



Welbergweg 49
Postbus 579
7550 AN Hengelo (Ov.)
tel: 074-248 99 45
info@ponderaservices.nl
www.ponderaservices.nl

Opdrachtgever: Oranjewoud
Postbus 40
4900 AA Oosterhout

Kenmerk: S12024 S WP Nieuw Reijerwaard V3.docx

Betreft: Onderzoek naar slagschaduw van windturbines op het bedrij-
venterrein Nieuw Reijerwaard te Ridderkerk.

Contactpersoon opdrachtgever:
de heer S. Zondervan,
tel: 0162-48 70 66.

Behandeld door:
A.U.G. Beltau,
31 augustus 2012.

Inhoud

| | | |
|-----|-----------------------------------|---|
| 1. | Inleiding | 1 |
| 1.1 | Beschrijving van de locatie | 1 |
| 1.2 | Regelgeving | 2 |
| 1.3 | Gegevens turbines | 2 |
| 2. | Onderzoek slagschaduw..... | 3 |
| 2.1 | Normstelling | 3 |
| 2.2 | Schaduwgebied..... | 3 |
| 2.3 | Potentiële schaduw | 4 |
| 2.4 | Rekenresultaten..... | 5 |
| 2.5 | Hinderduur bij woningen | 5 |
| 3. | Bespreking..... | 9 |

Bijlagen

| | |
|---|----|
| bijlage 1 : verklarende begrippenlijst | 10 |
| bijlage 2 : objecten rekenmodel slagschaduw | 11 |
| bijlage 3 : rekenresultaten slagschaduw | 12 |

Figuren

| | |
|--|----|
| figuur 1: situatie plankaart Nieuw Reijerwaard | 13 |
| figuur 2: slagschaduwcontouren variant 1, D rotor=80 m..... | 14 |
| figuur 3: slagschaduwcontouren variant 2, D rotor=100 m..... | 15 |

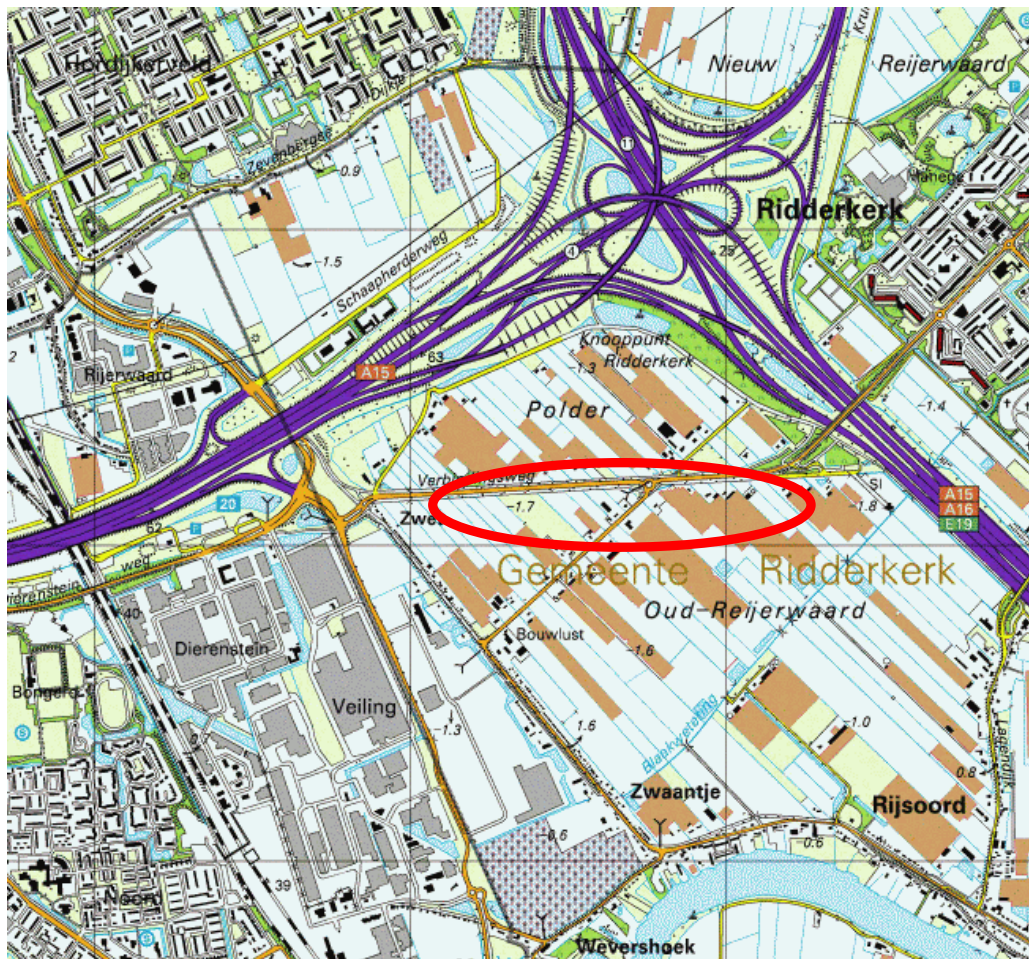
1. Inleiding

In opdracht van Oranjewoud te Oosterhout is een onderzoek naar slagschaduw hinder door windturbines uitgevoerd voor een milieueffectrapport (MER) en een inpasingsplan voor het bedrijventerrein Nieuw Reijerwaard. Het betreft op te richten windturbines in een lijnopstelling in een watergang in het verlengde en ten zuiden van de Verbindingsweg op het geprojecteerde bedrijventerrein in de gemeente Ridderkerk. In het onderzoek zijn 2 varianten onderzocht:

- Variant 1: drie windturbines met een ashoogte van 80 m en een rotordiameter van 80 m;
- Variant 2: twee windturbines met een ashoogte van 100 m en een rotordiameter van 100 m.

