

Onderzoek akoestiek en slagschaduw

Windwinning Hoeksebaan

Eneco Wind BV en FMT BV

720064 | v3.0

23-5-2023



Pondera

Hoofdvestiging Nederland
Amsterdamseweg 13
6814 CM Arnhem
088 – pondera (088-7663372)
info@ponderaconsult.com

Postadres
Postbus 919
6800 AX Arnhem

Vestiging South East Asia
Jl. Mampang Prapatan XV no 18
Mampang
Jakarta Selatan 12790
Indonesia

Vestiging North East Asia
Suite 1718, Officia Building 92
Saemunan-ro, Jongno-gu
Seoul Province
Republic of Korea

Colofon

Soort document
Onderzoek akoestiek en slagschaduw

Projectnaam
Windwinning Hoeksebaan

Versienummer
v3.0

Datum
23-5-2023

Project nummer
720064

Opdrachtgever
Eneco Wind BV en FMT BV

Auteur
Kyra de Haan

Nagekeken door
Stefan Flanderijn

Disclaimer

In het onderzoek is gebruik gemaakt van algemeen geaccepteerde uitgangspunten, modellen en informatie die ten tijde van het opstellen van dit rapport ter beschikking stonden. Aanpassingen in de uitgangspunten, modellen of gebruikte gegevens kunnen leiden tot andere uitkomsten. De aard en de nauwkeurigheid van de gebruikte gegevens voor het onderzoek bepalen in belangrijke mate de nauwkeurigheid en de onzekerheden van de berekende uitkomsten. Pondera is niet aansprakelijk voor gederfde inkomsten of schade die wordt geleden door opdrachtgever(s) en/of derden uit conclusies die gebaseerd zijn op gegevens die niet van Pondera afkomstig zijn. Deze rapportage is opgesteld met de intentie dat deze alleen gebruikt wordt door de opdrachtgever en slechts voor het doel waarvoor de rapportage is opgesteld. Er mag geen beroep worden gedaan op de informatie uit deze rapportage voor andere doeleinden zonder schriftelijke toestemming van Pondera. Pondera is niet verantwoordelijk voor de consequenties die kunnen voortvloeien uit het oneigenlijk gebruik van de rapportage. De verantwoordelijkheid voor het gebruik van (de analyse, resultaten en bevindingen in) de rapportage blijft bij de opdrachtgever. De Rechtsverhouding opdrachtgevers – architect, ingenieur en adviseur conform DNR 2011 is te allen tijde van toepassing. Pondera werkt met een kwaliteitsmanagementsysteem dat door EIK gecertificeerd is volgens de ISO 9001:2015 norm.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	2
1.1	Beschrijving van de locatie	2
1.2	Regelgeving	3
1.3	Gegevens windturbine	5
2	Akoestisch onderzoek	6
2.1	Beoordeling	6
2.2	Invoer rekenmodel	7
2.3	Windaanbod	9
2.4	Geluidbron Enercon E-160 EP5 E3 STE	10
2.5	Rekenresultaten	11
2.6	Beoordeling geluid	12
2.7	Voorzieningen geluid	12
2.8	Cumulatie met bestaande windturbines	14
2.9	Cumulatie met andere geluidbronnen	15
2.10	Geluid bij niet-gevoelige objecten	22
3	Onderzoek slagschaduw	23
3.1	Normstelling	23
3.2	Slagschaduwgebied	23
3.3	Potentiële slagschaduw	24
3.4	Rekenresultaten	25
3.5	Hinderduur bij woningen	26
3.6	Maatregelen	27
3.7	Cumulatie met andere windturbines	27
3.8	Slagschaduw bij niet-gevoelige objecten	28

4	Conclusie	31
Bijlage 1	Verklarende begrippenlijst	33
Bijlage 2	Objecten rekenmodel akoestiek	35
Bijlage 3	Situering objecten rekenmodel akoestiek	43
Bijlage 4	Rekenresultaten akoestiek	50
Bijlage 5	Geluidcontour 47 dB Lden	58
Bijlage 6	Geluidcontour 41 dB Lnight	60
Bijlage 7	Geluidcontour 47 dB Lden – met geluidvoorzieningen	62
Bijlage 8	Geluidcontour 41 dB Lnight – met geluidvoorzieningen	64
Bijlage 9	Geluidcontour 47 dB Lden - referentiesituatie	66
Bijlage 10	Geluidcontour 47 dB Lden – cumulatief	68
Bijlage 11	In- en uitvoergegevens slagschaduw	70
Bijlage 12	Slagschaduwcontouren – nieuwe windturbines	79
Bijlage 13	Slagschaduwcontouren – referentiesituatie	81
Bijlage 14	Slagschaduwcontouren – cumulatief	83
Bijlage 15	Slagschaduwkalenders – referentiewoningen (zonder zomertijd)	85
Bijlage 16	Slagschaduwkalenders – kantoortijden (met zomertijd 2022)	103

1 Inleiding

Eneco Wind BV en FMT BV zijn voornemens om twee windturbines te realiseren in Hoek van Holland: één op het terrein van Renewi en één op het terrein van Hoogheemraadschap van Delfland. Deze rapportage richt zich op de onderzoeken voor akoestiek en slagschaduw voor deze windturbines. In het rapport worden de nieuwe windturbines aangeduid als WT01 (op terrein van Renewi) en WT02 (op terrein van Hoogheemraadschap van Delfland). Het project wordt aangeduid als Windwinning Hoeksebaan. In Tabel 1.1 zijn de coördinaten van de te realiseren windturbines gegeven.

Tabel 1.1 Nieuwe windturbines X- en Y-coördinaten

Windturbine	Omschrijving	X-coördinaten	Y-coördinaten
WT01	Windturbine Renewi	71332	441852
WT02	Windturbine Hoogheemraadschap van Delfland	70451	442742

Het onderzoek wordt uitgevoerd in het kader van de omgevingsvergunningaanvraag, ruimtelijke onderbouwing en melding Activiteitenbesluit.

In het kader van het akoestisch onderzoek is gerekend met windturbines met een relatief luide geluiduitstraling voor haar klasse. Voor het onderzoek naar slagschaduwhinder is uitgegaan van maximale afmetingen binnen de bandbreedte. De bandbreedte en de daarbij gehanteerde windturbintypes voor het akoestisch- en slagschaduwonderzoek zijn gegeven in Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Bandbreedte afmetingen nieuwe windturbines

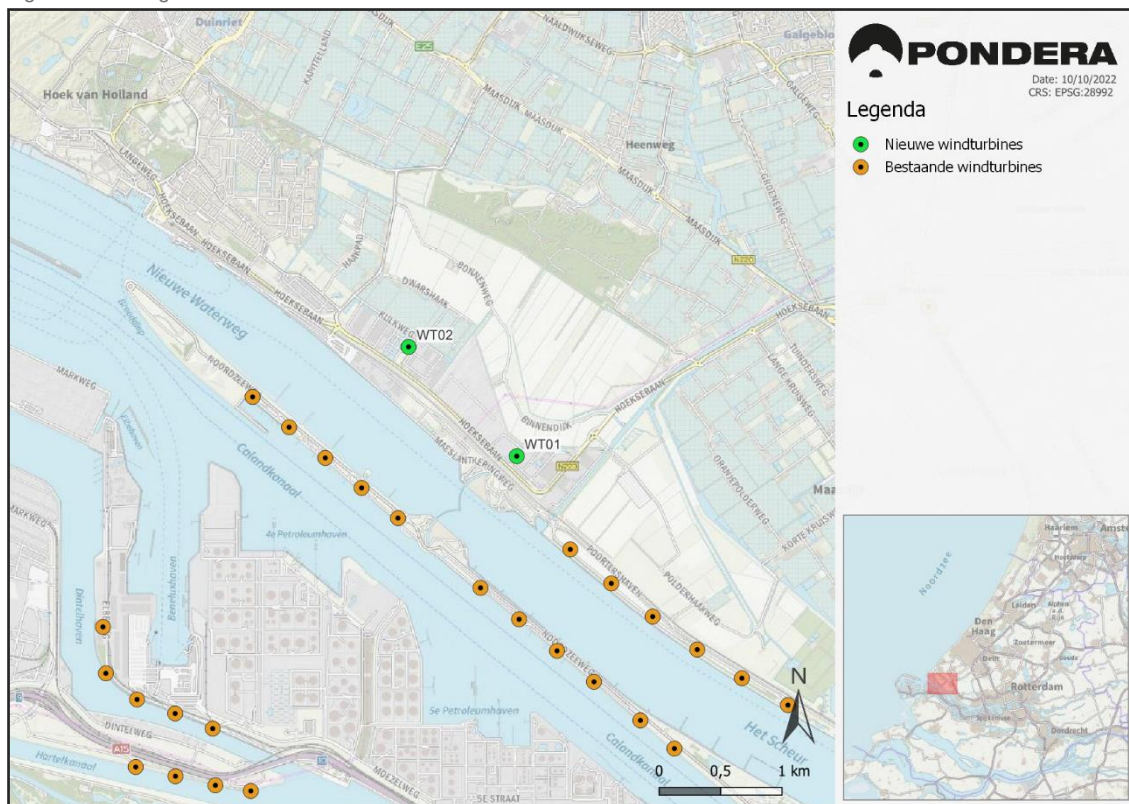
Parameter	Nieuwe windturbines
Ashoogte [m]	140 – 170 m
Rotordiameter [m]	140 – 180 m
Tiphoogte [m]	Maximaal 250 m
Referentieturbine akoestisch onderzoek	Enercon E-160 EP5 E3 met serrated trailing edges
Referentieturbine slagschaduwonderzoek	Fictieve windturbine: rotordiameter 180 m en ashoogte 160 m

1.1 Beschrijving van de locatie

De beoogde locatie van de nieuwe windturbines zijn gelegen op het bedrijventerrein ten zuidoosten van de woonkern van Hoek van Holland. Ten zuiden van de beoogde locatie liggen het kanaal De Nieuwe Waterweg en de Landtong. Verder ten zuiden ligt het Rotterdamse havengebied, waaronder bedrijventerrein Maasvlakte-Europoort. De N223 loopt ten zuidwesten tot zuidoosten van de windturbines. In de omgeving ten zuiden en zuidoosten van de nieuwe windturbines zijn meerdere bestaande windturbines gesitueerd. De omgeving bestaat uit voornamelijk bedrijventerreinen, kassen en agrarisch landschap.

In Figuur 1.1 is het plangebied weergegeven met daarop de locaties van de nieuwe windturbines en bestaande windturbines.

Figuur 1.1 Beoogde locatie nieuwe windturbines



1.2 Regelgeving

Op 30 juni 2021 heeft de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State (de ABRvS) een uitspraak gedaan in de zaak Windpark Delfzijl Zuid Uitbreiding (DZU) over -samengevat - de vraag of voor het Activiteitenbesluit milieubeheer en de Activiteitenregeling milieubeheer een plan-MER-plicht bestaat op grond van de Europese SMB-richtlijn. De Afdeling is in die uitspraak tot het oordeel gekomen dat op grond van het Europese recht inderdaad een dergelijke beoordeling moet worden gemaakt van de gevolgen voor het milieu (zie Kader 1.1). Die beoordeling zal in eerste instantie door het Rijk worden opgesteld. Totdat die beoordeling is gemaakt mogen de algemene normen uit het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling niet zonder meer worden gebruikt bij de beoordeling van de ruimtelijke aanvaardbaarheid van een nieuw bestemmingsplan of vergunning.

Kader 1.1 Gevolgen uitspraak ABRvS windpark Delfzijl Zuid Uitbreiding

Op 30 juni 2021 heeft de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State (de ABRvS) een uitspraak gedaan in de zaak Windpark Delfzijl Zuid Uitbreiding (DZU) over -samengevat - de vraag of voor het vastleggen van milieunormen voor windturbines in het Activiteitenbesluit milieubeheer en de Activiteitenregeling milieubeheer een plan-MER-plicht bestaat op grond van de Europese SMB-richtlijn.

De Afdeling is in die uitspraak tot het oordeel gekomen dat op grond van het Europese recht inderdaad een dergelijke beoordeling moet worden gemaakt van de gevolgen voor het milieu. Die beoordeling zal in eerste instantie door het Rijk worden opgesteld. Totdat die beoordeling is gemaakt mogen de algemene normen uit het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling niet zonder meer worden gebruikt bij de beoordeling van de ruimtelijke aanvaardbaarheid van een nieuw bestemmingsplan en/of vergunbaarheid van een omgevingsvergunning vanuit het oogpunt van de bescherming van het milieu.

