



Milieueffectenstudie (MES) windpark Eemshaven-West

Deelrapport slagschaduw

Gemeente Eemshaven, Provincie Groningen, Ministerie van Economische
Zaken en het Ministerie van Infrastructuur & Milieu

19 december 2016

Project Milieueffectenstudie (MES) windpark Eemshaven-West
Document Deelrapport slagschaduw
Status Definitief
Datum 19 december 2016
Referentie GV1101-5/16-021.094

Opdrachtgever Gemeente Eemshaven, Provincie Groningen, Ministerie van Economische Zaken en het
Ministerie van Infrastructuur & Milieu
Projectcode GV1101-5
Projectleider drs. D.J.F. Bel
Projectdirecteur ing. A.J.P. Helder

Auteur(s) J.F. van Haaren MSc
Gecontroleerd door J. de Boer, ing. M. Andel
Goedgekeurd door drs. D.J.F. Bel

Paraaf



Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Van Twickelostraat 2
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.
© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
1.1	Leeswijzer	1
1.2	De aanleiding voor windenergie in Eemshaven-West	1
1.3	Aanleiding en doelstelling milieueffectenstudie (MES)	1
1.4	Zoekgebied Eemshaven-West	2
2	ALTERNATIEVEN EN VARIANTEN	4
2.1	Inleiding	4
2.2	Overzicht alternatieven en varianten	4
2.3	Alternatief 1: alternatief RWE+	6
2.4	Alternatief 2: alternatief Nuon	6
2.5	Alternatief 3: integraal alternatief	8
2.5.1	Variant a: laag, compact	8
2.5.2	Variant b: hoog, verspreid	9
3	WETTELIJK KADER EN BELEID	10
3.1	Inleiding	10
3.2	Activiteitenbesluit	10
4	BEOORDELINGSKADER EN AANPAK	11
4.1	Toetsen slagschaduw	11
4.2	Rekenmethode	11
4.2.2	Potentiële hinderduur	11
4.2.3	Verwachte hinderduur	12
4.2.4	Energieopbrengstverlies door stilstand	12
4.2.5	Weersgegevens	12
4.2.6	Gevoelige objecten	12
4.2.7	Turbinegegevens	13
4.3	Beoordelingsmethode	13
5	ONDERZOEKSRÉSULTATEN	15

5.1	Referentiesituatie	15
5.2	Alternatief 1 RWE+	16
5.2.1	Slagschaduw	16
5.2.2	Energieopbrengst verlies door stilstand	17
5.3	Alternatief 2a Nuon 3,5 MW	17
5.3.1	Slagschaduw	17
5.3.2	Energieopbrengst verlies door stilstand	18
5.4	Alternatief 2b Nuon 5,0 MW	18
5.4.1	Slagschaduw	18
5.4.2	Energieopbrengst verlies door stilstand	19
5.5	Alternatief 2c Nuon	20
5.5.1	Slagschaduw	20
5.5.2	Energieopbrengst verlies door stilstand	20
5.6	Alternatief 3a laag en compact	21
5.6.1	Slagschaduw	21
5.7	Alternatief 3b hoog en verspreid	22
5.7.1	Slagschaduw	22
5.7.2	Energieopbrengst verlies door stilstand	23
6	CONCLUSIES	24
6.1	Slagschaduw	24
6.2	Verlies energieopbrengst	24
6.3	Effectbeoordeling	25
	Laatste pagina	25
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Windpro Resultaten	33

1

INLEIDING

1.1 Leeswijzer

Voorliggend deelrapport beschrijft het onderzoek inzake slagschaduw. Ten behoeve van de zelfstandige leesbaarheid van het deelrapport zijn de algemene hoofdstukken in de MES op hoofdlijnen beschreven in hoofdstuk 1 en 2 van dit deelrapport. De lezer kan deze hoofdstukken desgewenst overslaan.

Het deelrapport slagschaduw bestaat uit:

- een inleiding op de Milieueffectstudie (MES), waarvan slagschaduw een onderdeel is, in hoofdstuk 1;
- de alternatieven en varianten die zijn onderzocht in hoofdstuk 2;
- het wettelijke kader en beleidskader voor slagschaduw in hoofdstuk 3;
- het beoordelingskader en de onderzoeksaanpak in hoofdstuk 4;
- de onderzoeksresultaten in hoofdstuk 5;
- de conclusies in hoofdstuk 6.

1.2 De aanleiding voor windenergie in Eemshaven-West

Nederland werkt aan een CO₂-arme energievoorziening die veilig, betrouwbaar en betaalbaar is. Hierover zijn in het Energieakkoord tussen Rijk en provincies afspraken gemaakt over windmolens op land. Duurzame energie zorgt ervoor dat Nederland minder fossiele brandstoffen nodig heeft. In 2020 moet 14 % van de energie in Nederland afkomstig zijn van duurzame energiebronnen. Windenergie speelt een belangrijke rol in de overgang naar duurzame energie, naast zonne-energie, biomassa en aardwarmte. Rijk en provincies hebben voor windenergie een doelstelling van 6.000 MegaWatt (MW) in 2020 afgesproken. Dat levert elektriciteit voor vier miljoen huishoudens. Groningen heeft de taakstelling om in de provincie een opgesteld vermogen van 855,5 MW mogelijk te maken en heeft gekozen voor ontwikkeling van windparken binnen drie concentratiegebieden, zijnde Eemshaven, Delfzijl en de N33. Het gebied Eemshaven-West maakt deel uit van de drie concentratiegebieden.

Provinciale Staten van Groningen hebben op 29 januari 2014 Eemshaven-West als zoekgebied vastgesteld voor de realisatie van windenergie. In de Omgevingsvisie en Omgevingsverordening van de provincie Groningen en de Structuurvisie Eemsmond-Delfzijl van de provincie Groningen is het zoekgebied opgenomen. In Eemshaven-West moet een deel van de taakstelling worden gerealiseerd.

1.3 Aanleiding en doelstelling milieueffectenstudie (MES)

Aanleiding milieueffectenstudie

Voor de invulling van het windpark Eemshaven-West zijn meerdere plannen van initiatiefnemers, waaronder Nuon en RWE. Het plan van Nuon, in samenwerking met ECN en grondeigenaren verenigd in de Stichting Eemswind, betreft de realisatie van een binnendijs windpark met een opgesteld vermogen van in totaal circa 130 MW. Het plan van RWE betreft de realisatie van een windpark in het profiel van de Emmapolderdijk, met een opgesteld vermogen van in totaal circa 36 MW. Beide plannen vertonen een

zekere mate van overlap en zijn daarom niet tegelijk realiseerbaar. De plannen van RWE en Nuon zijn nog indicatief.

De strijdigheid tussen de plannen bestaat uit het feit dat:

- er staan turbines in het profiel van de Waddenzeedijk (Emmapolderdijk) in het plan van RWE en er staan turbines vlak naast de Waddenzeedijk in het plan van Nuon;
- samen beschouwd, en met de turbinespecificaties die zijn aangeleverd door RWE en Nuon, staan de turbines van RWE en Nuon te dicht op elkaar. Te dicht betekent dat de rijen turbines zodanig dicht op elkaar staan dat ze elkaar veel wind afvangen, turbulentie veroorzaken of zelfs fysiek in de weg zitten;
- en er kan, uitgaande van de turbinespecificaties van Nuon, geen rij turbines worden gerealiseerd tussen de bestaande rijen turbines in de Emmapolder en een rij turbines in het profiel van de Waddenzeedijk.

Om bovenstaande redenen kunnen beide plannen, in hun huidige vorm, niet tegelijk worden gerealiseerd.

Doelstelling milieueffectenstudie

Om de planvorming voor het windpark in Eemshaven-West een stap verder te brengen, willen het Rijk, de provincie Groningen en de gemeente Eemshaven gezamenlijk de mogelijkheden voor windenergie in Eemshaven-West onderzoeken. Daarom wordt een milieueffectstudie (MES) uitgevoerd. Het doel van de milieueffectstudie is het verschaffen van inzicht in de mogelijke effecten op het milieu en de omgeving van de initiatieven van Nuon, RWE en een mogelijk derde initiatief voor de vervanging van drie bestaande turbines, voor windenergie binnen het gebied Eemshaven-West. Daarnaast gaat de MES in op de technische en economische haalbaarheid.

De milieueffectstudie moet er voor zorgen dat gemeente, provincie en Rijk een weloverwogen besluit kunnen nemen over de invulling van het windpark Eemshaven-West en de initiatieven van onder meer Nuon en RWE. De overheden willen begin 2017 dit besluit nemen, mede op grond van de MES, eventuele reacties op de MES en een advies over de MES van de Commissie voor de milieueffectrapportage (Cmer). De MES vormt later de basis voor het MER en inpassingplan voor windenergie in Eemshaven-West.

1.4 Zoekgebied Eemshaven-West

Het zoekgebied Eemshaven-West bestaat uit een testveld voor prototype offshore testturbines, een gebied voor onderzoeksturbines en een gebied voor reguliere productie windturbines¹. Het op te stellen vermogen is in totaal circa 100 MW - 130 MW. De prototypes en gecertificeerde onderzoeksturbines tellen mee in het opgestelde vermogen. Het zoekgebied Eemshaven-West omsluit en grenst aan het bestaande windpark Eemswind met een opgesteld vermogen van in totaal circa 60 MW. Hieronder is nader ingegaan op de kenmerken van de testvelden voor de prototype turbines en onderzoeksturbines, zoals die zijn opgenomen in de Omgevingsverordening van de provincie Groningen.

Voor het realiseren van de taakstelling van 855,5 MW in 2020 heeft de provincie Groningen drie concentratiegebieden aangewezen (N33, Delfzijl en Eemshaven). Om de taakstelling te halen gaat de provincie uit van de realisatie van minimaal 100 MW in Eemshaven West.

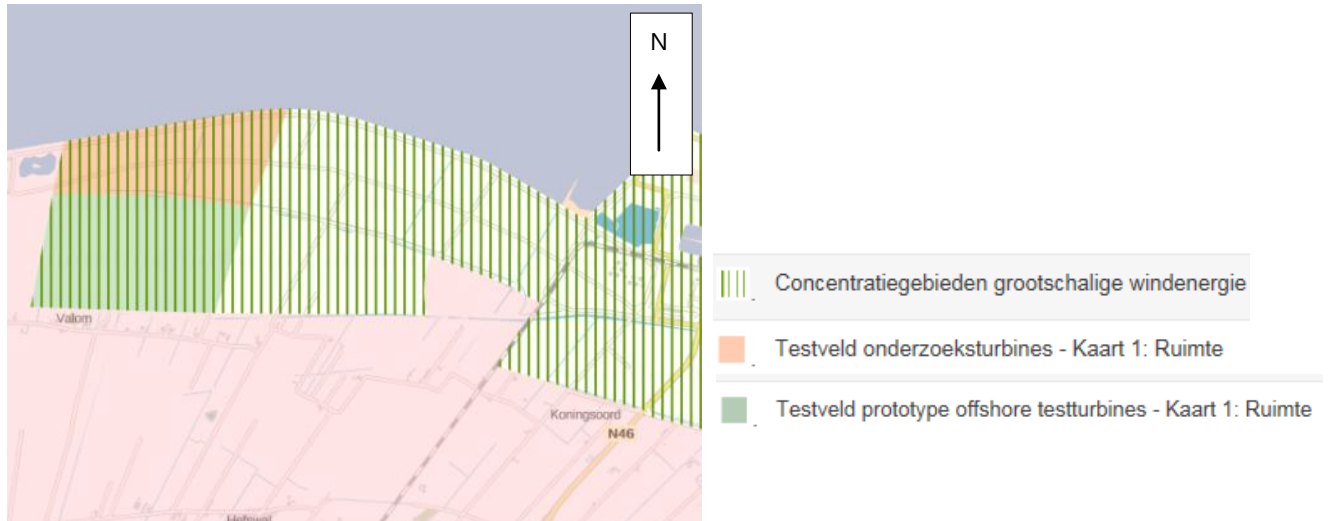
Het (zuidelijke) testveld voor prototype offshore testturbines kan voorzien in de oprichting van maximaal vier prototype offshore testturbines of maximaal drie prototype offshore testturbines en één prototype onshore testturbine, met als doel certificering van offshore en onshore windturbines en wetenschappelijk onderzoek.

¹ In de structuurvisie Eemshaven-Delfzijl (zie hoofdstuk 2.11) wordt ook gesproken over een windpark Eemshaven-West (ontwikkeling 11a) naast een testpark windenergie Eemshaven-West (11b). Het windpark Eemshaven-West in dit MES omvat beide ontwikkelingen en beschouwd deze in gezamenlijkheid.

Het (noordelijke) testveld onderzoeksturbines kan voorzien in de oprichting van maximaal vijf reeds gecertificeerde onderzoeksturbines met als doel wetenschappelijk onderzoek ten behoeve van offshore windenergie op voorwaarde dat:

- 1 de turbines deel gaan uitmaken van een park- of lijnopstelling;
- 2 en geen grotere wieklengte hebben dan tweederde van de ashoogte.

Afbeelding 1.1 Zoekgebied Eemshaven-West in Omgevingsvisie en Omgevingsverordening Groningen



2

ALTERNATIEVEN EN VARIANTEN

2.1 Inleiding

In het hoofdrapport MES zijn de ontwerpaanpak en het proces van het ontwerp van de alternatieven beschreven. In voorliggend hoofdstuk zijn de belangrijkste kenmerken van de alternatieven en varianten op een rij gezet en zijn de alternatieven en varianten kort beschreven.

2.2 Overzicht alternatieven en varianten

Tabel 2.1 bevat een overzicht van de kenmerken van de alternatieven en varianten.

Tabel 2.1 Overzicht alternatieven en varianten

		1 Alternatief RWE+	2a Variant Nuon 3,5 MW	2b Variant Nuon 5,0 MW	2c Variant Nuon 5,0 MW	3a Integrale variant compact en laag	3b Integrale variant verspreid en hoog
BESTAANDE TURBINES	<i>aantal</i>	20	20	20	20	vervangen	vervangen
	<i>vermogen [MW]</i>	3	3	3	3	vervangen	vervangen
	<i>subtotaal [MW]</i>	60	60	60	60	vervangen	vervangen
PRODUCTIETURBINES	<i>type</i>	Enercon E-82 en Enercon E101	Enercon E-101	Gamesa G132	Gamesa G132	Enercon E-82	Gamesa G128
	<i>aantal</i>	12 resp. 11	21	13	13	45	20
	<i>vermogen per turbine [MW]</i>	3 resp. 3,5	3,5	5	5	3	5
	<i>subtotaal [MW]</i>	74,5	73,5	65	65	135	100
	<i>rotor diameter [m]</i>	82 resp. 101	101	132	132	82	128

		1 Alternatief RWE+	2a Variant Nuon 3,5 MW	2b Variant Nuon 5,0 MW	2c Variant Nuon 5,0 MW	3a Integrale variant compact en laag	3b Integrale variant verspreid en hoog
	<i>ashoogte [m]</i>	87 resp. 124,5	124,5	120	120	87	130
	<i>tiphoogte [m]</i>	128 resp. 175	175	186	186	128	194
TURBINES IN TESTVELD NOORD	<i>aantal</i>	5	5	5	8 (waarvan 4 productie- turbines)	5	5
	<i>vermogen per turbine [MW]</i>	5	5	7,5	5	5	7,5
	<i>subtotaal [MW]</i>	25	25	37,5	40	25	37,5
	<i>rotor diameter [m]</i>	128	128	150	132	128	150
	<i>ashoogte [m]</i>	120	120	120	120	120	120
	<i>tiphoogte [m]</i>	184	184	195	186	184	195
TURBINES IN TESTVELD ZUID	<i>aantal</i>	3	3	3	3	4	3
	<i>vermogen per turbine [MW]</i>	10	10	10	10	7,5	10
	<i>subtotaal [MW]</i>	30	30	30	30	30	30
	<i>rotor diameter [m]</i>	230	230	230	230	150	230
	<i>ashoogte [m]</i>	180	180	180	180	120	180
	<i>tiphoogte [m]</i>	295	295	295	295	195	295
TOTAAL VERMOGEN [MW]		189,5	188,5	192,5	195	190	167,5
TOEGEVOEGD VERMOGEN [MW]		129,5	128,5	132,5	135	130	107,5

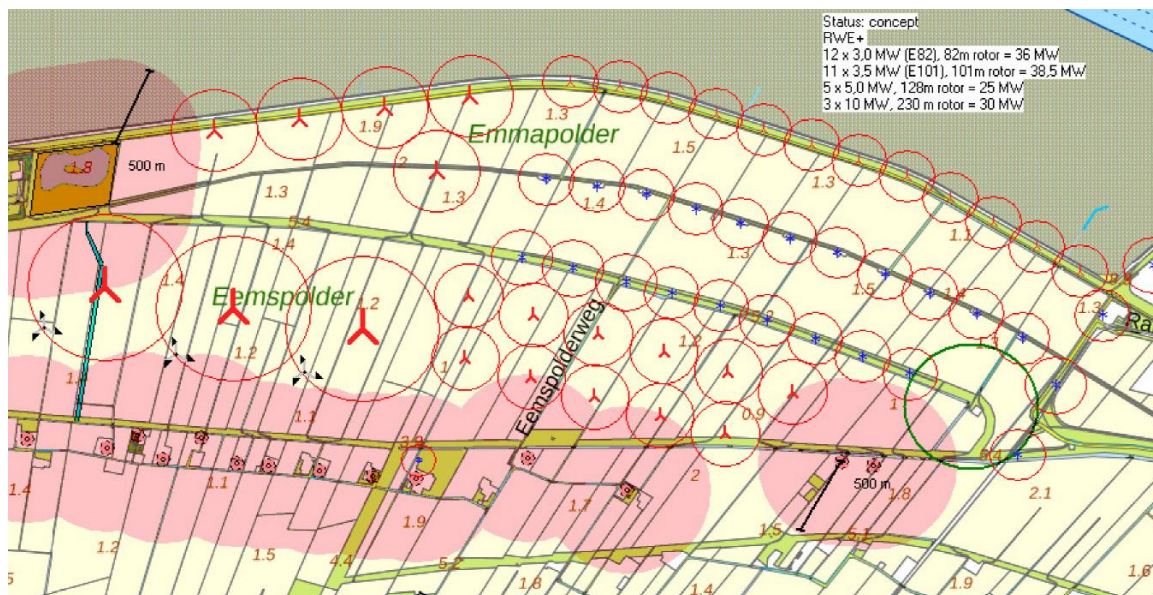
Voor de MES wordt uitgegaan van de volgende (fictieve) prototype testturbines:

- prototype testturbine van 10 MW met een rotordiameter van 230 meter, een ashoogte van 180 meter en een prototype testturbine van 7,5 MW met als uitgangspunt een rotordiameter van 150 meter en een ashoogte van 120 meter;
- gecertificeerde onderzoeksturbines van 5,0 MW met een rotordiameter en ashoogte van 128 meter en 120 meter en gecertificeerde onderzoeksturbines van 7,5 MW met als uitgangspunt een rotordiameter van 150 meter en een ashoogte van 120 meter.

2.3 Alternatief 1: alternatief RWE+

Het plan van RWE omvat het plaatsen van 12 windturbines (3,0 MW) in het profiel van de Emmapolderdijk. De nieuwe turbines volgen het ritme van de bestaande opstelling. Voor een eerlijke vergelijking van de alternatieven en varianten en om aan de doelstelling van circa 100 MW - 130 MW opgesteld vermogen te voldoen, is het plan van RWE aangevuld met turbines in de overige delen van het plangebied Eemshaven-West. Als uitgangspunt hiervoor is variant 2a gehanteerd.