1.1 Beschrijving van de locatie

Afbeelding 1-1: Locatie.



De inrichting is gelegen ten westen van Ridderkerk, ten oosten van Barendrecht en ten zuidoosten van Rotterdam in de hoek van het knooppunt van de snelweg A15. De bestaande kassen en woningen in het gebied zullen verdwijnen als gevolg van het bedrijventerrein. De turbines zijn geprojecteerd nabij de Verbindingsweg in de huidige polder Oud-Reijerwaard (zie ook plankaart Nieuw Reijerwaard in figuur 1).

1.2 Regelgeving

De inrichting valt onder artikel 3.13 van het Activiteitenbesluit¹.

Binnen een afstand van twaalf maal de rotordiameter (voor variant 1 en 2 respectievelijk 960 en 1200 m) vanaf de locatie van de turbines bevinden zich woningen van derden zodat een onderzoek naar slagschaduw is uitgevoerd.

1.3 Gegevens turbines



De turbines hebben een rotordiameter van 80 of 100 m en een ashoogte van respectievelijk 80 of 100 m. Verdere gegevens zijn (nog) onbekend.

¹ Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer, 19 oktober 2007, nr.07.00113, Staatsblad 2007/415.

2. Onderzoek slagschaduw

2.1 Normstelling

Schaduweffecten van een draaiende windturbine kunnen hinder veroorzaken bij mensen. De flikkerfrequentie, het contrast en de tijdsduur van blootstelling zijn van invloed op de mate van hinder die ondervonden kan worden. Bekend is dat flikkerfrequenties tussen 2,5 en 14 Hz als erg storend worden ervaren en schadelijk kunnen zijn. Een groter verschil tussen licht en donker (meer contrast) wordt als hinderlijker ervaren. Verder speelt de blootstellingsduur een grote rol bij de beleving.

In artikel 3.14 onder 4. van het Activiteitenbesluit wordt verwezen naar de bij de ministeriële regeling te stellen maatregelen. In deze regeling² is in artikel 3.12 voorgeschreven dat een turbine is voorzien van een automatische stilstandsvoorziening 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 optreden³. In het kader van dit onderzoek wordt dit artikel als volgt geïnterpreteerd:

- Bij de beoordeling worden alleen woningen van derden betrokken;
- De eventuele schaduw van turbines op een grotere afstand dan twaalf maal de rotordiameter wordt verwaarloosd;
- Schaduw bij een zonnestand lager dan vijf graden wordt als niet-hinderlijk beoordeeld. Bij zonsopkomst en zonsondergang is het licht vrij diffuus en wordt de turbine vaak aan het zicht onttrokken door gebouwen en begroeiing;
- Bij een windpark worden de schaduwduren en schaduw dagen van afzonderlijke turbines opgeteld voor zover de schaduwen elkaar niet overlappen;
- Er is geen stilstandsvoorziening nodig als de gemiddelde duur van hinderlijke schaduw minder is dan zes uur per jaar. Dit is een strengere beoordeling dan volgens het Activiteitenbesluit omdat in het Activiteitenbesluit op 17 dagen per jaar de hinderduur van zonsopgang tot zonsondergang mag bevatten en op alle overige dagen in het jaar de hinderduur door slagschaduw 20 minuten mag bedragen.

2.2 Schaduwgebied

Bij de opkomst en de ondergang van de zon kan de schaduw van een turbine aan de westkant en aan de oostkant ver reiken. Op afstanden groter dan twaalf maal de rotordiameter wordt de slagschaduw echter niet meer als hinderlijk beoordeeld. Aan de noordzijde wordt het schaduwgebied begrensd omdat de zon in het zuiden altijd hoog staat. Aan de zuidzijde treedt nooit schaduw op omdat de zon nooit in het noorden staat.

² Regeling van de minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 9 november 2007 nr. DJZ 2007104180 houdende regels voor inrichtingen (Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer).

³ Voor de letterlijke tekst wordt verwezen naar de regeling.

2.3 Potentiële schaduw

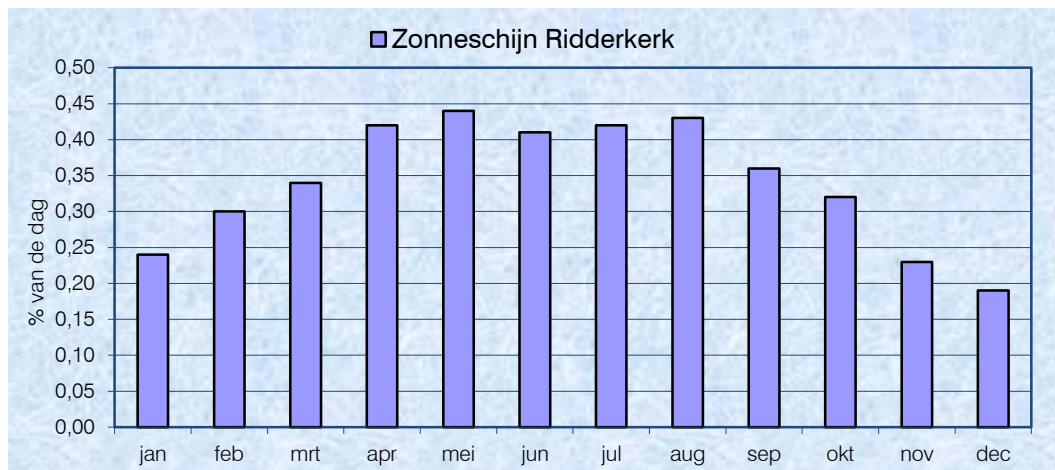
Op basis van de turbineafmetingen, de gang van de zon op deze locatie en een minimale zonshoogte van vijf graden, zijn de dagen en tijden berekend waarop slagschaduw kan optreden. De gang van de zon is voor alle dagen van het jaar bepaald met een astronomisch rekenmodel waarbij rekening is gehouden met de betreffende locatie (noorderbreedte en oosterlengte) op de aarde. De potentiële schaduwduur is een theoretisch maximum. Hieruit is de verwachte hinderduur berekend door het toepassen van correcties. Als gevolg van deze correcties is de verwachte hinderduur aanmerkelijk korter dan de potentiële schaduwduur.