De ABRvS geeft echter ook aan dat in de tussentijd het bevoegd gezag bij het beoordelen van de ruimtelijke aanvaardbaarheid van een windplan ten behoeve van het vaststellen van een bestemmingsplan voor een concreet project eigen normen kan stellen ter vervanging van de normstelling uit het Activiteitenbesluit en de -regeling. Ook voor de omgevingsvergunning voor het oprichten van een windpark (conform art 2.1 lid 1 e Wabo) is een beoordeling nodig van de vergunbaarheid. Beoordeeld moet worden conform art 2.14 lid 3 Wabo of de vergunning kan worden verleend vanuit het oogpunt van het beschermen van het milieu. Op grond van art. 2.22 lid 2 Wabo kunnen daartoe voorschriften worden verbonden aan de vergunning. Voor de besluitvorming geldt dat de te hanteren normen moeten worden voorzien van een actuele, deugdelijke, op zichzelf staande en op de aan de orde zijnde situatie toegesneden motivering.

Voor één of twee windturbines zijn de algemene normen uit het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling nog steeds van toepassing. De uitspraak gaat er namelijk van uit dat het Activiteitenbesluit niet meer toepasbaar is vanwege een onjuiste implementatie van de Europese SMB-richtlijn. De SMB-richtlijn is in Nederland geïmplementeerd in het Besluit m.e.r. Het Besluit m.e.r. is alleen van toepassing op "De oprichting, wijziging of uitbreiding van een windturbinepark". Een windturbinepark is volgens de begripsbepaling van het Besluit m.e.r. een "park bestaande uit ten minste drie windturbines". Het Besluit m.e.r. is dus niet van toepassing op één of twee windturbines en dus reikt de uitspraak niet tot projecten van één of twee windturbines. De normen uit het Activiteitenbesluit zijn hier dus nog rechtstreeks van toepassing, waarbij wel in het achterhoofd gehouden moet worden dat de norm eventueel kan gaan veranderen bij vaststelling van een nieuwe AmvB. Dit wordt ook bevestigd in de kamerbrief van de Staatsecretaris¹.

Aangezien Windwinning Hoeksebaan zal bestaan uit twee windturbines, kunnen de algemene normen van het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling wel worden toegepast bij de beoordeling van Windwinning Hoeksebaan. In deze rapportage wordt daarom getoetst aan de algemene normen van het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling voor akoestiek en slagschaduw.

De inrichting valt onder paragraaf 3.2.3 van het Activiteitenbesluit milieubeheer². Volgens artikel 1.11 derde lid van het Activiteitenbesluit milieubeheer moet bij de melding een rapport van een akoestisch

¹ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2021/07/06/kamerbrief-over-de-gevolgen-van-de-uitspraak-van-de-raad-van-state-over-de-milieubeoordeling-voor-windturbinenormen>

² Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer, 19 oktober 2007, nr.07.00113, Staatsblad 2007/415.

onderzoek worden overlegd. Het akoestisch onderzoek wordt uitgevoerd overeenkomstig de ministeriele regeling³. Binnen een afstand van twaalf maal de rotordiameter vanaf de locatie van de windturbine bevinden zich meerdere gevoelige bestemmingen, zodat ook een onderzoek naar slagschaduwhinder uitgevoerd is.

1.3 Gegevens windturbine

1.3.1 Akoestisch onderzoek: Enercon E-160 EP5 E3 STE

De Enercon E-160 EP5 E3 heeft een rotordiameter van 160 m met drie rotorbladen. Het toerental van de rotor is continu en bij nominaal toerental circa 9,6 rpm. De turbine heeft een hybride mast van staal en beton met een fictieve hoogte van 170 m. De tiphoogte bedraagt daarmee 250 m. In de nacelle zit de generator van 5.560 kW. De kleur van de rotorbladen is lichtgrijs, het generatorhuis en de mast zijn grijs. De rotorbladen zijn semi-mat. De grootste breedte van het rotorblad is circa 4,1 m. In het akoestisch onderzoek is uitgegaan van de Enercon E-160 EP5 E3 met serrated trailing edges⁴ (STE).

De Enercon E-160 EP5 E3 STE is een relatief luide windturbine voor zijn klasse (voor windturbines met STE). Hoewel er momenteel luidere windturbines op de markt zijn (bijvoorbeeld hetzelfde turbinemodel zonder STE), is de Enercon E-160 EP5 E3 STE wel één van de luidste die voor dit specifieke project toegepast kan worden. Daarmee wordt de gekozen windturbine gezien als een worst-case windturbine voor dit akoestisch onderzoek. Indien toch een luider turbinetype zou worden gerealiseerd, zal mogelijk extra geluidmitigatie moeten worden toegepast om aan de geluidnormen te kunnen voldoen.

1.3.2 Slagschaduwonderzoek: fictieve windturbine

Voor het slagschaduwonderzoek is uitgegaan van een fictieve windturbine met een rotordiameter van 180 m en ashoogte van 160 m (tiphoogte 250 m). Met een maximale rotordiameter en tiphoogte binnen de bandbreedte worden de maximale effecten inzichtelijk gemaakt.

³ Reken- en meetvoorschrift windturbines, Staatscourant nr 19592, 23 december 2010.

⁴ Serrated edges (of 'uilenveren') zijn een gekartelde rand langs de rand van de wiek van een windturbine. De luchtstroom wordt hiermee doorbroken langs de rand van de wieken, wat resulteert in een lagere geluidsproductie van de windturbine.

2 Akoestisch onderzoek

2.1 Beoordeling

2.1.1 Normstelling

Volgens artikel 3.14a eerste lid van het Activiteitenbesluit wordt het geluidniveau vanwege een windturbine of een combinatie van windturbines dat optreedt op de gevels van gevoelige bestemmingen en geluidgevoelige terreinen, tenzij deze bestemmingen en/of terreinen zijn gelegen op een gezoneerd bedrijventerrein, getoetst aan de waarden $L_{den}=47$ dB en $L_{night}=41$ dB. De geluidbelasting wordt op enkele referentiewoningen (toetspunten) inzichtelijk gemaakt om te onderzoeken of aan deze geluidnorm wordt voldaan.

Bij de toepassing van artikel 3.14a, tweede lid van het Activiteitenbesluit, wordt geen rekening gehouden met een windturbine of een combinatie van windturbines die behoort tot een andere inrichting waarvoor onmiddellijk voorafgaand aan het tijdstip van inwerkingtreding van dat artikel een vergunning in werking en onherroepelijk was. Dit overgangsrecht (Activiteitenbesluit artikel 3.14a, vijfde lid) geldt voor windturbines met een vergunning van voor 1 januari 2011.

2.1.2 Overige beoordeling

Cumulatie met andere windturbines

De geluidnormen in het Activiteitenbesluit gelden per inrichting. Het bevoegd gezag kan maatwerk voorschrijven wanneer de cumulatieve geluidbelasting van windturbines boven de waarden $L_{den}=47$ dB en $L_{night}=41$ dB komt. Dit betreft slechts de cumulatieve geluidbelasting veroorzaakt door windturbines, dus niet de cumulatieve geluidbelasting als gevolg van andere geluidbronnen (bijvoorbeeld industrielawaai, wegverkeer). Er mag voor wat betreft het opstellen van mogelijke maatwerkvoorschriften enkel rekening worden gehouden met de bestaande turbines met een vergunning van na 2011, zie paragraaf 2.1.1.

Cumulatie met andere geluidbronnen

Cumulatie met andere bronnen wordt beschouwd als er sprake is van blootstelling aan meer dan één geluidbron conform de rekenregels uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines (Activiteitenregeling milieubeheer Bijlage 4). In de nabijheid van de beoogde planlocatie zijn de nabijgelegen autoweg N223, de bedrijventerreinen van Hoek van Holland en bedrijventerreinen van de Rotterdamse haven (Maasvlakte-Europoort), de Nieuwe Waterweg (scheepvaart), de spoorlijn langs de Nieuwe Waterweg, luchtverkeershaven Rotterdam The Hague Airport en meerdere bestaande windparken gelegen. Cumulatie met deze bronnen is derhalve beschouwd.

Laagfrequent geluid

Er is geen algemeen geaccepteerd normstelsel voorhanden waarmee laagfrequente geluidhinder kan worden geobjectiveerd. Laagfrequent geluid (LFG) is geluid in het voor mensen laagst hoorbare frequentiegebied, onder 200 Hz. Windturbines stralen, net als de meeste geluidbronnen, ook laagfrequent geluid uit.

Het RIVM heeft op verzoek van de GGD-en de invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden door windturbines onderzocht⁵. Uit dit onderzoek blijkt dat windturbines weliswaar laagfrequent geluid produceren maar dat er geen bewijs bestaat dat dit een factor van belang is. Bij een A-gewogen normstelling van $L_{den}=47$ dB is geen noodzaak voor een aanvullende normstelling van laagfrequent geluid. De mate van bescherming bij een geluidnorm van 47 dB L_{den} wordt eveneens beschouwd in een literatuuronderzoek⁶ naar laagfrequent geluid van windturbines van Agentschap NL. Ook hier zijn geen aanwijzingen dat het aandeel laagfrequent geluid een bijzondere dan wel belangrijke rol speelt.

Tenslotte is door de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu, mede namens de minister van Economische Zaken en de minister van Infrastructuur en Milieu over het onderwerp laagfrequent geluid van windturbines een brief aan de Tweede kamer gestuurd⁷. Deze brief baseert zich onder andere op bovengenoemd onderzoek van het RIVM waarin wordt gesteld dat:

- laagfrequent geluid bij windturbines in samenhang met hogere frequenties wordt gehoord en niet afzonderlijk hiervan;
- dit impliceert tevens dat de effecten van laagfrequent geluid op mensen niet anders zullen zijn dan effecten van geluid met hogere frequenties zoals hinder, slaapverstoring, moeheid, concentratieproblemen en dergelijke;
- voor beweringen dat laagfrequent geluid van windturbines allerlei klinische ziekten bij mensen kan veroorzaken is geen betrouwbare bewijsvoering aangetroffen, hetgeen in lijn is met de voorgaande inzichten;
- het feitelijke aandeel laagfrequent geluid in het brongeluid van een windturbine gering is. Daarom is ook het aandeel in de geluidbelasting op een woninggevel gering;
- bij het groter worden van turbines (tot 5 of 7,5 MW) zal dit aandeel met hooguit 1 à 2 dB toenemen. Het bij de Nederlandse norm voor windturbinegeluid voorgeschreven reken- en meetvoorschrift is goed in staat om hiermee rekening te houden zodat een correcte toetsing aan de norm mogelijk is;
- de Deense norm voor laagfrequent windturbinegeluid in het binnenmilieu van een woning geen extra bescherming biedt ten opzichte van de Nederlandse norm voor de gevelbelasting in geval van een standaard geïsoleerde woning.

Op grond van de brief van de Staatssecretaris kan worden gesteld dat toetsing aan een geluidnorm van 47 dB L_{den} (zoals in dit rapport gebeurt) voldoende bescherming biedt tegen laagfrequent geluid. Het is dan ook niet noodzakelijk onderzoek uit te voeren naar laagfrequent geluid voor deze windturbines. Ook uit een recentere literatuurstudie⁸ van het RIVM (2020) blijkt dat laagfrequent geluid niet zorgt voor extra hinder dan hinder gerelateerd aan 'gewoon' geluid.

2.2 Invoer rekenmodel

Van de situatie is een akoestisch rekenmodel opgesteld met behulp van het programma Geomilieu® versie V5.21. Hiermee zijn de jaargemiddelde geluidniveaus berekend. De modellering en de overdrachtsberekening zijn uitgevoerd conform het Reken- en meetvoorschrift windturbines.

⁵ Windturbines: invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden, GGD Informatieblad medische milieukunde Update 2013; RIVM-rapport 200000001/2013.

⁶ Literatuuronderzoek laagfrequent geluid windturbines, LBP Sight in opdracht van Agentschap NL, projectnummer DENB 138006 september 2013.

⁷ Brief d.d. 31 maart 2014, betreft laagfrequent geluid van windturbines, kenmerk IenM/bsk-2014/44564, staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu Wilma J. Mansveld.

⁸ Gezondheidseffecten van windturbinegeluid, RIVM-rapport 2020-0214, I. van Kamp & G.P. van den Berg

De geometrie van de omgeving is vastgesteld aan de hand van kaartmateriaal (BAG, TOP10NL), luchtfoto's, aangeleverde documentatie en (telefonisch) verkregen informatie. In het gebied zijn bodemgebieden standaard aangeduid als akoestisch absorberend ($B=0,9$). Relevante wegen, wateroppervlakken, terreinen met een verhard oppervlak en kassen zijn aangeduid als akoestisch reflecterend ($B=0$). Bebouwing (bedrijventerreinen en woonwijken) zijn aangeduid met bodemfactor $B=0,3$. Terreinen met gedeeltelijke begroeiing en gedeeltelijke verharding zijn aangeduid met bodemfactor $B=0,5$.

