normoverschrijding op woningen te voorkomen.

3.6 Slagschaduw Woonwagenvest Westpoortweg

3.6.1 Inleiding

Nabij de beoogde windlocaties bevindt zich ook het woonwagenvest Westpoortweg (Figuur 6). Voor de vergunningaanvraag wordt inzichtelijk gemaakt hoeveel slagschaduw er valt op dit woonwagenvest, waarbij dezelfde aannames worden gebruikt als bij de eerdere berekeningen.

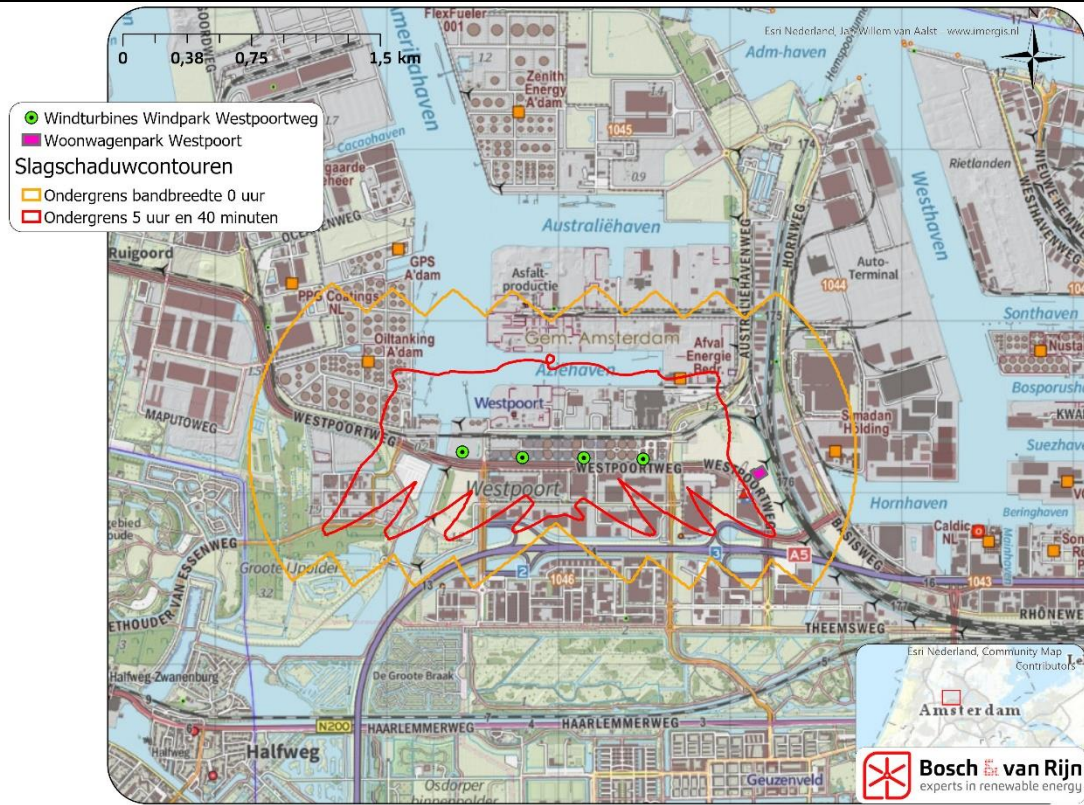
Figuur 6 De beoogde windturbines van Windpark Westpoortweg en het woonwagenvak Westpoortweg



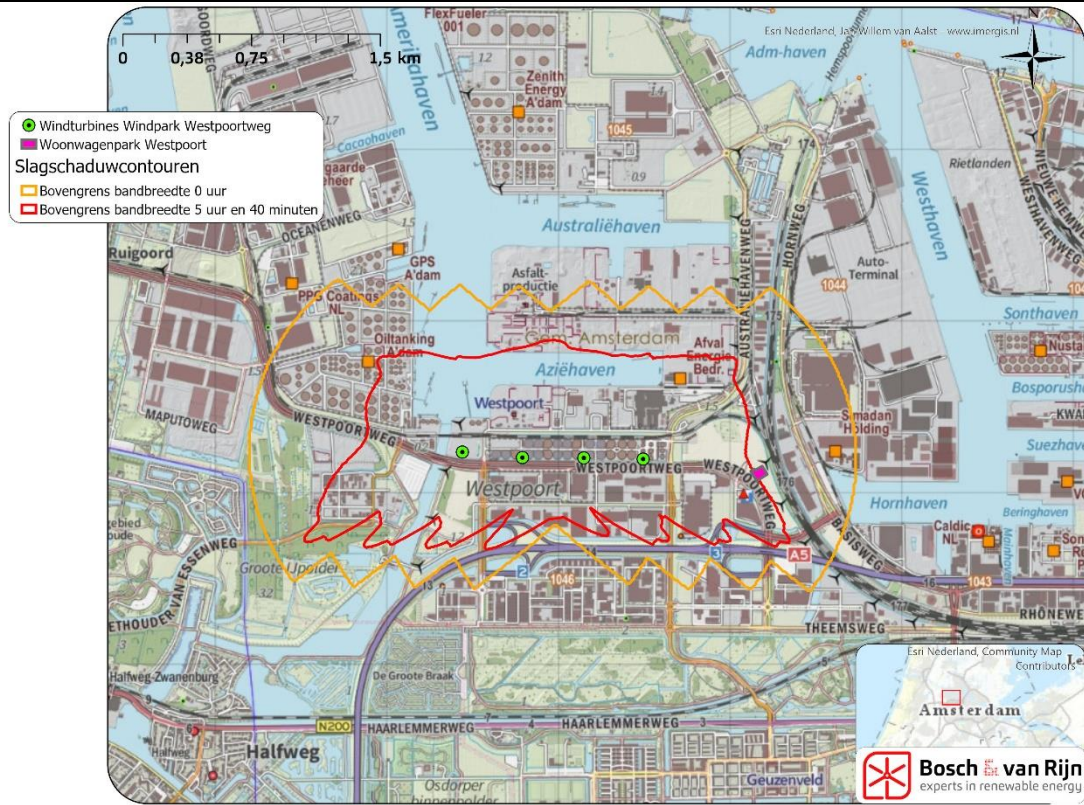
3.6.2 Slagschaduwcontour

Onderstaande afbeelding toont de 5 uur en 40 minuten en 0 uur slagschaduwcontouren per jaar van de beoogde opstelling in relatie tot het woonwagenvak.

Figuur 7 De 5:40u en 0u slagschaduwcontouren van de ondervariant alsmede het woonwagenvak.



Figuur 8 De 5:40u en 0u slagschaduwcontouren van de bovenvariant alsmede het woonwagenvak.



3.6.3 Jaarlijkse slagschaduwduur

Om te berekenen hoeveel slagschaduw er jaarlijks in totaal op het woonwagenvak valt, zijn de noordwestzijde en de zuidwestzijde van het woonwagenvak als *shadow receptors* toegevoegd in WindPRO. Dit zijn de twee zijden van het woonwagenvak die richting de beoogde windturbineopstelling staan. Voor de noordwestzijde is uitgegaan van een breedte van 75 meter en een hoogte van 25 meter, terwijl voor de zuidwest is uitgegaan van een breedte van 66 meter en een hoogte van 25 meter. Op deze manier is het mogelijk om de slagschaduw die invalt op het hele terrein te berekenen.

Tabel 6 Verwachte hoeveelheid slagschaduw (uu:mm) die vanuit noordwestelijke- en zuidwestelijke richting op het woonwagenvak valt

Opstelling	Bovenvariant	Ondervariant
Shadow receptor noordwestzijde	08:21	05:48
Shadow receptor zuidwestzijde	10:11	07:12

WindPRO berekend naast de hoeveelheid slagschaduw die er jaarlijks naar verwachting optreedt bij het woonwagenvak ook hoeveel slagschaduw er door windturbines wordt veroorzaakt. Dit is niet simpelweg de som van de schaduw per shadow receptor omdat er naar verwachting zeker momenten zullen zijn dat er schaduw van meerdere windturbines tegelijk op het terrein valt.