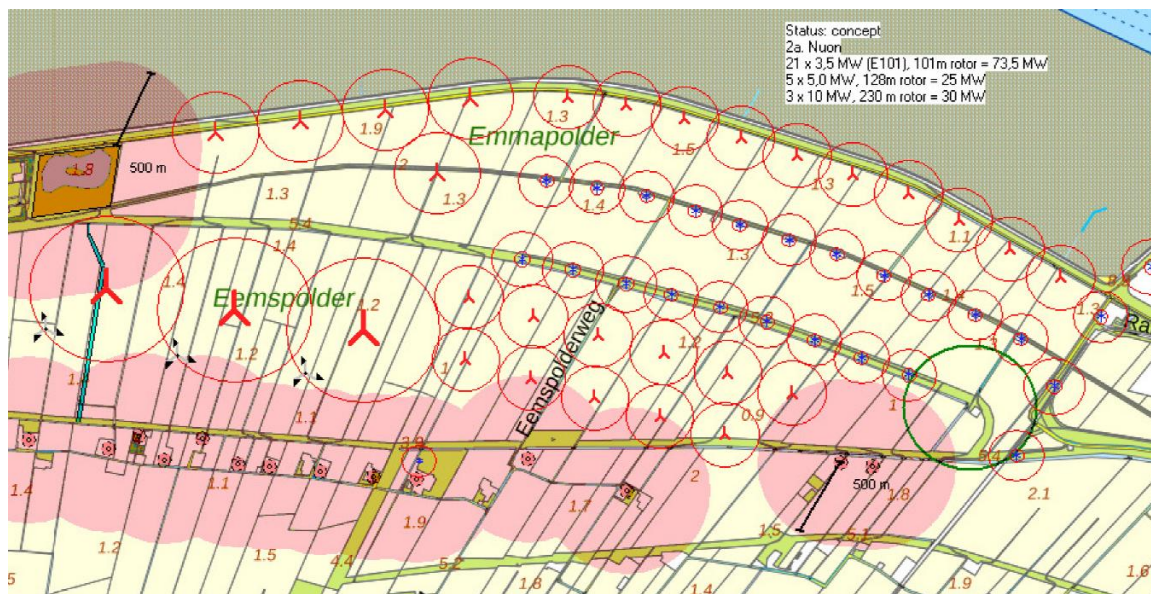
Afbeelding 2.1 Alternatief 1: alternatief RWE+



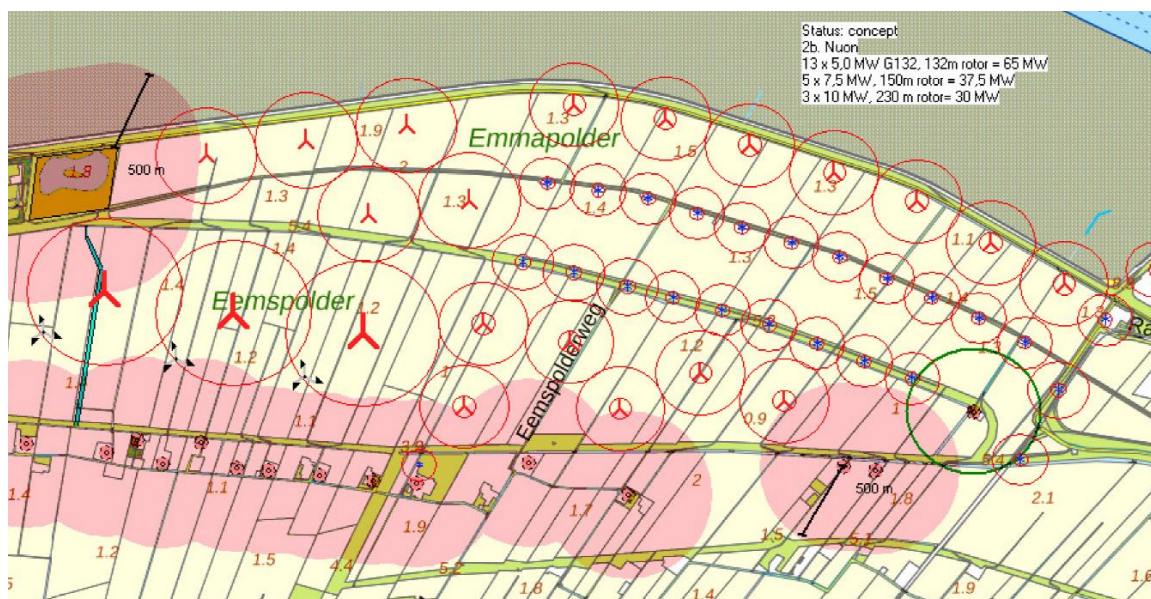
2.4 Alternatief 2: alternatief Nuon

Nuon heeft voor het gezamenlijke initiatief van Nuon, ECN en Stichting Eemswind bandbreedtes aangeleverd, waarbinnen zij een plan willen ontwikkelen. Voor de MES is de bandbreedte door de onderzoekers vertaald naar twee varianten: variant 2a en variant 2b. Variant 2a vertegenwoordigt de onderkant van de bandbreedte en variant 2b vertegenwoordigt de bovenkant van de bandbreedte. Nuon heeft daarnaast een indicatief palenplan opgesteld. Dit indicatieve plan is variant 2c. In variant 2c staat er een rij productieturbines in de gebieden die volgens de Omgevingsverordening van de provincie Groningen zijn bedoeld voor testturbines. Variant 2c wijkt daarmee af van de grenzen van de test- en productiegebieden in Eemshaven-West, zoals opgenomen in de Omgevingsverordening. Varianten 2a en 2b zijn ook gebaseerd op het indicatieve palenplan van Nuon, maar het indicatieve palenplan is door de onderzoekers zodanig gewijzigd, dat het aan de grenzen van de test- en productiegebieden in de Omgevingsverordening voldoet. Dit betekent dat er in varianten 2a en 2b geen productieturbines in de testvelden staan. Variant 2c is in de MES opgenomen om te onderzoeken of, door de grenzen in de Omgevingsverordening los te laten, het windpark beter kan worden ingevuld.

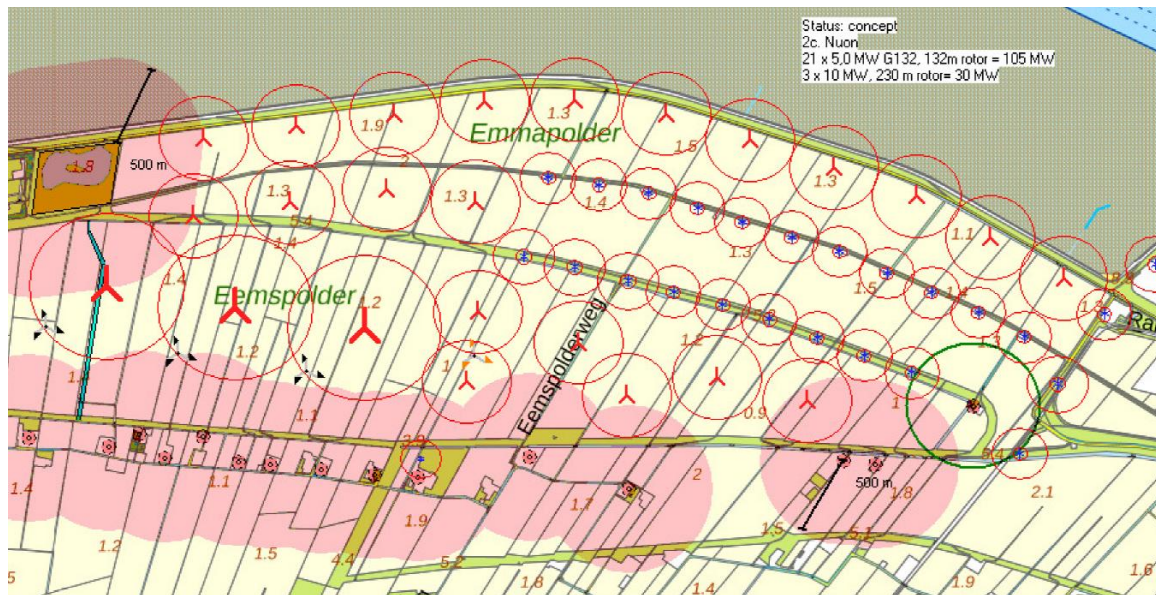
Afbeelding 2.2 Alternatief Nuon: Variant 2a



Afbeelding 2.3 Alternatief Nuon: Variant 2b



Afbeelding 2.4 Alternatief Nuon: Variant 2c

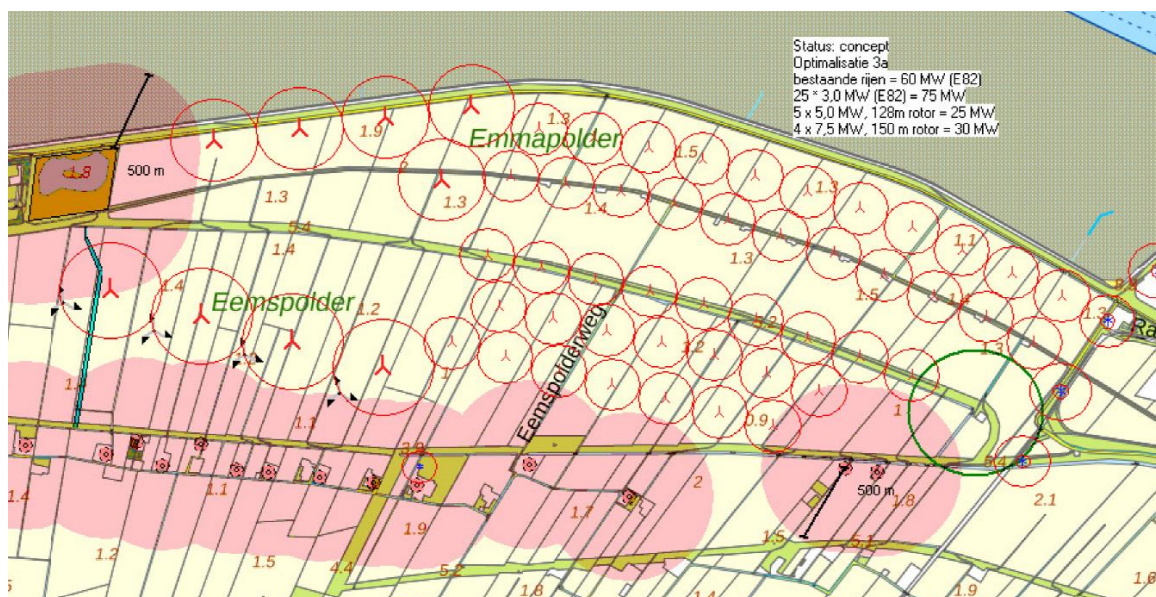


2.5 Alternatief 3: integraal alternatief

2.5.1 Variant a: laag, compact

De integrale variant 3a is de meest compacte en lage integrale variant. De variant omvat de plaatsing van 3,0 MW productieturbines, ofwel de kleinste productieturbines in de MES, op zo groot mogelijke afstand tot het Natura 2000-gebied en Unesco werelderfgoed de Waddenzee ten noorden van het plangebied en op zo groot mogelijke afstand tot de woningen ten zuiden van het plangebied. Het motief hierbij is om effecten op natuur en omgevingshinder te minimaliseren.

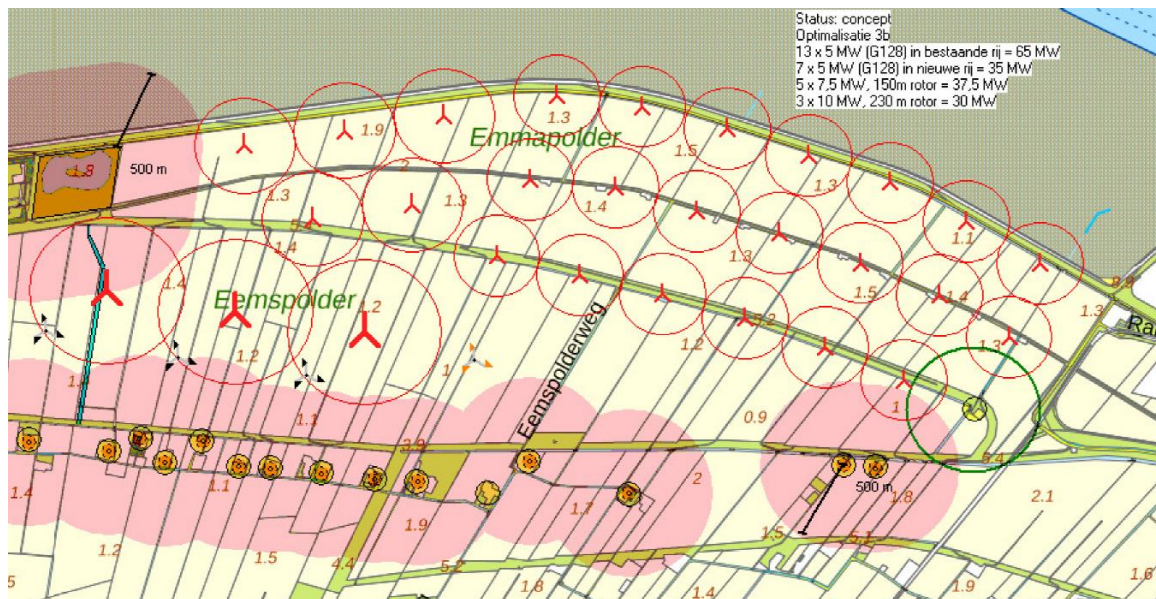
Afbeelding 2.5 Integraal alternatief: Variant 3a



2.5.2 Variant b: hoog, verspreid

De integrale variant 3b is de integrale variant met de grootste productieturbines in de MES, in dit geval 5,0 MW turbines, en de meest verspreide opstelling van de productieturbines. In deze variant worden de bestaande turbines in het plangebied vervangen door 5,0 MW turbines. Het centrale motief bij deze variant is maximalisatie van de energieopbrengst. In variant 3b is geen sprake van een vierde en vijfde rij, hiermee wordt de omgevingshinder geminimaliseerd. Alternatieven 1 en 2 bevatten wel een vierde en vijfde rij, door middel van variant 3b worden zo de hoeken van dit speelveld afgedekt.

Afbeelding 2.6 Integraal alternatief: Variant 3b



3

WETTELIJK KADER EN BELEID

3.1 Inleiding

Wanneer de zon schijnt, veroorzaken draaiende rotorbladen een zogeheten slagschaduw. Deze slagschaduw kan ver reiken als de zon laag staat. De bewegende schaduw kan dan bijvoorbeeld door een raam een woonkamer binnen vallen. Hoewel dit effect niet direct tot gezondheidsklachten leidt, wordt dit wel als hinderlijk beschouwd voor omwonenden. Om omwonenden hiertegen te beschermen is een norm vastgesteld voor slagschaduw.

3.2 Activiteitenbesluit

Norm

In het Activiteitenbesluit staat het volgende: *'Ten behoeve van het voorkomen of beperken van slagschaduw en lichtschittering is de windturbine voorzien van een automatische stilstandvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten voor zover de afstand tussen de windturbine en de gevoelige objecten 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 en voor zover zich in de door de slagschaduw getroffen uitwendige scheidingsconstructie van gevoelige gebouwen of woonwagens ramen bevinden. De afstand geldt van een punt op ashoogte van de windturbine tot de gevel van het gevoelige object.'* Activiteitenregeling milieubeheer, 2016, § 3.2.3, artikel 3.12.

Stilstandvoorziening

Wanneer de gemiddelde duur van slagschaduw meer is dan 20 minuten per dag gedurende 17 dagen in het jaar, dan moet de windturbine voorzien zijn van een stilstandvoorziening. Met deze voorziening wordt de turbine automatisch tot stilstand gebracht wanneer slagschaduw wordt veroorzaakt. Dit betreft alleen slagschaduw bij gevoelige objecten die zich bevinden binnen een radius van twaalfmaal de rotordiameter. Onder gevoelige objecten wordt verstaan: gevoelige gebouwen en gevoelige terreinen (Activiteitenbesluit milieubeheer, 2016, § 1.1.1, artikel 1.1). Hieronder vallen ook woningen.

4

BEOORDELINGSKADER EN AANPAK

4.1 Toetsen slagschaduw

Om aan de norm te toetsen is slagschaduw vertaald in de verwachte hinderduur. Dit is het aantal uren in een jaar dat slagschaduw wordt veroorzaakt. Aangezien het een gemiddelde betreft, wordt uitgegaan van het gemiddeld aantal zonuren als opgegeven door het KNMI. Omdat niet te bepalen is hoeveel minuten slagschaduw per keer plaatsvindt¹, wordt getoetst aan een verwachte slagschaduwduur van $17 * 20 = 340$ minuten, oftewel 5 uur en 40 minuten. Deze toetsing is strenger dan de wettelijke eis, aangezien in deze berekening alle slagschaduwminuten zijn meegenomen, dus ook de dagen dat het minder dan 20 minuten optreedt.

Voor deze berekening moeten een aantal parameters bekend zijn:

- het schaduwgebied;
- de potentiële schaduw;
- het percentage zonneschijn;
- de distributie van de windrichting;
- de bedrijfstijd van windturbine.

Slagschaduw wordt pas relevant vanaf een stand van 5 graden boven de horizon. Dit omdat bij zonsopkomst en zonsondergang het licht en daarmee de schaduwen diffuus zijn. Bij lagere hoeken wordt derhalve geen slagschaduw berekend.

4.2 Rekenmethode

4.2.2 Potentiële hinderduur

Middels berekeningen is vast te stellen op welke dagen en op welk moment van de dag slagschaduw op kan treden. Slagschaduwhinder treedt op die momenten alleen op wanneer:

- het onbewolkt is;
- de wind voldoende hard waait om de rotor te laten draaien;
- de windrichting min of meer in lijn met de zon staat, zodat de rotorbladen haaks op de lijn tussen de zon en de woning zijn gesitueerd.

Naast de bovenstaande realistische benadering van de potentiële slagschaduw berekent WindPro ook een worst case scenario. In het worst case scenario is er nooit sprake van bewolking en staat de turbine altijd haaks op de zonrichting. De worst case gegevens zijn terug te vinden in de bijlage van dit rapport.

¹ Dit wordt niet ondersteund door het programma WindPro versie 3.0.639.

4.2.3 Verwachte hinderduur

Op basis van meteorologische statistieken van het KNMI wordt het gemiddelde bepaald en getoetst aan de eis uit de ministeriële regeling dat maximaal 17 dagen per jaar, ten hoogste 20 minuten per dag slagschaduwhinder op mag treden. Het model kan alleen de totale verwachte slagschaduwhinder berekenen. Als conservatieve benadering wordt ervan uitgegaan dat de eis overschreden wordt wanneer meer dan $17 * 20 = 340$ minuten (5 uur en 40 minuten) slagschaduwhinder optreedt bij een gevoelig object. De windturbine wordt bij mogelijke overschrijding uitgerust met een stilstandvoorziening, die geïmplementeerd is in de besturingssoftware. Hiermee schakelt de turbine uit als slagschaduw daadwerkelijk optreedt. Wanneer er per jaar minder dan 5 uur en 40 minuten slagschaduw kan optreden, wordt de stilstandvoorziening niet geïmplementeerd.

4.2.4 Energieopbrengstverlies door stilstand

Op basis van de verwachte slagschaduw, die veroorzaakt wordt per turbine, is bepaald hoe lang elke turbine jaarlijks uitgeschakeld moet worden om deze slagschaduw te voorkomen. Deze waarden zijn binnen WindPro berekend en zijn terug te vinden in de bijlagen.

De stilstand veroorzaakt een reductie in energieopbrengst. Deze reductie is berekend door het aantal uur stilstand per turbine te vermenigvuldigen met het nominale vermogen van de turbine. Vervolgens is dit getal gecorrigeerd met de capacity factor¹ van het betreffende alternatief om een zo realistisch mogelijk beeld te krijgen. De optelsom van deze verliezen per turbine geven inzicht in het energieopbrengst verlies van het alternatief.