De nauwkeurigheid waarmee de potentiële schaduwduur is berekend is relatief hoog. Deze nauwkeurigheid is afhankelijk van de invoer van de geometrie en van de nauwkeurigheid waarmee de zonnestand wordt bepaald. De correcties om te komen tot de verwachte hinderduur zijn echter een voorspelling op basis van de geschiedenis. De meteogegevens zijn bepaald op basis van gemiddelde gemeten data over twintig jaar. De verwachting is dat in de toekomst deze gemiddelden over langere perioden niet veel zullen veranderen maar dit blijft onzeker. In het weer treden grote dagelijkse verschillen op en ook variëren de jaargemiddelde gegevens nog behoorlijk.

2.3.1 Zonneschijn

Schaduw is er alleen als de zon schijnt. Deze correctie is gebaseerd op het percentage van de daglengte dat de zon gemiddeld schijnt in dit gebied en in de betreffende maand. De percentages worden ontleend aan meerjarige data van nabijgelegen meteostations.

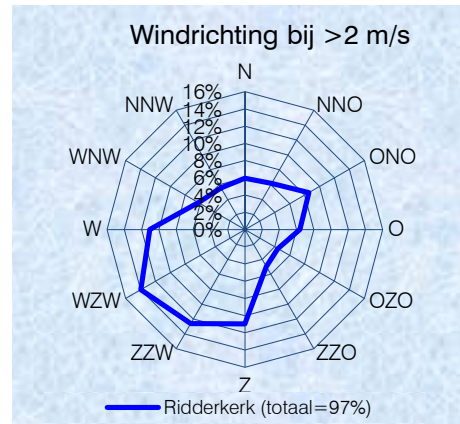
Grafiek 2-1: Percentage zonneschijn.



2.3.2 Oriëntatie

Het rotorvlak staat niet altijd haaks op de schaduwrichting waardoor de hinderduur wordt beperkt. Als het rotorvlak evenwijdig staat aan de schaduwrichting treedt er geen of nauwelijks lichtflikkering op. Deze correctie is gebaseerd op de distributie van de voorkomende windrichtingen. De percentages worden ontleend aan meerjarige data van meteostations waarbij alleen de windsnelheden boven 2 m/s zijn betrokken. Afhankelijk van de richting van waaruit de turbine wordt gezien ligt de deze correctie tussen circa 55% en 75%.

Grafiek 2-2: Distributie windrichtingen.



2.3.3 Bedrijfstijd

Slagschaduw hinder treedt alleen op als de rotor draait. De correctie is gebaseerd op de distributie van de voorkomende windsnelheden. Windturbines zijn veelal 80% tot 95% van de tijd in bedrijf.

2.4 Rekenresultaten

Van de turbines zijn de schaduwduren in het omliggende gebied berekend. In de figuren 1 en 2 zijn met een groene, blauwe en rode isolijn aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur respectievelijk 0, 5 of 15 uur bedraagt.

Overschrijding van de norm voor de jaarlijkse hinderduur kan optreden bij de woningen binnen de blauwe 5 uurcontour. Bij woningen buiten de blauwe 5 uurcontour wordt aan de norm voor de maximale hinderduur voldaan. De berekening is uitgevoerd voor een raster met punten, waarbij geen rekening is gehouden met de afmetingen van gevels met ramen.

2.5 Hinderduur bij woningen

De jaarlijkse hinderduur van de turbines is op representatieve rekenpunten berekend, te weten de dichtst bijgelegen relevante woningen van derden rondom de turbines.

Bij de beoordeling van slagschaduw hinder wordt niet uitgegaan van een bepaalde positie maar van een gevelvlak dat alle ramen omvat. Vanwege de afmetingen van dat vlak duurt de schaduwpassage langs het vlak wat langer dan de passage langs een punt.

Voor de gevelhoogte bij woningen is uitgegaan van 5 m en voor de geprojecteerde breedte van het gevelvlak is 8 m aangehouden. Bij een flatgebouw aan de Seringenplantsoen is rekening gehouden met een hoogte van tien verdiepingen. Dit flatgebouw is het bepalende flatgebouw voor de schaduw hinder ten opzichte van de overige vijf flatgebouwen die zijn meegenomen.

In de berekening van de contouren is met deze afmetingen geen rekening gehouden.

De resultaten zijn weergegeven in Tabel 2-1 en Tabel 2-2. Hierin is per rekenpunt de potentiële jaarlijkse hinderduur, het aantal dagen per jaar waarop hinder kan optreden en de maximale passageduur van de schaduw langs de gevel en de verwachte hinderduur per jaar gegeven (tijden in uu:mm).