Tabel 7 Stilstand in uren per jaar om alle slagschaduw op het woonwagenvak te voorkomen.

Opstelling	Stilstand per jaar (uu:mm)	Derving (%)
Ondervariant	10:59	0,03%
Bovenvariant	15:23	0,05%

3.6.4 Cumulatie woonwagenvak

Er wordt aangenomen dat voor de bestaande windparken mitigerende maatregelen zijn toegepast om te voldoen aan de norm uit de Activiteitenregeling. Omdat windpark Westpoortweg ook aan deze norm zal moeten voldoen kan er worden gesteld dat deze windturbines maximaal 5 uur en 40 minuten slagschaduw toevoegen aan de jaarlijkse slagschaduwduur ter plaatse van het woonwagenvak als gevolg van bestaande en geplande windturbines.

3.6.5 *Conclusie slagschaduw woonwagenvak*

In de buurt van het windpark ligt het woonwagenvak Westpoortweg. Er is berekend hoeveel slagschaduw er jaarlijks naar verwachting invalt op het gehele terrein van het woonwagenvak als gevolg van de beoogde opstelling.

Uit de rekenresultaten blijkt dat voor zowel de onder- als de bovenvariant beperkt mitigerende maatregelen nodig zouden zijn om alle slagschaduw op het woonwagenvak te voorkomen. Het betreft een stilstandsregeling van maximaal 15:23 uur (voor de bovenvariant).

Deze stilstand heeft een zeer kleine opbrengstderving (0,05%) tot gevolg en brengt rendabele exploitatie niet in gevaar. Van een dergelijke lage derving percentage kan worden afgeleid dat er geen significante nadelige effecten als gevolg van slagschaduw zullen plaatsvinden.



Hoofdstuk 4 Cumulatie

In de nabijheid van de windturbines van WP Westpoortweg zijn andere windturbines gepland. Daarnaast zijn er in de omgeving reeds windturbines operationeel.

Om te onderzoeken wat de cumulatieve slagschaduwduur van al deze windturbines is op de omliggende woningen zijn ook slagschaduwberekeningen uitgevoerd (en contouren getekend) van:

- De geplande en operationele windturbines excl. de windturbines van Windpark Westpoortweg (referentiesituatie)
- De referentiesituatie plus de bovenvariant van Windpark Westpoortweg
- De referentiesituatie plus de ondervariant van Windpark Westpoortweg

NB. De geplande windturbines worden gemodelleerd met een ashoogte van 95 meter en een rotordiameter van 90 meter. Voor de bestaande windturbines is aangesloten bij de huidige situatie.

Figuur 9 Slagschaduwcontouren (5:40 uur en 0 uur slagschaduw per jaar) van de bestaande en geplande windturbines (zwarte lijn) en de cumulatieve slagschaduwduur inclusief de ondervariant van Windpark Westpoortweg (rood).



Figuur 10 Slagschaduwcontouren (5:40 uur en 0 uur slagschaduw per jaar) van de bestaande en geplande windturbines (zwarte lijn) en de cumulatieve slagschaduwduur inclusief de bovenvariant van Windpark Westpoortweg (rood).



Onderstaande tabel toont de cumulatieve slagschaduwduur op nabijgelegen woningen, inclusief de toename als gevolg van de windturbines van Westpoortweg, wanneer er geen mitigerende maatregelen worden toegepast. Hieruit blijkt dat de toename van de cumulatieve slagschaduwduur t.g.v. de windturbines van Westpoortweg maximaal 5 uur en 39 minuten bedraagt op een woning.

Tabel 8 Slagschaduwduur van andere bestaande of geplande windturbines en van de windturbines van Windpark Westpoortweg op omliggende woningen in uu:mm. Hierbij zijn alleen de woningen weergegeven die in de referentiesituatie of in de cumulatieve situatie minimaal 1 minuut slagschaduw per jaar ontvangen.

Adres	Ref. Sit.	Incl. WP Westpoortweg		Toename slagschaduw	
		Boven	Onder	Boven	Onder
Abberdaan 4	07:41	07:58	07:45	00:17	00:04
Heining 113	00:00	05:39	04:04	05:39	04:04
Jarmuiden 18	06:15	06:15	06:15	00:00	00:00
Jarmuiden 7	06:36	08:58	08:31	02:22	01:55
Poortland 122 A	02:57	02:57	02:57	00:00	00:00
Poortland 74 A	03:47	03:47	03:47	00:00	00:00
Weth. van Essenweg 2	00:00	00:09	00:00	00:09	00:00
Weth. van Essenweg 3	00:00	00:20	00:05	00:20	00:05

Om te komen tot de jaarlijkse slagschaduwduur die woningen in werkelijkheid zullen ontvangen als gevolg van de cumulatieve situatie, wordt aangenomen dat voor de bestaande windparken mitigerende maatregelen zijn toegepast om te voldoen aan de norm uit de Activiteitenregeling. Onderstaande tabel geeft de jaarlijks te verwachten slagschaduwduur weer die woningen zullen ontvangen als gevolg van de cumulatieve situatie, wanneer de slagschaduwduur per woning per windpark is gemaximeerd op 05:40 per jaar.

Tabel 9 Slagschaduwduur van andere bestaande of geplande windturbines en van de windturbines van Windpark Westpoortweg op omliggende woningen in uu:mm, waarbij de slagschaduwduur per woning per windpark is gemaximeerd op 05:40. Hierbij zijn alleen de woningen weergegeven die in de referentiesituatie of in de cumulatieve situatie minimaal 1 minuut slagschaduw per jaar ontvangen.

Adres	Ref. Sit.	WP Westpoortweg		Cumulatieve situatie	
		Boven	Onder	Boven	Onder
Abberdaan 4	05:40	00:17	00:04	05:57	05:44
Heining 113	00:00	05:39	04:04	05:39	04:04
Jarmuiden 18	05:40	00:00	00:00	05:40	05:40
Jarmuiden 7	05:40	02:22	01:55	08:02	07:35
Poortland 122 A	02:57	00:00	00:00	02:57	02:57
Poortland 74 A	03:47	00:00	00:00	03:47	03:47
Weth. van Essenweg 2	00:00	00:09	00:00	00:09	00:00
Weth. van Essenweg 3	00:00	00:20	00:05	00:20	00:05

Hoofdstuk 5 Conclusie

5.1 Conclusie slagschaduwonderzoek Vergunningaanvraag

In dit onderzoek zijn twee varianten van een opstelling van vier windturbines onderzocht met een ashoogte van respectievelijk 80/81,5 meter (voor WTB 1) en 80/88,5 meter (voor WTB 2, 3 & 4) en een rotordiameter van 82/103 meter. Daarmee zijn de minimale en maximale effecten voor wat betreft slagschaduw van de beoogde windturbines berekend.

Uit de rekenresultaten blijkt dat er geen mitigerende maatregelen nodig zijn om normoverschrijdende slagschaduw op woningen te voorkomen.