4.2.5 Weersgegevens

De zon gegevens voor de berekening zijn gebaseerd op langjarige meteorologische data vanuit Eelde (dichtstbijzijnde weerstation). Voor het windaanbod is gebruik gemaakt van de Mesoscale dataset van EMDConWx. De dataset beslaat gebieden met een resolutie van ongeveer 3 x 3 kilometer en uurlijkse waarden (richting en snelheid) voor heel Europa. Deze dataset is tevens gebruikt voor de energieopbrengst berekeningen.

4.2.6 Gevoelige objecten

Het windpark is gesitueerd ten noorden van een rij (bedrijfs)woningen. De meeste woningen liggen aan de Dwarsweg en aan de Emmaweg. Ook zijn er meerdere woningen gesitueerd aan de Heuvelderij. Op basis van de Basisregistraties Adressen en Gebouwen (BAG) zijn alle woningen binnen een afstand van 12 maal de rotordiameter opgenomen in het studiegebied. Daarbij is geen onderscheid gemaakt tussen bedrijfswoningen en burgerwoningen. Alle 37 woningen² binnen het studiegebied zijn aangemerkt als schaduwontvanger. De meeste van deze woningen betreffen bedrijfswoningen van agrarische bedrijven.

¹ Capacity factor: Is gemiddeld vermogen gedeeld door nominaal vermogen. Identiek aan vollasturen gedeeld door 8760 uur. (Zie deelrapport Techniek en economie).

² Dit is inclusief de molen de Goliath en bijbehorende bebouwing aan het Goliathspad 3 Eemshaven die, op basis van de Basisadministratie Adressen en Gebouwen (BAG), is aangemerkt als gevoelig object. Het bestemmingsplan sluit wonen echter specifiek uit voor deze locatie. Dit laatste betekent dat voor alle alternatieven en varianten, inclusief de referentiesituatie, het aantal gevoelige objecten dat wordt gehinderd door slagschaduw met één afneemt. Voor de effectbeoordeling heeft dit geen gevolgen.

Voor elke woning is uitgegaan dat deze in alle richtingen gevoelig is voor slagschaduw, in WindPro aangegeven als 'greenhouse'. Het raam is hiermee altijd op de turbine gericht. Er is in de berekening geen rekening gehouden met eventuele andere obstakels.

4.2.7 Turbinegegevens

De referentie productieturbines in de alternatieven en varianten staan in tabel 2.1. De onderzoeksturbines en de prototypeturbines zijn gedefinieerd op hoogte en rotordiameter in tabel 2.1. De uiterlijke kenmerken zijn voor het slagschaduwonderzoek tevens relevant. Aangezien het gaat om nog onbekende typen turbines (onderzoeksturbines en de prototypeturbines) zijn uiterlijke kenmerken, zoals vastgelegd in de windturbine catalogus van WindPro, opgesteld. Daarvoor zijn de kenmerken van de Gamesa G128 gebruikt en opgeschaald voor de 7,5 MW en 10 MW onderzoek- en prototypeturbine (X7,5 en X10). Het gaat hierbij om de grote van de hub en de maatvoering van de bladen. Tabel 4.1 toont de eigenschappen van de turbines met in de laatste kolom de opschaal factor die gebruikt is om de turbines te definiëren. Tevens is de rotatiesnelheid van de bladen gedefinieerd om de mate van schaduw (flickering) grafisch weer te geven.

Tabel 4.1 Overzicht eigenschappen onderzoek- en prototypeturbines

Type	Rotordiameter [m]	Ashoogte [m]	Vermogen [MW]	Rotatiesnelheid turbine [RPM]	Opschaalfactor ten opzichte van G128
X10	230	180	10	7,5	1,79
X7,5	150	120	7,5	11,5	1,17

4.3 Beoordelingsmethode

Het beoordelingskader staat in tabel 4.2.

Tabel 4.2 Beoordelingskader slagschaduw

Aspect	Criterium	Methode
slagschaduw	aantal woningen binnen wettelijk toegestane slagschaduw	berekeningen van slagschaduwcontouren in Windpro
	verlies energieopbrengst door stilstand	berekeningen van capacity factor op basis van slagschaduwcontouren in Windpro

De effecten worden beoordeeld volgens de beoordelingsmethoden in tabel 4.3 en tabel 4.4.

Tabel 4.3 Maatlat slagschaduw

Score	Maatlat
0	0 woningen in het studiegebied waarbij jaarlijks meer dan 5 uur en 40 minuten slagschaduw kan optreden
-	0 - 5 woningen in het studiegebied waarbij jaarlijks meer dan 5 uur en 40 minuten slagschaduw kan optreden
- -	5-20 woningen in het studiegebied waarbij jaarlijks meer dan 5 uur en 40 minuten slagschaduw kan optreden
- - -	> 20 woningen in het studiegebied waarbij jaarlijks meer dan 5 uur en 40 minuten slagschaduw kan optreden

Tabel 4.4 Maatlat verlies energieopbrengsten door automatische stilstandvoorziening

Score	Maatlat
0	Verlies energieopbrengsten < 0,01 % - 0,1 % van de totale energieopbrengst (MWh/jaar)
-	Verlies energieopbrengsten 0,1 % - 1,0 % van de totale energieopbrengst (MWh/jaar)
- -	Verlies energieopbrengsten > 1,0 % van de totale energieopbrengst (MWh/jaar)

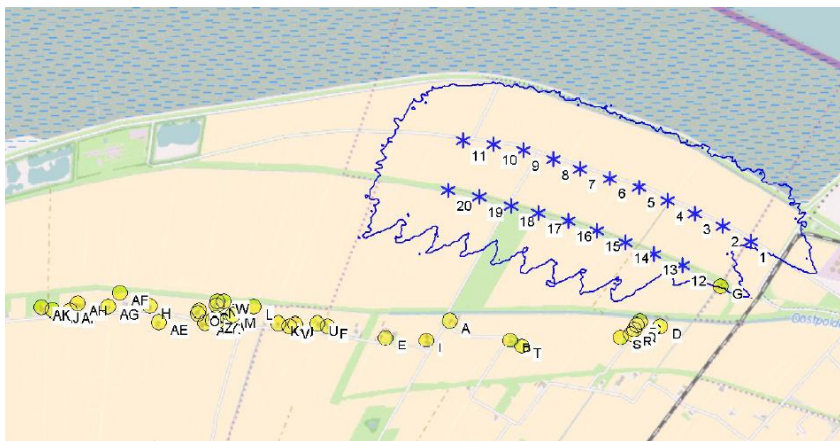
5

ONDERZOEKSRÉSULTATEN

5.1 Referentiesituatie

Voor slagschaduw is de referentiesituatie gelijk aan de huidige situatie. Afbeelding 5.1 toont de contour waarbij er jaarlijks sprake is van meer dan 5 uur en 40 minuten schaduw. Geen van de 37 woningen (inclusief bedrijfswoningen) die binnen het studiegebied, van 12 maal de rotordiameter, vallen ondervindt in de referentiesituatie slagschaduw.

Afbeelding 5.1 Slagschaduwcontouren van de huidige situatie



De gevoelige bestemmingen, veelal woningen, zijn in de afbeelding weergegeven als gele objecten met een unieke letter. De objecten die binnen de contour vallen zijn in de onderstaande tabel opgenomen met daarbij de worstcase¹ schaduw gegevens per jaar en de schaduw uren per jaar gebaseerd op langjarig meteorologische gegevens.

Tabel 5.1 Slagschaduw bij objecten binnen de slagschaduwcontouren voor de huidige situatie

Object	Schaduwuren per jaar* [u:min]
G	7:44

* Berekende waarde gebaseerd op langjarige meteorologische gegevens.

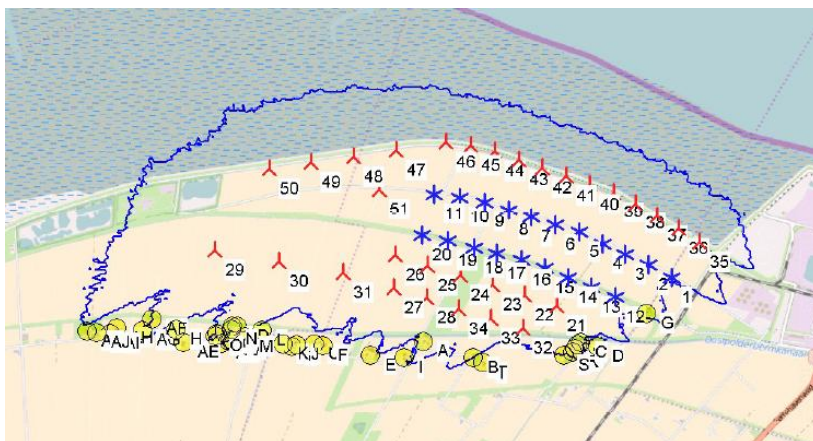
¹ In het worst-case scenario is er nooit sprake van bewolking. Dan is er altijd schaduwwerking van de turbines.

5.2 Alternatief 1 RWE+

5.2.1 Slagschaduw

De slagschaduwcontouren van alternatief 1 RWE+ is weergegeven in de onderstaande afbeelding. Binnen deze contour treedt er jaarlijks meer dan 5 uur en 40 minuten schaduw op.

Afbeelding 5.2 Slagschaduwcontouren van alternatief 1 RWE+



De gevoelige bestemmingen, veelal woningen, zijn in de afbeelding weergegeven als gele objecten met een unieke letter. De objecten die binnen de contour vallen zijn in de onderstaande tabel opgenomen met de schaduw uren per jaar gebaseerd op langjarig meteorologische gegevens. Er vallen twaalf woningen binnen de slagschaduwcontour. Dit komt doordat het windpark wordt uitgebreid met een vierde en vijfde rij en door de prototype offshore turbines.

Tabel 5.2 Slagschaduw bij objecten binnen de slagschaduwcontouren binnen alternatief 1

Object	Schaduwuren per jaar* [u:min]
A	8:01
C	8:07
G	10:02
N	9:21
O	7:26
P	9:21
Q	12:15
R	9:59
S	6:15
W	10:08
AD	10:05
AF	6:32

* Berekende waarde gebaseerd op langjarige meteorologische gegevens.

5.2.2 Energieopbrengst verlies door stilstand

Op basis van de verwachte slagschaduw, die veroorzaakt wordt per turbine, is bepaald hoe lang elke turbine jaarlijks uitgeschakeld moet worden om deze slagschaduw te voorkomen. Tevens is de capacity factor van het windpark meegenomen om tot een zo realistisch mogelijke benadering te komen. De capacity factor van dit alternatief is 38,7 %.

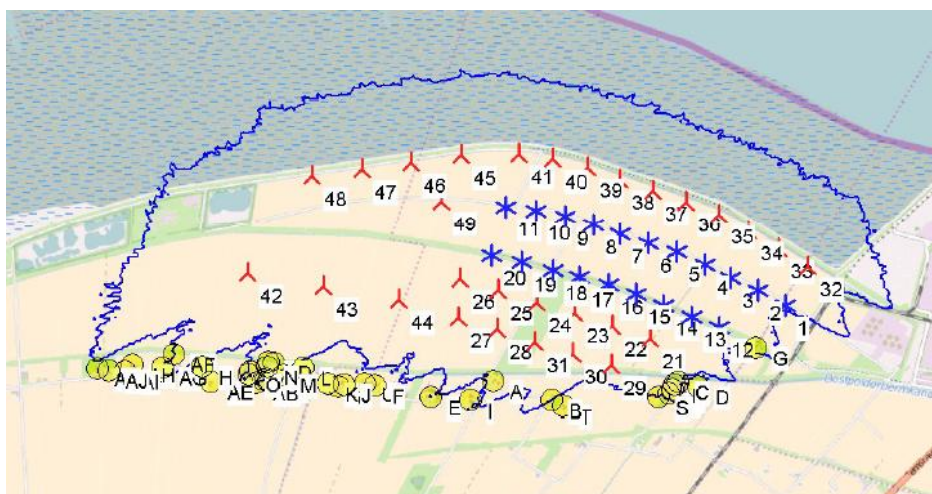
Voor variant 1. RWE+ betekent dit een opbrengst verlies van 204 MWh, dit is 0,03 % van de totale opbrengst.

5.3 Alternatief 2a Nuon 3,5 MW

5.3.1 Slagschaduw

De slagschaduwcontouren van alternatief 2a Nuon is weergegeven in de onderstaande afbeelding. Binnen deze contour treedt er jaarlijks meer dan 5 uur en 40 minuten schaduw op.

Afbeelding 5.3 Slagschaduwcontouren van alternatief 2a Nuon



De gevoelige bestemmingen, veelal woningen, zijn in de afbeelding weergegeven als gele objecten met een unieke letter. De objecten die binnen de contour vallen zijn in de onderstaande tabel opgenomen met de schaduw uren per jaar gebaseerd op langjarig meteorologische gegevens. Net als in alternatief 1, vallen er twaalf woningen binnen de slagschaduwcontour. Alleen langs de Waddenzeedijk wijkt de opstelling van de turbines in variant 2a af van alternatief 1.

Tabel 5.3 Slagschaduw bij objecten binnen de slagschaduwcontouren binnen alternatief 2a

Object	Schaduwuren per jaar* [u:min]
A	8:03
G	10:05
N	9:23
O	7:28

Object	Schaduwwen per jaar* [u:min]
P	9:23
Q	12:18
R	10:01
S	6:16
W	10:10
AC	7:38
AD	10:07
AF	6:34

* Berekende waarde gebaseerd op langjarige meteorologische gegevens.

5.3.2 Energieopbrengst verlies door stilstand

Op basis van de verwachte slagschaduw, die veroorzaakt wordt per turbine, is bepaald hoe lang elke turbine jaarlijks uitgeschakeld moet worden om deze slagschaduw te voorkomen. Tevens is de capacity factor van het windpark meegenomen om tot een zo realistisch mogelijke benadering te komen. De capacity factor van dit alternatief is 40,7 %.

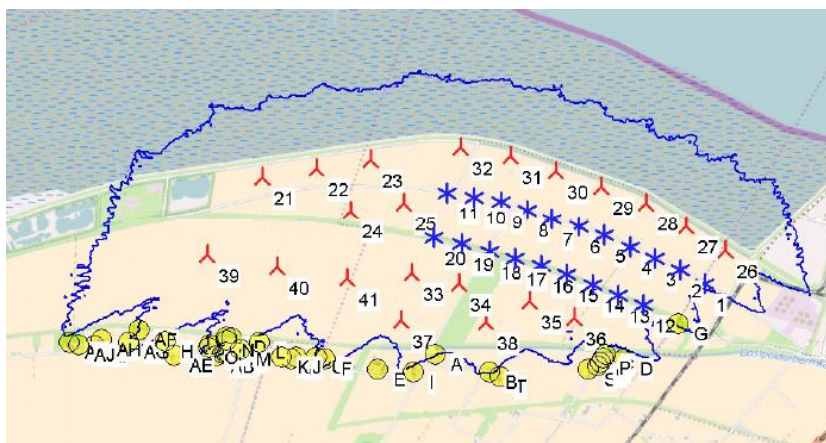
Voor variant 2a. Nuon betekent dit een opbrengst verlies van 215 MWh, dit is 0,03 % van de totale opbrengst.

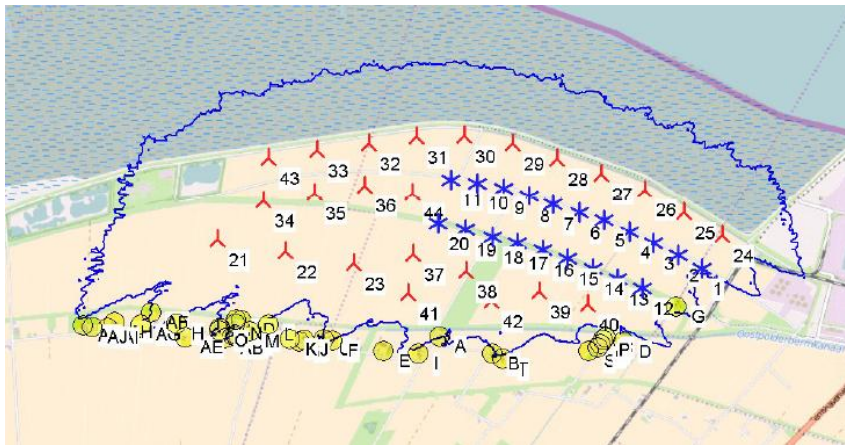
5.4 Alternatief 2b Nuon 5,0 MW

5.4.1 Slagschaduw

De slagschaduwcontouren van alternatief 2b Nuon is weergegeven in de onderstaande afbeelding. Binnen deze contour treedt er jaarlijks meer dan 5 uur en 40 minuten schaduw op.

Afbeelding 5.4 Slagschaduwcontouren van alternatief 2b Nuon





De gevoelige bestemmingen, veelal woningen, zijn in de afbeelding weergegeven als gele objecten met een unieke letter. De objecten die binnen de contour vallen zijn in de onderstaande tabel opgenomen met de schaduw uren per jaar gebaseerd op langjarig meteorologische gegevens. Er vallen tien woningen binnen de slagschaduwcontour, twee minder dan in alternatief 1 en variant 2a. Dit kan worden verklaard doordat er minder turbines in de vierde en vijfde rij staan.

Tabel 5.4 Slagschaduw bij objecten binnen de slagschaduwcontouren binnen alternatief 2b

Object	Schaduwuren per jaar* [u:min]
A	6:48
B	7:29
F	9:16
G	9:59
N	9:20
O	7:25
U	6:04
W	10:06
AD	10:04
AF	6:32

* Berekende waarde gebaseerd op langjarige meteorologische gegevens.

5.4.2 Energieopbrengst verlies door stilstand

Op basis van de verwachte slagschaduw, die veroorzaakt wordt per turbine, is bepaald hoe lang elke turbine jaarlijks uitgeschakeld moet worden om deze slagschaduw te voorkomen. Tevens is de capacity factor van het windpark meegenomen om tot een zo realistisch mogelijke benadering te komen. De capacity factor van dit alternatief is 42,7 %.

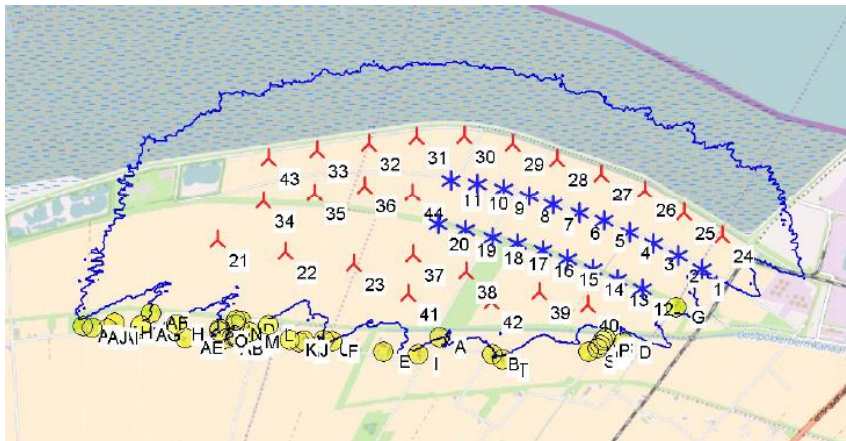
Voor variant 2b. Nuon betekent dit een opbrengst verlies van 226 MWh, dit is 0,03 % van de totale opbrengst.

5.5 Alternatief 2c Nuon

5.5.1 Slagschaduw

De slagschaduwcontouren van alternatief 2c Nuon is weergegeven in de onderstaande afbeelding. Binnen deze contour treedt er jaarlijks meer dan 5 uur en 40 minuten schaduw op. De resultaten zijn vergelijkbaar met variant 2b.