Tabel 2-1: Schaduw door de drie turbines; variant 1 (uu:mm)

| Nr | Omschrijving | Potentiële schaduwduur | Potentiële schaduwdagen | Maximale passageduur | Verwachte hinderduur |
|-------|------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
| A | Woning Rijksstraatweg | 40:12 | 74 | 0:47 | 10:19 |
| B | Woning Rijksstraatweg | 90:51 | 144 | 0:53 | 24:08 |
| C | Woning Rijksstraatweg | 19:49 | 69 | 0:27 | 5:31 |
| D | Woning Rijksstraatweg | 0:00 | 0 | 0:00 | 0:00 |
| E | Woning Rijksstraatweg | 0:00 | 0 | 0:00 | 0:00 |
| F | Woning Hoogzandweg | 0:00 | 0 | 0:00 | 0:00 |
| G | Woning Hoogzandweg | 8:29 | 45 | 0:16 | 1:56 |
| H | Woning Lagendijk | 9:21 | 34 | 0:26 | 2:10 |
| I | Flat Seringenplantsoen | 13:17 | 41 | 0:31 | 2:42 |
| J | Flat Seringenplantsoen | 15:31 | 46 | 0:31 | 2:53 |
| K | Flat Seringenplantsoen | 25:24 | 68 | 0:36 | 4:09 |
| L | Flat Seringenplantsoen | 30:47 | 86 | 0:35 | 4:47 |
| M | Flat Seringenplantsoen | 31:07 | 72 | 0:33 | 4:40 |
| M 10m | Flat Seringenplantsoen | 28:57 | 68 | 0:33 | 4:19 |
| M 20m | Flat Seringenplantsoen | 24:10 | 62 | 0:31 | 3:34 |
| M 30m | Flat Seringenplantsoen | 19:00 | 56 | 0:26 | 2:46 |
| N | Flat Goudenregenlaan | 20:59 | 50 | 0:31 | 2:59 |
| O | Flat Goudenregenlaan | 4:18 | 21 | 0:16 | 0:34 |
| P | Flat Goudenregenlaan | 6:08 | 34 | 0:18 | 0:58 |
| Q | Woning Hogeweg | 16:02 | 55 | 0:29 | 2:33 |
| R | Woning Hogeweg | 12:33 | 50 | 0:26 | 1:59 |
| S | Woning Lagendijk | 4:58 | 38 | 0:11 | 1:07 |

Tabel 2-2: Schaduw door de twee turbines; variant 2 (uu:mm)

| Nr | Omschrijving | Potentiële schaduwduur | Potentiële schaduwdagen | Maximale passageduur | Verwachte hinderduur |
|-------|------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
| A | Woning Rijksstraatweg | 43:27 | 81 | 0:47 | 11:18 |
| B | Woning Rijksstraatweg | 87:02 | 140 | 0:52 | 23:11 |
| C | Woning Rijksstraatweg | 13:35 | 50 | 0:26 | 3:47 |
| D | Woning Rijksstraatweg | 0:00 | 0 | 0:00 | 0:00 |
| E | Woning Rijksstraatweg | 0:00 | 0 | 0:00 | 0:00 |
| F | Woning Hoogzandweg | 0:00 | 0 | 0:00 | 0:00 |
| G | Woning Hoogzandweg | 10:17 | 44 | 0:22 | 2:27 |
| H | Woning Lagendijk | 7:00 | 29 | 0:23 | 1:38 |
| I | Flat Seringenplantsoen | 9:43 | 33 | 0:28 | 2:01 |
| J | Flat Seringenplantsoen | 10:55 | 36 | 0:28 | 2:14 |
| K | Flat Seringenplantsoen | 14:49 | 42 | 0:32 | 3:02 |
| L | Flat Seringenplantsoen | 14:58 | 44 | 0:32 | 3:01 |
| M | Flat Seringenplantsoen | 14:19 | 44 | 0:31 | 2:43 |
| M 10m | Flat Seringenplantsoen | 13:23 | 42 | 0:30 | 2:32 |
| M 20m | Flat Seringenplantsoen | 11:20 | 39 | 0:28 | 2:07 |
| M 30m | Flat Seringenplantsoen | 9:21 | 36 | 0:25 | 1:43 |
| N | Flat Goudenregenlaan | 17:57 | 51 | 0:32 | 3:04 |
| O | Flat Goudenregenlaan | 21:42 | 64 | 0:33 | 3:30 |
| P | Flat Goudenregenlaan | 41:43 | 98 | 0:36 | 6:27 |
| Q | Woning Hogeweg | 72:46 | 122 | 0:49 | 11:35 |

| Nr | Omschrijving | Potentiële schaduwduur | Potentiële schaduwdagen | Maximale passageduur | Verwachte hinderduur |
|----|------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
| R | Woning Hogeweg | 61:27 | 114 | 0:44 | 9:40 |
| S | Woning Lagendijk | 17:14 | 76 | 0:22 | 4:02 |

Aangenomen wordt dat de frequenties van de lichtflikkeringen ligt tussen 0,3 en 1,5 Hz (dit is afhankelijk van het aantal bladen en toerental, deze is (nog) onbekend). Flikkerfrequenties vanaf 2,5 Hz worden als erg storend ervaren en kunnen schadelijk zijn.

Bij de bepaling van de schaduwduren is geen rekening gehouden met eventuele beplanting, gebouwen en kunstwerken in de omgeving die het zicht kunnen belemmeren. Hierdoor kan de hinder worden beperkt.

Een stilstandsregeling zal zorgen van een verlaging van de hinderduur door de turbine stil te zetten voor de duur van de **vetgedrukte** tijden in Tabel 2-1 en Tabel 2-2.