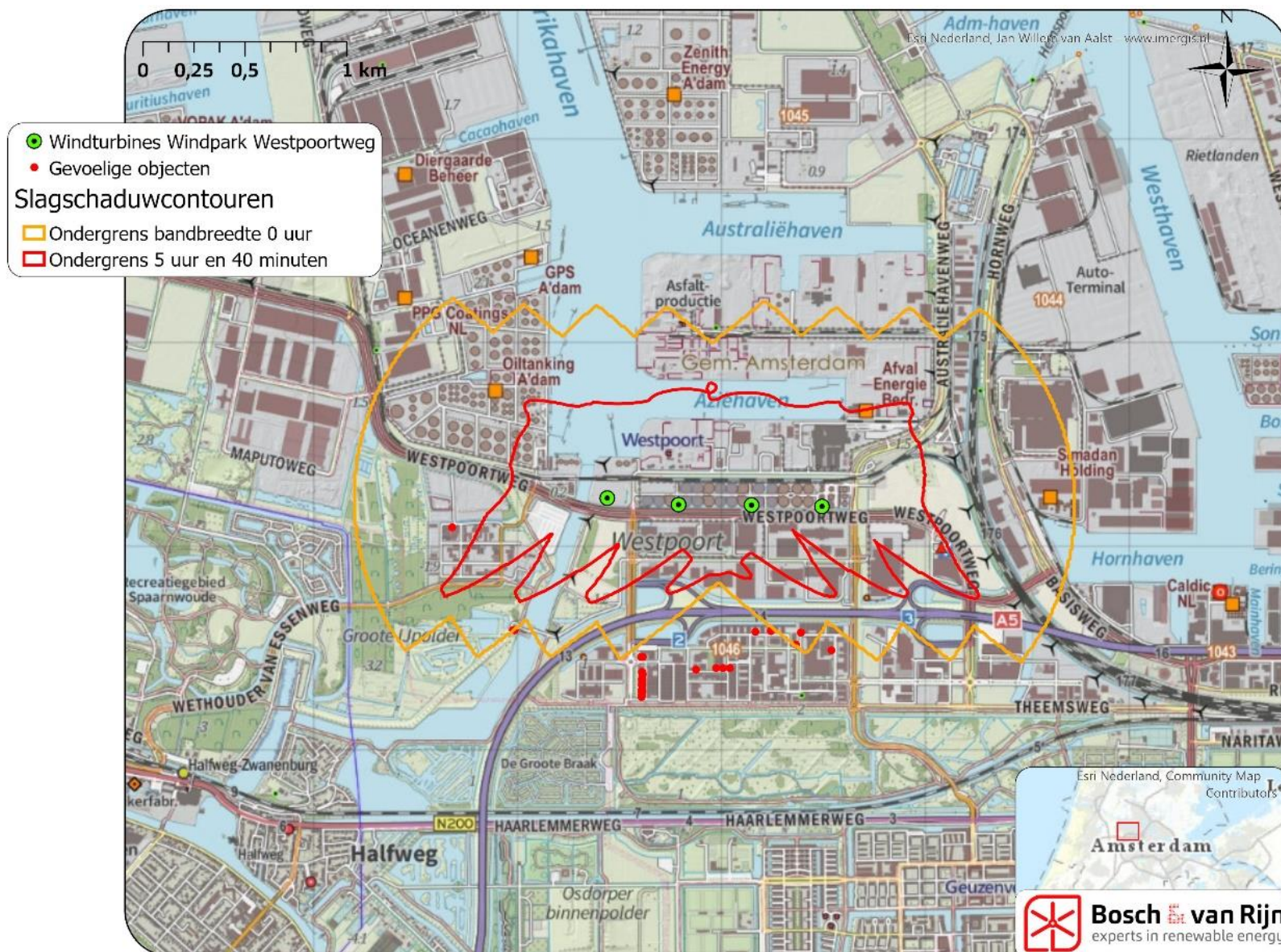
Tevens voegen de windturbines van Windpark Westpoortweg maximaal 5 uur en 39 minuten toe aan de bestaande cumulatieve slagschaduwduur op omliggende woningen als gevolg van bestaande en geplande windturbines.