Afbeelding 5.5 Slagschaduwcontouren van alternatief 2c Nuon



De gevoelige bestemmingen, veelal woningen, zijn in de afbeelding weergegeven als gele objecten met een unieke letter. De objecten die binnen de contour vallen zijn in de onderstaande tabel opgenomen met de schaduw uren per jaar gebaseerd op langjarig meteorologische gegevens.

Tabel 5.5 Slagschaduw bij objecten binnen de slagschaduwcontouren binnen alternatief 2c

Object	Schaduwuren per jaar* [u:min]
A	5:46
G	10:58
N	9:20
O	7:26
U	6:30
W	10:06
AD	10:04
AF	6:32

* Berekende waarde gebaseerd op langjarige meteorologische gegevens.

5.5.2 Energieopbrengst verlies door stilstand

Op basis van de verwachte slagschaduw, die veroorzaakt wordt per turbine, is bepaald hoe lang elke turbine jaarlijks uitgeschakeld moet worden om deze slagschaduw te voorkomen. Tevens is de capacity factor van het windpark meegenomen om tot een zo realistisch mogelijke benadering te komen. De capacity factor van dit alternatief is 43,1 %.

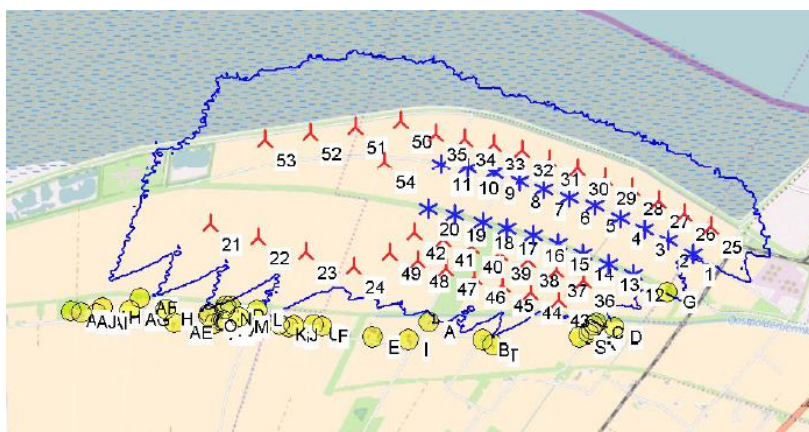
Voor variant 2c. Nuon betekent dit een opbrengst verlies van 216 MWh, dit is 0,03 % van de totale opbrengst.

5.6 Alternatief 3a laag en compact

5.6.1 Slagschaduw

De slagschaduwcontouren van het integrale alternatief 3a is weergegeven in de onderstaande afbeelding. Binnen deze contour treedt er jaarlijks meer dan 5 uur en 40 minuten schaduw op.

Afbeelding 5.6 Slagschaduwcontouren van alternatief 3a



De gevoelige bestemmingen, veelal woningen, zijn in de afbeelding weergegeven als gele objecten met een unieke letter. De objecten die binnen de contour vallen zijn in de onderstaande tabel opgenomen met de schaduw uren per jaar gebaseerd op langjarig meteorologische gegevens. Er vallen drie woningen binnen de slagschaduwcontour, ruim minder dan de hiervoor beschouwde varianten. Dit komt door de toepassing van kleinere prototype turbines in het zuidelijke testveld en door toepassing van kleinere productieturbines in de vierde en vijfde rij.

Tabel 5.6 Slagschaduw bij objecten binnen de slagschaduwcontouren binnen alternatief 3a

Object	Schaduwuren per jaar* [u:min]
C	7:15
D	7:20
G	8:51

* Berekende waarde gebaseerd op langjarige meteorologische gegevens.

Energieopbrengst verlies door stilstand

Op basis van de verwachte slagschaduw, die veroorzaakt wordt per turbine, is bepaald hoe lang elke turbine jaarlijks uitgeschakeld moet worden om deze slagschaduw te voorkomen. Tevens is de capacity factor van het windpark meegenomen om tot een zo realistisch mogelijke benadering te komen. De capacity factor van dit alternatief is 33,5 %.

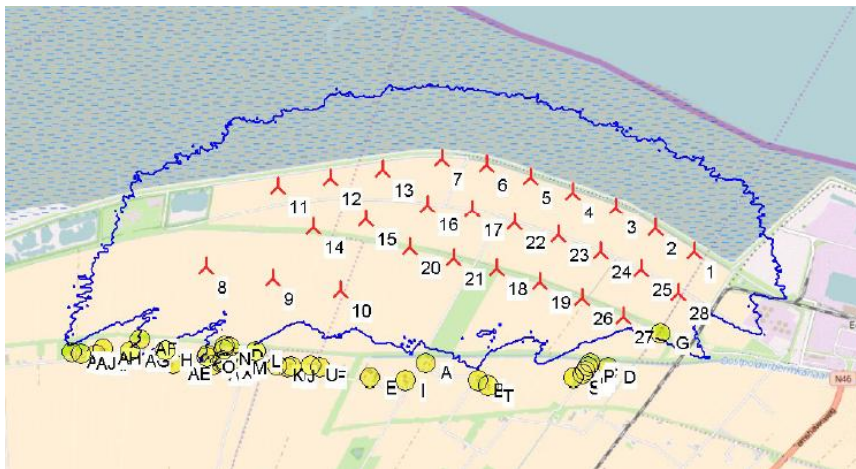
Voor variant 3a. Integraal betekent dit een opbrengst verlies van 83 MWh, dit is 0,01 % van de totale opbrengst.

5.7 Alternatief 3b hoog en verspreid

5.7.1 Slagschaduw

De slagschaduwcontouren van het integrale alternatief 3b is weergegeven in de onderstaande afbeelding. Binnen deze contour treedt er jaarlijks meer dan 5 uur en 40 minuten schaduw op.

Afbeelding 5.7 Slagschaduwcontouren van alternatief 3b



De gevoelige bestemmingen, veelal woningen, zijn in de afbeelding weergegeven als gele objecten met een unieke letter. De objecten die binnen de contour vallen zijn in de onderstaande tabel opgenomen met de schaduw uren per jaar gebaseerd op langjarig meteorologische gegevens. Er vallen meer woningen binnen de slagschaduwcontour dan in variant 3a. Dit komt vooral door de toepassing van grotere prototype turbines in het zuidelijke testveld.

Tabel 5.7 Slagschaduw bij objecten binnen de slagschaduwcontouren binnen alternatief 3b

Object	Schaduwuren per jaar* [u:min]
G	16:25
N	9:23
W	10:09
AC	7:38
AD	10:08
AF	6:34

* Berekende waarde gebaseerd op langjarige meteorologische gegevens.

5.7.2 Energieopbrengst verlies door stilstand

Op basis van de verwachte slagschaduw, die veroorzaakt wordt per turbine, is bepaald hoe lang elke turbine jaarlijks uitgeschakeld moet worden om deze slagschaduw te voorkomen. Tevens is de capacity factor van het windpark meegenomen om tot een zo realistisch mogelijke benadering te komen. De capacity factor van dit alternatief is 46,9 %.

Voor variant 3b. Integraal betekent dit een opbrengst verlies van 225 MWh, dit is 0,03 % van de totale opbrengst.

6

CONCLUSIES

6.1 Slagschaduw

Slagschaduw treedt in alle alternatieven op en leidt bij diverse objecten tot een overschrijding van de norm. Om aan de wettelijke norm voor slagschaduw te voldoen, zal een stilstandvoorziening op de windturbines moeten worden aangebracht. Deze stilstandvoorziening zorgt ervoor dat de turbine uitschakelt zodra deze normoverschrijdende slagschaduw veroorzaakt.

Voornamelijk de turbines in het zuidelijk deel van het plangebied, in de vierde en vijfde rij, zorgen voor slagschaduw (alternatief 1 en 2a tot en met c). Het weglaten van een vierde en vijfde rij heeft een positieve invloed op de slagschaduwverwachting van het gebied (variant 3b). Tevens heeft het plaatsen van lagere turbines (variant 3a) een positieve invloed op de slagschaduwverwachting. De prototype turbines (3 keer 10 MW en 4 keer 7,5 MW) zorgen in alle varianten voor slagschaduw.

6.2 Verlies energieopbrengst

Op basis van de realistische slagschaduwverwachting wordt binnen alle varianten een energieopbrengstverlies van minder dan 0,03 % verwacht. Slagschaduw heeft daarmee weinig invloed op de opbrengst van de alternatieven en is daarmee niet onderscheidend te noemen. Tabel 6.1 toont een overzicht van de effecten per variant op gebied van slagschaduw.

Tabel 6.1 Overzicht van effecten door slagschaduw

	1. RWE alternatief	2a. variant Nuon 3,5 MW	2b. Variant Nuon 5,0 MW onderzoek 7,5 MW	2c. Variant Nuon 5,0 MW onderzoek 5 MW	3a. Integrale variant compact en laag	3b. Integrale variant zonder 4e en 5e rij
hoeveelheid woningen binnen 5:40 schaduwcontour [#]	12	12	10	8	3	6
verlies energieopbrengst door stilstand [MWh/jaar]	204	215	226	216	83	225
opbrengstverlies als percentage van totale windpark opbrengst	0,03 %	0,03 %	0,03 %	0,03 %	0,01 %	0,03 %

6.3 Effectbeoordeling

Variant 3a is licht negatief beoordeeld (-), aangezien daar 3 woningen worden gehinderd. Alle andere alternatieven en varianten krijgen een negatieve beoordeling (- -) omdat er jaarlijks meer dan 5 (maar minder dan 20) woningen worden blootgesteld aan tenminste 5:40 uur slagschaduw. Omdat de opbrengstverliezen vanwege stilstandvoorzieningen in alle alternatieven en varianten kleiner is dan 0,1 %, zijn alle alternatieven en varianten neutraal (0) beoordeeld.

Tabel 6.2 Effectbeoordeling van het aantal (potentieel) door slagschaduw gehinderde woningen en de opbrengstverliezen

	Aantal (potentieel) door slagschaduw gehinderde woningen	Opbrengstverlies
alternatief 1	- -	0
variant 2a	- -	0
variant 2b	- -	0
variant 2c	- -	0
variant 3a	-	0
variant 3b	- -	0

Na toepassing van de mitigerende maatregel (stilstandvoorziening) wijzigt de beoordeling van het aantal door slagschaduw gehinderde woningen voor alle alternatieven en varianten naar neutraal (0).

Bijlage(n)

I

BIJLAGE: WINDPRO RESULTATEN

Project:

variant RWE+

Licensed user:

Witteveen+Bos

Van Twickelostraat 2

NL-7411 SC DEVENTER

+31 570 69 76 76

Witteveen+Bos / licenses@witteveenbos.com

Calculated:

11/28/2016 2:31 PM/3.0.639

SHADOW - Main Result

Calculation: 1. RWE+

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence

Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade

Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence

5 °

Day step for calculation

1 days

Time step for calculation

1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [EELDE]

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1.36	2.51	3.14	5.11	6.79	5.48	5.64	5.50	4.24	3.12	1.82	0.96

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:

EmdConwx_N53.450_E006.740 (5)

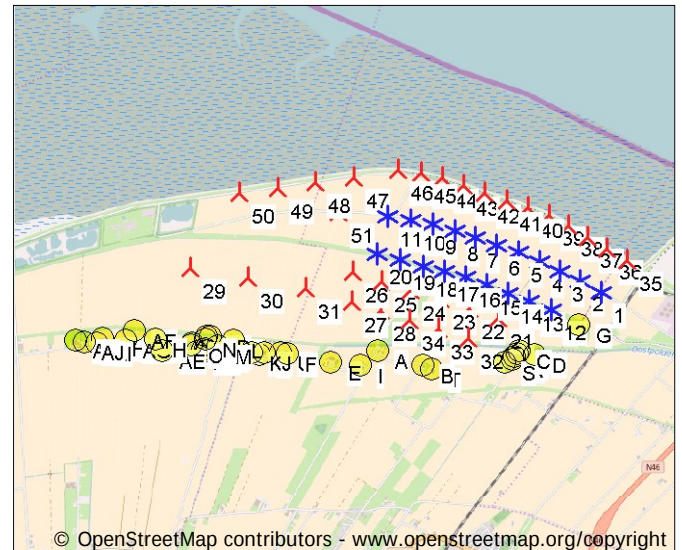
Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
488	547	535	627	688	516	760	1,203	937	850	824	661	8,635

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

All coordinates are in

Dutch Stereo-RD/NAP 2000



New WTG

Scale 1:100,000

Existing WTG

Shadow receptor

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 [RPM]
1	248,138	608,111	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
2	247,862	608,259	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
3	247,582	608,380	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
4	247,314	608,499	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
5	247,029	608,630	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
6	246,742	608,714	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
7	246,449	608,803	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
8	246,182	608,889	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
9	245,888	608,975	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
10	245,593	609,025	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
11	245,291	609,061	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
12	247,475	607,871	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
13	247,189	607,975	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
14	246,906	608,082	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
15	246,621	608,192	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
16	246,341	608,281	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
17	246,049	608,355	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
18	245,777	608,418	0.0	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: ...Yes	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,506	16.1
19	245,461	608,501	0.0	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: ...Yes	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,506	16.1
20	245,155	608,563	0.0	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: ...Yes	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,506	16.1
21	246,780	607,744	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
22	246,394	607,865	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
23	246,009	607,987	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
24	245,617	608,087	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
25	245,229	608,201	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
26	244,842	608,316	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
27	244,830	607,919	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
28	245,225	607,811	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
29	242,682	608,328	0.0	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.... No	No	X	10-230-10,000/1	10,000	230.0	180.0	1,800	7.5
30	243,449	608,210	0.0	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.... No	No	X	10-230-10,000/1	10,000	230.0	180.0	1,800	7.5
31	244,217	608,092	0.0	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.... No	No	X	10-230-10,000/1	10,000	230.0	180.0	1,800	7.5
32	246,384	607,472	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
33	245,995	607,581	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
34	245,606	607,690	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
35	248,472	608,541	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
36	248,212	608,690	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
37	247,952	608,840	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
38	247,691	608,989	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: 1. RWE+

...continued from previous page

	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 [RPM]
39	247,432	609,121	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
40	247,147	609,214	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
41	246,861	609,307	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
42	246,576	609,400	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
43	246,291	609,493	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
44	246,005	609,586	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
45	245,720	609,655	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
46	245,421	609,679	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
47	244,830	609,574	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	120.0	1,800	12.0
48	244,325	609,494	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	120.0	1,800	12.0
49	243,819	609,413	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	120.0	1,800	12.0
50	243,313	609,333	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	120.0	1,800	12.0
51	244,637	609,100	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	120.0	1,800	12.0

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
A	245,196	607,285	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
B	245,796	607,104	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
C	247,068	607,315	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
D	247,270	607,272	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
E	244,567	607,110	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
F	243,996	607,214	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
G	247,854	607,671	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
H	242,241	607,374	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
I	244,968	607,088	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
J	243,677	607,222	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
K	243,515	607,226	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
L	243,268	607,384	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
M	243,063	607,304	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
N	242,903	607,392	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
O	242,715	607,310	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
P	247,038	607,282	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Q	247,011	607,235	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
R	246,982	607,194	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
S	246,877	607,156	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
T	245,910	607,053	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
U	243,895	607,233	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
V	243,623	607,203	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
W	242,969	607,427	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
X	242,935	607,238	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Y	242,912	607,242	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Z	242,867	607,251	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AA	242,896	607,267	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AB	242,789	607,220	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AC	242,728	607,339	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AD	242,910	607,431	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AE	242,333	607,222	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AF	241,950	607,492	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AG	241,838	607,356	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AH	241,533	607,381	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AI	241,459	607,312	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AJ	241,289	607,317	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AK	241,179	607,339	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"

SHADOW - Main Result

Calculation: 1. RWE+

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	32:27	95	0:41	8:01
B	20:35	50	0:35	4:28
C	35:59	123	0:39	8:07
D	24:04	106	0:30	5:14
E	19:16	95	0:24	4:28
F	6:11	43	0:17	1:32
G	46:33	136	0:35	10:02
H	13:12	50	0:23	2:53
I	14:46	68	0:26	3:40
J	13:00	74	0:17	2:57
K	3:55	36	0:12	0:58
L	8:52	65	0:17	1:58
M	16:10	60	0:26	3:33
N	40:33	85	0:38	9:21
O	31:55	86	0:32	7:26
P	40:44	106	0:36	9:21
Q	56:04	108	0:40	12:15
R	46:14	101	0:41	9:59
S	28:44	90	0:26	6:15
T	0:00	0	0:00	0:00
U	4:35	52	0:13	1:07
V	9:04	65	0:15	2:06
W	43:59	90	0:40	10:08
X	16:37	56	0:26	3:40
Y	19:09	60	0:28	4:15
Z	23:54	66	0:31	5:21
AA	24:07	66	0:31	5:24
AB	24:31	68	0:31	5:30
AC	32:23	89	0:32	7:36
AD	43:21	90	0:38	10:05
AE	0:00	0	0:00	0:00
AF	27:01	81	0:32	6:32
AG	0:00	0	0:00	0:00
AH	0:00	0	0:00	0:00
AI	0:00	0	0:00	0:00
AJ	5:29	38	0:13	1:11
AK	14:19	56	0:22	3:09

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 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (1)	0:00	0:00
2	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (2)	0:00	0:00
3	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (3)	0:00	0:00
4	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (4)	0:00	0:00
5	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (5)	0:00	0:00
6	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (6)	0:00	0:00
7	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (7)	0:00	0:00
8	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (8)	0:00	0:00
9	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (9)	0:00	0:00
10	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (10)	0:00	0:00
11	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (11)	0:00	0:00
12	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (12)	20:09	4:03
13	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (13)	30:16	6:35
14	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (14)	6:08	1:26
15	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (15)	1:02	0:14
16	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (16)	0:00	0:00
17	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (17)	0:00	0:00
18	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (19)	0:00	0:00
19	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (20)	0:00	0:00
20	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (21)	0:00	0:00

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: 1. RWE+

...continued from previous page

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
21	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (102.1)	19:09	4:13
22	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (102.2)	9:52	2:22
23	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (102.3)	12:15	2:33
24	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (80.4)	7:33	1:36
25	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (80.5)	0:57	0:12
26	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (80.6)	0:34	0:08
27	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (68.2)	17:10	3:57
28	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (68.3)	9:04	2:16
29	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.0 m (TOT: 295.0 m) (75.1)	14:19	3:09
30	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.0 m (TOT: 295.0 m) (75.2)	40:13	9:26
31	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.0 m (TOT: 295.0 m) (75.3)	52:14	12:05
32	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (79.1)	119:46	26:23
33	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (79.2)	82:05	19:14
34	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (79.3)	27:22	6:22
35	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (109.1)	0:00	0:00
36	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (109.2)	0:00	0:00
37	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (109.3)	0:00	0:00
38	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (109.4)	0:00	0:00
39	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (110.1)	0:00	0:00
40	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (110.2)	0:00	0:00
41	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (110.3)	0:00	0:00
42	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (110.4)	0:00	0:00
43	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (110.5)	0:00	0:00
44	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (110.6)	0:00	0:00
45	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (111.1)	0:00	0:00
46	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (111.2)	0:00	0:00
47	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 184.0 m) (112.1)	0:00	0:00
48	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 184.0 m) (112.2)	0:00	0:00
49	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 184.0 m) (112.3)	0:00	0:00
50	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 184.0 m) (112.4)	0:00	0:00
51	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 184.0 m) (113)	0:00	0:00

Project:

variant RWE+

Licensed user:

Witteveen+Bos

Van Twickelostraat 2

NL-7411 SC DEVENTER

+31 570 69 76 76

Witteveen+Bos / licenses@witteveenbos.com

Calculated:

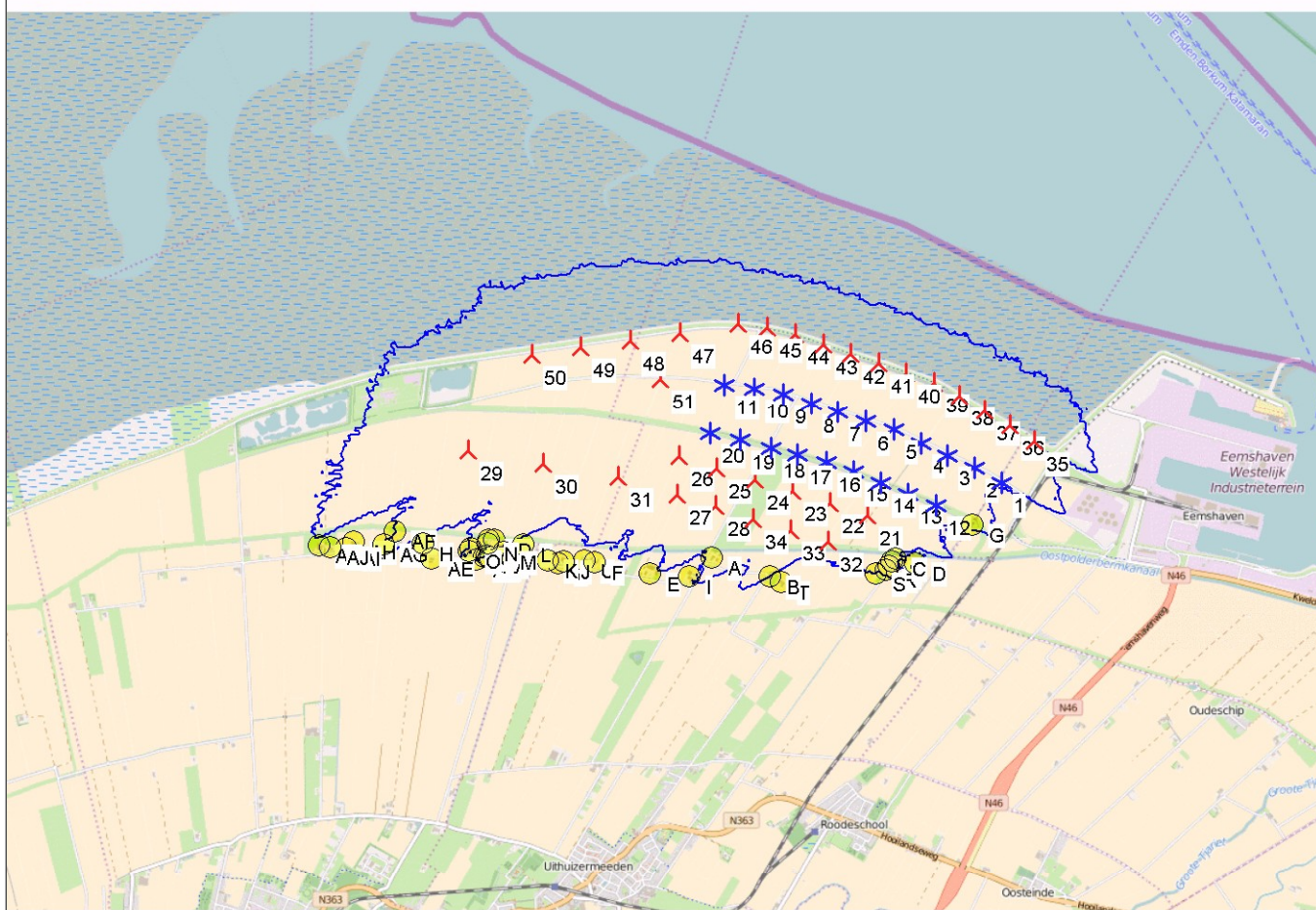
11/28/2016 2:31 PM/3.0.639

SHADOW - Map

Calculation: 1. RWE+

Hours per year, real case

Slagschaduwcontour (5:40 uur per jaar)



© OpenStreetMap contributors - www.openstreetmap.org/copyright

0 1 2 3 4 km

Map: Open Street Map 002 , Print scale 1:75,000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2000 East: 244,920 North: 608,490

New WTG

Existing WTG

Shadow receptor

Flicker map level: 0 m above sea level

Project:

variant Nuon laag

Licensed user:

Witteveen+Bos

Van Twickelostraat 2

NL-7411 SC DEVENTER

+31 570 69 76 76

Witteveen+Bos / licenses@witteveenbos.com

Calculated:

11/28/2016 2:54 PM/3.0.639

SHADOW - Main Result

Calculation: Schaduw 2a

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence

Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade

Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence

5 °

Day step for calculation

1 days

Time step for calculation

1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [EELDE]

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1.36	2.51	3.14	5.11	6.79	5.48	5.64	5.50	4.24	3.12	1.82	0.96

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:

EmdConwx_N53.450_E006.740 (5)

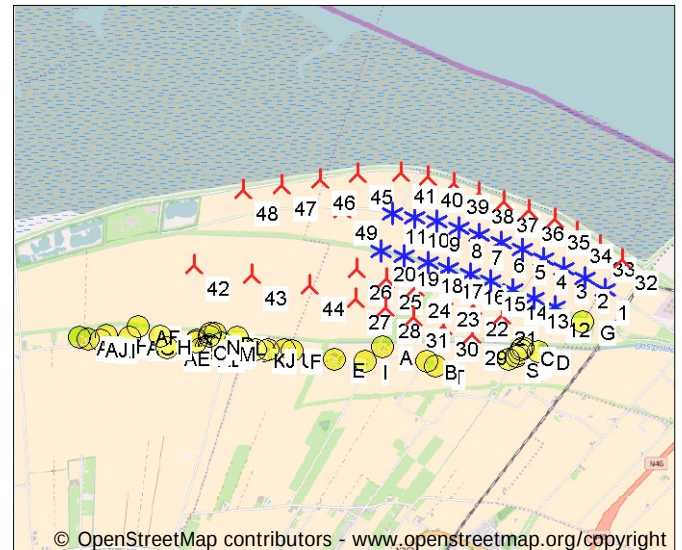
Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
489	549	537	629	691	518	763	1,208	941	853	827	664	8,668

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

All coordinates are in

Dutch Stereo-RD/NAP 2000



New WTG

Scale 1:100,000

Existing WTG

Shadow receptor

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 [RPM]
1	248,138	608,111	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
2	247,862	608,259	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
3	247,582	608,380	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
4	247,314	608,499	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
5	247,029	608,630	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
6	246,742	608,714	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
7	246,449	608,803	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
8	246,182	608,889	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
9	245,888	608,975	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
10	245,593	609,025	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
11	245,291	609,061	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
12	247,475	607,871	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
13	247,189	607,975	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
14	246,906	608,082	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
15	246,621	608,192	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
16	246,341	608,281	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
17	246,049	608,355	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
18	245,777	608,418	0.0	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: ...Yes	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,506	16.1
19	245,461	608,501	0.0	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: ...Yes	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,506	16.1
20	245,155	608,563	0.0	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: ...Yes	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,506	16.1
21	246,780	607,744	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
22	246,394	607,865	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
23	246,009	607,987	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
24	245,617	608,087	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
25	245,229	608,201	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
26	244,842	608,316	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
27	244,830	607,919	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
28	245,225	607,811	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
29	246,384	607,472	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
30	245,995	607,581	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
31	245,606	607,690	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
32	248,365	608,507	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
33	248,059	608,684	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
34	247,752	608,860	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
35	247,451	609,028	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
36	247,115	609,139	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
37	246,779	609,250	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
38	246,444	609,361	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: ...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Schaduw 2a

...continued from previous page

	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 [RPM]
39	246,108	609,472	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
40	245,758	609,558	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
41	245,407	609,597	0.0	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub...Yes	Yes	ENERCON	E-101 E2-3,500	3,500	101.0	124.5	2,214	14.7
42	242,682	608,328	0.0	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.... No	No	X	10-230-10,000/1	10,000	230.0	180.0	1,800	7.5
43	243,449	608,210	0.0	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.... No	No	X	10-230-10,000/1	10,000	230.0	180.0	1,800	7.5
44	244,217	608,092	0.0	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.... No	No	X	10-230-10,000/1	10,000	230.0	180.0	1,800	7.5
45	244,830	609,574	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	120.0	1,800	12.0
46	244,325	609,494	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	120.0	1,800	12.0
47	243,819	609,413	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	120.0	1,800	12.0
48	243,313	609,333	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	120.0	1,800	12.0
49	244,637	609,100	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	120.0	1,800	12.0

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
A	245,196	607,285	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
B	245,796	607,104	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
C	247,068	607,315	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
D	247,270	607,272	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
E	244,567	607,110	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
F	243,996	607,214	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
G	247,854	607,671	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
H	242,241	607,374	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
I	244,968	607,088	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
J	243,677	607,222	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
K	243,515	607,226	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
L	243,268	607,384	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
M	243,063	607,304	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
N	242,903	607,392	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
O	242,715	607,310	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
P	247,038	607,282	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Q	247,011	607,235	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
R	246,982	607,194	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
S	246,877	607,156	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
T	245,910	607,053	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
U	243,895	607,233	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
V	243,623	607,203	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
W	242,969	607,427	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
X	242,935	607,238	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Y	242,912	607,242	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Z	242,867	607,251	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AA	242,896	607,267	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AB	242,789	607,220	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AC	242,728	607,339	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AD	242,910	607,431	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AE	242,333	607,222	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AF	241,950	607,492	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AG	241,838	607,356	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AH	241,533	607,381	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AI	241,459	607,312	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AJ	241,289	607,317	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AK	241,179	607,339	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"

Project:

variant Nuon laag

Licensed user:

Witteveen+Bos

Van Twickelostraat 2

NL-7411 SC DEVENTER

+31 570 69 76 76

Witteveen+Bos / licenses@witteveenbos.com

Calculated:

11/28/2016 2:54 PM/3.0.639

SHADOW - Main Result

Calculation: Schaduw 2a

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	32:27	95	0:41	8:03
B	20:35	50	0:35	4:29
C	35:59	123	0:39	8:08
D	24:04	106	0:30	5:16
E	19:16	95	0:24	4:29
F	6:11	43	0:17	1:32
G	46:33	136	0:35	10:05
H	13:12	50	0:23	2:53
I	14:46	68	0:26	3:41
J	13:00	74	0:17	2:57
K	3:55	36	0:12	0:59
L	8:52	65	0:17	1:58
M	16:10	60	0:26	3:34
N	40:33	85	0:38	9:23
O	31:55	86	0:32	7:28
P	40:44	106	0:36	9:23
Q	56:04	108	0:40	12:18
R	46:14	101	0:41	10:01
S	28:44	90	0:26	6:16
T	0:00	0	0:00	0:00
U	4:35	52	0:13	1:07
V	9:04	65	0:15	2:06
W	43:59	90	0:40	10:10
X	16:37	56	0:26	3:41
Y	19:09	60	0:28	4:16
Z	23:54	66	0:31	5:22
AA	24:07	66	0:31	5:25
AB	24:31	68	0:31	5:31
AC	32:23	89	0:32	7:38
AD	43:21	90	0:38	10:07
AE	0:00	0	0:00	0:00
AF	27:01	81	0:32	6:34
AG	0:00	0	0:00	0:00
AH	0:00	0	0:00	0:00
AI	0:00	0	0:00	0:00
AJ	5:29	38	0:13	1:11
AK	14:19	56	0:22	3:10

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 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (1)	0:00	0:00
2	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (2)	0:00	0:00
3	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (3)	0:00	0:00
4	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (4)	0:00	0:00
5	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (5)	0:00	0:00
6	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (6)	0:00	0:00
7	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (7)	0:00	0:00
8	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (8)	0:00	0:00
9	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (9)	0:00	0:00
10	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (10)	0:00	0:00
11	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (11)	0:00	0:00
12	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (12)	20:09	4:04
13	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (13)	30:16	6:37
14	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (14)	6:08	1:27
15	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (15)	1:02	0:14
16	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (16)	0:00	0:00
17	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (17)	0:00	0:00
18	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (19)	0:00	0:00
19	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (20)	0:00	0:00
20	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (21)	0:00	0:00

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Schaduw 2a

...continued from previous page

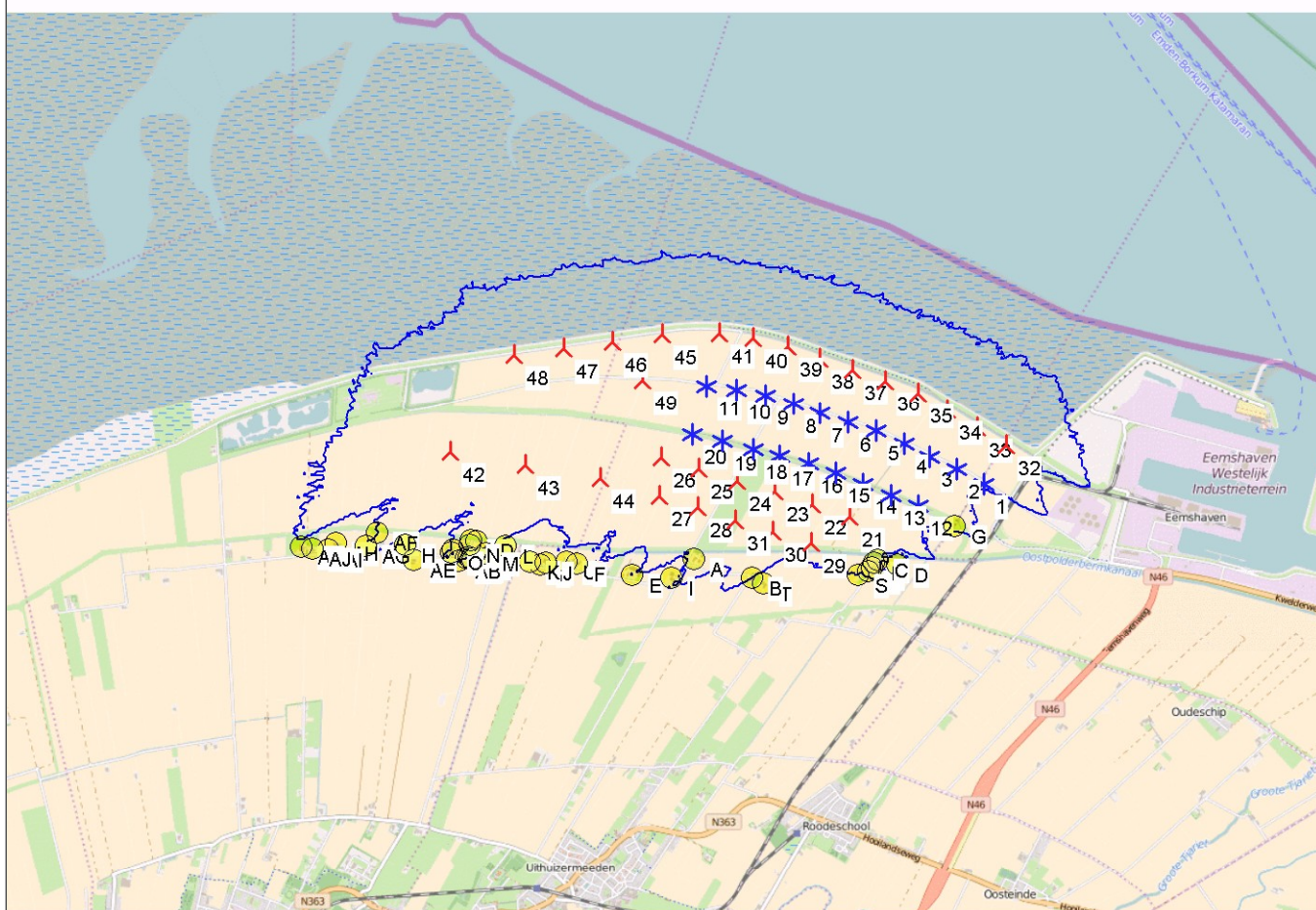
No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
21	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (102.1)	19:09	4:14
22	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (102.2)	9:52	2:22
23	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (102.3)	12:15	2:34
24	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (80.4)	7:33	1:36
25	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (80.5)	0:57	0:12
26	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (80.6)	0:34	0:08
27	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (68.2)	17:10	3:58
28	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (68.3)	9:04	2:17
29	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (79.1)	119:46	26:29
30	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (79.2)	82:05	19:19
31	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (79.3)	27:22	6:24
32	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (87.1)	0:00	0:00
33	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (87.2)	0:00	0:00
34	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (87.3)	0:00	0:00
35	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (88.1)	0:00	0:00
36	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (88.2)	0:00	0:00
37	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (88.3)	0:00	0:00
38	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (88.4)	0:00	0:00
39	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (88.5)	0:00	0:00
40	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (99.1)	0:00	0:00
41	ENERCON E-101 E2 3500 101.0 !-! hub: 124.5 m (TOT: 175.0 m) (99.2)	0:00	0:00
42	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.0 m (TOT: 295.0 m) (111.1)	14:19	3:10
43	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.0 m (TOT: 295.0 m) (111.2)	40:13	9:28
44	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.0 m (TOT: 295.0 m) (111.3)	52:14	12:07
45	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 184.0 m) (112.1)	0:00	0:00
46	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 184.0 m) (112.2)	0:00	0:00
47	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 184.0 m) (112.3)	0:00	0:00
48	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 184.0 m) (112.4)	0:00	0:00
49	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 184.0 m) (113)	0:00	0:00

SHADOW - Map

Calculation: Schaduw 2a

Hours per year, real case

Slagschaduwcontour (5:40 uur per jaar)



© OpenStreetMap contributors - www.openstreetmap.org/copyright

0 1 2 3 4 km

Map: Open Street Map 002 , Print scale 1:75,000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2000 East: 245,100 North: 608,550

▲ New WTG
 ✱ Existing WTG
 ● Shadow receptor
 Flicker map level: 0 m above sea level

Project:

variant Nuon groot

Licensed user:

Witteveen+Bos

Van Twickelostraat 2

NL-7411 SC DEVENTER

+31 570 69 76 76

Witteveen+Bos / licenses@witteveenbos.com

Calculated:

11/28/2016 3:11 PM/3.0.639

SHADOW - Main Result

Calculation: 2b. Nuon

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence

Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade

Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence

5 °

Day step for calculation

1 days

Time step for calculation

1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [EELDE]

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1.36	2.51	3.14	5.11	6.79	5.48	5.64	5.50	4.24	3.12	1.82	0.96

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:

EmdConwx_N53.450_E006.740 (5) (1)

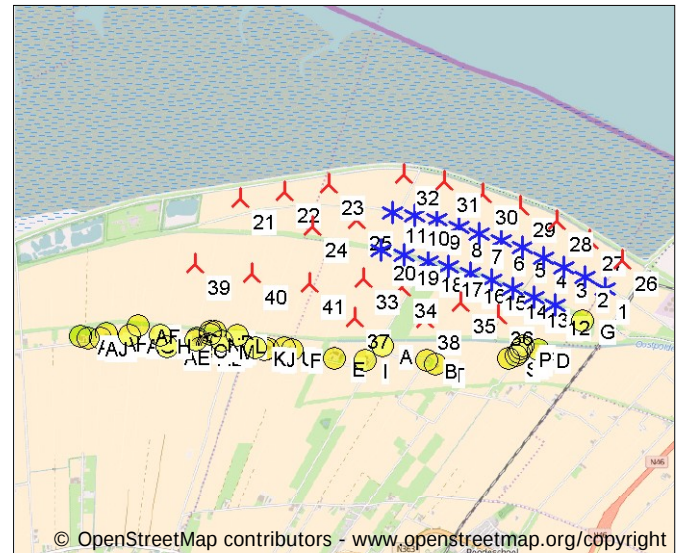
Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
487	547	534	626	687	515	759	1,202	936	849	823	660	8,625

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

All coordinates are in

Dutch Stereo-RD/NAP 2000



New WTG

Scale 1:100,000

Existing WTG

Shadow receptor

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 [RPM]
1	248,138	608,111	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
2	247,862	608,259	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
3	247,582	608,380	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
4	247,314	608,499	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
5	247,029	608,630	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
6	246,742	608,714	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
7	246,449	608,803	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
8	246,182	608,889	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
9	245,888	608,975	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
10	245,593	609,025	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
11	245,291	609,061	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
12	247,475	607,871	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
13	247,189	607,975	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
14	246,906	608,082	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
15	246,621	608,192	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
16	246,341	608,281	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
17	246,049	608,355	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
18	245,777	608,418	0.0	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: ...	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,506	16.1
19	245,461	608,501	0.0	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: ...	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,506	16.1
20	245,155	608,563	0.0	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: ...	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,506	16.1
21	243,269	609,200	0.0	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m...	No	X	7,5-150-7,500	7,500	150.0	120.0	1,800	11.5
22	243,860	609,304	0.0	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m...	No	X	7,5-150-7,500	7,500	150.0	120.0	1,800	11.5
23	244,451	609,409	0.0	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m...	No	X	7,5-150-7,500	7,500	150.0	120.0	1,800	11.5
24	244,238	608,845	0.0	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m...	No	X	7,5-150-7,500	7,500	150.0	120.0	1,800	11.5
25	244,829	608,944	0.0	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m...	No	X	7,5-150-7,500	7,500	150.0	120.0	1,800	11.5
26	248,363	608,484	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12...	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800	12.0
27	247,923	608,738	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12...	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800	12.0
28	247,480	608,989	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12...	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800	12.0
29	246,989	609,162	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12...	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800	12.0
30	246,485	609,323	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12...	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800	12.0
31	245,980	609,481	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12...	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800	12.0
32	245,441	609,560	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12...	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800	12.0
33	244,928	608,169	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12...	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800	12.0
34	245,441	608,064	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12...	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800	12.0
35	246,220	607,881	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12...	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800	12.0
36	246,720	607,716	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12...	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800	12.0
37	244,824	607,644	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12...	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800	12.0
38	245,750	607,650	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12...	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800	12.0

To be continued on next page...