Tabel 2-3 en Tabel 2-4 geven de schaduw per turbine weer, alsmede de totale hinderduur door het volledige windpark. De hinderduren per turbine die meer dan zes uur bedragen, of de hinderduren die cumulatief meer dan zes uur hinder per jaar veroorzaken zullen worden teruggebracht tot binnen de normstelling door een stilstandsregeling. Indien overlapping van schaduw optreedt bij de woningen zal de totale jaarlijkse hinderduur minder zijn dan de som van de hinderduren per turbine.

Tabel 2-3: schaduw per turbine, variant 1 (uu:mm).

| Nr | T1 | T2 | T3 | Totaal |
|-------|--------------|------|------|--------------|
| A | 9:11 | 1:08 | 0:00 | 10:19 |
| B | 22:27 | 1:41 | 0:00 | 24:08 |
| C | 0:00 | 5:31 | 0:00 | 5:31 |
| D | 0:00 | 0:00 | 0:00 | 0:00 |
| E | 0:00 | 0:00 | 0:00 | 0:00 |
| F | 0:00 | 0:00 | 0:00 | 0:00 |
| G | 0:00 | 1:56 | 0:00 | 1:56 |
| H | 0:00 | 0:00 | 2:10 | 2:10 |
| I | 0:00 | 0:00 | 2:42 | 2:42 |
| J | 0:00 | 0:00 | 2:53 | 2:53 |
| K | 0:00 | 0:00 | 4:09 | 4:09 |
| L | 0:00 | 0:00 | 4:47 | 4:47 |
| M | 0:00 | 0:00 | 4:40 | 4:40 |
| M 10m | 0:00 | 0:00 | 4:19 | 4:19 |
| M 20m | 0:00 | 0:00 | 3:34 | 3:34 |
| M 30m | 0:00 | 0:00 | 2:46 | 2:46 |
| N | 0:00 | 0:00 | 2:59 | 2:59 |
| O | 0:00 | 0:00 | 0:34 | 0:34 |
| P | 0:00 | 0:58 | 0:00 | 0:58 |
| Q | 0:00 | 2:33 | 0:00 | 2:33 |
| R | 0:00 | 1:59 | 0:00 | 1:59 |
| S | 0:00 | 0:00 | 1:07 | 1:07 |

Alleen turbine T1 zal een stilstandsvoorziening krijgen omdat de hinderduur bij de rekenpunten van deze turbine afzonderlijk meer dan zes uren per jaar bedraagt en cumulatief meer dan zes uur hinder per jaar veroorzaakt.

Tabel 2-4: schaduw per turbine, variant 2 (uu:mm).

| Nr | T4 | T5 | Totaal |
|-------|--------------|--------------|--------------|
| A | 10:04 | 1:14 | 11:18 |
| B | 21:34 | 1:37 | 23:11 |
| C | 0:00 | 3:47 | 3:47 |
| D | 0:00 | 0:00 | 0:00 |
| E | 0:00 | 0:00 | 0:00 |
| F | 0:00 | 0:00 | 0:00 |
| G | 2:27 | 0:00 | 2:27 |
| H | 0:00 | 1:38 | 1:38 |
| I | 0:00 | 2:01 | 2:01 |
| J | 0:00 | 2:14 | 2:14 |
| K | 0:00 | 3:02 | 3:02 |
| L | 0:00 | 3:01 | 3:01 |
| M | 0:00 | 2:43 | 2:43 |
| M 10m | 0:00 | 2:32 | 2:32 |
| M 20m | 0:00 | 2:07 | 2:07 |
| M 30m | 0:00 | 1:43 | 1:43 |
| N | 0:00 | 3:04 | 3:04 |
| O | 0:00 | 3:30 | 3:30 |
| P | 0:43 | 5:44 | 6:27 |
| Q | 1:31 | 10:03 | 11:35 |
| R | 1:16 | 8:24 | 9:40 |
| S | 0:00 | 4:02 | 4:02 |

De beide turbines T4 en T5 zullen een stilstandsvoorziening krijgen omdat de hinderduur bij de rekenpunten van deze turbines afzonderlijk reeds meer dan zes uren per jaar bedraagt.

3. Bespreking

Binnen twaalf maal de rotordiameter zijn woningen aanwezig.

Bij ingebruikname van de windturbines in lijnopstelling op het geprojecteerde bedrijventerrein Nieuw Reijerwaard wordt de voorgestelde norm voor hinderduur overschreden. Bij variant 1, drie turbines met een rotordiameter van 80 m, ter plaatse van twee woningen aan de Rijksstraatweg. Bij variant 2, twee turbines met een rotordiameter van 100 m, ter plaatse van dezelfde twee woningen aan de Rijksstraatweg alsmede twee woningen aan de Hogeweg. Met een automatische stilstandsvoorziening voor slagschaduw is de hinder bij deze woningen te beperken. Dit gaat gepaard met enig productieverlies.



Pondera Services,
A.U.G. Beltau.