Hoofdstuk 6 Bijlagen

Bijlage A Slagschaduw contouren

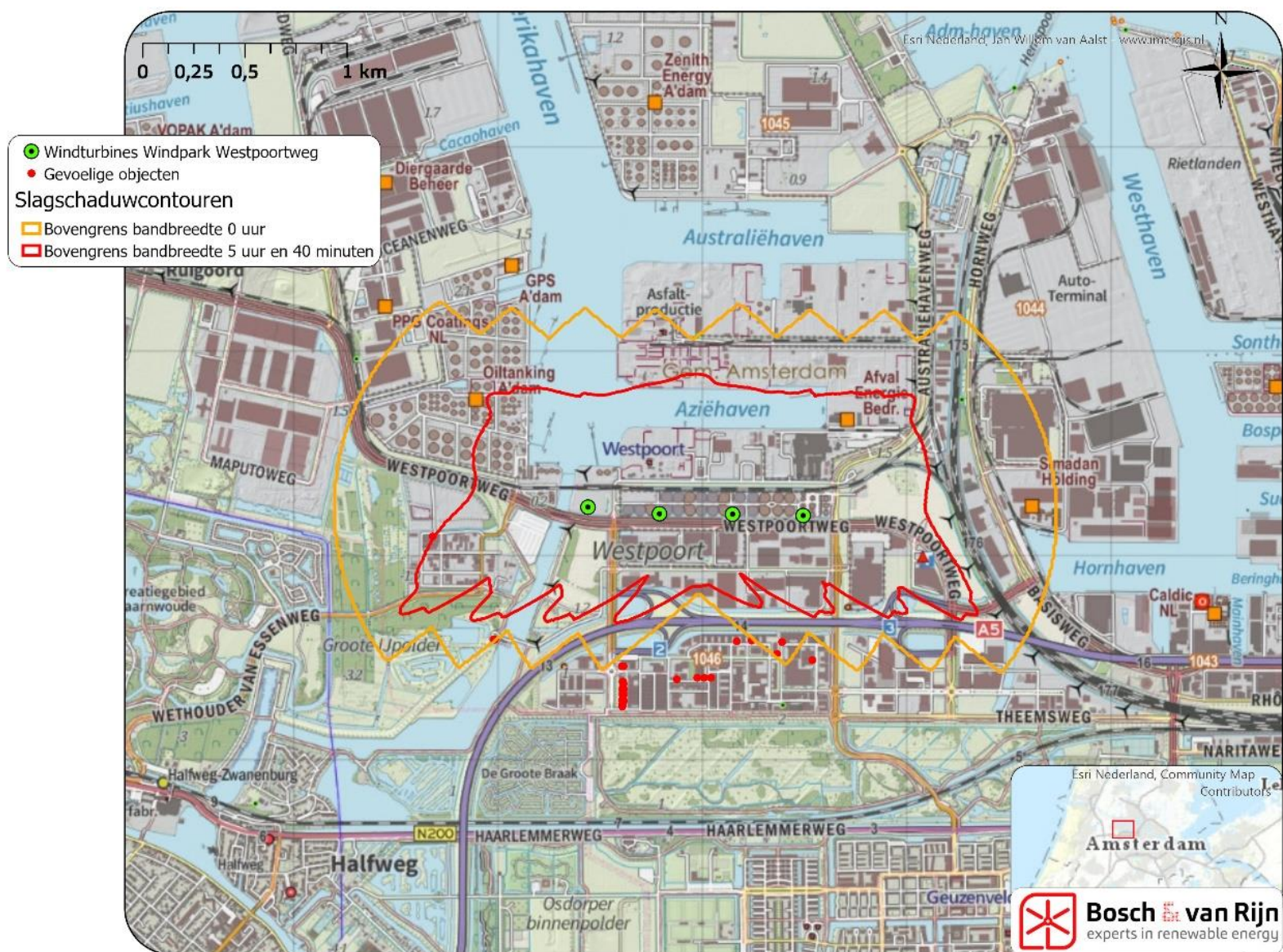
Figuur 11

Slagschaduwcontouren ondervariant van WP Westpoortweg



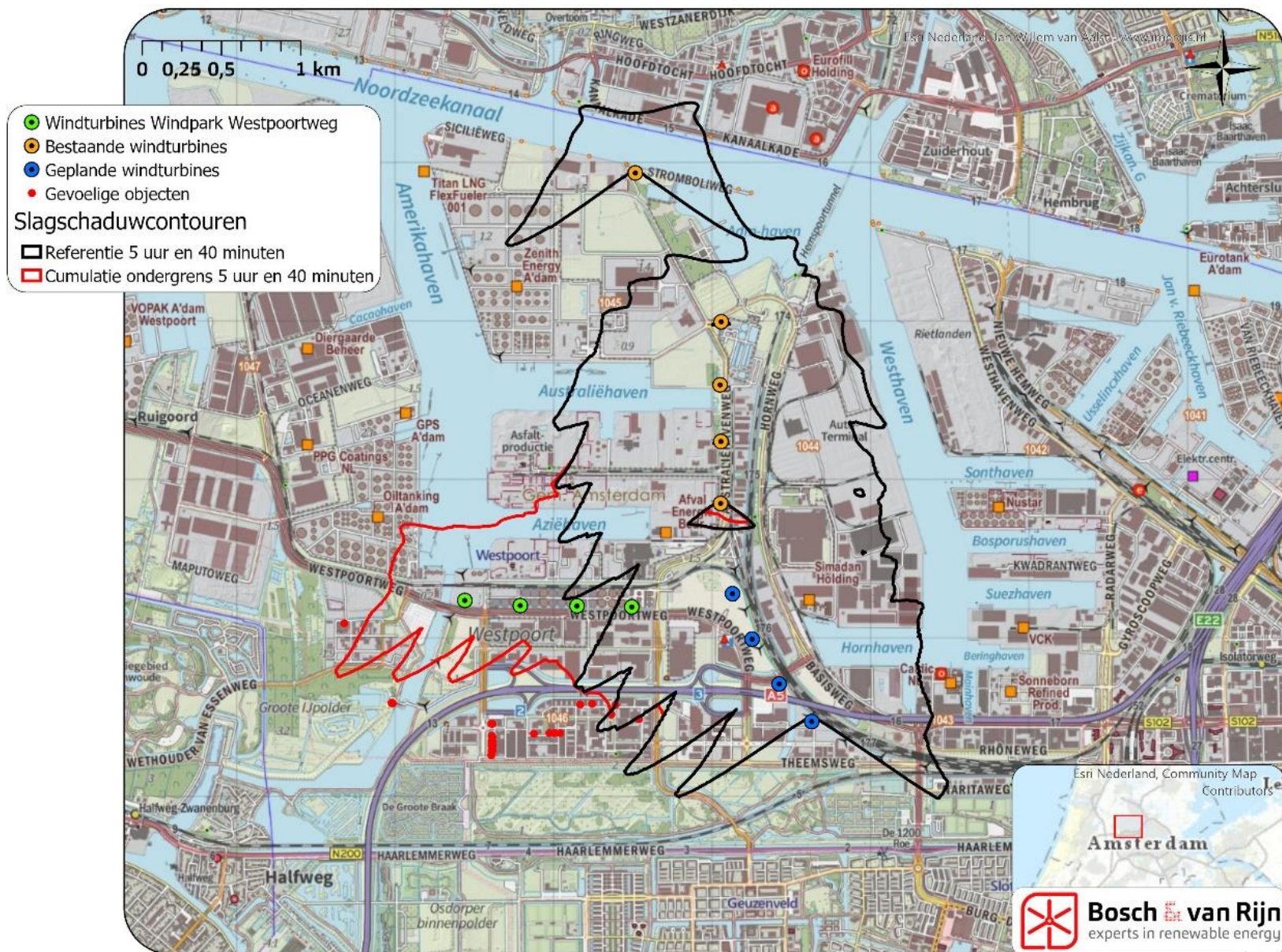
Figuur 12

Slagschaduwcontouren bovenvariant van WP Westpoortweg



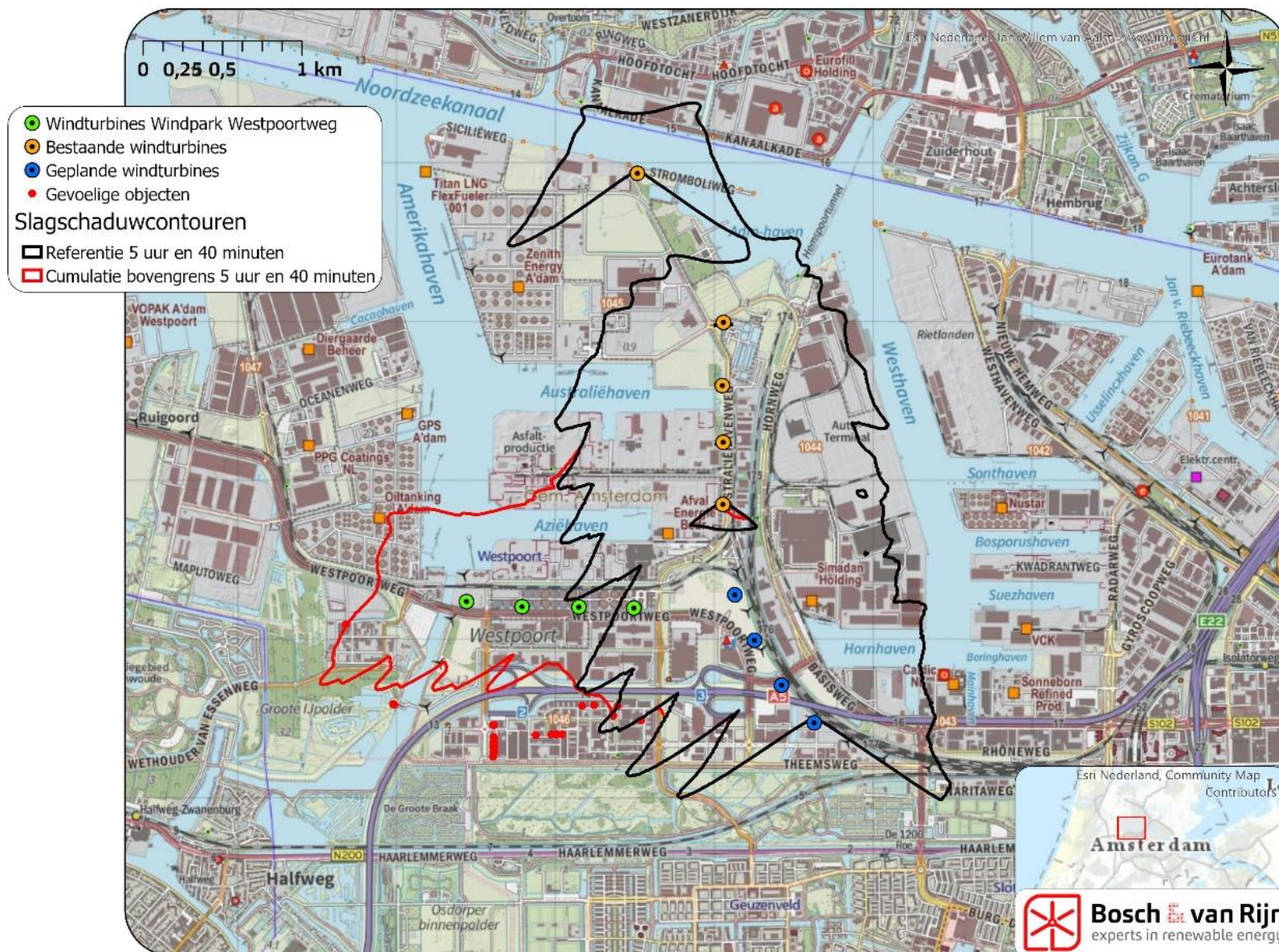
Figuur 13

Slagschaduwcontouren (5:40u en 0u) van de bestaande en geplande windturbines (zwart) en daaraan toegevoegd de ondervariant van windpark Westpoortweg (rood).



Figuur 14

Slagschaduwcontouren (5:40u en 0u) van de bestaande en geplande windturbines (zwart) en daaraan toegevoegd de bovenvariant van windpark Westpoortweg (rood)



Bijlage B Resultaten per woning

Hieronder staan de woningen die ten minste 1 minuut slagschaduw ontvangen van de beoogde windturbineopstelling. De adresgegevens komen uit de Basisadministratie Adressen en Gebouwen (BAG), download van februari 2020).