De kassen in de omgeving kunnen enerzijds geluid reflecteren en vormen hiermee een reflecterend oppervlak. Anderzijds vormen de kassen voor bepaalde achterliggende woningen een afscherming van het geluid van de windturbines. Waar woningen direct aan een kas grenzen en deze kas gelegen is tussen de windturbine en de woning in, zijn de gevels van de kas die naar de woning georiënteerd zijn opgenomen in het rekenmodel als akoestisch reflecterend scherm. De schermen hebben een reflectiefactor van 0,8 (praktijkwaarde van een akoestisch reflecterend scherm). De hoogte van de schermen zijn vastgesteld gelijk aan de hoogte van de kassen, verkregen uit het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN).

De windturbines zijn akoestisch gemodelleerd met drie rondom uitstralende puntbronnen (dag, avond en nachtemissie) ter hoogte van de rotoras.

De geluidberekeningen ten behoeve van de geluidcontouren worden uitgevoerd op een raster van rekenpunten op een hoogte van 5 m boven het maaiveld. Daarmee worden geluidcontouren bepaald, ofwel lijnen waar de geluidbelasting overal dezelfde waarde heeft. Daarnaast wordt voor een set referentiewoningen de geluidbelasting bepaald. Wanneer bij deze woningen wordt voldaan aan de geluidnorm, zal ook ter plaatse van verder gelegen woningen worden voldaan. De referentiewoningen zijn representatief voor de situatie en zijn weergegeven in Tabel 2.1.

De referentiewoningen zijn gemodelleerd als gebouwen met 5,5 m hoogte boven het maaiveld. Op elke gevel(oriëntatie) van de gebouwen zijn toetspunten geplaatst op een beoordelingshoogte +5 meter hoogte boven het maaiveld⁹. Voor toetspunt 19 (appartementencomplex aan De Houtmanstraat) zijn toetspunten geplaatst op zowel +5 meter en +25 meter hoogte boven het maaiveld. Het appartementencomplex is als gebouw met de daadwerkelijke hoogte gemodelleerd. De hoogte van het appartementencomplex is op basis van AHN geschat op 34 meter.

Op elk toetspunt is het jaargemiddelde geluidniveau berekend. Details van de invoergegevens van het rekenmodel zijn gegeven in Bijlage 2 en de situering van de toetspunten op kaart is gegeven in Bijlage 3.

⁹ <https://www.rvo.nl/onderwerpen/windenergie-op-land/geluid/geluidsberekening-windturbines>

Tabel 2.1 Referentiewoningen

Toetspunt	Adres	Afstand tot dichtstbijzijnde windturbine [m]
tp01	Zekkenstraat 2B	680
tp02	Kulkweg 199	470
tp03	Dwarshaak 30	430
tp04	Dwarshaak 26	440
tp05	Dwarshaak 16	460
tp06	Dwarshaak 10	490
tp07	Bonnenweg 2	650
tp08	Slachthuisweg 1	650
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	520
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	500
tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	600
tp12	Zekkenstraat 33	960
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	1.440
tp14	Tuymelaerstraat 20	1.250
tp15	Haakweg 35	790
tp16	Bonnenlaan 4	1.470
tp17	Oranjepolderweg 30	1.510
tp18*	Vergulde Draeckweg 198	1.240
tp19A*	Appartementencomplex De Houtmanstraat +5 m hoogte	1.400
tp19B*	Appartementencomplex De Houtmanstraat +25 m hoogte	1.400

* Op verzoek van de gemeente Rotterdam en omgevingsdienst DCMR zijn deze toetspunten op een later moment opgenomen in het akoestisch onderzoek. Deze toetspunten zijn derhalve niet meegenomen in het slagschaduwonderzoek.

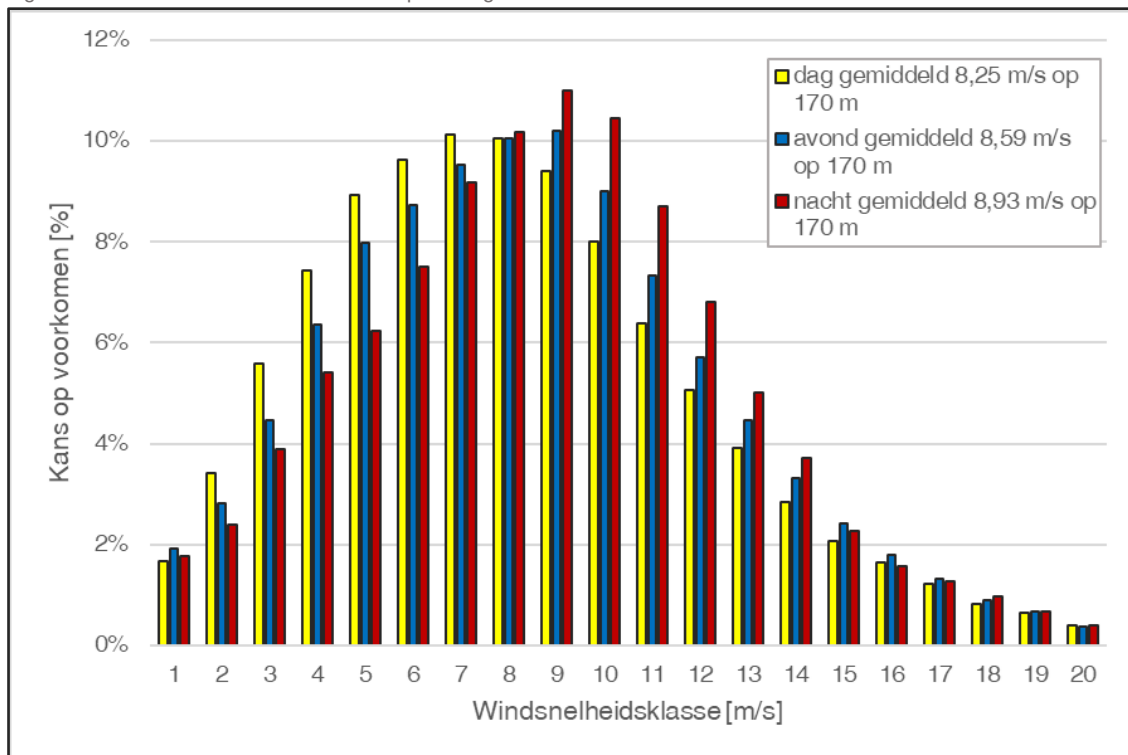
2.3 Windaanbod

De jaargemiddelde bronsterkte L_E van een windturbine is afhankelijk van de optredende windsnelheden op ashoogte. Door het KNMI zijn gegevens gepubliceerd over de distributie van voorkomende windsnelheden op 10 tot 260 m hoogte. Deze KNMI-gegevens zijn gebaseerd op langjarige windstatistiek. Deze distributies zijn gespecificeerd voor de dag-, de avond- en de nachtperiode. De data zijn gebaseerd op het meteo-model van het KNMI en beschikbaar op raster-punten over geheel Nederland¹⁰.

Voor de geluidberekeningen is uitgegaan van de windverdeling op een ashoogte van 170 m. In Figuur 2.1 is de windverdeling weergegeven op 170 m ashoogte voor de dag-, avond- en nachtperiode. Windsnelheden boven 20 m/s zijn hier niet weergegeven omdat de kans dat deze voorkomen erg laag is, echter de berekening houdt er wel rekening mee.

¹⁰ Activiteitenregeling milieubeheer Bijlage 4, Reken- en meetvoorschrift windturbines, §3.4.3 bepaling windsnelheidsverdeling.

Figuur 2.1 Voorkomende windsnelheden op ashoogte +170 m



2.4 Geluidbron Enercon E-160 EP5 E3 STE

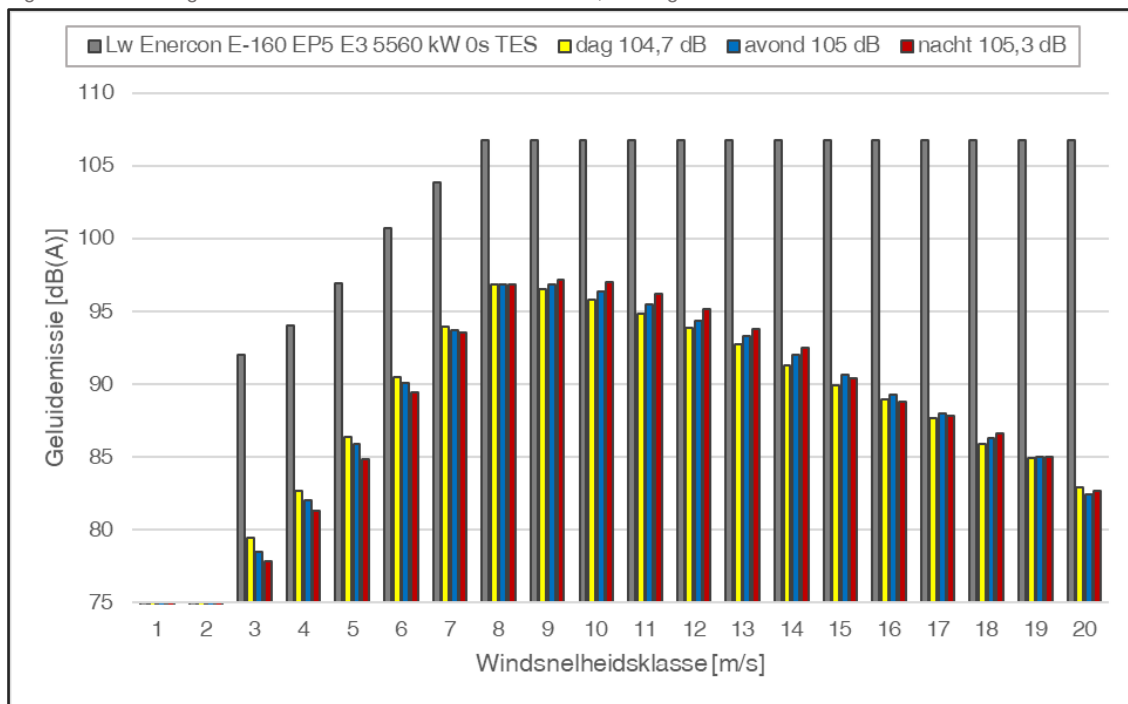
Enercon heeft geluidgegevens van de Enercon E-160 EP5 E3 STE turbine beschikbaar gesteld¹¹. De bronsterkten zijn gerapporteerd bij windsnelheden op ashoogte van 5 tot 16 m/s. Wegens gebrek aan beschikbare informatie is het octaafspectrum van de Enercon E-160 EP5 E2 STE turbine gebruikt voor het bepalen van het bronvermogen over de octaafbanden. Het gebruikte octaafspectrum is gegeven¹² bij een windsnelheid van $V_{as}=8,5$ m/s. De maximale bronsterkte van de turbine bedraagt 106,8 dB(A) en treedt op bij windsnelheden op ashoogte vanaf 8 m/s.

De gerapporteerde bronsterkten van de Enercon E-160 EP5 E3 STE (grijze staven in Figuur 2.2) zijn omgerekend naar jaargemiddelde bronsterkten in relatie tot de windsnelheid op een ashoogte van 170 m.

¹¹ Technical data sheet Operating mode 0 s ENERCON E-160 EP5 E3 / 5560 kW wind energy converter with TES (Trailing Edge Serrations)

¹² Technical data sheet Operating Mode 0 s ENERCON E-160 EP5 E2 / 5500 kW wind energy converter with TES (Trailing Edge Serrations)

Figuur 2.2 Verdeling bronsterkten Enercon E-160 EP5 E3 STE, ashoogte 170 m



Ter informatie: in de grafiek zijn ook de bedrijfsduurgecorrigeerde bronsterkten weergegeven per windsnelheidsklasse voor de dag, de avond en de nacht. De gele, blauwe en rode staven representeren de bronsterkten gecorrigeerd voor het percentage van de tijd dat de betreffende windsnelheidsklasse optreedt. Cumulatie van deze bronsterkten over alle windsnelheidsklassen levert de jaargemiddelde bronsterkten op. Deze waarden $L_{w,j}$ variëren en bedragen voor een ashoogte van 170 meter 104,7, 105,0 en 105,3 dB voor respectievelijk de dag, de avond en de nacht.

2.5 Rekenresultaten

Voor de referentiewoningen zijn in Tabel 2.2 de jaargemiddelde geluidniveaus L_{night} en L_{den} gegeven die optreden op +5 m hoogte. De L_{den} is het tijdgewogen gemiddelde van:

- Het jaargemiddelde geluidniveau in de dag L_{day} ;
- Het jaargemiddelde geluidniveau in de avond L_{even} vermeerderd met 5 dB;
- Het jaargemiddelde geluidniveau in de nacht L_{night} vermeerderd met 10 dB.