Project:

variant Nuon groot

Licensed user:

Witteveen+Bos

Van Twickelostraat 2

NL-7411 SC DEVENTER

+31 570 69 76 76

Witteveen+Bos / licenses@witteveenbos.com

Calculated:

11/28/2016 3:11 PM/3.0.639

SHADOW - Main Result

Calculation: 2b. Nuon

...continued from previous page

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.					Calculation distance [m]	RPM [RPM]
39	242,682	608,328	0.0	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180....	No	X	10-230-10,000/1	10,000	230.0	180.0	1,800	7.5
40	243,449	608,210	0.0	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180....	No	X	10-230-10,000/1	10,000	230.0	180.0	1,800	7.5
41	244,217	608,092	0.0	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180....	No	X	10-230-10,000/1	10,000	230.0	180.0	1,800	7.5

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
A	245,196	607,285	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
B	245,796	607,104	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
C	247,068	607,315	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
D	247,270	607,272	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
E	244,567	607,110	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
F	243,996	607,214	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
G	247,854	607,671	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
H	242,241	607,374	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
I	244,968	607,088	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
J	243,677	607,222	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
K	243,515	607,226	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
L	243,268	607,384	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
M	243,063	607,304	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
N	242,903	607,392	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
O	242,715	607,310	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
P	247,038	607,282	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Q	247,011	607,235	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
R	246,982	607,194	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
S	246,877	607,156	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
T	245,910	607,053	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
U	243,895	607,233	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
V	243,623	607,203	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
W	242,969	607,427	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
X	242,935	607,238	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Y	242,912	607,242	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Z	242,867	607,251	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AA	242,896	607,267	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AB	242,789	607,220	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AC	242,728	607,339	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AD	242,910	607,431	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AE	242,333	607,222	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AF	241,950	607,492	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AG	241,838	607,356	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AH	241,533	607,381	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AI	241,459	607,312	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AJ	241,289	607,317	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AK	241,179	607,339	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"

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	30:10	90	0:37	6:48	
B	35:18	66	0:51	7:29	
C	11:22	79	0:18	2:25	
D	17:44	78	0:23	3:40	
E	8:56	40	0:21	2:15	
F	40:08	85	0:40	9:16	
G	46:11	123	0:35	9:59	
H	13:12	50	0:23	2:53	
I	10:35	55	0:16	2:20	

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: 2b. Nuon

...continued from previous page

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]
J	9:19	38	0:23	2:20
K	9:40	70	0:18	2:13
L	9:27	54	0:17	2:04
M	16:49	65	0:26	3:42
N	40:33	85	0:38	9:20
O	31:55	86	0:32	7:25
P	7:19	48	0:19	1:42
Q	8:25	54	0:20	2:00
R	10:06	66	0:20	2:20
S	15:02	84	0:24	3:26
T	19:44	67	0:24	4:07
U	24:24	67	0:36	6:04
V	7:54	45	0:22	1:59
W	43:55	86	0:40	10:06
X	16:37	56	0:26	3:39
Y	19:09	60	0:28	4:14
Z	23:54	66	0:31	5:21
AA	24:07	66	0:31	5:23
AB	24:31	68	0:31	5:30
AC	32:23	89	0:32	7:35
AD	43:21	90	0:38	10:04
AE	0:00	0	0:00	0:00
AF	27:01	81	0:32	6:32
AG	0:00	0	0:00	0:00
AH	0:00	0	0:00	0:00
AI	0:00	0	0:00	0:00
AJ	5:29	38	0:13	1:11
AK	14:19	56	0:22	3:09

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 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (1)	0:00	0:00
2	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (2)	0:00	0:00
3	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (3)	0:00	0:00
4	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (4)	0:00	0:00
5	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (5)	0:00	0:00
6	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (6)	0:00	0:00
7	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (7)	0:00	0:00
8	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (8)	0:00	0:00
9	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (9)	0:00	0:00
10	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (10)	0:00	0:00
11	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (11)	0:00	0:00
12	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (12)	20:09	4:02
13	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (13)	30:16	6:35
14	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (14)	6:08	1:26
15	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (15)	1:02	0:14
16	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (16)	0:00	0:00
17	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (17)	0:00	0:00
18	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (19)	0:00	0:00
19	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (20)	0:00	0:00
20	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (21)	0:00	0:00
21	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m (TOT: 195.0 m) (108.1)	0:00	0:00
22	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m (TOT: 195.0 m) (108.2)	0:00	0:00
23	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m (TOT: 195.0 m) (108.3)	0:00	0:00
24	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m (TOT: 195.0 m) (103.1)	0:00	0:00
25	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m (TOT: 195.0 m) (103.2)	0:00	0:00
26	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (160)	0:00	0:00
27	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (161)	0:00	0:00
28	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (162)	0:00	0:00
29	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (163)	0:00	0:00
30	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (164)	0:00	0:00

To be continued on next page...

Project:

variant Nuon groot

Licensed user:

Witteveen+Bos

Van Twickelostraat 2

NL-7411 SC DEVENTER

+31 570 69 76 76

Witteveen+Bos / licenses@witteveenbos.com

Calculated:

11/28/2016 3:11 PM/3.0.639

SHADOW - Main Result

Calculation: 2b. Nuon

...continued from previous page

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
31	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (165)	0:00	0:00
32	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (166)	0:00	0:00
33	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (173)	4:25	0:57
34	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (174)	12:38	2:51
35	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (175)	41:32	9:03
36	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (176)	24:12	5:13
37	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (177)	79:36	18:15
38	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (178)	56:07	12:57
39	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.0 m (TOT: 295.0 m) (183.1)	14:19	3:09
40	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.0 m (TOT: 295.0 m) (183.2)	40:13	9:25
41	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.0 m (TOT: 295.0 m) (183.3)	52:14	12:04

Project:
variant Nuon groot

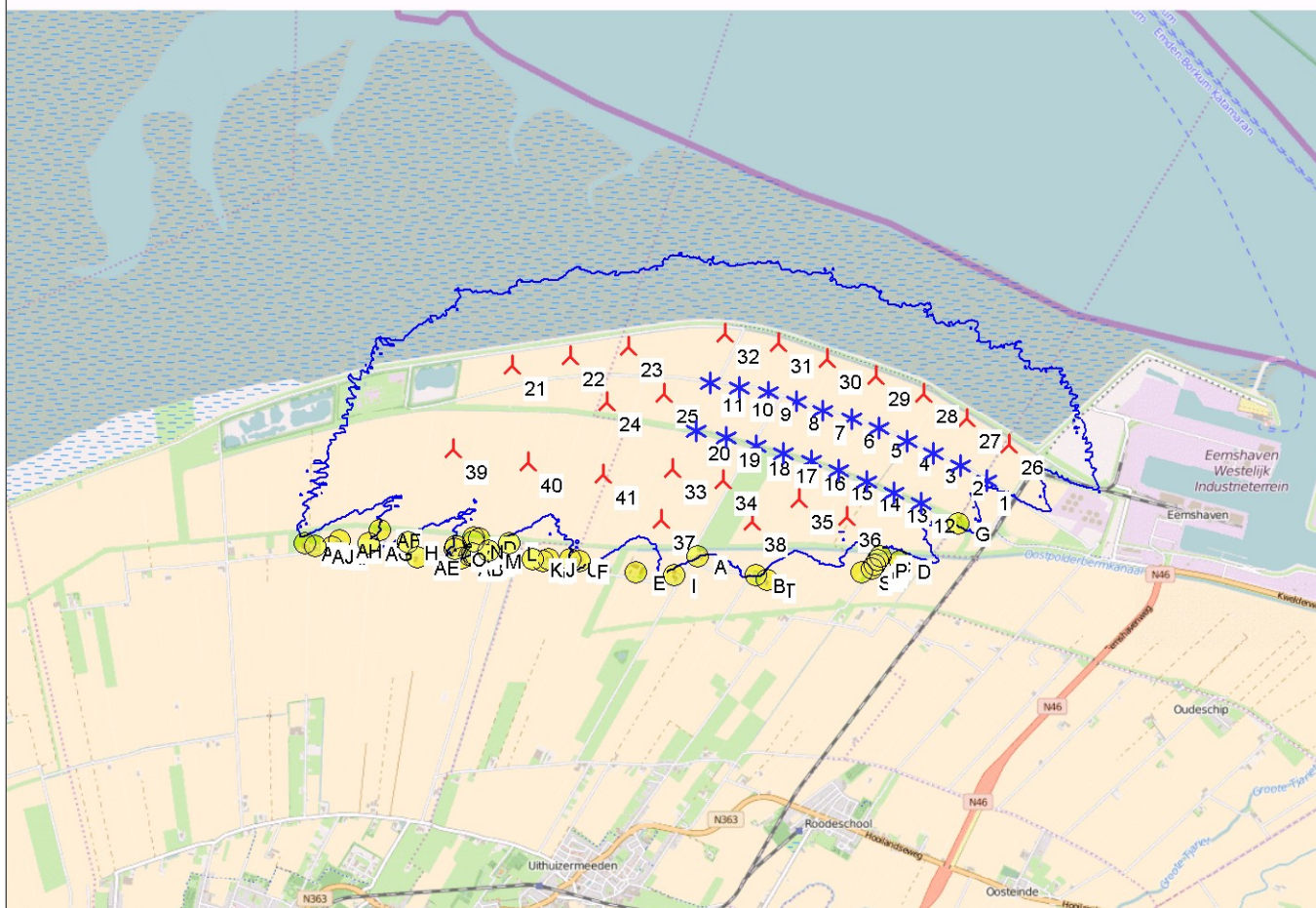
Licensed user:
Witteveen+Bos
Van Twickelostraat 2
NL-7411 SC DEVENTER
+31 570 69 76 76
Witteveen+Bos / licenses@witteveenbos.com
Calculated:
11/28/2016 3:11 PM/3.0.639

SHADOW - Map

Calculation: 2b. Nuon

Hours per year, real case

Slagschaduwcontour (5:40 uur per jaar)



© OpenStreetMap contributors - www.openstreetmap.org/copyright

0 1 2 3 4 km

Map: Open Street Map 002 , Print scale 1:75,000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2000 East: 245,070 North: 608,430

▲ New WTG

★ Existing WTG

● Shadow receptor

Flicker map level: 0 m above sea level

Project:

variant Nuon 2c

Licensed user:

Witteveen+Bos

Van Twickelostraat 2

NL-7411 SC DEVENTER

+31 570 69 76 76

Witteveen+Bos / licenses@witteveenbos.com

Calculated:

11/28/2016 3:52 PM/3.0.639

SHADOW - Main Result

Calculation: 2c. Nuon

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence

Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade

Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence

5 °

Day step for calculation

1 days

Time step for calculation

1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [EELDE]

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1.36	2.51	3.14	5.11	6.79	5.48	5.64	5.50	4.24	3.12	1.82	0.96

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:

EmdConwx_N53.450_E006.740 (5) (1)

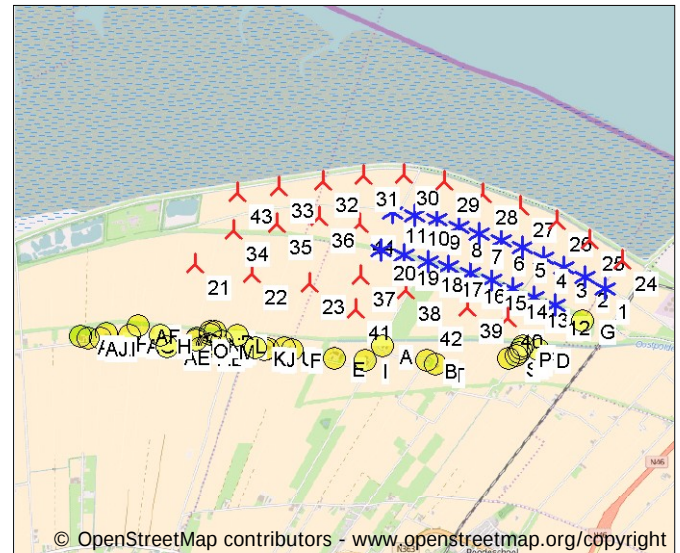
Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
487	547	535	626	687	515	759	1,202	936	849	823	660	8,627

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

All coordinates are in

Dutch Stereo-RD/NAP 2000



New WTG

Scale 1:100,000

Existing WTG

Shadow receptor

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.				Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	248,138	608,111	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ... Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602 17.5
2	247,862	608,259	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ... Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602 17.5
3	247,582	608,380	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ... Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602 17.5
4	247,314	608,499	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ... Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602 17.5
5	247,029	608,630	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ... Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602 17.5
6	246,742	608,714	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ... Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602 17.5
7	246,449	608,803	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ... Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602 17.5
8	246,182	608,889	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ... Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602 17.5
9	245,888	608,975	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ... Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602 17.5
10	245,593	609,025	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ... Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602 17.5
11	245,291	609,061	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ... Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602 17.5
12	247,475	607,871	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ... Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602 17.5
13	247,189	607,975	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ... Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602 17.5
14	246,906	608,082	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ... Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602 17.5
15	246,621	608,192	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ... Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602 17.5
16	246,341	608,281	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ... Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602 17.5
17	246,049	608,355	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: ... Yes	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602 17.5
18	245,777	608,418	0.0	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: ... Yes	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,506 16.1
19	245,461	608,501	0.0	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: ... Yes	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,506 16.1
20	245,155	608,563	0.0	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: ... Yes	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,506 16.1
21	242,682	608,328	0.0	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180... No	No	X	10-230-10,000/1	10,000	230.0	180.0	1,800 7.5
22	243,449	608,210	0.0	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180... No	No	X	10-230-10,000/1	10,000	230.0	180.0	1,800 7.5
23	244,217	608,092	0.0	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180... No	No	X	10-230-10,000/1	10,000	230.0	180.0	1,800 7.5
24	248,363	608,484	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800 12.0
25	247,923	608,738	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800 12.0
26	247,480	608,989	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800 12.0
27	246,989	609,162	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800 12.0
28	246,485	609,323	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800 12.0
29	245,980	609,481	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800 12.0
30	245,441	609,560	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800 12.0
31	244,901	609,536	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800 12.0
32	244,366	609,450	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800 12.0
33	243,785	609,361	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800 12.0
34	243,191	608,782	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800 12.0
35	243,763	608,879	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800 12.0
36	244,331	608,973	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800 12.0
37	244,887	608,208	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800 12.0
38	245,487	608,025	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12... Yes	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800 12.0

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: 2c. Nuon

...continued from previous page

	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 [RPM]
39	246,315	607,819	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12...	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800	12.0
40	246,858	607,685	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12...	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800	12.0
41	244,833	607,764	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12...	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800	12.0
42	245,781	607,697	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12...	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800	12.0
43	243,239	609,272	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12...	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800	12.0
44	244,861	608,902	0.0	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 12...	Yes	GAMESA	G132-5,000	5,000	132.0	120.0	1,800	12.0

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
A	245,196	607,285	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
B	245,796	607,104	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
C	247,068	607,315	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
D	247,270	607,272	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
E	244,567	607,110	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
F	243,996	607,214	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
G	247,854	607,671	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
H	242,241	607,374	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
I	244,968	607,088	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
J	243,677	607,222	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
K	243,515	607,226	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
L	243,268	607,384	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
M	243,063	607,304	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
N	242,903	607,392	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
O	242,715	607,310	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
P	247,038	607,282	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Q	247,011	607,235	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
R	246,982	607,194	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
S	246,877	607,156	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
T	245,910	607,053	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
U	243,895	607,233	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
V	243,623	607,203	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
W	242,969	607,427	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
X	242,935	607,238	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Y	242,912	607,242	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Z	242,867	607,251	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AA	242,896	607,267	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AB	242,789	607,220	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AC	242,728	607,339	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AD	242,910	607,431	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AE	242,333	607,222	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AF	241,950	607,492	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AG	241,838	607,356	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AH	241,533	607,381	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AI	241,459	607,312	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AJ	241,289	607,317	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AK	241,179	607,339	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"

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	24:41	102	0:24	5:46	
B	23:13	78	0:25	5:19	
C	13:14	83	0:19	2:53	
D	21:51	82	0:27	4:34	
E	8:17	40	0:20	2:04	
F	18:30	73	0:25	4:08	

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: 2c. Nuon

...continued from previous page

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]	
G	50:40	126	0:36	10:58	
H	13:12	50	0:23	2:53	
I	7:42	61	0:14	1:51	
J	10:03	44	0:22	2:31	
K	6:19	53	0:17	1:33	
L	9:22	54	0:17	2:03	
M	15:59	53	0:26	3:30	
N	40:33	85	0:38	9:20	
O	31:55	86	0:32	7:26	
P	8:42	54	0:20	2:04	
Q	10:01	61	0:20	2:22	
R	12:24	70	0:21	2:51	
S	23:27	78	0:24	5:02	
T	15:30	51	0:29	3:19	
U	28:31	82	0:30	6:30	
V	8:11	38	0:20	2:03	
W	43:55	86	0:40	10:06	
X	16:37	56	0:26	3:40	
Y	19:09	60	0:28	4:15	
Z	23:54	66	0:31	5:21	
AA	24:07	66	0:31	5:24	
AB	24:31	68	0:31	5:30	
AC	32:23	89	0:32	7:35	
AD	43:21	90	0:38	10:04	
AE	0:00	0	0:00	0:00	
AF	27:01	81	0:32	6:32	
AG	0:00	0	0:00	0:00	
AH	0:00	0	0:00	0:00	
AI	0:00	0	0:00	0:00	
AJ	5:29	38	0:13	1:11	
AK	14:19	56	0:22	3:09	

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 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (1)	0:00	0:00
2	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (2)	0:00	0:00
3	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (3)	0:00	0:00
4	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (4)	0:00	0:00
5	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (5)	0:00	0:00
6	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (6)	0:00	0:00
7	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (7)	0:00	0:00
8	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (8)	0:00	0:00
9	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (9)	0:00	0:00
10	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (10)	0:00	0:00
11	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (11)	0:00	0:00
12	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (12)	20:09	4:03
13	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (13)	30:16	6:35
14	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (14)	6:08	1:26
15	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (15)	1:02	0:14
16	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (16)	0:00	0:00
17	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (17)	0:00	0:00
18	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (19)	0:00	0:00
19	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (20)	0:00	0:00
20	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (21)	0:00	0:00
21	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.0 m (TOT: 295.0 m) (183.1)	14:19	3:09
22	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.0 m (TOT: 295.0 m) (183.2)	40:13	9:25
23	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.0 m (TOT: 295.0 m) (183.3)	52:14	12:04
24	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (215)	0:00	0:00
25	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (216)	0:00	0:00
26	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (217)	0:00	0:00
27	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (218)	0:00	0:00

To be continued on next page...