Adres	REF	Bovenvariant	Ondervariant
Abberdaan 4	07:41	00:17	00:04
Heining 113	00:00	05:39	04:04
Jarmuiden 18	06:15	00:00	00:00
Jarmuiden 7	06:36	02:22	01:55
Poortland 122 A	02:57	00:00	00:00
Poortland 74 A	03:47	00:00	00:00
Wethouder Van Essenweg 2	00:00	00:09	00:00
Wethouder Van Essenweg 3	00:00	00:20	00:05

Bijlage C WindPRO Resultaten



Bosch & van Rijn
experts in duurzame energie

Franz-Lisztplantsoen 200
3533 JG Utrecht
www.boschenvanrijn.nl

SHADOW - Main Result

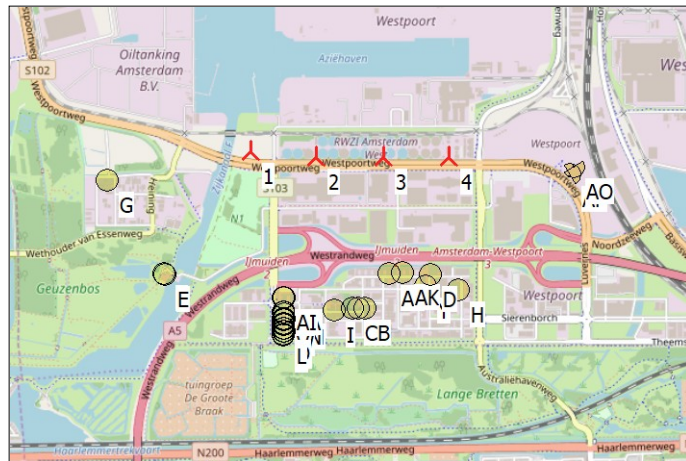
Calculation: Ondergrens bandbreedte tbv vergunningaanvraag
Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence 1,236 m
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 time
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
385 684 574 504 436 731 797 1,164 1,146 770 577 539 8,307

All coordinates are in
Dutch Stereo-RD/NAP 2008



Scale 1:40,000
New WTG
Shadow receptor

WTGs

	X (east)	Y (north)	Z	Row data/Description	WTG type						
					Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	RPM [RPM]
1	113,439	490,237	0.0	ENERCON E-82 2000 82.0 !O! hub: 80.0 m (TOT: 121.0 m) (17)	No	ENERCON	E-82-2,000	2,000	82.0	80.0	19.5
2	113,789	490,205	0.0	ENERCON E-82 2000 82.0 !O! hub: 80.0 m (TOT: 121.0 m) (18)	No	ENERCON	E-82-2,000	2,000	82.0	80.0	19.5
3	114,147	490,203	0.0	ENERCON E-82 2000 82.0 !O! hub: 80.0 m (TOT: 121.0 m) (19)	No	ENERCON	E-82-2,000	2,000	82.0	80.0	19.5
4	114,492	490,196	0.0	ENERCON E-82 2000 82.0 !O! hub: 80.0 m (TOT: 121.0 m) (20)	No	ENERCON	E-82-2,000	2,000	82.0	80.0	19.5

Shadow receptor-Input

No.	Name	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
A	Portsmuiden 2 Amsterdam 1046AJ	114,007	489,402	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
B	Portsmuiden 3 Amsterdam 1046AH	114,041	489,402	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
C	Portsmuiden 4 Amsterdam 1046AJ	113,973	489,402	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
D	Jarmuiden 7 Amsterdam 1046AC	114,389	489,577	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
E	Wethouder Van Essenweg 2 Amsterdam 1047AV	112,984	489,588	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
F	Wethouder Van Essenweg 3 Amsterdam 1047AV	112,978	489,590	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
G	Heining 113 Amsterdam 1047AC	112,679	490,093	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
H	Jarmuiden 18 Amsterdam 1046AD	114,538	489,489	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
I	Portsmuiden 106 B Amsterdam 1046AM	113,875	489,395	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
J	Tijnmuiden 46 Amsterdam 1046AL	113,613	489,373	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
K	Tijnmuiden 32 B Amsterdam 1046AL	113,608	489,269	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
L	Tijnmuiden 34 A Amsterdam 1046AL	113,612	489,286	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
M	Tijnmuiden 34 B Amsterdam 1046AL	113,609	489,285	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
N	Tijnmuiden 36 A Amsterdam 1046AL	113,612	489,294	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
O	Tijnmuiden 36 B Amsterdam 1046AL	113,608	489,293	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
P	Tijnmuiden 38 A Amsterdam 1046AL	113,612	489,318	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
Q	Tijnmuiden 38 B Amsterdam 1046AL	113,609	489,318	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
R	Tijnmuiden 40 A Amsterdam 1046AL	113,612	489,326	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
S	Tijnmuiden 40 B Amsterdam 1046AL	113,609	489,326	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
T	Tijnmuiden 42 A Amsterdam 1046AL	113,612	489,342	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
U	Tijnmuiden 42 B Amsterdam 1046AL	113,609	489,341	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
V	Tijnmuiden 44 A Amsterdam 1046AL	113,612	489,350	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
W	Tijnmuiden 44 B Amsterdam 1046AL	113,609	489,350	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
X	Tijnmuiden 30 B Amsterdam 1046AL	113,607	489,261	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
Y	Abberdaan 4 Amsterdam 1046AA	114,364	489,518	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
Z	Tijnmuiden 59 Amsterdam 1046AK	113,606	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AA	Tijnmuiden 65 Amsterdam 1046AK	113,606	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AB	Tijnmuiden 67 Amsterdam 1046AK	113,606	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AC	Tijnmuiden 71 Amsterdam 1046AK	113,606	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Ondergrens bandbreedte tbv vergunningaanvraag

...continued from previous page

No.	Name	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
AD	Tijnmuiden 73 Amsterdam 1046AK	113,606	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AE	Tijnmuiden 77 Amsterdam 1046AK	113,606	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AF	Tijnmuiden 79 Amsterdam 1046AK	113,606	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AG	Tijnmuiden 83 Amsterdam 1046AK	113,606	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AH	Tijnmuiden 87 Amsterdam 1046AK	113,606	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AI	Tijnmuiden 89 Amsterdam 1046AK	113,613	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AJ	Tijnmuiden 91 Amsterdam 1046AK	113,613	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AK	Poortland 74 A Amsterdam 1046BD	114,241	489,585	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AL	Poortland 122 A Amsterdam 1046BD	114,167	489,580	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AM	Tijnmuiden 48 A Amsterdam 1046AL	113,611	489,382	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AN	Tijnmuiden 48 B Amsterdam 1046AL	113,609	489,383	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AO		115,155	490,138	0.0	75.0	25.0	0.0	150.0	90.0	Fixed direction	25.0
AP		115,135	490,096	0.0	66.0	25.0	0.0	60.0	90.0	Fixed direction	25.0

Calculation Results

Shadow receptor

Shadow, expected values

No. Name

Shadow hours
per year
[h/year]