Tabel 2.2 Rekenresultaten referentiewoningen [dB]

Toetspunt	Adres	Jaargemiddelde geluidniveaus	
		L _{night}	L _{den}
tp01	Zekkenstraat 2B	36	42
tp02	Kulkweg 199	40	46
tp03	Dwarshaak 30	41	48
tp04	Dwarshaak 26	41	48
tp05	Dwarshaak 16	41	47
tp06	Dwarshaak 10	41	47
tp07	Bonnenweg 2	38	44
tp08	Slachthuisweg 1	39	45
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	39	46
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	40	46
tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	38	44
tp12	Zekkenstraat 33	33	39
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	29	35
tp14	Tuymelaerstraat 20	30	37
tp15	Haakweg 35	35	41
tp16	Bonnenlaan 4	29	35
tp17	Oranjepolderweg 30	28	35
tp18	Vergulde Draeckweg 198	30	37
tp19A	Appartementencomplex De Houtmanstraat +5 m hoogte	28	35
tp19B	Appartementencomplex De Houtmanstraat +25 m hoogte	28	35

De gedetailleerde rekenresultaten zijn opgenomen in Bijlage 4 en geluidcontouren van L_{night} en L_{den} zijn opgenomen in respectievelijk Bijlage 5 en Bijlage 6 op een waarneemhoogte van +5 m boven het maaiveld.

2.6 Beoordeling geluid

De resultaten in Tabel 2.2 laten zien dat de geluidnorm L_{den}=47 dB wordt overschreden ter plaatse van toetspunten tp03 en tp04. De **vetgedrukte waarden** laten de overschrijdingen zien. Om aan de geluidnormen uit het Activiteitenbesluit te voldoen, zijn geluidmitigerende voorzieningen voor het gehanteerde windturbinetype aan de orde.

2.7 Voorzieningen geluid

Om te voldoen aan de normstelling kan er voor worden gekozen om een andere windturbine met een lagere geluidemissie en of lagere ashoogte te nemen. Ook kan er voor worden gekozen om (voor specifieke perioden) de instellingen van specifieke turbines te wijzigen. Met deze instellingen worden de

bronsterkten van de turbines gereduceerd door bijvoorbeeld het toerental te verlagen en/of de bladhoek te verdraaien. Dit gaat enigszins ten koste van de energieopbrengst.

Voor Windwinning Hoeksebaan is onderzocht om WT02 in een geluidgereduceerde modus te laten draaien gedurende de nachtperiode. In Tabel 2.3 zijn de instellingen voor geluidvoorzieningen gepresenteerd waarmee op de referentiewoningen wordt voldaan aan de norm $L_{den}=47$ dB en $L_{night}=41$ dB. Het betreft standaardinstellingen welke door de turbinefabrikant mogelijk zijn gemaakt. De benamingen verwijzen naar de benamingen van deze standaardinstellingen.

Tabel 2.3 Bedrijfsinstelling windturbines

Windturbine	Dag (7:00-19:00u)	Avond (19:00-23:00u)	Nacht (23:00-07:00u)
WT01	Mode 0 s	Mode 0 s	Mode 0 s
WT02	Mode 0 s	Mode 0 s	Mode NR I s

In Tabel 2.4 zijn per toetspunt de jaargemiddelde geluidniveaus gegeven wanneer geluidvoorzieningen worden getroffen voor de windturbines. In Bijlage 4 zijn de gedetailleerde rekenresultaten gegeven. In Bijlage 7 en Bijlage 8 zijn de berekende geluidcontouren voor respectievelijk L_{den} en L_{night} gegeven. De berekening ter plaatse geven, na toepassen van de geluidvoorzieningen, geen overschrijding van de norm.

Aangezien zonder de toepassing van geluidvoorzieningen met het doorgerekende windturbintype niet kan worden voldaan aan de geluidnormen, zal de realisatie van Windwinning Hoeksebaan met het gehanteerde windturbintype alleen kunnen wanneer geluidvoorzieningen worden toegepast of wanneer een stiller windturbintype zou worden gerealiseerd. Daarom wordt in de hierop volgende berekeningen (voor cumulatie met bestaande windturbines, cumulatie met andere geluidbronnen en geluidbelasting bij niet-gevoelige objecten) slechts uitgegaan van de realisatie van Windwinning Hoeksebaan mét geluidvoorzieningen.

Tabel 2.4 Rekenresultaten met geluidmitigatie [dB]

Toetspunt	Adres	Jaargemiddelde geluidniveaus	
		L _{night}	L _{den}
tp01	Zekkenstraat 2B	35	42
tp02	Kulkweg 199	39	46
tp03	Dwarshaak 30	41	47
tp04	Dwarshaak 26	41	47
tp05	Dwarshaak 16	40	47
tp06	Dwarshaak 10	40	46
tp07	Bonnenweg 2	38	44
tp08	Slachthuisweg 1	38	45
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	39	46
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	40	46
tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	38	44
tp12	Zekkenstraat 33	32	39
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	28	34
tp14	Tuymelaerstraat 20	29	36
tp15	Haakweg 35	34	40
tp16	Bonnenlaan 4	28	35
tp17	Oranjepolderweg 30	28	35
tp18	Vergulde Draeckweg 198	30	36
tp19A	Appartementencomplex De Houtmanstraat +5 m hoogte	28	34
tp19B	Appartementencomplex De Houtmanstraat +25 m hoogte	28	34

2.8 Cumulatie met bestaande windturbines

Cumulatie van geluid met de bestaande windturbines kan aanleiding zijn voor maatwerkvoorschriften (zie paragraaf 2.1.2). Derhalve zijn de cumulatieve effecten van de nieuwe windturbines met bestaande en vergunde windturbines bepaald met een vergunning van na 1 januari 2011.

De bestaande windturbines en windparken binnen een straal van 4 km van de nieuwe windturbines zijn meegenomen in het bepalen van cumulatie. Bestaande windturbines op een afstand van > 4 km zullen geen significante bijdrage meer hebben in cumulatie en zijn daarom niet meegenomen. In de referentiesituatie is uitgegaan van bestaande en vergunde windturbines. Tevens is er vanuit gegaan dat een geplande windturbine op de Landtong is gerealiseerd en is dus meegenomen in de referentiesituatie. De invoergegevens van de bestaande windturbines zijn gegeven in Bijlage 2.

Tabel 2.5 geeft de jaargemiddelde geluidbelasting voor de referentiesituatie (bestaande en vergunde windturbines), de jaargemiddelde geluidbelasting als gevolg van de nieuwe windturbines (zoals gegeven in Tabel 2.4) en de cumulatieve geluidbelasting. De gedetailleerde rekenresultaten zijn opgenomen in

Bijlage 4 en geluidcontouren L_{den} zijn opgenomen in Bijlage 9 en Bijlage 10 voor respectievelijk de referentiesituatie en cumulatieve situatie.

Tabel 2.5 Geluidbelasting gecumuleerd met bestaande windturbines [dB]

TP	Adres	Ref. situatie		Nieuwe windturbines		Cumulatie	
		L_{night}	L_{den}	L_{night}	L_{den}	L_{night}	L_{den}
tp01	Zekkenstraat 2B	38	44	35	42	40	46
tp02	Kulkweg 199	37	43	39	46	41	48
tp03	Dwarshaak 30	36	42	41	47	42	48
tp04	Dwarshaak 26	36	42	41	47	42	48
tp05	Dwarshaak 16	36	42	40	47	42	48
tp06	Dwarshaak 10	36	42	40	46	41	48
tp07	Bonnenweg 2	36	42	38	44	40	46
tp08	Slachthuisweg 1	41	47	38	45	41	47
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	42	49	39	46	42	49
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	41	48	40	46	43	50
tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	38	44	38	44	41	47
tp12	Zekkenstraat 33	37	44	32	39	39	45
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	35	41	28	34	36	42
tp14	Tuymelaerstraat 20	33	40	29	36	35	41
tp15	Haakweg 35	34	40	34	40	37	43
tp16	Bonnenlaan 4	30	37	28	35	32	39
tp17	Oranjepolderweg 30	34	40	28	35	35	41
tp18	Vergulde Draeckweg 198	34	40	30	36	35	42
tp19A	Appartementencomplex De Houtmanstraat +5 m hoogte	35	41	28	34	36	42
tp19B	Appartementencomplex De Houtmanstraat +25 m hoogte	35	42	28	34	36	42

Tabel 2.5 laat zien dat bij meerdere toetspunten in de cumulatieve situatie een overschrijding plaatsvindt van de geluidnorm $L_{den}=47$ dB en $L_{night}=41$ dB. Indien het bevoegd gezag maatwerk voorschrijft op grond van cumulatie, zouden verdere geluidvoorzieningen toegepast moeten worden op de windturbines tot een niveau waarop bijvoorbeeld cumulatief wordt voldaan aan de maximaal toegestane geluidbelasting $L_{den}=47$ dB en $L_{night}=41$ dB.

2.9 Cumulatie met andere geluidbronnen

Cumulatie met andere geluidbronnen wordt beschouwd als er sprake is van blootstelling aan meer dan één geluidbron conform de rekenregels uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines (Activiteitenregeling milieubeheer Bijlage 4). Voor de cumulatieve geluidbelasting zijn geen wettelijke normen van kracht, zij wordt gebruikt ter indicatie van het heersende en gewijzigde leefklimaat. De

kwaliteit van de akoestische omgeving wordt met onderstaande tabel beoordeeld (ook wel bekend als 'methode Miedema').

Tabel 2.6 Classificering kwaliteit van akoestische omgeving in milieukwaliteitsmaat volgens 'Methode Miedema'

Kwaliteit van de akoestische omgeving	Geluidbelasting
Goed	< 50 dB Lden
Redelijk	< 55 dB Lden
Matig	< 60 dB Lden
Tamelijk slecht	< 65 dB Lden
Slecht	< 70 dB Lden
Zeer slecht	≥ 70 dB Lden

De cumulatieve rekenmethode uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines berekent de gecumuleerde geluidbelasting rekening houdend met de verschillen in dosis-effectrelaties van de verschillende geluidbronnen. Ten behoeve van deze rekenmethode moet de geluidbelasting L bekend zijn van ieder van de bronnen, berekend volgens het voorschrift dat voor die bronsoort geldt. Hieruit ontstaat een voor die bronsoort vervangende geluidbelasting L^* die als resultante overeenkomt met de geluidbelasting vanwege wegverkeer die evenveel hinder veroorzaakt.

- Windturbine $L^*_{WT} = 1,65 * L_{WT} - 20,05 \text{ dB}$
- Wegverkeer $L^*_{VL} = 1,00 * L_{VL} + 0,00 \text{ dB} = L_{VL}$
- Scheepvaart¹³ $L^*_{SL} = 0,975 * L_{SL} - 0,7 \text{ dB}$
- Industrie $L^*_{IL} = 1,00 * L_{IL} + 1,00 \text{ dB}$
- Railverkeer $L^*_{RL} = 0,95 * L_{RL} - 1,4 \text{ dB}$
- Luchtverkeer $L^*_{LL} = 0,98 * L_{LL} + 7,03 \text{ dB}$

De cumulatieve geluidbelasting wordt bepaald door de afzonderlijke waarden L^* bij elkaar op te tellen (zogenoemde energetische sommatie). De geluidbelasting (grootheid L) wordt uitgedrukt in L_{den} , met uitzondering van industrielawaai en scheepvaartlawaai waarvoor de etmaalwaarde geldt.

Windturbines

Er is sprake van cumulatie van geluid met de nabijgelegen windturbines. In de referentiesituatie zijn de bestaande en vergunde windturbines meegenomen, zoals gedaan in paragraaf 2.8. In de toekomstige situatie zijn de bestaande, vergunde en te realiseren windturbines beschouwd.

Wegverkeer

De geluidbelasting als gevolg van wegverkeer op de N223 is bepaald op basis van de intensiteiten per type motorvoertuig per periode (dag, avond en nacht), verkregen uit Bestemmingsplan Hoek van Holland Bedrijventerreinen Oost¹⁴. De maximum snelheid op deze weg is 80 km/uur. De invoergegevens zijn gegeven in Bijlage 2.

¹³ Voor scheepvaartlawaai is het gemiddelde van wegverkeer en railverkeer gehanteerd, zoals ook bijv. in 'geluidseffecten scheepvaartlawaai', DHV, PV.W3629.R01, december 2004

¹⁴ Bestemmingsplan Hoek van Holland Bedrijventerreinen Oost: Akoestisch onderzoek, 19-3-2018, Gemeente Rotterdam Ingenieursbureau.