| | |
|------------------------|---|
| Flikkerfrequentie | Het aantal passages per seconde van een rotorblad. Flikkerfrequenties boven 2,5 Hz (2,5 passages per seconde) zijn zeer hinderlijk voor mensen maar komen bij grotere windturbines niet voor. |
| Gevoelige bestemming | Woningen zijn gevoelige bestemmingen. Onderzoek naar slagschaduw hinder wordt uitgevoerd als gevoelige bestemmingen binnen een afstand van twaalf maal de rotordiameter aanwezig zijn. Kantoren en gebouwen op industrieterreinen zijn geen gevoelige objecten. |
| Gevelvlak | De slagschaduw wordt niet getoetst op een enkel punt maar op een vlak dat alle ramen van een verblijfsruimte omvat. In dit onderzoek wordt een vlak beoordeeld met een geprojecteerde breedte van acht meter en een hoogte van vierenhalve meter. |
| Hinderduur | De hinderduur is de verwachte gemiddelde duur per jaar van hinderlijke slagschaduw op de gevel. Hierbij is de potentiële schaduwduur gecorrigeerd voor de maandelijkse kans op zon, de kans op het draaien van de rotor en de richting van het rotorvlak. Als een jaar zonniger is dan gemiddeld, kan de hinderduur langer zijn dan de gemiddelde hinderduur. |
| Lichtflikkeringen | Als de schaduw van een rotorblad langs het gevelvlak gaat zal verschil in lichtintensiteit optreden. Het aantal lichtflikkeringen per periode bepaalt de flikkerfrequentie. |
| Passageduur | De maximale duur op een dag van de schaduw op (een deel van) het gevelvlak. Hierbij wordt uitgegaan van continu zonnenschijn en de meest ongunstige richting van het rotorvlak. |
| Potentiële schaduwduur | De jaarlijkse duur van de schaduw over het gevelvlak indien de zon altijd schijnt, de turbine altijd in werking is en de richting van de rotor altijd dwars staat op de lijn van de turbine naar de woning. |
| Slagschaduw | Bewegende schaduw van de draaiende rotorbladen. Bij slagschaduw op een raam wordt het afwisselend licht en donker in de verblijfsruimte. Buiten is dit minder hinderlijk omdat het licht dan vanuit meerdere richtingen komt. |
| Stilstandvoorziening | Instellingen voor de turbine waardoor deze stilgezet kan worden indien anders de norm voor slagschaduw hinder overschreden zou worden. Een stilstandvoorziening kan als optie geïnstalleerd worden. De voorziening moet automatisch werken. |

Schaduwbronnen geometrie

Variant 1, D rotor=80 m

| ID | Omschrijving | X | Y | MV | Ashoogte | Vermogen | Rotor diam. |
|----|----------------------------|-------|--------|----|----------|----------|-------------|
| 1 | ABC 2 80.0 !-! hub: 80,0 m | 98350 | 431136 | 0 | 80 | - | 80 |
| 2 | ABC 2 80.0 !-! hub: 80,0 m | 98786 | 431152 | 0 | 80 | - | 80 |
| 3 | ABC 2 80.0 !-! hub: 80,0 m | 99245 | 431167 | 0 | 80 | - | 80 |

Variant 2, D rotor=100 m

| ID | Omschrijving | X | Y | MV | Ashoogte | Vermogen | Rotor diam. |
|----|------------------------------|-------|--------|----|----------|----------|-------------|
| 4 | ABC 1 100.0 !-! hub: 100,0 m | 98449 | 431170 | 0 | 100 | - | 100 |
| 5 | ABC 1 100.0 !-! hub: 100,0 m | 98994 | 431201 | 0 | 100 | - | 100 |

Rekenpunten

| ID | X | Y | MV | Gevel breed | Gevel hoog | Gevel mv | Hoek t.o.v. maaiveld | Richting |
|---------------------------------|-------|--------|------|-------------|------------|----------|----------------------|------------|
| A woning Rijksstraatweg | 97912 | 431091 | 0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| B woning Rijksstraatweg | 97969 | 431021 | 0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| C woning Rijksstraatweg | 98111 | 430853 | 0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| D woning Rijksstraatweg | 98279 | 430660 | 0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| E woning Rijksstraatweg | 98504 | 430363 | 0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| F woning Hoogzandweg | 99086 | 430562 | 0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| G woning Hoogzandweg | 99388 | 430758 | 0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| H woning Lagendijk | 99965 | 431143 | 0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| I woning flat Seringenplantsoen | 99821 | 431499 | 0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| J woning flat Seringenplantsoen | 99778 | 431548 | 0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| K woning flat Seringenplantsoen | 99685 | 431576 | 0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| L woning flat Seringenplantsoen | 99674 | 431616 | 0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| M woning flat Seringenplantsoen | 99677 | 431672 | 0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| N woning flat Goudenregenlaan | 99614 | 431712 | 0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| O woning flat Goudenregenlaan | 99577 | 431755 | 0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| P woning flat Goudenregenlaan | 99474 | 431780 | 0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| Q woning Hogeweg | 99310 | 431647 | 0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| R woning Hogeweg | 99355 | 431688 | 0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| S woning Lagendijk | 99917 | 430718 | 0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| T woning flat Seringenplantsoen | 99677 | 431672 | 5,0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| U woning flat Seringenplantsoen | 99677 | 431672 | 15,0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |
| V woning flat Seringenplantsoen | 99677 | 431672 | 25,0 | 8 | 4,5 | 0,5 | 90 | greenhouse |

Schaduw per rekenpunt

Variant 1, D rotor=80 m

| ID | Potentiële schaduw | Schaduwdagen | Max schaduw per dag | Hinderduur |
|----|--------------------|--------------|---------------------|------------|
| A | 40:12 | 74 | 0:47 | 10:19 |
| B | 90:51 | 144 | 0:53 | 24:08 |
| C | 19:49 | 69 | 0:27 | 5:31 |
| D | 0:00 | 0 | 0:00 | 0:00 |
| E | 0:00 | 0 | 0:00 | 0:00 |
| F | 0:00 | 0 | 0:00 | 0:00 |
| G | 8:29 | 45 | 0:16 | 1:56 |
| H | 9:21 | 34 | 0:26 | 2:10 |
| I | 13:17 | 41 | 0:31 | 2:42 |
| J | 15:31 | 46 | 0:31 | 2:53 |
| K | 25:24 | 68 | 0:36 | 4:09 |
| L | 30:47 | 86 | 0:35 | 4:47 |
| M | 31:07 | 72 | 0:33 | 4:40 |
| N | 20:59 | 50 | 0:31 | 2:59 |
| O | 4:18 | 21 | 0:16 | 0:34 |
| P | 6:08 | 34 | 0:18 | 0:58 |
| Q | 16:02 | 55 | 0:29 | 2:33 |
| R | 12:33 | 50 | 0:26 | 1:59 |
| S | 4:58 | 38 | 0:11 | 1:07 |
| T | 28:57 | 68 | 0:33 | 4:19 |
| U | 24:10 | 62 | 0:31 | 3:34 |
| V | 19:00 | 56 | 0:26 | 2:46 |