A	Portsmuiden 2 Amsterdam 1046AJ	0:00
B	Portsmuiden 3 Amsterdam 1046AH	0:00
C	Portsmuiden 4 Amsterdam 1046AJ	0:00
D	Jarmuiden 7 Amsterdam 1046AC	1:55
E	Wethouder Van Essenweg 2 Amsterdam 1047AV	0:00
F	Wethouder Van Essenweg 3 Amsterdam 1047AV	0:05
G	Heining 113 Amsterdam 1047AC	4:04
H	Jarmuiden 18 Amsterdam 1046AD	0:00
I	Portsmuiden 106 B Amsterdam 1046AM	0:00
J	Tijnmuiden 46 Amsterdam 1046AL	0:00
K	Tijnmuiden 32 B Amsterdam 1046AL	0:00
L	Tijnmuiden 34 A Amsterdam 1046AL	0:00
M	Tijnmuiden 34 B Amsterdam 1046AL	0:00
N	Tijnmuiden 36 A Amsterdam 1046AL	0:00
O	Tijnmuiden 36 B Amsterdam 1046AL	0:00
P	Tijnmuiden 38 A Amsterdam 1046AL	0:00
Q	Tijnmuiden 38 B Amsterdam 1046AL	0:00
R	Tijnmuiden 40 A Amsterdam 1046AL	0:00
S	Tijnmuiden 40 B Amsterdam 1046AL	0:00
T	Tijnmuiden 42 A Amsterdam 1046AL	0:00
U	Tijnmuiden 42 B Amsterdam 1046AL	0:00
V	Tijnmuiden 44 A Amsterdam 1046AL	0:00
W	Tijnmuiden 44 B Amsterdam 1046AL	0:00
X	Tijnmuiden 30 B Amsterdam 1046AL	0:00
Y	Abberdaan 4 Amsterdam 1046AA	0:04
Z	Tijnmuiden 59 Amsterdam 1046AK	0:00
AA	Tijnmuiden 65 Amsterdam 1046AK	0:00
AB	Tijnmuiden 67 Amsterdam 1046AK	0:00
AC	Tijnmuiden 71 Amsterdam 1046AK	0:00
AD	Tijnmuiden 73 Amsterdam 1046AK	0:00
AE	Tijnmuiden 77 Amsterdam 1046AK	0:00
AF	Tijnmuiden 79 Amsterdam 1046AK	0:00
AG	Tijnmuiden 83 Amsterdam 1046AK	0:00
AH	Tijnmuiden 87 Amsterdam 1046AK	0:00
AI	Tijnmuiden 89 Amsterdam 1046AK	0:00
AJ	Tijnmuiden 91 Amsterdam 1046AK	0:00
AK	Poortland 74 A Amsterdam 1046BD	0:00
AL	Poortland 122 A Amsterdam 1046BD	0:00
AM	Tijnmuiden 48 A Amsterdam 1046AL	0:00
AN	Tijnmuiden 48 B Amsterdam 1046AL	0:00
AO		5:48
AP		7:12

Project:
19131L.E

Licensed user:
Bosch & Van Rijn
Groenmarktstraat 56
NL-3521 AV Utrecht
+31 6 51 71 04 93
Schreurs / leon@boschenvanrijn.nl
Calculated:
02-Apr-20 1:56 PM/3.3.274

SHADOW - Main Result

Calculation: Ondergrens bandbreedte tbv vergunningaanvraag

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	ENERCON E-82 2000 82.0 !O! hub: 80.0 m (TOT: 121.0 m) (17)	22:23	5:02
2	ENERCON E-82 2000 82.0 !O! hub: 80.0 m (TOT: 121.0 m) (18)	5:02	1:06
3	ENERCON E-82 2000 82.0 !O! hub: 80.0 m (TOT: 121.0 m) (19)	12:16	2:35
4	ENERCON E-82 2000 82.0 !O! hub: 80.0 m (TOT: 121.0 m) (20)	38:29	8:24

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 simultaneously.

SHADOW - Main Result

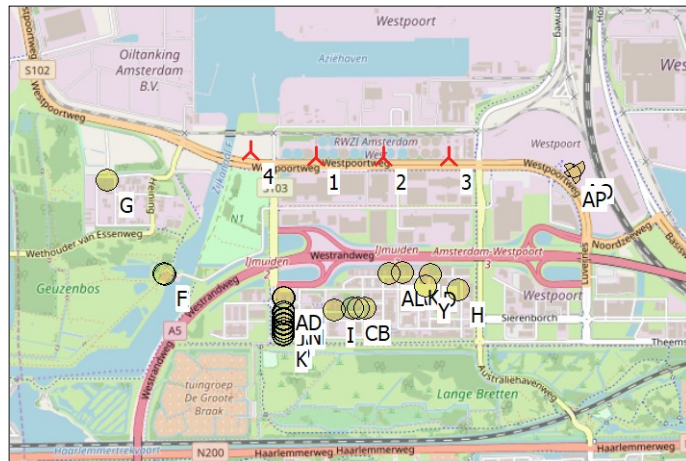
Calculation: Bovengrens bandbreedte tbv vergunningaanvraag
Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence 1,236 m
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 time
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
385 684 574 504 436 731 797 1,164 1,146 770 577 539 8,307

All coordinates are in
Dutch Stereo-RD/NAP 2008



▲ New WTG

● Shadow receptor

WTGs

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description		WTG type		Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	RPM [RPM]
						Valid	Manufact. Type-generator				
1	113,789	490,205	0.0	ENERCON E-103 EP2 2350 103.0 !-! hub: 88.5 m (TOT: 140.0 m) (14)	Yes	ENERCON	E-103 EP2-2,350	2,350	103.0	88.5	15.0
2	114,147	490,203	0.0	ENERCON E-103 EP2 2350 103.0 !-! hub: 88.5 m (TOT: 140.0 m) (15)	Yes	ENERCON	E-103 EP2-2,350	2,350	103.0	88.5	15.0
3	114,492	490,196	0.0	ENERCON E-103 EP2 2350 103.0 !-! hub: 88.5 m (TOT: 140.0 m) (16)	Yes	ENERCON	E-103 EP2-2,350	2,350	103.0	88.5	15.0
4	113,439	490,237	0.0	ENERCON E-103 EP2 2350 103.0 !-! hub: 81.5 m (TOT: 133.0 m) (21)	Yes	ENERCON	E-103 EP2-2,350	2,350	103.0	81.5	15.0

Shadow receptor-Input

No.	Name	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
A	Portsmuiden 2 Amsterdam 1046AJ	114,007	489,402	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
B	Portsmuiden 3 Amsterdam 1046AH	114,041	489,402	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
C	Portsmuiden 4 Amsterdam 1046AJ	113,973	489,402	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
D	Jarmuiden 7 Amsterdam 1046AC	114,389	489,577	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
E	Wethouder Van Essenweg 2 Amsterdam 1047AV	112,984	489,588	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
F	Wethouder Van Essenweg 3 Amsterdam 1047AV	112,978	489,590	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
G	Heining 113 Amsterdam 1047AC	112,679	490,093	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
H	Jarmuiden 18 Amsterdam 1046AD	114,538	489,489	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
I	Portsmuiden 106 B Amsterdam 1046AM	113,875	489,395	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
J	Tijnmuiden 46 Amsterdam 1046AL	113,613	489,373	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
K	Tijnmuiden 32 B Amsterdam 1046AL	113,608	489,269	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
L	Tijnmuiden 34 A Amsterdam 1046AL	113,612	489,286	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
M	Tijnmuiden 34 B Amsterdam 1046AL	113,609	489,285	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
N	Tijnmuiden 36 A Amsterdam 1046AL	113,612	489,294	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
O	Tijnmuiden 36 B Amsterdam 1046AL	113,608	489,293	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
P	Tijnmuiden 38 A Amsterdam 1046AL	113,612	489,318	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
Q	Tijnmuiden 38 B Amsterdam 1046AL	113,609	489,318	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
R	Tijnmuiden 40 A Amsterdam 1046AL	113,612	489,326	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
S	Tijnmuiden 40 B Amsterdam 1046AL	113,609	489,326	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
T	Tijnmuiden 42 A Amsterdam 1046AL	113,612	489,342	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
U	Tijnmuiden 42 B Amsterdam 1046AL	113,609	489,341	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
V	Tijnmuiden 44 A Amsterdam 1046AL	113,612	489,350	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
W	Tijnmuiden 44 B Amsterdam 1046AL	113,609	489,350	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
X	Tijnmuiden 30 B Amsterdam 1046AL	113,607	489,261	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
Y	Abberdaan 4 Amsterdam 1046AA	114,364	489,518	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
Z	Tijnmuiden 59 Amsterdam 1046AK	113,606	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AA	Tijnmuiden 65 Amsterdam 1046AK	113,606	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AB	Tijnmuiden 67 Amsterdam 1046AK	113,606	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AC	Tijnmuiden 71 Amsterdam 1046AK	113,606	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Bovengrens bandbreedte tbv vergunningaanvraag