Scheepvaart

Voor het scheepvaartlawaaï is een berekening gedaan, conform methode II.8 uit de Handleiding meten en rekenen industriellawaai 1999, zoals opgenomen in het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012. Varende schepen zijn beschouwd als 'mobiele bron' met een afstand van 25 meter tussen de bronpunten. Zeeschepen, binnenvaartschepen en overig verkeer zijn apart beschouwd. Op basis van eerdere onderzoeken is de hoeveelheid schepen die passeert bepaald.¹⁵ Voor alle schepen is uitgegaan van hetzelfde bronvermogen¹⁶, gegeven in Tabel 2.7. Overige invoergegevens zijn gegeven in Bijlage 2.

Tabel 2.7 Bronvermogen scheepvaart

Octaafband [Hz]	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Bronvermogen Lw [dB(A)]	74,4	91,4	100,4	101,4	104,4	104,4	102,4	98,4	94,4

Industrie

Maasvlakte-Europoort

Het Rotterdamse havengebied is een geluidgezoneerd bedrijventerrein. Rondom het terrein is in het bestemmingsplan een geluidzone opgenomen. Van de DCMR Milieudienst Rijnmond is het geluidmodel van Maasvlakte-Europoort ontvangen ten behoeve van het berekenen van de geluidbelasting als gevolg van het bedrijventerrein op de referentiewoningen. Het geluidmodel is ontvangen op 6 september 2021.

Bedrijventerrein zonder geluidzone

Windturbine WT01 staat op het terrein van Renewi (afvalverwerkingsbedrijf). In het eerder aangehaalde Bestemmingsplan Hoek van Holland Bedrijventerreinen Oost is beschreven dat maximale geluidniveaus voor de nabijgelegen woning op Nieuw Oranjekanaal 115 (op <200 m afstand) zijn opgenomen als gevolg van het afvalverwerkingsbedrijf. In een eerder uitgevoerd akoestisch onderzoek is de geluidbelasting op deze woning als gevolg van het afvalverwerkingsbedrijf bepaald op 49, 44 en 40 dB gedurende respectievelijk de dag-, avond- en nachtperiode.

In het rekenmodel is het afvalverwerkingsbedrijf als oppervlaktebron gemodelleerd met een standaard geluidspectrum voor industriellawaai¹⁷, gegeven in Tabel 2.8. De oppervlaktebron is dusdanig gemodelleerd dat de geluidbelasting als gevolg van de oppervlaktebron op de woning aan Nieuw Oranjekanaal 115 overeenkomt met de waarden 49, 44 en 40 dB gedurende respectievelijk de dag-, avond- en nachtperiode.

Tabel 2.8 Standaard geluidspectrum industriellawaai

Octaafband [Hz]	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Correctie Ci [dB]	-28,6	-20,9	-14,8	-10,2	-7,0	-6,1	-7,1	-9,3	-9,8

Windturbine WT02 ligt op een bedrijventerrein zonder geluidzone. Er bevinden zich hiermee geen zogenaamde 'lawaaimakers' op het bedrijventerrein waarvoor de omliggende woningen zouden moeten

¹⁵ MER Verdieping Nieuwe Waterweg en Botlek, Deelonderzoek geluid, Havenbedrijf Rotterdam, Arcadis, 8 oktober 2015

¹⁶ Geluideffecten scheepvaartlawaaï – metingen, literatuurstudie en ontwikkeling rekentool, PV.W3629.R01, december 2004

¹⁷ Akoestisch onderzoek industriellawaai: Geluiduitstraling uitbreiding Industrierrein Lindelauffer-Gewande Voerendaal, 28-5-2014, Milieu Adviesbureau.

worden beschermd middels een geluidzone. Hiermee wordt aangenomen dat de geluidbelasting op de omliggende woningen als gevolg van werkzaamheden op dit bedrijventerrein niet significant is.

Nabij de woning aan Slachthuisweg 1 (tp08) ligt het Hoogspanningsstation Hoek van Holland. Er is voor dit hoogspanningsstation geen geluidzone opgenomen. Derhalve wordt het geluid van het hoogspanningsstation als niet significant geacht in de cumulatieve geluidbelasting.

Railverkeer

De geluidbelasting als gevolg van railverkeer langs de Nieuwe Waterweg is gebaseerd op het Geluidregister Spoor. Deze is geraadpleegd in september 2022. Het Geluidregister Spoor geeft een indicatie van de maximaal toegestane geluidbelasting op de referentiewoningen.

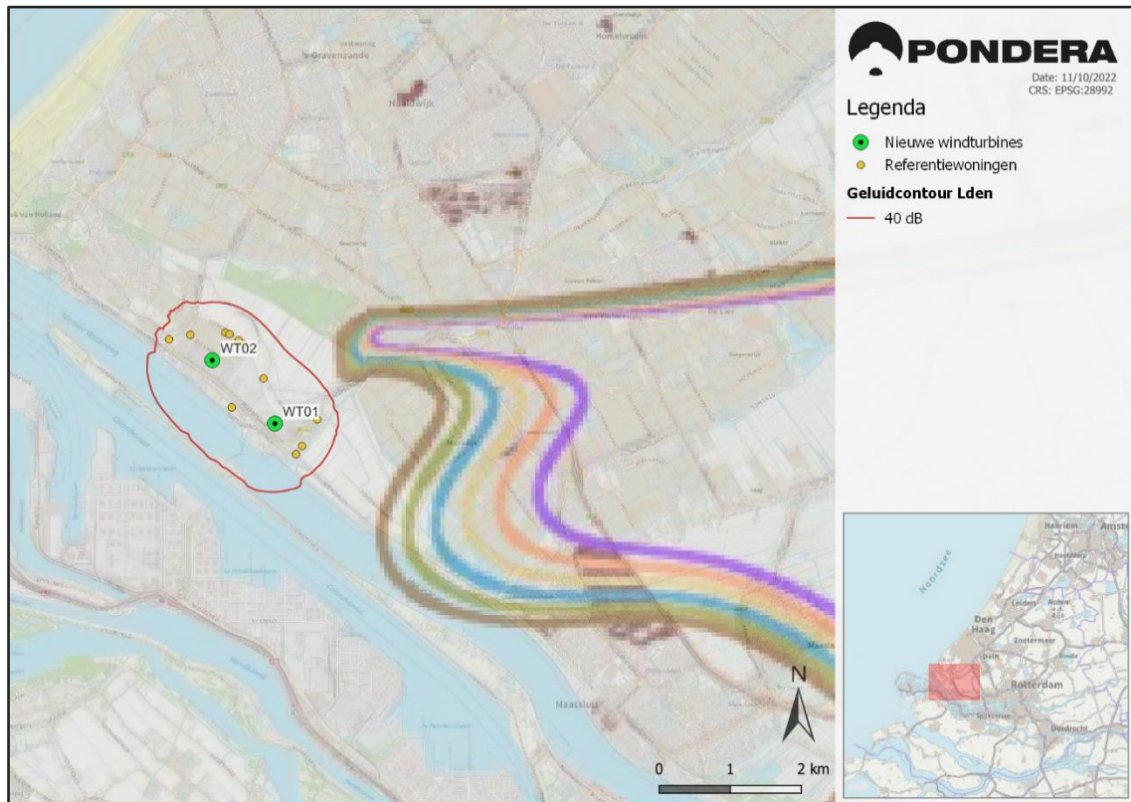
Luchtverkeer

Ten oosten van Windwinning Hoeksebaan ligt de luchthaven Rotterdam The Hague Airport (RTHA), op zo'n 17 km afstand. In het geluidonderzoek van RTHA¹⁸ zijn de geluidcontouren van de luchthaven bepaald voor verschillende uitbreidingsalternatieven. De meest nabijgelegen 40 dB L_{den} contour van de uitbreidingsalternatieven ligt nabij de 40 dB L_{den} contour van Windwinning Hoeksebaan (< 500 m). In Figuur 2.3 zijn de 40 dB L_{den} geluidcontouren van de luchthaven en Windwinning Hoeksebaan weergegeven. Doordat de geluidcontouren relatief dicht bij elkaar liggen, kan cumulatie met luchtverkeerslawaaï worden verwacht op (een deel van) de referentiewoningen.

De referentiewoningen liggen allen buiten de 40 dB L_{den} contour van RTHA waardoor de geluidbelasting van RTHA lager dan 40 dB L_{den} zal zijn op de referentiewoningen. Er zijn geen geluidcontouren van lagere waarden L_{den} beschikbaar van RTHA. Wegens gebrek aan dergelijke informatie is als (behoorlijk) conservatieve benadering aangenomen dat de geluidbelasting op alle referentiewoningen als gevolg van RTHA 39 dB L_{den} bedraagt.

¹⁸ Deelonderzoek geluid – MER Luchthavenbesluit RTHA, Advanced Decision Systems Airinfra, 14-9-2015.

Figuur 2.3 De 40 dB L_{den} contour van Windwinning Hoeksebaan (rode contour) en de geluidcontouren 40 dB L_{den} van de diverse uitbreidingsalternatieven RTHA. De contouren van RTHA zijn verkregen uit contourenkaarten uit het geluidonderzoek MER Luchthavenbesluit RTHA en middels georefereren in onderstaande figuur geprojecteerd. Voor de bijbehorende legenda van deze contourlijnen wordt verwezen naar Figuur 24 uit het geluidonderzoek MER Luchthavenbesluit RTHA.



Cumulatie

Voor de referentiewoningen is inzichtelijk gemaakt wat de toevoeging van Windwinning Hoeksebaan betekent voor de cumulatieve geluidbelasting. De geluidbelasting in de referentiesituatie (bestaande en vergunde windturbines, wegverkeer, scheepvaart, railverkeer, industrielaawaai en luchtvaart) is gegeven in Tabel 2.9. Voor de diverse geluidbronnen is daadwerkelijke geluidbelasting en de bronsoortvervangende geluidbelasting L^* weergegeven (de geluidbelasting die als resultante overeenkomt met de geluidbelasting vanwege wegverkeer die evenveel hinder veroorzaakt). De gedetailleerde jaargemiddelde geluidniveaus zijn per geluidbron gegeven in Bijlage 4.I

Tabel 2.9 Cumulatieve geluidbelasting referentiesituatie [dB]

Tp	Adres	L_{VL} = L^*_{VL}	L_{SL}	L^*_{SL}	L_{IL}	L^*_{IL}	L_{RL}	L^*_{RL}	L_{LL}	L^*_{LL}	L_{WT}	L^*_{WT}	Cumu- latief L_{cum}
tp01	Zekkenstraat 2B	52	49	47	57	58	48	44	39	45	44	53	61
tp02	Kulkweg 199	47	47	46	57	58	43	39	39	45	44	52	59
tp03	Dwarshaak 30	43	46	44	56	57	38	35	39	45	42	49	58
tp04	Dwarshaak 26	43	46	44	56	57	38	35	39	45	42	49	58
tp05	Dwarshaak 16	43	45	44	55	56	38	35	39	45	42	49	58
tp06	Dwarshaak 10	42	46	44	55	56	38	35	39	45	42	50	58
tp07	Bonnenweg 2	43	45	43	54	55	39	36	39	45	42	50	57
tp08	Slachthuisweg 1	49	52	50	56	57	51	47	39	45	47	58	61
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	52	51	49	57	58	59	55	39	45	49	60	63
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	52	49	47	57	58	48	44	39	45	48	59	62
tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	58	46	44	55	56	39	36	39	45	44	53	61
tp12	Zekkenstraat 33	50	49	47	48	49	45	41	39	45	44	52	56
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	50	49	47	45	46	42	39	39	45	41	48	55
tp14	Tuymelaerstraat 20	41	45	43	44	45	41	38	39	45	40	46	52
tp15	Haakweg 35	41	45	43	46	47	43	40	39	45	40	46	52
tp16	Bonnenlaan 4	41	40	38	42	43	39	36	39	45	37	41	49
tp17	Oranjepolderweg 30	47	42	41	44	45	41	38	39	45	40	46	53
tp18	Vergulde Draeckweg 198	42	46	44	45	46	42	38	39	45	40	47	52
tp19 A	Appartementen-complex De Houtmanstraat +5 m hoogte	48	49	47	45	46	42	39	39	45	41	48	54
tp19 B	Appartementen-complex De Houtmanstraat +25 m hoogte	50	49	47	45	46	42	39	39	45	42	49	55

In Tabel 2.9 is per toetspunt de geluidbron in grijs gearceerd waarvan de hoogste daadwerkelijke jaargemiddelde geluidbelasting wordt ontvangen (dus niet de gewogen geluidbelasting L^*). Hieruit kan worden opgemaakt dat bij veel toetspunten industrielawaai het hoogste aandeel heeft. Bij de overige toetspunten heeft wegverkeer, scheepvaart of railverkeer het hoogste aandeel. Hoewel de aanname van luchtverkeerslawaai van 39 dB L_{den} (of bronsoortvervangende geluidbelasting $L^*_{LL}=45$ dB) zeer conservatief is, heeft het geluid van luchtverkeer geen significant aandeel in de cumulatieve geluidbelasting. Deze geluidbron wordt dus voornamelijk door de andere overheersende geluidbronnen

bepaald. Daarmee zal een minder conservatieve aanname voor de geluidbelasting van luchtverkeer (bijvoorbeeld 30 of 35 dB L_{den}) geen verschil maken voor de cumulatieve geluidbelasting.