Variant 2, D rotor=100 m

| ID | Potentiële schaduw | Schaduwdagen | Max schaduw per dag | Hinderduur |
|----|--------------------|--------------|---------------------|------------|
| A | 43:27 | 81 | 0:47 | 11:18 |
| B | 87:02 | 140 | 0:52 | 23:11 |
| C | 13:35 | 50 | 0:26 | 3:47 |
| D | 0:00 | 0 | 0:00 | 0:00 |
| E | 0:00 | 0 | 0:00 | 0:00 |
| F | 0:00 | 0 | 0:00 | 0:00 |
| G | 10:17 | 44 | 0:22 | 2:27 |
| H | 7:00 | 29 | 0:23 | 1:38 |
| I | 9:43 | 33 | 0:28 | 2:01 |
| J | 10:55 | 36 | 0:28 | 2:14 |
| K | 14:49 | 42 | 0:32 | 3:02 |
| L | 14:58 | 44 | 0:32 | 3:01 |
| M | 14:19 | 44 | 0:31 | 2:43 |
| N | 17:57 | 51 | 0:32 | 3:04 |
| O | 21:42 | 64 | 0:33 | 3:30 |
| P | 41:43 | 98 | 0:36 | 6:27 |
| Q | 72:46 | 122 | 0:49 | 11:35 |
| R | 61:27 | 114 | 0:44 | 9:40 |
| S | 17:14 | 76 | 0:22 | 4:02 |
| T | 13:23 | 42 | 0:30 | 2:32 |
| U | 11:20 | 39 | 0:28 | 2:07 |
| V | 9:21 | 36 | 0:25 | 1:43 |

Schaduw per turbine

Variant 1, D rotor=80 m

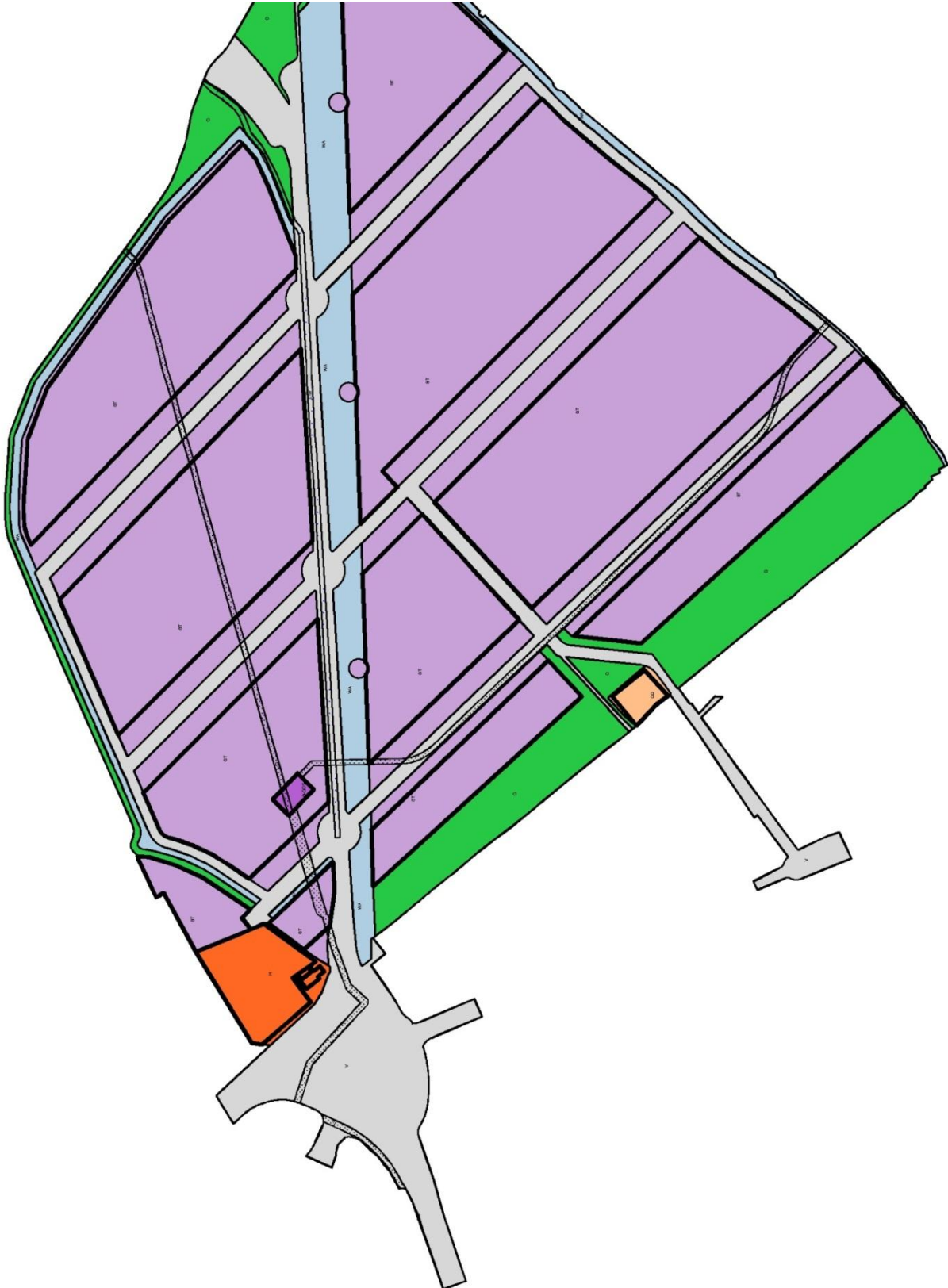
| ID | Omschrijving | Potentiële schaduw | Hinderduur |
|----|----------------------------|--------------------|------------|
| 1 | ABC 2 80.0 !-! hub: 80,0 m | 122:10 | 32:10 |
| 2 | ABC 2 80.0 !-! hub: 80,0 m | 55:07 | 12:44 |
| 3 | ABC 2 80.0 !-! hub: 80,0 m | 114:48 | 19:42 |