...continued from previous page

No.	Name	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
AD	Tijnmuiden 73 Amsterdam 1046AK	113,606	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AE	Tijnmuiden 77 Amsterdam 1046AK	113,606	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AF	Tijnmuiden 79 Amsterdam 1046AK	113,606	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AG	Tijnmuiden 83 Amsterdam 1046AK	113,606	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AH	Tijnmuiden 87 Amsterdam 1046AK	113,606	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AI	Tijnmuiden 89 Amsterdam 1046AK	113,613	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AJ	Tijnmuiden 91 Amsterdam 1046AK	113,613	489,458	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AK	Poortland 74 A Amsterdam 1046BD	114,241	489,585	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AL	Poortland 122 A Amsterdam 1046BD	114,167	489,580	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AM	Tijnmuiden 48 A Amsterdam 1046AL	113,611	489,382	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AN	Tijnmuiden 48 B Amsterdam 1046AL	113,609	489,383	0.0	8.0	5.0	0.5		90.0	"Green house mode"	5.5
AO		115,155	490,138	0.0	75.0	25.0	0.0	150.0	90.0	Fixed direction	25.0
AP		115,135	490,096	0.0	66.0	25.0	0.0	60.0	90.0	Fixed direction	25.0

Calculation Results

Shadow receptor

Shadow, expected values

No.	Name	Shadow hours per year [h/year]
A	Portsmuiden 2 Amsterdam 1046AJ	0:00
B	Portsmuiden 3 Amsterdam 1046AH	0:00
C	Portsmuiden 4 Amsterdam 1046AJ	0:00
D	Jarmuiden 7 Amsterdam 1046AC	2:22
E	Wethouder Van Essenweg 2 Amsterdam 1047AV	0:09
F	Wethouder Van Essenweg 3 Amsterdam 1047AV	0:20
G	Heining 113 Amsterdam 1047AC	5:39
H	Jarmuiden 18 Amsterdam 1046AD	0:00
I	Portsmuiden 106 B Amsterdam 1046AM	0:00
J	Tijnmuiden 46 Amsterdam 1046AL	0:00
K	Tijnmuiden 32 B Amsterdam 1046AL	0:00
L	Tijnmuiden 34 A Amsterdam 1046AL	0:00
M	Tijnmuiden 34 B Amsterdam 1046AL	0:00
N	Tijnmuiden 36 A Amsterdam 1046AL	0:00
O	Tijnmuiden 36 B Amsterdam 1046AL	0:00
P	Tijnmuiden 38 A Amsterdam 1046AL	0:00
Q	Tijnmuiden 38 B Amsterdam 1046AL	0:00
R	Tijnmuiden 40 A Amsterdam 1046AL	0:00
S	Tijnmuiden 40 B Amsterdam 1046AL	0:00
T	Tijnmuiden 42 A Amsterdam 1046AL	0:00
U	Tijnmuiden 42 B Amsterdam 1046AL	0:00
V	Tijnmuiden 44 A Amsterdam 1046AL	0:00
W	Tijnmuiden 44 B Amsterdam 1046AL	0:00
X	Tijnmuiden 30 B Amsterdam 1046AL	0:00
Y	Abberdaan 4 Amsterdam 1046AA	0:17
Z	Tijnmuiden 59 Amsterdam 1046AK	0:00
AA	Tijnmuiden 65 Amsterdam 1046AK	0:00
AB	Tijnmuiden 67 Amsterdam 1046AK	0:00
AC	Tijnmuiden 71 Amsterdam 1046AK	0:00
AD	Tijnmuiden 73 Amsterdam 1046AK	0:00
AE	Tijnmuiden 77 Amsterdam 1046AK	0:00
AF	Tijnmuiden 79 Amsterdam 1046AK	0:00
AG	Tijnmuiden 83 Amsterdam 1046AK	0:00
AH	Tijnmuiden 87 Amsterdam 1046AK	0:00
AI	Tijnmuiden 89 Amsterdam 1046AK	0:00
AJ	Tijnmuiden 91 Amsterdam 1046AK	0:00
AK	Poortland 74 A Amsterdam 1046BD	0:00
AL	Poortland 122 A Amsterdam 1046BD	0:00
AM	Tijnmuiden 48 A Amsterdam 1046AL	0:00
AN	Tijnmuiden 48 B Amsterdam 1046AL	0:00
AO		8:21
AP		10:11

Project:
19131L.E

Licensed user:
Bosch & Van Rijn
Groenmarktstraat 56
NL-3521 AV Utrecht
+31 6 51 71 04 93
Schreurs / leon@boschenvanrijn.nl
Calculated:
06-Apr-20 6:21 PM/3.3.274

SHADOW - Main Result

Calculation: Bovengrens bandbreedte tbv vergunningaanvraag

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	ENERCON E-103 EP2 2350 103.0 !-! hub: 88.5 m (TOT: 140.0 m) (14)	8:46	1:58
2	ENERCON E-103 EP2 2350 103.0 !-! hub: 88.5 m (TOT: 140.0 m) (15)	17:40	3:46
3	ENERCON E-103 EP2 2350 103.0 !-! hub: 88.5 m (TOT: 140.0 m) (16)	52:49	11:37
4	ENERCON E-103 EP2 2350 103.0 !-! hub: 81.5 m (TOT: 133.0 m) (21)	30:27	6:53

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 simultaneously.

SHADOW - Main Result

Calculation: Referentiesituatie bestaande windparken

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence	1.236 m
Minimum sun height over horizon for influence	3 °
Day step for calculation	1 days
Time step for calculation	1 minutes

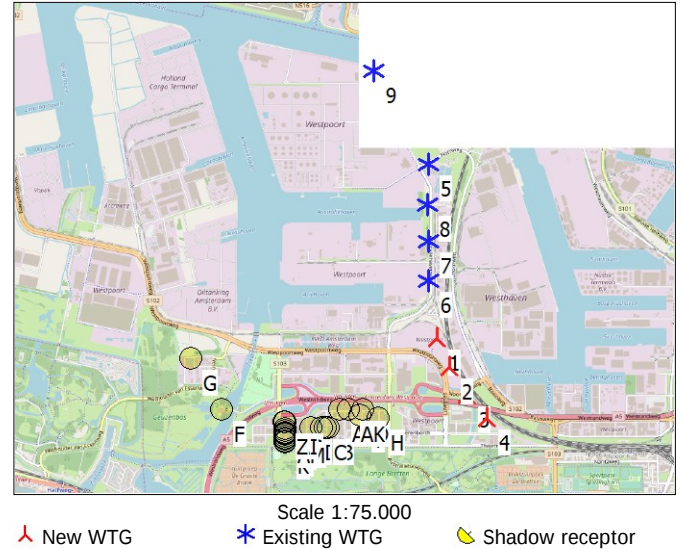
Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [DE BILT]

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 time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
385	684	574	504	436	731	797	1.164	1.146	770	577	539	8.307

All coordinates are in
Dutch Stereo-RD/NAP 2008



WTGs

	X (east)	Y (north)	Z	Row data/Description	WTG type		Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	RPM [RPM]
					Valid	Manuf.				
1	115.131	490.273	0,0	Havenwind 1	Yes	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	14,9
2	115.255	489.988	0,0	Havenwind 2	Yes	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	14,9
3	115.424	489.707	0,0	Havenwind 3	Yes	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	14,9
4	115.629	489.473	0,0	Havenwind 4	Yes	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	14,9
5	115.057	491.995	0,0	Havenwind. Australiëhaven T1	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	16,1
6	115.053	490.849	0,0	Havenwind. Australiëhaven T3	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	16,1
7	115.055	491.240	0,0	Havenwind. Australiëhaven T4	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	16,1
8	115.050	491.597	0,0	Havenwind. Australiëhaven T5	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	16,1
9	114.515	492.934	0,0	Havenwind. Siciliëweg T2	Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	16,1