De cumulatieve geluidbelastingen op de referentiewoningen na toevoeging van Windwinning Hoeksebaan is gegeven in Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Cumulatieve geluidbelasting referentiesituatie en toekomstige situatie [dB]

Toetspunt	Adres	Ref. situatie	Na toevoeging Windwinning Hoeksebaan ¹			Verschil [dB] ²
		L_{cum}	$L_{WT,nw}$	$L^*_{WT,nw}$	$L_{cum,nw}$	
tp01	Zekkenstraat 2B	61	46	56	62	1
tp02	Kulkweg 199	59	48	59	62	2
tp03	Dwarshaak 30	58	48	60	62	3
tp04	Dwarshaak 26	58	48	59	62	4
tp05	Dwarshaak 16	58	48	59	61	4
tp06	Dwarshaak 10	58	48	59	61	3
tp07	Bonnenweg 2	57	46	56	59	2
tp08	Slachthuisweg 1	61	47	58	62	0
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	63	49	61	64	0
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	62	50	62	64	2
tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	61	47	58	62	1
tp12	Zekkenstraat 33	56	45	54	57	1
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	55	42	49	55	0
tp14	Tuymelaerstraat 20	52	41	48	52	1
tp15	Haakweg 35	52	43	51	54	2
tp16	Bonnenlaan 4	49	39	44	50	1
tp17	Oranjepolderweg 30	53	41	48	53	0
tp18	Vergulde Draeckweg 198	52	42	49	53	1
tp19A	Appartementen-complex De Houtmanstraat +5 m hoogte	54	42	49	55	0
tp19B	Appartementen-complex De Houtmanstraat +25 m hoogte	55	42	50	55	0

1. Het betreft de nieuwe geluidbelasting als gevolg van windturbinegeluid na toevoeging van Windwinning Hoeksebaan. Dit is de geluidbelasting van de bestaande en nieuwe windturbines tezamen.

2. Het verschil in dB lijkt op basis van de waarden in deze tabel niet te kloppen bij een aantal toetspunten door afronding van de getallen (bijvoorbeeld tp02 met L_{cum} =59 dB en $L_{cum,nw}$ =62 dB waar een verschil van 2 dB is aangegeven). De gedetailleerde rekenresultaten met afronding op 2 decimalen zijn gegeven in Bijlage 4.

Indien de nieuwe windturbines met het gehanteerde turbinetype zouden worden gerealiseerd, zal bij de meeste toetspunten de cumulatieve geluidbelasting toenemen. Het verschil in cumulatieve geluidbelasting in de referentiesituatie en de toekomstige situatie ligt tussen 0 en 4 dB voor de referentiewoningen. Wanneer wordt gekeken naar de classificering volgens de 'Methode Miedema' (Tabel 2.6) verslechtert de kwaliteit van de akoestische leefomgeving van vijf referentiewoningen (tp02, tp03, tp04, tp05 en tp06) van 'Matig' naar 'Tamelijk slecht'. Bij één woning (tp15) verslechtert de akoestische leefomgeving van categorie 'Goed' naar 'Redelijk' en bij één toetspunt (tp19A) verslechtert de kwaliteit van 'Redelijk' naar 'Matig'. Bij de overige referentiewoningen vindt geen verandering plaats in de categorie van kwaliteit van akoestische leefomgeving volgens 'Methode Miedema'.

2.10 Geluid bij niet-gevoelige objecten

Een bedrijf/kantoor wordt in de Wet geluidhinder niet aangemerkt als geluidgevoelig object. Een specifiek wettelijk kader ontbreekt, maar in het kader van een goede ruimtelijke ordening zal toch een akoestische afweging moeten worden gemaakt, om te beoordelen of de bedrijven/kantoren in het gebied niet worden blootgesteld aan onaanvaardbare geluidhinder.

Voor een selectie niet-gevoelige objecten is de geluidbelasting inzichtelijk gemaakt. Het betreft bedrijfspanden met een kantoorfunctie (volgens BAG) en panden die op het oog een kantoordeel hebben (beoordeeld op basis van Google Streetview), maar niet zijn aangeduid met kantoorfunctie volgens BAG. De ligging van de beoordeelde niet-gevoelige objecten is gegeven in Bijlage 3. De jaargemiddelde geluidniveaus L_{day} (bedrijfstijden van de bedrijven zijn voornamelijk overdag) en L_{den} zijn gegeven in Tabel 2.11.

Tabel 2.11 Jaargemiddelde geluidbelasting in dB op niet-gevoelige objecten

Toetspunt	Omschrijving	Geluidbelasting Windwinning Hoeksebaan	
		L_{day}	L_{den}
b01	Amersgat 17	40	47
b02	Slachthuisweg 50	41	47
b03	Priel 80	45	51
b04	Kulkweg 102	46	53
b05	Kulkweg 60	49	55
b06	Zuidergors 101	48	54
b07	Zuidergors 9	45	52
b08	Kwelder 12	46	52
b09	Dwarskulk 4	44	51
b10	Nieuw Oranjekanaal 45	43	50

De geluidbelasting op de niet-gevoelige objecten is inzichtelijk gemaakt als indicatie voor het leef- of werkklimaat. De berekende geluidbelasting gedurende de dagperiode (L_{day}) als gevolg van de windturbines is waarschijnlijk merkbaar, maar er wordt verondersteld dat de toevoeging van het windturbinegeluid niet zal leiden tot onaanvaardbare hinder naast de al aanwezige geluidniveaus op het bedrijventerrein.

3 Onderzoek slagschaduw

3.1 Normstelling

Schaduweffecten van een draaiende windturbine kunnen hinder veroorzaken bij mensen. De maximale flikkerfrequentie, het contrast en de tijdsduur van blootstelling zijn van invloed op de mate van hinder die ondervonden kan worden. Bekend is dat flikkerfrequenties onder 2,5 Hz niet schadelijk zijn (veroorzaken niet potentieel epileptische aanvallen bij daarvoor gevoelige personen). Flikkerfrequenties tussen 2,5 Hz en 14 Hz kunnen als erg storend worden ervaren. Deze frequenties worden in de praktijk door gangbare windturbines niet bereikt. Een groter verschil tussen licht en donker (meer contrast) wordt als hinderlijker ervaren. Verder speelt de blootstellingsduur een grote rol bij de beleving.

In artikel 3.14 lid 4. van het Activiteitenbesluit wordt verwezen naar de bij de ministeriële regeling te stellen maatregelen. In deze regeling¹⁹ is in artikel 3.12 voorgeschreven dat een turbine is voorzien van een automatische stilstandsvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten voor zover de afstand tussen de turbine en de woning minder bedraagt dan twaalf maal de rotordiameter en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten slagschaduw kan optreden²⁰. In het kader van dit onderzoek wordt dit artikel als volgt geïnterpreteerd:

- Bij de beoordeling worden alleen woningen van derden betrokken;
- De eventuele schaduw van turbines op een grotere afstand dan twaalf maal de rotordiameter wordt verwaarloosd;
- Schaduw bij een zonnestand lager dan vijf graden wordt als niet-hinderlijk beoordeeld. Bij zonsopkomst en zonsondergang is het licht vrij diffuus en wordt de turbine vaak aan het zicht onttrokken door gebouwen en begroeiing;
- Bij een windpark worden de schaduwduren en schaduw dagen van afzonderlijke turbines opgeteld voor zover de schaduwen elkaar niet overlappen;
- Er is geen stilstandsvoorziening op een turbine nodig als de gemiddelde duur van hinderlijke schaduw minder is dan 6 uur per jaar. Dit is een strengere beoordeling dan volgens het Activiteitenbesluit omdat volgens deze op 17 dagen per jaar de hinderduur van zonsopgang tot zonsondergang meer dan 20 minuten mag bedragen en op alle overige dagen in het jaar de hinderduur door slagschaduw minder dan 20 minuten mag bedragen. Opgeteld kan de norm uit het Activiteitenbesluit dus een langere slagschaduwduur opleveren dan 6 uur per jaar.

3.2 Slagschaduwgebied

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

¹⁹ Regeling van de minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 9 november 2007 nr. DJZ 2007104180 houdende regels voor inrichtingen (Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer).

²⁰ Voor de letterlijke tekst wordt verwezen naar de regeling.

3.3 Potentiële slagschaduw

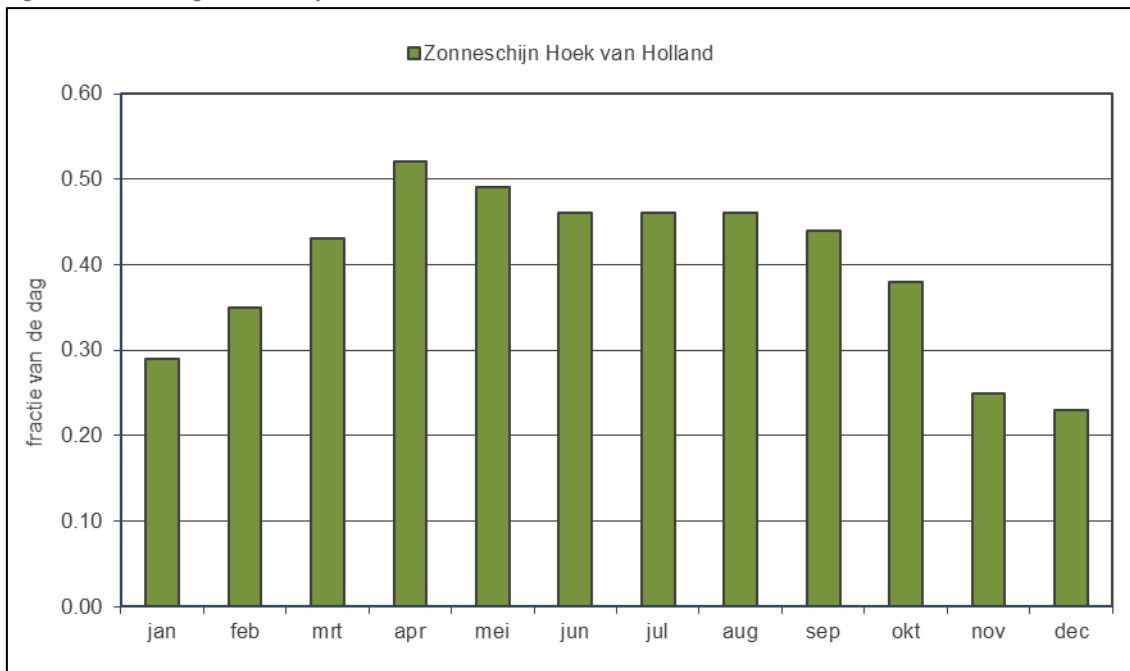
Op basis van de turbineafmetingen, de gang van de zon op deze locatie en een minimale zonshoogte van vijf graden, zijn de dagen en tijden berekend waarop slagschaduw kan optreden. De gang van de zon is voor alle dagen van het jaar bepaald met een astronomisch rekenmodel waarbij rekening is gehouden met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

De potentiële schaduwduur is nauwkeurig te berekenen, afhankelijk van de nauwkeurigheid van de invoer van de geometrie (positie en afmeting van de turbine en positie van de woningen) en van de nauwkeurigheid waarmee de zonnestand wordt bepaald. De correcties om te komen tot de verwachte hinderduur zijn echter een voorspelling op basis van de geschiedenis. De meteogegevens zijn bepaald op basis van gemiddelde gemeten data over twintig jaar. De verwachting is dat in de toekomst deze gemiddelden over langere perioden hier niet in grote mate van af zullen wijken.