Project:

variant Nuon 2c

Licensed user:

Witteveen+Bos

Van Twickelostraat 2

NL-7411 SC DEVENTER

+31 570 69 76 76

Witteveen+Bos / licenses@witteveenbos.com

Calculated:

11/28/2016 3:52 PM/3.0.639

SHADOW - Main Result

Calculation: 2c. Nuon

...continued from previous page

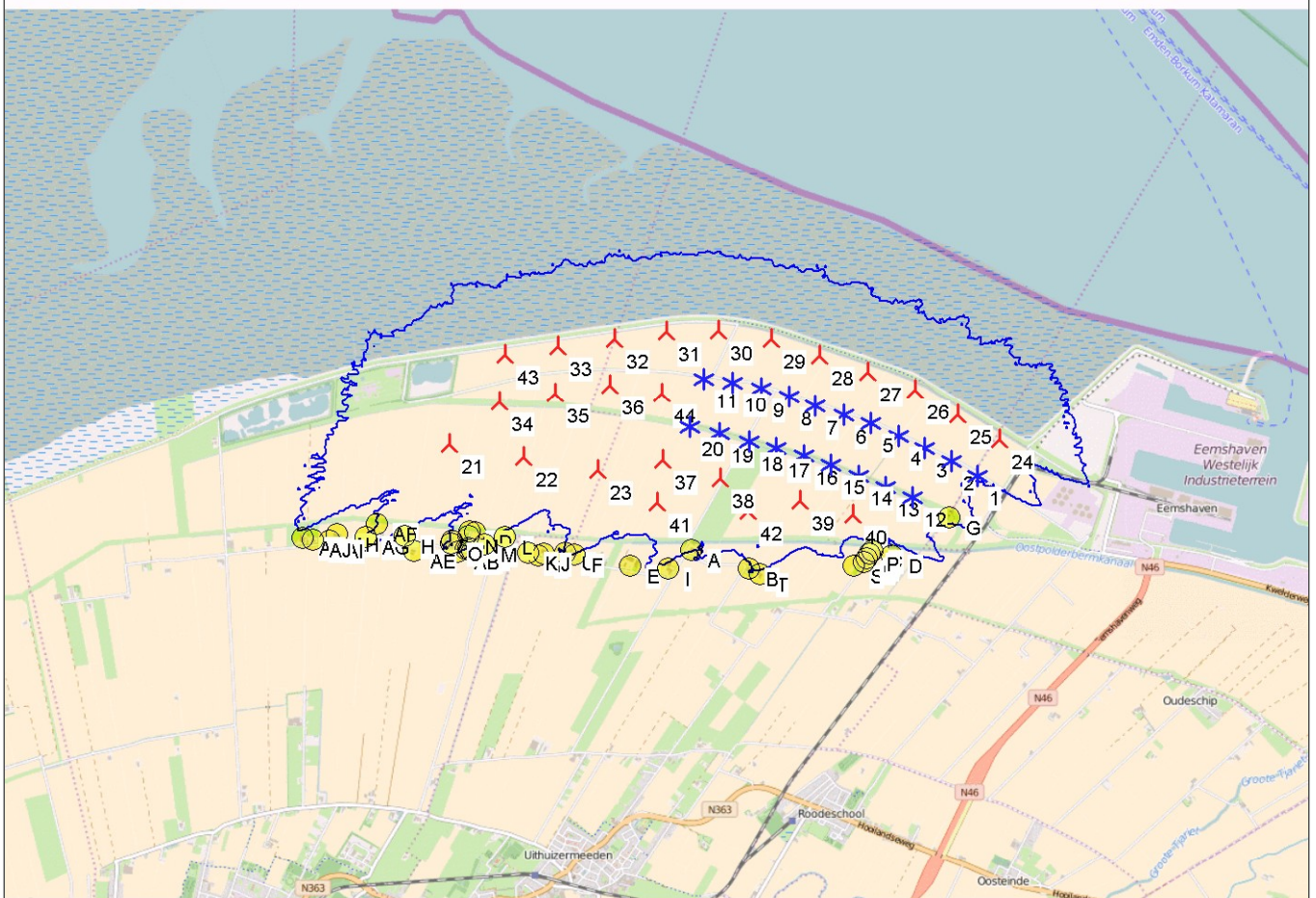
No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
28	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (219)	0:00	0:00
29	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (220)	0:00	0:00
30	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (221)	0:00	0:00
31	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (222)	0:00	0:00
32	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (223)	0:00	0:00
33	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (224)	0:00	0:00
34	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (225)	0:00	0:00
35	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (226)	0:00	0:00
36	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (227)	0:00	0:00
37	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (228)	1:09	0:14
38	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (229)	13:29	3:02
39	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (230)	36:09	8:09
40	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (231)	42:45	9:35
41	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (232)	45:57	10:37
42	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (233)	53:28	12:08
43	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (234)	0:00	0:00
44	GAMESA G132 5000 132.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 186.0 m) (235)	0:00	0:00

SHADOW - Map

Calculation: 2c. Nuon

Hours per year, real case

— Slagschaduwcontour (5:40 uur per jaar)



© OpenStreetMap contributors - www.openstreetmap.org/copyright

0 1 2 3 4 km

Map: Open Street Map 002 , Print scale 1:75,000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2000 East: 245,040 North: 608,520
 ▲ New WTG * Existing WTG ● Shadow receptor
 Flicker map level: 0 m above sea level

SHADOW - Main Result

Calculation: 3a. integraal

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence

Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade

Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence

5 °

Day step for calculation

1 days

Time step for calculation

1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [EELDE]

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1.36	2.51	3.14	5.11	6.79	5.48	5.64	5.50	4.24	3.12	1.82	0.96

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:

EmdConwx_N53.450_E006.740 (5) (1)

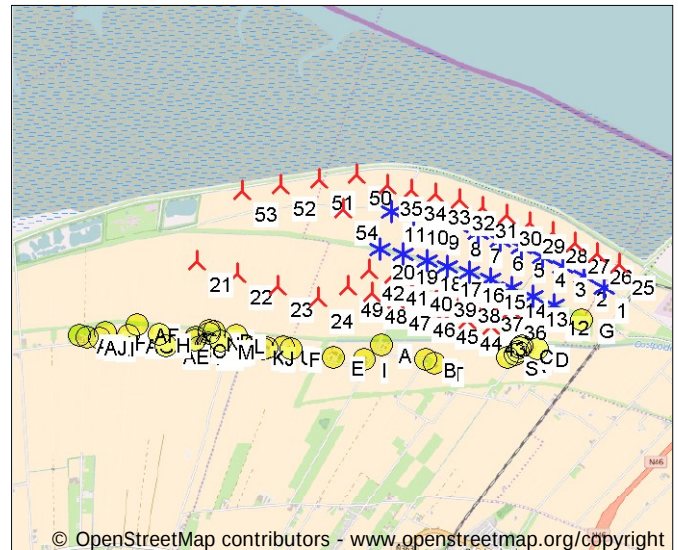
Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
486	545	533	624	685	514	756	1,198	933	846	820	658	8,599

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

All coordinates are in

Dutch Stereo-RD/NAP 2000



⬆ New WTG

Scale 1:100,000

⬆ Existing WTG

● Shadow receptor

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 [RPM]
1	248,138	608,111	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5	
2	247,862	608,259	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5	
3	247,582	608,380	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5	
4	247,314	608,499	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5	
5	247,029	608,630	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5	
6	246,742	608,714	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5	
7	246,449	608,803	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5	
8	246,182	608,889	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5	
9	245,888	608,975	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5	
10	245,593	609,025	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5	
11	245,291	609,061	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5	
12	247,475	607,871	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5	
13	247,189	607,975	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5	
14	246,906	608,082	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5	
15	246,621	608,192	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5	
16	246,341	608,281	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5	
17	246,049	608,355	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5	
18	245,777	608,418	0.0	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 1... Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,506	16.1	
19	245,461	608,501	0.0	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 1... Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,506	16.1	
20	245,155	608,563	0.0	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 1... Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,506	16.1	
21	242,722	608,346	0.0	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m (...No	X	7,5-150-7,500	7,500	150.0	120.0	1,800	11.5	
22	243,261	608,195	0.0	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m (...No	X	7,5-150-7,500	7,500	150.0	120.0	1,800	11.5	
23	243,801	608,044	0.0	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m (...No	X	7,5-150-7,500	7,500	150.0	120.0	1,800	11.5	
24	244,340	607,893	0.0	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m (...No	X	7,5-150-7,500	7,500	150.0	120.0	1,800	11.5	
25	248,336	608,417	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5	
26	248,038	608,554	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5	
27	247,740	608,691	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5	
28	247,442	608,829	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5	
29	247,138	608,943	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5	
30	246,824	609,040	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5	
31	246,511	609,138	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5	
32	246,198	609,235	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5	
33	245,879	609,303	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5	
34	245,555	609,354	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5	
35	245,231	609,406	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5	
36	246,915	607,792	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5	
37	246,605	607,899	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5	
38	246,295	608,005	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8... Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5	

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: 3a. integraal

...continued from previous page

	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 [RPM]
39	245,978	608,079	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
40	245,657	608,148	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
41	245,336	608,217	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
42	245,016	608,285	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
43	246,648	607,565	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
44	246,330	607,646	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
45	246,012	607,728	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
46	245,694	607,809	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
47	245,376	607,890	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
48	245,059	607,971	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
49	244,741	608,052	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 8...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	87.0	1,602	17.5
50	244,831	609,542	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120...	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	120.0	1,800	12.0
51	244,325	609,462	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120...	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	120.0	1,800	12.0
52	243,820	609,381	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120...	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	120.0	1,800	12.0
53	243,314	609,301	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120...	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	120.0	1,800	12.0
54	244,660	609,076	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120...	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	120.0	1,800	12.0

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
A	245,196	607,285	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
B	245,796	607,104	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
C	247,068	607,315	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
D	247,270	607,272	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
E	244,567	607,110	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
F	243,996	607,214	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
G	247,854	607,671	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
H	242,241	607,374	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
I	244,968	607,088	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
J	243,677	607,222	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
K	243,515	607,226	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
L	243,268	607,384	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
M	243,063	607,304	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
N	242,903	607,392	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
O	242,715	607,310	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
P	247,038	607,282	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Q	247,011	607,235	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
R	246,982	607,194	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
S	246,877	607,156	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
T	245,910	607,053	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
U	243,895	607,233	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
V	243,623	607,203	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
W	242,969	607,427	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
X	242,935	607,238	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Y	242,912	607,242	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Z	242,867	607,251	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AA	242,896	607,267	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AB	242,789	607,220	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AC	242,728	607,339	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AD	242,910	607,431	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AE	242,333	607,222	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AF	241,950	607,492	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AG	241,838	607,356	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AH	241,533	607,381	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AI	241,459	607,312	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AJ	241,289	607,317	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AK	241,179	607,339	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"

SHADOW - Main Result

Calculation: 3a. integraal

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	23:52	90	0:30	5:22
B	15:06	56	0:29	3:30
C	33:53	95	0:32	7:15
D	33:46	96	0:30	7:20
E	0:52	19	0:04	0:11
F	0:14	14	0:01	0:02
G	41:13	120	0:35	8:51
H	2:48	23	0:11	0:42
I	2:23	28	0:07	0:33
J	0:00	0	0:00	0:00
K	0:00	0	0:00	0:00
L	18:23	61	0:28	4:33
M	8:19	39	0:20	2:05
N	10:12	64	0:16	2:20
O	11:40	68	0:17	2:36
P	24:29	86	0:25	5:13
Q	15:04	74	0:20	3:08
R	5:35	55	0:12	1:11
S	1:56	38	0:05	0:23
T	8:38	64	0:12	1:53
U	0:25	15	0:02	0:05
V	0:00	0	0:00	0:00
W	10:21	64	0:18	2:24
X	5:14	31	0:16	1:18
Y	4:47	30	0:15	1:12
Z	4:00	27	0:14	1:00
AA	4:27	28	0:15	1:07
AB	2:51	23	0:11	0:43
AC	14:53	74	0:20	3:19
AD	16:07	76	0:20	3:37
AE	4:35	34	0:12	1:08
AF	8:37	45	0:18	2:07
AG	6:32	45	0:13	1:31
AH	0:00	0	0:00	0:00
AI	0:00	0	0:00	0:00
AJ	1:06	24	0:04	0:14
AK	0:00	0	0:00	0:00

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 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (54)	0:00	0:00
2	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (55)	0:00	0:00
3	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (56)	0:00	0:00
4	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (57)	0:00	0:00
5	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (58)	0:00	0:00
6	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (59)	0:00	0:00
7	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (60)	0:00	0:00
8	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (61)	0:00	0:00
9	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (62)	0:00	0:00
10	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (63)	0:00	0:00
11	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (64)	0:00	0:00
12	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (65)	20:09	4:02
13	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (66)	30:16	6:33
14	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (67)	6:08	1:26
15	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (68)	1:02	0:14
16	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (69)	0:00	0:00
17	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (70)	0:00	0:00
18	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (71)	0:00	0:00
19	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (72)	0:00	0:00
20	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (73)	0:00	0:00

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: 3a. integraal

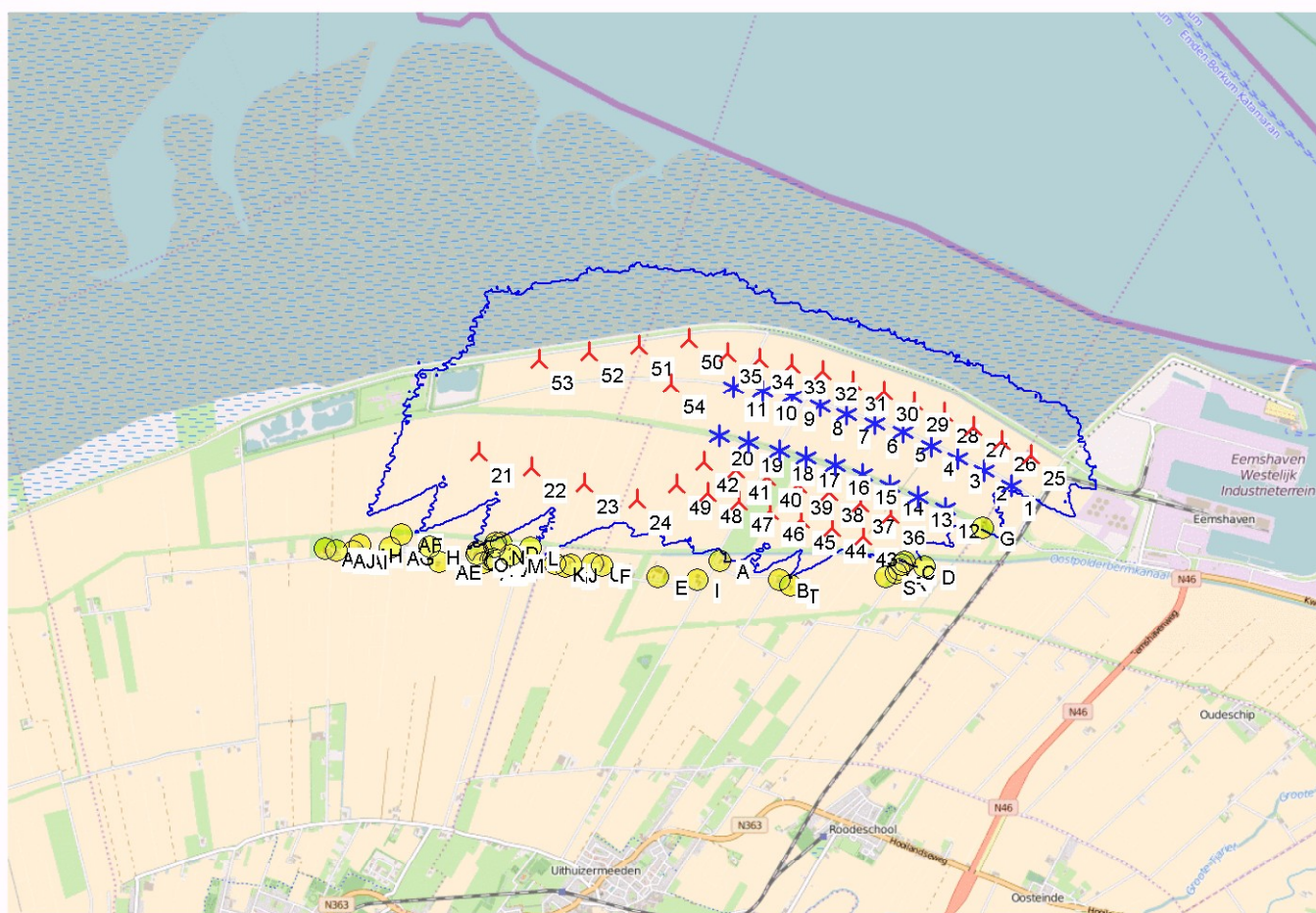
...continued from previous page

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
21	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m (TOT: 195.0 m) (75.1)	1:06	0:14
22	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m (TOT: 195.0 m) (75.2)	12:08	2:54
23	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m (TOT: 195.0 m) (75.3)	27:33	6:14
24	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m (TOT: 195.0 m) (75.4)	32:25	7:46
25	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (118.1)	0:00	0:00
26	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (118.2)	0:00	0:00
27	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (118.3)	0:00	0:00
28	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (118.4)	0:00	0:00
29	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (119.1)	0:00	0:00
30	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (119.2)	0:00	0:00
31	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (119.3)	0:00	0:00
32	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (119.4)	0:00	0:00
33	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (120.1)	0:00	0:00
34	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (120.2)	0:00	0:00
35	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (120.3)	0:00	0:00
36	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (121.1)	4:59	1:06
37	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (121.2)	0:28	0:06
38	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (121.3)	2:00	0:24
39	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (122.1)	0:00	0:00
40	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (122.2)	0:00	0:00
41	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (122.3)	0:00	0:00
42	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (122.4)	0:00	0:00
43	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (126.1)	54:27	11:46
44	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (126.2)	37:42	8:09
45	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (126.3)	24:26	5:35
46	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (126.4)	1:19	0:18
47	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (126.5)	0:00	0:00
48	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (126.6)	0:39	0:08
49	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 87.0 m (TOT: 128.0 m) (126.7)	0:00	0:00
50	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 184.0 m) (133.1)	0:00	0:00
51	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 184.0 m) (133.2)	0:00	0:00
52	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 184.0 m) (133.3)	0:00	0:00
53	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 184.0 m) (133.4)	0:00	0:00
54	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 120.0 m (TOT: 184.0 m) (134)	0:00	0:00

SHADOW - Map

Calculation: 3a. integraal

Hours per year, real case

 Slagschaduwcontour (5:40 uur per jaar)


© OpenStreetMap contributors - www.openstreetmap.org/copyright

0 1 2 3 4 km

Map: Open Street Map 002 , Print scale 1:75,000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2000 East: 244,800 North: 608,670