Shadow receptor-Input

No.	Name	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	Portsmuiden 2 Amsterdam 1046AJ	114.007	489.402	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
B	Portsmuiden 3 Amsterdam 1046AH	114.041	489.402	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
C	Portsmuiden 4 Amsterdam 1046AJ	113.973	489.402	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
D	Jarmuiden 7 Amsterdam 1046AC	114.389	489.577	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
E	Wethouder Van Essenweg 2 Amsterdam 1047AV	112.984	489.588	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
F	Wethouder Van Essenweg 3 Amsterdam 1047AV	112.978	489.590	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
G	Heining 113 Amsterdam 1047AC	112.679	490.093	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
H	Jarmuiden 18 Amsterdam 1046AD	114.538	489.489	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
I	Portsmuiden 106 B Amsterdam 1046AM	113.875	489.395	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
J	Tijnmuiden 46 Amsterdam 1046AL	113.613	489.373	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
K	Tijnmuiden 32 B Amsterdam 1046AL	113.608	489.269	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
L	Tijnmuiden 34 A Amsterdam 1046AL	113.612	489.286	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
M	Tijnmuiden 34 B Amsterdam 1046AL	113.609	489.285	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
N	Tijnmuiden 36 A Amsterdam 1046AL	113.612	489.294	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
O	Tijnmuiden 36 B Amsterdam 1046AL	113.608	489.293	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
P	Tijnmuiden 38 A Amsterdam 1046AL	113.612	489.318	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
Q	Tijnmuiden 38 B Amsterdam 1046AL	113.609	489.318	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
R	Tijnmuiden 40 A Amsterdam 1046AL	113.612	489.326	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
S	Tijnmuiden 40 B Amsterdam 1046AL	113.609	489.326	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
T	Tijnmuiden 42 A Amsterdam 1046AL	113.612	489.342	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
U	Tijnmuiden 42 B Amsterdam 1046AL	113.609	489.341	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
V	Tijnmuiden 44 A Amsterdam 1046AL	113.612	489.350	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
W	Tijnmuiden 44 B Amsterdam 1046AL	113.609	489.350	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
X	Tijnmuiden 30 B Amsterdam 1046AL	113.607	489.261	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
Y	Abberdaan 4 Amsterdam 1046AA	114.364	489.518	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Referentiesituatie bestaande windparken

...continued from previous page

No.	Name	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
	Z Tijnmuiden 59 Amsterdam 1046AK	113.606	489.458	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
	AA Tijnmuiden 65 Amsterdam 1046AK	113.606	489.458	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
	AB Tijnmuiden 67 Amsterdam 1046AK	113.606	489.458	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
	AC Tijnmuiden 71 Amsterdam 1046AK	113.606	489.458	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
	AD Tijnmuiden 73 Amsterdam 1046AK	113.606	489.458	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
	AE Tijnmuiden 77 Amsterdam 1046AK	113.606	489.458	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
	AF Tijnmuiden 79 Amsterdam 1046AK	113.606	489.458	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
	AG Tijnmuiden 83 Amsterdam 1046AK	113.606	489.458	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
	AH Tijnmuiden 87 Amsterdam 1046AK	113.606	489.458	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
	AI Tijnmuiden 89 Amsterdam 1046AK	113.613	489.458	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
	AJ Tijnmuiden 91 Amsterdam 1046AK	113.613	489.458	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
	AK Poortland 74 A Amsterdam 1046BD	114.241	489.585	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
	AL Poortland 122 A Amsterdam 1046BD	114.167	489.580	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
	AM Tijnmuiden 48 A Amsterdam 1046AL	113.611	489.382	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5
	AN Tijnmuiden 48 B Amsterdam 1046AL	113.609	489.383	0,0	8,0	5,0	0,5	90,0	"Green house mode"	5,5

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, expected values Shadow hours per year [h/year]
	A Portsmuiden 2 Amsterdam 1046AJ	0:00
	B Portsmuiden 3 Amsterdam 1046AH	0:00
	C Portsmuiden 4 Amsterdam 1046AJ	0:00
	D Jarmuiden 7 Amsterdam 1046AC	6:36
	E Wethouder Van Essenweg 2 Amsterdam 1047AV	0:00
	F Wethouder Van Essenweg 3 Amsterdam 1047AV	0:00
	G Heining 113 Amsterdam 1047AC	0:00
	H Jarmuiden 18 Amsterdam 1046AD	6:15
	I Portsmuiden 106 B Amsterdam 1046AM	0:00
	J Tijnmuiden 46 Amsterdam 1046AL	0:00
	K Tijnmuiden 32 B Amsterdam 1046AL	0:00
	L Tijnmuiden 34 A Amsterdam 1046AL	0:00
	M Tijnmuiden 34 B Amsterdam 1046AL	0:00
	N Tijnmuiden 36 A Amsterdam 1046AL	0:00
	O Tijnmuiden 36 B Amsterdam 1046AL	0:00
	P Tijnmuiden 38 A Amsterdam 1046AL	0:00
	Q Tijnmuiden 38 B Amsterdam 1046AL	0:00
	R Tijnmuiden 40 A Amsterdam 1046AL	0:00
	S Tijnmuiden 40 B Amsterdam 1046AL	0:00
	T Tijnmuiden 42 A Amsterdam 1046AL	0:00
	U Tijnmuiden 42 B Amsterdam 1046AL	0:00
	V Tijnmuiden 44 A Amsterdam 1046AL	0:00
	W Tijnmuiden 44 B Amsterdam 1046AL	0:00
	X Tijnmuiden 30 B Amsterdam 1046AL	0:00
	Y Abberdaan 4 Amsterdam 1046AA	7:41
	Z Tijnmuiden 59 Amsterdam 1046AK	0:00
	AA Tijnmuiden 65 Amsterdam 1046AK	0:00
	AB Tijnmuiden 67 Amsterdam 1046AK	0:00
	AC Tijnmuiden 71 Amsterdam 1046AK	0:00
	AD Tijnmuiden 73 Amsterdam 1046AK	0:00
	AE Tijnmuiden 77 Amsterdam 1046AK	0:00
	AF Tijnmuiden 79 Amsterdam 1046AK	0:00
	AG Tijnmuiden 83 Amsterdam 1046AK	0:00
	AH Tijnmuiden 87 Amsterdam 1046AK	0:00
	AI Tijnmuiden 89 Amsterdam 1046AK	0:00
	AJ Tijnmuiden 91 Amsterdam 1046AK	0:00
	AK Poortland 74 A Amsterdam 1046BD	3:47
	AL Poortland 122 A Amsterdam 1046BD	2:57
	AM Tijnmuiden 48 A Amsterdam 1046AL	0:00
	AN Tijnmuiden 48 B Amsterdam 1046AL	0:00

Project:

19131L.E

Licensed user:

Bosch & Van Rijn
Groenmarktstraat 56
NL-3521 AV Utrecht
+31 6 51 71 04 93
Schreurs / leon@boschenvanrijn.nl
Calculated:
10-2-2020 15:15/3.3.274

SHADOW - Main Result

Calculation: Referentiesituatie bestaande windparken

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	Havenwind 1	3:42	0:53
2	Havenwind 2	50:18	12:28
3	Havenwind 3	24:01	5:37
4	Havenwind 4	6:31	1:18
5	Havenwind. Australiëhaven T1	0:00	0:00
6	Havenwind. Australiëhaven T3	0:00	0:00
7	Havenwind. Australiëhaven T4	0:00	0:00
8	Havenwind. Australiëhaven T5	0:00	0:00
9	Havenwind. Siciliëweg T2	0:00	0:00

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 simultaneously.