3.3.1 Zonneschijn

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

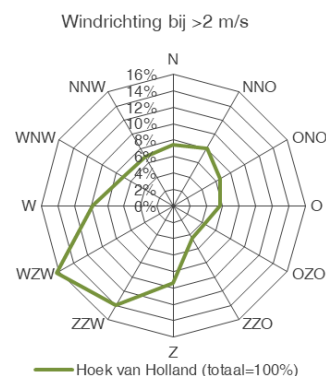
Figuur 3.1 Percentage zonneschijn Hoek van Holland



3.3.2 Oriëntatie

Het rotorvlak staat niet altijd haaks op de schaduwrichting waardoor de hinderduur wordt beperkt. Als het rotorvlak evenwijdig staat aan de schaduwrichting treedt er geen of nauwelijks lichtflikkering op. Afhankelijk van de richting waar de windturbine staat ten opzichte van woning ligt de deze correctie tussen circa 55% en 75%. Deze correctie is gebaseerd op de distributie van de voorkomende windrichtingen. De percentages worden ontleend aan meerjarige data van meteostations waarbij alleen de windsnelheden boven 2 m/s (op 10 meter hoogte, overeenkomend met circa 3 m/s op ashoogte) zijn betrokken.

Figuur 3.2 Distributie windrichtingen bij windsnelheid > 2 m/s



3.4 Rekenresultaten

Bij de beoordeling van slagschaduw is geen rekening gehouden met obstakels in de omgeving die zich kunnen bevinden tussen de windturbines en de toetsobjecten. In de praktijk kunnen er zich daarnaast nog locatie specifieke beplanting en gebouwen bevinden die de slagschaduw beperken. Een dergelijk detailniveau is hier niet meegenomen. De hoeveelheid slagschaduw is daarmee 'worst case' bepaald.

Bij de beoordeling van slagschaduw wordt uitgegaan van de worst-case aanname dat de gehele gevel van een woning boven een hoogte van 50 cm uit raam bestaat. Daarbij is aangenomen dat de gevelhoogte bij woningen 5 m bedraagt en voor de geprojecteerde breedte van het gevelvlak is 8 m aangehouden.

Voor de weergave van contouren op kaart wordt door het rekenprogramma automatisch uitgegaan van een rekenraster waarop per rasterpunt de schaduwduur wordt berekend op een oppervlak van 1 m². Daardoor kan het voorkomen dat een woning welke op of net buiten de 6 uurscontour is gelegen meer dan de 6 uur aan slagschaduw ondervindt. Immers, voor de berekeningen op de toetspunten wordt uitgegaan van een veel groter beschreven verticaal oppervlak van 8,0 x 4,5 meter. De ervaring leert dat de contouren van 5 uur per m² een goede weergave zijn van 6 uur per gevel/woning. Er wordt tevens gekeken naar de 15-uurscontour (wederom per m², komt overeen met 16 uur per jaar per gevel) om informatie te geven over de optredende slagschaduwduren binnen de zes uurscontour voor zowel toetspunten als op locaties waar geen toetspunt aanwezig is.

De kaart is dus nadrukkelijk niet geschikt voor het toetsen aan normen, maar voor de woningen die buiten de 5-uur (per m²) contour liggen kan met zekerheid gesteld dat aan de normen uit het Activiteitenbesluit wordt voldaan. Voor woningen die binnen deze contour liggen kan met een toetspuntberekening worden aangetoond of de hinder voldoet aan de norm.

Voor de te realiseren nieuwe windturbines zijn de schaduwduren in het omliggende gebied berekend per turbine en voor de nieuwe turbines tezamen. In Bijlage 12 is met een groene, rode en grijze isolijn aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur respectievelijk 0, 6 of 16 uur bedraagt per gevel.

3.5 Hinderduur bij woningen

Voor dezelfde referentiewoningen als gehanteerd in het akoestisch onderzoek is de verwachte slagschaduw per jaar bepaald. De ligging van de toetspunten is gegeven op de kaarten met slagschaduwcontouren (Bijlage 12). De slagschaduwduren per jaar op de toetspunten zijn gegeven in Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Slagschaduw Windwinning Hoeksebaan [u:mm per jaar]

Toetspunt	Adres	Jaarlijkse slagschaduw [u:mm]
tp01	Zekkenstraat 2B	16:33
tp02	Kulkweg 199	30:38
tp03	Dwarshaak 30	45:41
tp04	Dwarshaak 26	44:34
tp05	Dwarshaak 16	35:22
tp06	Dwarshaak 10	33:02
tp07	Bonnenweg 2	42:18
tp08	Slachthuisweg 1	16:53
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	--
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	--
tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	30:28
tp12	Zekkenstraat 33	7:23
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	2:27
tp14	Tuymelaerstraat 20	6:02
tp15	Haakweg 35	9:16
tp16	Bonnenlaan 4	5:52
tp17	Oranjepolderweg 30	2:21

--: geen slagschaduw

Voor woningen (zowel referentiewoningen als andere woningen) waarbij meer dan de voorgestelde 6 uur slagschaduwhinder per jaar optreedt, kan de slagschaduwhinder worden beperkt middels een stilstandregeling tot het niveau waarop wordt voldaan aan de normstelling uit het Activiteitenbesluit (zie paragraaf 3.6). Zie ook de **vetgedrukte waarden** in Tabel 3.1 waar een overschrijding van 6 uur per jaar plaatsvindt. In Bijlage 15 zijn de slagschaduwkalenders per toetspunt gegeven waarop de momenten gedurende een kalenderjaar dat slagschaduw kan plaatsvinden grafisch zijn weergegeven.

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

Binnen een afstand van circa 490 m van de windturbine kan de zon volledig bedekt worden door een rotorblad²¹. De rotor moet dan haaks staan op de richting van de zon. De schaduw is dan maximaal en wordt als meer hinderlijk ervaren. Op grotere afstanden is de schaduw nooit volledig.

De frequenties van de lichtflikkeringen liggen tussen 0,3 en 0,5 Hz en ligt hiermee ver onder de 2,5 Hz dat als erg storend wordt ervaren en schadelijk kan zijn.

3.6 Maatregelen

De windturbines zullen worden uitgerust met een stilstandsvoorziening om te voldoen aan de wettelijke norm, zowel op de referentiewoningen als op andere woningen waarop de norm wordt overschreden. In de turbinebesturing worden hiervoor blokken van dagen en tijden geprogrammeerd waarop de rotor wordt gestopt indien de zon schijnt en de turbine draait omdat er op die momenten slagschaduw valt op woningen waar de betreffende turbine bijdraagt aan een overschrijding van de norm. Een dergelijke voorziening leidt tot enig productieverlies. De totale stilstandsduur kan met een zonnescijnsensor beperkt worden door de turbine alleen te stoppen op geprogrammeerde tijden indien ook tegelijkertijd de zon schijnt. Wanneer de zon niet schijnt zal er ook geen sprake zijn van slagschaduw en kan de turbine door blijven draaien. Wanneer de definitieve keuze van het turbinetype bekend is zal er een stilstandskalender worden bepaald waarmee de stilstandsvoorziening van de turbines kan worden geprogrammeerd.

3.7 Cumulatie met andere windturbines

Cumulatie met bestaande en vergunde windturbines beschouwd, waarbij is uitgegaan van dezelfde windturbines als bij het akoestisch onderzoek (paragraaf 2.8). De invoergegevens zijn gegeven in Bijlage 11.

Voor de referentiesituatie (bestaande en vergunde windturbines) en toekomstige situatie zijn de schaduwduren in het omliggende gebied bepaald. In Bijlage 13 en Bijlage 14 is met een groene, rode en grijze isolijn aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur respectievelijk 0, 6 of 16 uur bedraagt per gevel.

Voor de referentiewoningen is de verwachte slagschaduw per jaar (referentiesituatie en toekomstige cumulatieve situatie) gegeven in Tabel 3.2. Voor de referentiesituatie is uitgegaan van de maximaal mogelijke slagschaduw op de referentiewoningen. In de praktijk zou het mogelijk kunnen zijn dat de slagschaduw van de bestaande windturbines op woningen wordt beperkt middels een stilstandvoorziening en dat daardoor de jaarlijkse slagschaduwduur op woningen lager is dan gegeven in Tabel 3.2.

²¹ Uitgaande van een maximale breedte van het rotorblad van 4,7 m.

Tabel 3.2 Slagschaduwduur cumulatief [u:mm per jaar]

Toetspunt	Adres	Ref. situatie	Windwinning Hoeksebaan	Cumulatief
tp01	Zekkenstraat 2B	5:52	16:33	22:43
tp02	Kulkweg 199	3:14	30:38	33:59
tp03	Dwarshaak 30	0:57	45:41	46:38
tp04	Dwarshaak 26	0:46	44:34	45:21
tp05	Dwarshaak 16	2:17	35:22	37:40
tp06	Dwarshaak 10	1:10	33:02	34:13
tp07	Bonnenweg 2	2:45	42:18	45:08
tp08	Slachthuisweg 1	17:50	16:53	35:02
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	44:33	--	44:33
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	28:00	--	28:00
tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	1:47	30:28	32:27
tp12	Zekkenstraat 33	0:53	7:23	8:22
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	--	2:27	2:27
tp14	Tuymelaerstraat 20	--	6:02	6:02
tp15	Haakweg 35	1:46	9:16	11:03
tp16	Bonnenlaan 4	--	5:52	5:52
tp17	Oranjepolderweg 30	1:07	2:21	3:32

--: geen slagschaduw

3.8 Slagschaduw bij niet-gevoelige objecten

Voor de ruimtelijke onderbouwing is ook gekeken naar effecten op niet-gevoelige objecten. In dit geval zijn enkele omliggende bedrijven met kantoorfunctie ingevoerd in het rekenmodel om te kijken in hoeverre deze bedrijven slagschaduw ervaren door Windwinning Hoeksebaan. De slagschaduwduren bij dezelfde kantoorpanden als getoetst in het akoestisch onderzoek (paragraaf 2.10) zijn inzichtelijk gemaakt. Naast de gemiddelde hoeveelheid slagschaduw per jaar is berekend hoeveel van deze slagschaduw tijdens bedrijfstijd optreedt. Voor deze berekening is uitgegaan van bedrijfstijden tussen 7:30u en 17:30u, de zomertijd-periode van het jaar 2022 en 5/7e kans dat de slagschaduw op een weekdag optreedt.

In Tabel 3.3 zijn de optredende slagschaduwduren voor de referentiesituatie en de cumulatieve slagschaduwduren weergegeven. Er is in de analyse opnieuw uitgegaan van 'standaard' toetspunten van 8x5 m (paragraaf 3.4). Voor bedrijven met grotere lichtdoorlatende gevels kan de slagschaduwduur in dat geval hoger uitvallen.

Tabel 3.3 Slagschaduwduur Windwinning Hoeksebaan op nabijgelegen bedrijven [u:mm per jaar]

Toetspunt	Adres	Ref. situatie	Windwinning Hoeksebaan	Cumulatief
b01	Amersgat 17	8:53	35:47	45:22
b02	Slachthuisweg 50	11:42	62:08	74:15
b03	Priel 80	7:21	93:26	101:04
b04	Kulkweg 102	4:30	122:33	127:17
b05	Kulkweg 60	6:54	94:29	101:43
b06	Zuidergors 101	10:13	4:46	15:00
b07	Zuidergors 9	7:27	6:39	14:05
b08	Kwelder 12	6:00	6:50	12:47
b09	Dwarskulk 4	5:15	9:24	14:35
b10	Nieuw Oranjekanaal 45	20:36	--	20:36

--: geen slagschaduw

De hoeveelheid slagschaduw per jaar (als gevolg van Windwinning Hoeksebaan) die tijdens bedrijfstijd kan optreden is gegeven in Tabel 3.4. In verband met het wijzigen van de aanvangsdatum en einddatum van de zomertijd ieder jaar kunnen de tijden miniem afwijken voor andere jaren dan 2022.

Tabel 3.4 Slagschaduwduur tijdens bedrijfstijd [u:mm per jaar]

Toetspunt	Adres	Windwinning Hoeksebaan maximale slagschaduw	Windwinning Hoeksebaan tijdens bedrijfstijd
b01	Amersgat 17	35:47	25:40
b02	Slachthuisweg 50	62:08	39:08
b03	Priel 80	93:26	66:26
b04	Kulkweg 102	122:33	87:38
b05	Kulkweg 60	94:29	53:41
b06	Zuidergors 101	4:46	3:24
b07	Zuidergors 9	6:39	4:45
b08	Kwelder 12	6:50	4:50
b09	Dwarskulk 4	9:24	6:43
b10	Nieuw Oranjekanaal 45	--	--

--: geen slagschaduw

Er is een aanzienlijke hoeveelheid jaarlijkse slagschaduwduren die optreden tijdens bedrijfstijden bij toetspunten b01, b02, b03, 04 en b05. In Bijlage 16 zijn de slagschaduwkalenders per toetspunt gegeven waarop de momenten gedurende een kalenderjaar dat slagschaduw kan plaatsvinden grafisch zijn weergegeven. Doordat de onderzochte bedrijven panden met kantoorfunctie of panden waar een kantoordeel aanwezig is betreffen, kan er hinder worden ondervonden door mensen die langdurig op één plek aanwezig zijn in het kantoor.