Variant 2, D rotor=100 m

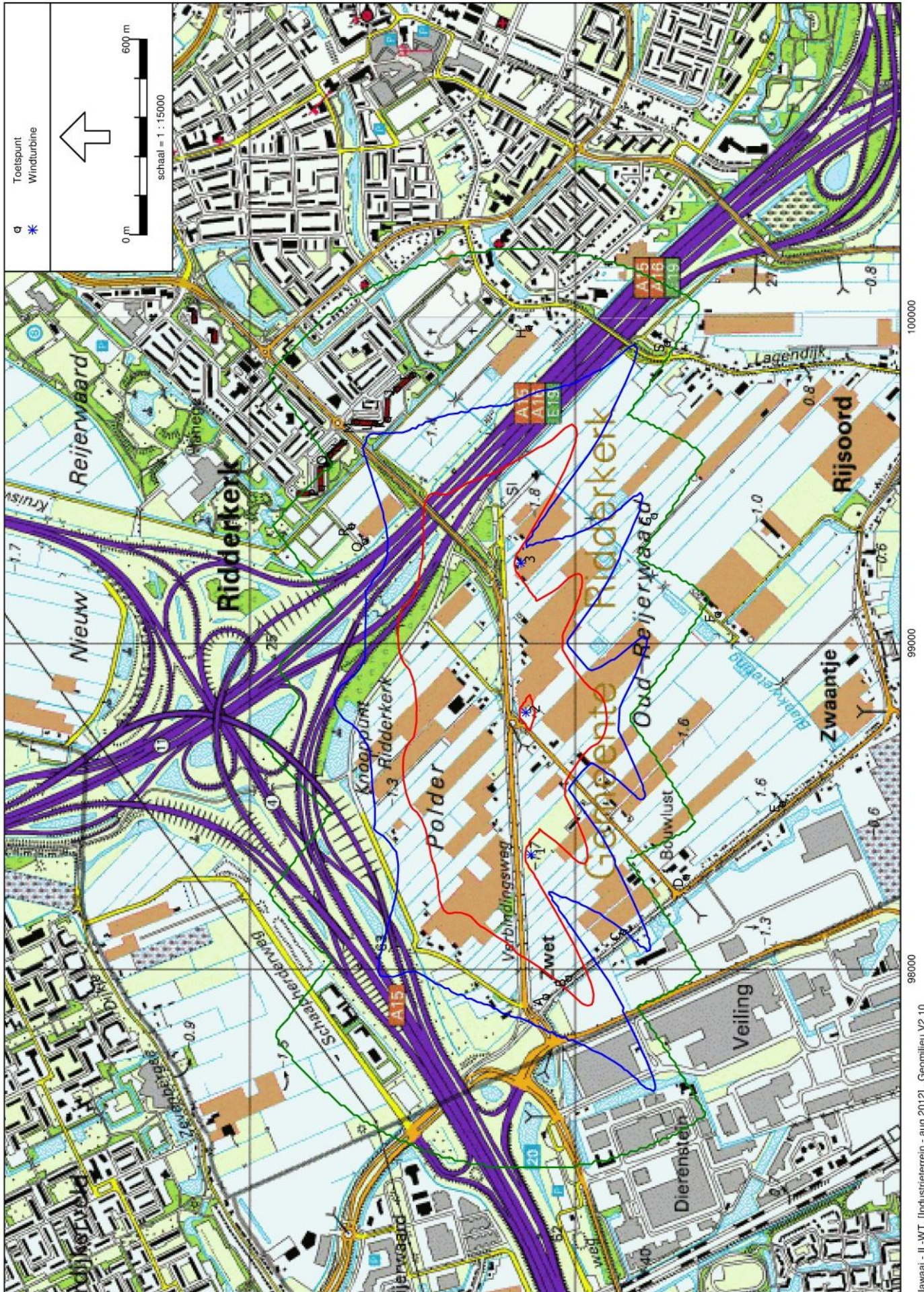
| ID | Omschrijving | Potentiële schaduw | Hinderduur |
|----|------------------------------|--------------------|------------|
| 4 | ABC 1 100.0 !-! hub: 100,0 m | 133:43 | 34:39 |
| 5 | ABC 1 100.0 !-! hub: 100,0 m | 195:34 | 37:00 |

de paarse cirkels in het water zijn de turbineposities

←: noord



groen=0 uur, blauw=5 uur, rood=15 uur slagschaduwinder per jaar.



groen=0 uur, blauw=5 uur, rood=15 uur slagschaduwinder per jaar.