 New WTG

 Existing WTG

 Shadow receptor

Flicker map level: 0 m above sea level

SHADOW - Main Result

Calculation: 3b. integraal

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence

Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade

Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence

5 °

Day step for calculation

1 days

Time step for calculation

1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [EELDE]

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1.36	2.51	3.14	5.11	6.79	5.48	5.64	5.50	4.24	3.12	1.82	0.96

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:

EmdConwx_N53.450_E006.740 (5)

Operational time

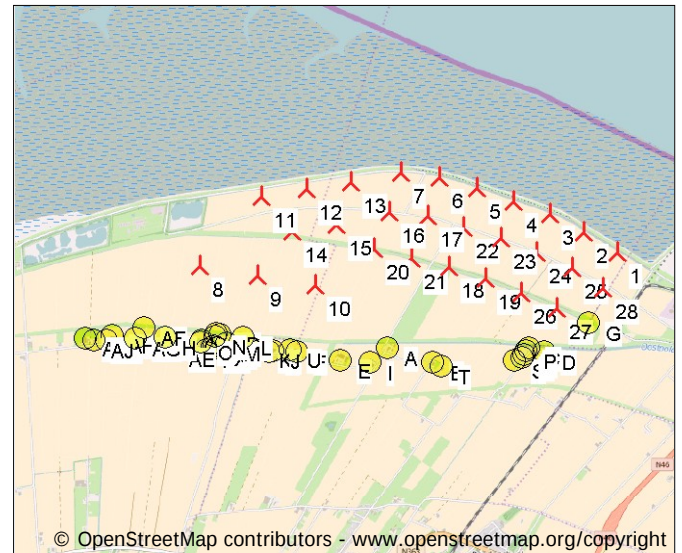
N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
490	550	537	630	691	518	763	1,209	941	854	827	664	8,672

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

All coordinates are in

Dutch Stereo-RD/NAP 2000

WTGs



New WTG

Scale 1:100,000

Shadow receptor

	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 [RPM]
1	248,219	608,607	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 1...	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0
2	247,775	608,861	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 1...	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0
3	247,318	609,099	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 1...	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0
4	246,832	609,261	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 1...	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0
5	246,346	609,422	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 1...	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0
6	245,841	609,552	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 1...	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0
7	245,332	609,609	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 1...	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0
8	242,682	608,328	0.0	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180...	No	X	10-230-10,000/1	10,000	230.0	180.0	1,800	7.5
9	243,449	608,210	0.0	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180...	No	X	10-230-10,000/1	10,000	230.0	180.0	1,800	7.5
10	244,217	608,092	0.0	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180...	No	X	10-230-10,000/1	10,000	230.0	180.0	1,800	7.5
11	243,485	609,261	0.0	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 ...	No	X	7,5-150-7,500	7,500	150.0	120.0	1,800	11.5
12	244,075	609,365	0.0	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 ...	No	X	7,5-150-7,500	7,500	150.0	120.0	1,800	11.5
13	244,666	609,470	0.0	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 ...	No	X	7,5-150-7,500	7,500	150.0	120.0	1,800	11.5
14	243,896	608,804	0.0	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 ...	No	X	7,5-150-7,500	7,500	150.0	120.0	1,800	11.5
15	244,488	608,904	0.0	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 ...	No	X	7,5-150-7,500	7,500	150.0	120.0	1,800	11.5
16	245,181	609,078	0.0	95.4°, 512.0 m	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0
17	245,692	609,039	0.0		Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0
18	245,984	608,369	0.0	107.7°, 512.0 m	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0
19	246,475	608,223	0.0		Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0
20	244,993	608,592	0.0	104.0°, 512.0 m	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0
21	245,492	608,478	0.0		Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0
22	246,175	608,897	0.0	105.9°, 512.0 m	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0
23	246,670	608,766	0.0		Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0
24	247,153	608,588	0.0	113.9°, 512.0 m	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0
25	247,625	608,390	0.0		Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0
26	246,957	608,051	0.0	113.9°, 512.0 m	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0
27	247,429	607,853	0.0		Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0
28	248,045	608,136	0.0	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 1...	Yes	GAMESA	G128-5,000	5,000	128.0	130.0	1,800	12.0

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
A	245,196	607,285	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
B	245,796	607,104	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
C	247,068	607,315	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
D	247,270	607,272	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: 3b. integraal

...continued from previous page

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
E	244,567	607,110	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
F	243,996	607,214	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
G	247,854	607,671	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
H	242,241	607,374	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
I	244,968	607,088	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
J	243,677	607,222	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
K	243,515	607,226	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
L	243,268	607,384	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
M	243,063	607,304	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
N	242,903	607,392	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
O	242,715	607,310	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
P	247,038	607,282	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Q	247,011	607,235	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
R	246,982	607,194	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
S	246,877	607,156	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
T	245,910	607,053	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
U	243,895	607,233	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
V	243,623	607,203	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
W	242,969	607,427	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
X	242,935	607,238	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Y	242,912	607,242	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Z	242,867	607,251	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AA	242,896	607,267	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AB	242,789	607,220	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AC	242,728	607,339	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AD	242,910	607,431	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AE	242,333	607,222	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AF	241,950	607,492	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AG	241,838	607,356	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AH	241,533	607,381	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AI	241,459	607,312	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AJ	241,289	607,317	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AK	241,179	607,339	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"

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	0:41	19	0:03	0:08	
B	1:41	18	0:08	0:25	
C	0:00	0	0:00	0:00	
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	75:42	95	1:02	16:25	
H	13:12	50	0:23	2:54	
I	0:00	0	0:00	0:00	
J	0:00	0	0:00	0:00	
K	0:00	0	0:00	0:00	
L	7:13	36	0:17	1:33	
M	15:59	53	0:26	3:31	
N	40:33	85	0:38	9:23	
O	31:55	86	0:32	7:28	
P	0:00	0	0:00	0:00	
Q	0:00	0	0:00	0:00	
R	0:00	0	0:00	0:00	
S	0:00	0	0:00	0:00	
T	2:58	26	0:11	0:45	
U	0:00	0	0:00	0:00	
V	0:00	0	0:00	0:00	
W	43:55	86	0:40	10:09	

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: 3b. integraal

...continued from previous page

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]
X	16:37	56	0:26	3:41
Y	19:09	60	0:28	4:16
Z	23:54	66	0:31	5:22
AA	24:07	66	0:31	5:25
AB	24:31	68	0:31	5:32
AC	32:23	89	0:32	7:38
AD	43:21	90	0:38	10:08
AE	0:00	0	0:00	0:00
AF	27:01	81	0:32	6:34
AG	0:00	0	0:00	0:00
AH	0:00	0	0:00	0:00
AI	0:00	0	0:00	0:00
AJ	5:29	38	0:13	1:11
AK	14:19	56	0:22	3:10

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) (128.1)	0:00	0:00
2	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) (128.2)	0:00	0:00
3	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) (129.1)	0:00	0:00
4	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) (129.2)	0:00	0:00
5	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) (129.3)	0:00	0:00
6	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) (130.1)	0:00	0:00
7	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) (130.2)	0:00	0:00
8	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.0 m (TOT: 295.0 m) (174.1)	14:19	3:10
9	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.0 m (TOT: 295.0 m) (174.2)	40:13	9:28
10	X 10-230 10000-1 230.0 !-! hub: 180.0 m (TOT: 295.0 m) (174.3)	52:14	12:08
11	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m (TOT: 195.0 m) (175.1)	0:00	0:00
12	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m (TOT: 195.0 m) (175.2)	0:00	0:00
13	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m (TOT: 195.0 m) (175.3)	0:00	0:00
14	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m (TOT: 195.0 m) (176.1)	0:00	0:00
15	X 7,5-150 7500 150.0 !-! hub: 120.0 m (TOT: 195.0 m) (176.2)	0:00	0:00
16	2*GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) dist: 512 m (4.0 RD) angle: 95° (205)	0:00	0:00
17	2*GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) dist: 512 m (4.0 RD) angle: 95° (205)	0:00	0:00
18	2*GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) dist: 512 m (4.0 RD) angle: 108° (206)	0:00	0:00
19	2*GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) dist: 512 m (4.0 RD) angle: 108° (206)	5:56	1:23
20	2*GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) dist: 512 m (4.0 RD) angle: 104° (207)	0:00	0:00
21	2*GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) dist: 512 m (4.0 RD) angle: 104° (207)	0:00	0:00
22	2*GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) dist: 512 m (4.0 RD) angle: 106° (208)	0:00	0:00
23	2*GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) dist: 512 m (4.0 RD) angle: 106° (208)	0:00	0:00
24	2*GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) dist: 512 m (4.0 RD) angle: 114° (209)	0:00	0:00
25	2*GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) dist: 512 m (4.0 RD) angle: 114° (209)	0:00	0:00
26	2*GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) dist: 512 m (4.0 RD) angle: 114° (1)	35:43	7:56
27	2*GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) dist: 512 m (4.0 RD) angle: 114° (1)	64:50	13:58
28	GAMESA G128 5000 128.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 194.0 m) (212)	0:00	0:00

SHADOW - Map

Calculation: 3b. integraal

Hours per year, real case

— Slagschaduwcontour (5:40 uur per jaar)



© OpenStreetMap contributors - www.openstreetmap.org/copyright

0 1 2 3 4 km

Map: Open Street Map 002 , Print scale 1:75,000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2000 East: 244,920 North: 608,640

▲ New WTG ● Shadow receptor

Flicker map level: 0 m above sea level

SHADOW - Main Result

Calculation: Bestaande situatie Westereems

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence

Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade

Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence

5 °

Day step for calculation

1 days

Time step for calculation

1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [EELDE]

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1.36	2.51	3.14	5.11	6.79	5.48	5.64	5.50	4.24	3.12	1.82	0.96

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:

EmdConwx_N53.450_E006.740 (5)

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
485	544	532	623	684	513	755	1,196	932	845	819	657	8,583

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

All coordinates are in

Dutch Stereo-RD/NAP 2000

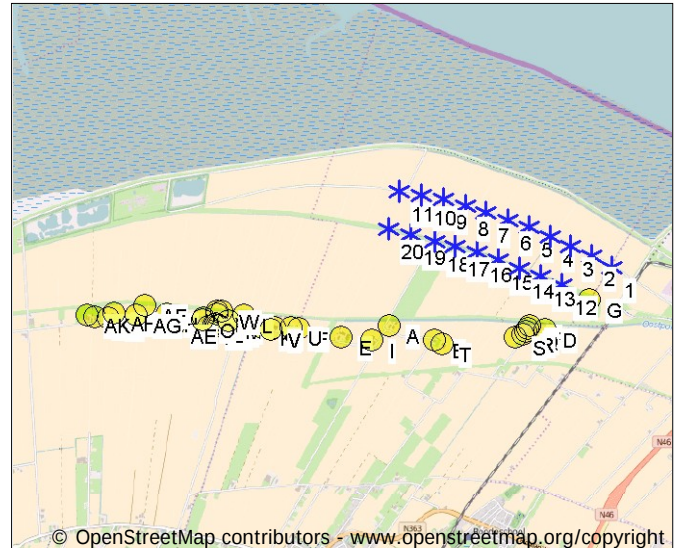
WTGs

	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 [RPM]
1	248,138	608,111	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
2	247,862	608,259	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
3	247,582	608,380	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
4	247,314	608,499	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
5	247,029	608,630	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
6	246,742	608,714	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
7	246,449	608,803	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
8	246,182	608,889	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
9	245,888	608,975	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
10	245,593	609,025	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
11	245,291	609,061	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
12	247,475	607,871	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
13	247,189	607,975	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
14	246,906	608,082	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
15	246,621	608,192	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
16	246,341	608,281	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
17	246,049	608,355	0.0	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 9...	Yes	ENERCON	E-82 E4-3,000	3,000	82.0	98.0	1,602	17.5
18	245,777	608,418	0.0	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 1...	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,506	16.1
19	245,461	608,501	0.0	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 1...	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,506	16.1
20	245,155	608,563	0.0	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 1...	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,506	16.1

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
A	245,196	607,285	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
B	245,796	607,104	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
C	247,068	607,315	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
D	247,270	607,272	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
E	244,567	607,110	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
F	243,996	607,214	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
G	247,854	607,671	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
H	242,241	607,374	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
I	244,968	607,088	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
J	243,677	607,222	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
K	243,515	607,226	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
L	243,268	607,384	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"

To be continued on next page...



* Existing WTG

Scale 1:100,000

Shadow receptor

SHADOW - Main Result

Calculation: Bestaande situatie Westereems

...continued from previous page

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
M	243,063	607,304	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
N	242,903	607,392	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
O	242,715	607,310	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
P	247,038	607,282	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Q	247,011	607,235	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
R	246,982	607,194	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
S	246,877	607,156	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
T	245,910	607,053	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
U	243,895	607,233	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
V	243,623	607,203	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
W	242,969	607,427	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
X	242,935	607,238	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Y	242,912	607,242	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
Z	242,867	607,251	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AA	242,896	607,267	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AB	242,789	607,220	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AC	242,728	607,339	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AD	242,910	607,431	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AE	242,333	607,222	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AF	241,950	607,492	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AG	241,838	607,356	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AH	241,533	607,381	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AI	241,459	607,312	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AJ	241,289	607,317	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"
AK	241,179	607,339	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	90.0	"Green house mode"

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	0:00	0	0:00	0:00	
B	0:00	0	0:00	0:00	
C	0:00	0	0:00	0:00	
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	36:11	88	0:35	7:44	
H	0:00	0	0:00	0:00	
I	0:00	0	0:00	0:00	
J	0:00	0	0:00	0:00	
K	0:00	0	0:00	0:00	
L	0:00	0	0:00	0:00	
M	0:00	0	0:00	0:00	
N	0:00	0	0:00	0:00	
O	0:00	0	0:00	0:00	
P	0:00	0	0:00	0:00	
Q	0:00	0	0:00	0:00	
R	0:00	0	0:00	0:00	
S	0:00	0	0:00	0:00	
T	0:00	0	0:00	0:00	
U	0:00	0	0:00	0:00	
V	0:00	0	0:00	0:00	
W	0:00	0	0:00	0:00	
X	0:00	0	0:00	0:00	
Y	0:00	0	0:00	0:00	
Z	0:00	0	0:00	0:00	
AA	0:00	0	0:00	0:00	
AB	0:00	0	0:00	0:00	
AC	0:00	0	0:00	0:00	
AD	0:00	0	0:00	0:00	
AE	0:00	0	0:00	0:00	

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Bestaande situatie Westereems

...continued from previous page

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]	
AF	0:00	0	0:00	0:00	
AG	0:00	0	0:00	0:00	
AH	0:00	0	0:00	0:00	
AI	0:00	0	0:00	0:00	
AJ	0:00	0	0:00	0:00	
AK	0:00	0	0:00	0:00	

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 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (1)	0:00	0:00
2	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (2)	0:00	0:00
3	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (3)	0:00	0:00
4	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (4)	0:00	0:00
5	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (5)	0:00	0:00
6	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (6)	0:00	0:00
7	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (7)	0:00	0:00
8	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (8)	0:00	0:00
9	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (9)	0:00	0:00
10	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (10)	0:00	0:00
11	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (11)	0:00	0:00
12	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (12)	20:09	4:01
13	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (13)	30:16	6:33
14	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (14)	6:08	1:26
15	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (15)	1:02	0:14
16	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (16)	0:00	0:00
17	ENERCON E-82 E4 3000 82.0 !O! hub: 98.0 m (TOT: 139.0 m) (17)	0:00	0:00
18	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (19)	0:00	0:00
19	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (20)	0:00	0:00
20	VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (21)	0:00	0:00

Project:

Huidig windpark Westereems

Licensed user:

Witteveen+Bos

Van Twickelostraat 2

NL-7411 SC DEVENTER

+31 570 69 76 76

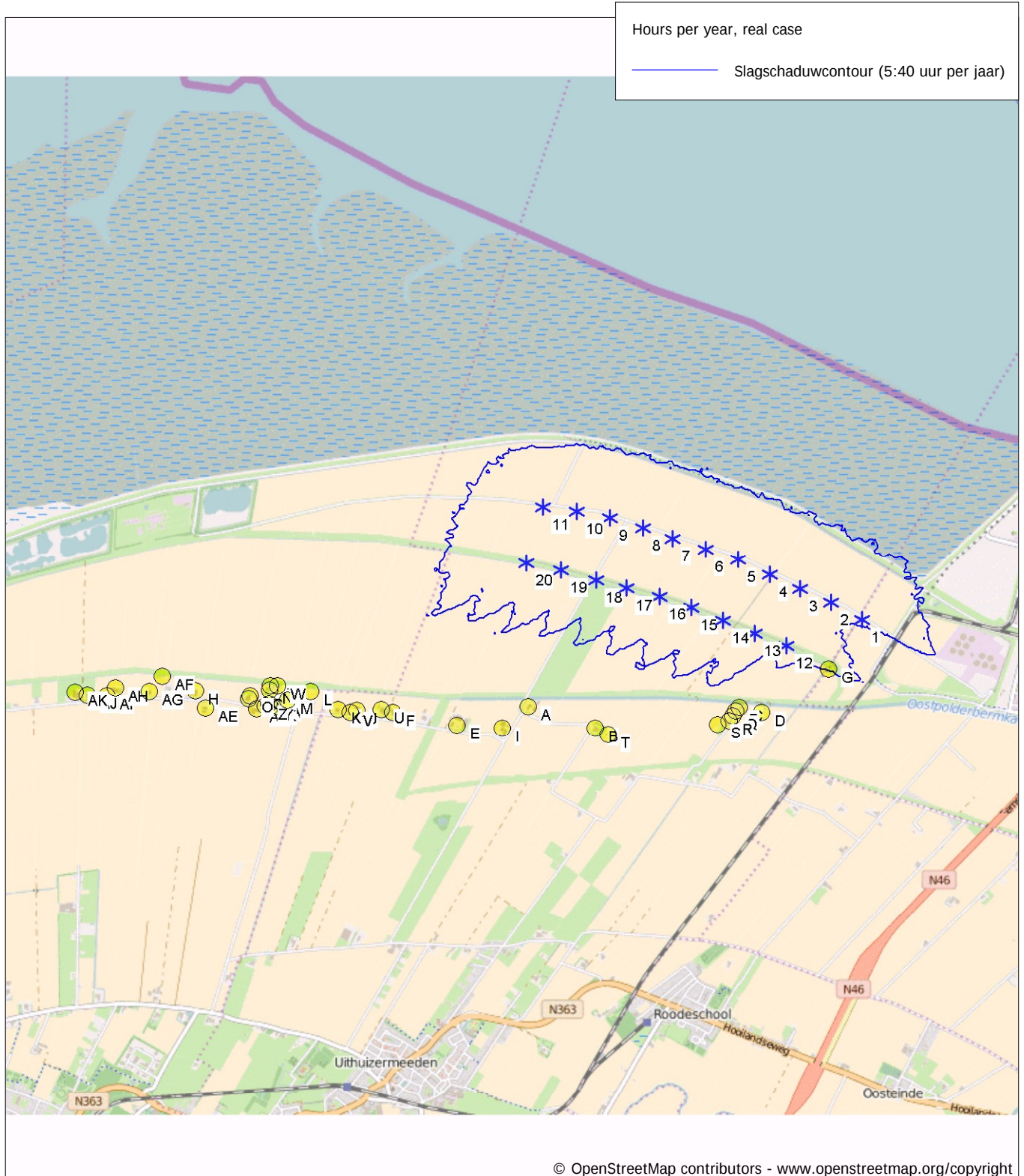
Witteveen+Bos / licenses@witteveenbos.com

Calculated:

11/28/2016 2:02 PM/3.0.639

SHADOW - Map

Calculation: Bestaande situatie Westereems



Map: Open Street Map 002 , Print scale 1:50,000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2000 East: 245,179 North: 608,400

* Existing WTG ● Shadow receptor

Flicker map level: 0 m above sea level