In de resultaten in Tabel 3.4 is de maximale slagschaduw gegeven tijdens de gehanteerde werktijden. Er is in deze resultaten geen rekening gehouden met de eventuele stilstand om bij gevoelige objecten te voldoen aan de norm van maximaal gemiddeld 6 uur slagschaduw per jaar. In werkelijkheid zullen de windturbines op bepaalde momenten moeten worden stilgezet op bij omliggende gevoelige objecten te voldoen aan de norm. Afhankelijk van de ligging van de kantoorpanden, kunnen deze 'profiteren' van het stilstaan voor gevoelige objecten en kan daarmee de slagschaduw tijdens kantoortijden afnemen.

De slagschaduw tijdens kantoortijden is opnieuw bepaald waarbij is meegenomen dat de windturbines worden stilgezet om te voldoen aan de norm voor gevoelige objecten. De resultaten zijn gegeven in de laatste kolom van Tabel 3.5 (de eerste en tweede kolom met slagschaduwresultaten zijn dezelfde als in Tabel 3.4).

Tabel 3.5 Slagschaduwduur tijdens bedrijfstijd waarbij wordt gemitigeerd voor gevoelige objecten naar maximaal gemiddeld 6 uur slagschaduw per jaar [u:mm per jaar]

Toetspunt	Adres	Windwinning Hoeksebaan maximale slagschaduw	Windwinning Hoeksebaan tijdens bedrijfstijd	Windwinning Hoeksebaan tijdens bedrijfstijd en mitigatie voor gevoelige objecten
b01	Amersgat 17	35:47	25:40	19:45
b02	Slachthuisweg 50	62:08	39:08	39:08
b03	Priel 80	93:26	66:26	66:26
b04	Kulkweg 102	122:33	87:38	76:13
b05	Kulkweg 60	94:29	53:41	52:35
b06	Zuidergors 101	4:46	3:24	3:21
b07	Zuidergors 9	6:39	4:45	4:23
b08	Kwelder 12	6:50	4:50	3:50
b09	Dwarskulk 4	9:24	6:43	5:38
b10	Nieuw Oranjekanaal 45	--	--	--

--: geen slagschaduw

Uit Tabel 3.5 kan worden opgemaakt dat bij meerdere toetspunten de daadwerkelijke slagschaduw tijdens kantoortijden lager kan uitvallen doordat voor omliggende gevoelige objecten moet worden gemitigeerd tot wordt voldaan aan de norm. Er kunnen maatregelen worden getroffen voor het verder beperken van slagschaduwhinder door bijvoorbeeld het toepassen van zonwering bij de gevels waar slagschaduw wordt verwacht of door de windturbines op bepaalde momenten stil te zetten middels een stilstandvoorziening.

4 Conclusie

In opdracht van Eneco Wind BV en FMT BV is een akoestisch onderzoek en een onderzoek naar slagschaduw uitgevoerd voor twee te realiseren windturbines op de terreinen van Renewi Hoogheemraadschap van Delfland in Hoek van Holland. Voor het akoestisch onderzoek is gerekend met een windturbine met een relatief hoge geluiduitstraling. Voor het onderzoek naar slagschaduw is gerekend met maximale afmetingen binnen de bandbreedte.

Zodra het definitieve turbinetype bekend is die zal worden gerealiseerd, dient te worden aangetoond dat met dit turbinetype wordt voldaan aan de normen uit het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling.

Akoestisch onderzoek

De geluidbelasting als gevolg van de nieuwe windturbines is bepaald op de omgeving. Zonder toepassing van geluidvoorzieningen voor het gehanteerde windturbinetype kan niet worden voldaan aan de geluidnorm uit het Activiteitenbesluit. Door toepassing van geluidvoorzieningen voor het gehanteerde windturbinetype kan het bronvermogen dusdanig worden gereduceerd tot een niveau waarop wordt voldaan aan de geluidnorm $L_{den}=47$ dB en $L_{night}=41$ dB.

De cumulatieve geluidbelasting met bestaande en vergunde windturbines is inzichtelijk gemaakt voor de referentiewoningen. Indien het bevoegd gezag maatwerk voorschrijft, kunnen verdere geluidvoorzieningen worden getroffen voor de windturbines tot bijvoorbeeld cumulatief wordt voldaan aan de geluidnorm $L_{den}=47$ dB en $L_{night}=41$ dB uit het Activiteitenbesluit.

Cumulatie met andersoortige geluidbronnen (wegverkeer, railverkeer, scheepvaart, industrie, luchtvaart en bestaande en vergunde windturbines) is inzichtelijk gemaakt voor de referentiewoningen. Het verschil in cumulatieve geluidbelasting voor en na toevoeging van Windwinning Hoeksebaan ligt tussen 0 en 4 dB voor de referentiewoningen. De kwaliteit van de akoestisch omgeving volgens 'Methode Miedema' verslechtert ter plaatse van enkele referentiewoningen na toevoeging van Windwinning Hoeksebaan.

De geluidbelasting ter plaatse van een aantal niet-gevoelige objecten (kantoorpanden) is inzichtelijk gemaakt ter indicatie van de kwaliteit van de akoestisch omgeving. Het geluid van de nieuwe windturbines kan merkbaar zijn, maar zal door het al aanwezig geluidniveau op het bedrijventerrein niet leiden tot onaanvaardbare hinder.

Onderzoek naar slagschaduw

De slagschaduweffecten van de te realiseren windturbines zijn onderzocht en in kaart gebracht middels slagschaduwcontouren op kaart, slagschaduwduren op een set referentiewoningen en slagschaduwkalenders. Bij meerdere toetspunten treedt meer dan 6 uur per jaar aan slagschaduw op. Daarmee is overschrijding mogelijk van de norm uit de Activiteitenregeling (niet meer dan gemiddeld 17 dagen per jaar met meer dan 20 minuten slagschaduw). Door een automatische stilstandvoorziening in te regelen kan normoverschrijding worden voorkomen. De slagschaduwduur ter plaatse van gevoelige objecten bedraagt met stilstandvoorziening dan minder dan gemiddeld 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag. De stilstandsregeling leidt enigszins tot een productieverlies van de windturbines.

Cumulatie van slagschaduw met bestaande (en vergunde) windturbines is inzichtelijk gemaakt middels contouren op kaart en berekende slagschaduwduren per jaar.

Voor een selectie niet-gevoelige objecten (kantoorpanden) is de jaarlijkse slagschaduw en verwachte slagschaduw tijdens bedrijfstijden inzichtelijk gemaakt. Voor een aantal niet-gevoelige objecten kan een aanzienlijke hoeveelheid slagschaduw van Windwinning Hoeksebaan optreden tijdens bedrijfstijden. Slagschaduwhinder kan hier worden beperkt door het treffen van maatregelen zoals toepassing van zonwering of door een stilstandvoorziening te treffen voor de windturbines.

Bijlage 1 Verklarende begrippenlijst

Bronsterkte	Het geluid dat de windturbine op ashoogte produceert ter plaatse van de turbine.
Daglengte	De tijd tussen opkomst en ondergang van de zon.
Dosis-effectrelatie	De relatie/ verhouding tussen meer of minder blootstelling aan een bepaalde belasting en het effect hiervan op de hinder/ gezondheid bij een mens.
Flikkerfrequentie	Het aantal passages per seconde van een rotorblad. Flikkerfrequenties boven 2,5 Hz (2,5 passages per seconde) zijn zeer hinderlijk voor mensen maar komen bij grotere windturbines niet voor.
Gevoelige bestemming	Woningen zijn gevoelige bestemmingen, waarbij wettelijk geluidhinder onderzocht moet worden. Onderzoek naar slagschaduwhinder is niet wettelijk verplicht maar wordt geadviseerd indien gevoelige bestemmingen binnen een afstand van twaalf maal de rotordiameter aanwezig zijn. Kantoren en gebouwen op bedrijventerreinen (geen woningen) zijn geen gevoelige objecten.
Gevelvlak	De slagschaduw wordt niet getoetst op een enkel punt maar op een vlak dat alle ramen van een verblijfsruimte omvat. In dit onderzoek wordt een vlak beoordeeld met een geprojecteerde breedte van acht meter en een hoogte van vijf meter. Dit vlak wordt het gevelvlak genoemd.
Hz, Hertz	Frequentie. 1 Hz is één keer per seconde. 5 Hz is vijf keer per seconde.
Hinderduur	De hinderduur is de verwachte gemiddelde duur per jaar van hinderlijke slagschaduw op de gevel. Hierbij is de potentiële schaduwduur gecorrigeerd voor de maandelijkse kans op zon, de kans op het draaien van de rotor en de richting van het rotorvlak. Als een jaar zonniger is dan gemiddeld kan de hinderduur langer zijn dan de gemiddelde hinderduur.
L_{den}	Het jaargemiddelde geluidniveau.
L_E	Emissieterm, jaargemiddelde bronsterkte.
L_{day}	Het jaargemiddelde geluidniveau in de dag.
L_{even}	Het jaargemiddelde geluidniveau in de avond.

L_{night}	Het jaargemiddelde geluidniveau in de nacht.
V_{10}	De windsnelheid op 10 meter hoogte boven maaiveld.
Vas	De windsnelheid op ashoogte boven maaiveld.
Lichtflikkeringen	Als de schaduw van een rotorblad over het gevelvlak gaat zal verschil in lichtintensiteit optreden. Het aantal lichtflikkeringen per periode bepaalt de flikkerfrequentie.
Meteogegevens	Statistische gegevens van meetstations in de omgeving van de windturbine. De meteogegevens bevatten de distributies van windsnelheden en windrichtingen en de maandelijkse kans op zonneschijn.
Passageduur	De maximale duur op een dag van de schaduw op (een deel van) het gevelvlak. Hierbij wordt uitgegaan van continu zonneschijn en de meest ongunstige richting van het rotorvlak.
Potentiële schaduwduur	De jaarlijkse duur van de schaduw over het gevelvlak indien de zon altijd schijnt, de turbine altijd in werking is en de richting van de rotor altijd dwars staat op de lijn van de turbine naar de woning.
Slagschaduw	Bewegende schaduw van de draaiende rotorbladen. Bij slagschaduw op een raam wordt het afwisselend licht en donker in de verblijfsruimte. Buiten is dit minder hinderlijk omdat het licht dan vanuit meerdere richtingen komt.
Stilstandsvoorziening	Instellingen voor de turbine waardoor deze stilgezet kan worden indien anders de norm voor slagschaduwhinder overschreden zou worden. Een stilstandsvoorziening kan als optie geïnstalleerd worden. De voorziening moet automatisch werken.

Bijlage 2 Objecten rekenmodel akoestiek

Rekenraster

Naam	Omschr.	X-1	Y-1	Hoogte	DeltaX	DeltaY	X-aantal	Y-aantal
g01	Rekengrid	68242,86	446547,93	5	50	50	251	218

Toetspunten

Naam	Omschrijving	X	Y	Hoogte
tp01	Zekkenstraat 2B	69843,01	443035,55	5,00
tp02	Kulkweg 199	70140,35	443101,20	5,00
tp03	Dwarshaak 30	70633,65	443131,92	5,00
tp04	Dwarshaak 26	70691,80	443108,68	5,00
tp05	Dwarshaak 16	70820,75	443022,04	5,00
tp06	Dwarshaak 10	70882,75	442971,00	5,00
tp07	Bonnenweg 2	71171,36	442486,90	5,00
tp08	Slachthuisweg 1	70723,61	442079,98	5,00
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	71628,30	441421,36	5,00
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	71713,46	441534,86	5,00
tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	71928,00	441910,12	5,00
tp12	Zekkenstraat 33	69621,45	443218,96	5,00
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	69223,00	443493,64	5,00
tp14	Tuymelaerstraat 20	69684,50	443736,08	5,00
tp15	Haakweg 35	70218,93	443501,44	5,00
tp16	Bonnenlaan 4	72249,13	443007,03	5,00
tp17	Oranjepolderweg 30	72789,63	442264,77	5,00
tp18	Vergulde Draeckweg 198	69566,41	443610,69	5,00
tp19A	Appartementcomplex De Houtmanstraat +5m	69290,96	443535,78	5,00
tp19B	Appartementcomplex De Houtmanstraat +25m	69290,96	443535,78	25,00
b01	Amersgat 17	70026,31	442890,92	5,00
b02	Slachthuisweg 50	70071,70	442657,85	5,00
b03	Priel 80	70203,66	442724,11	5,00
b04	Kulkweg 102	70320,52	442862,56	5,00
b05	Kulkweg 60	70542,86	442749,47	5,00
b06	Zuidergors 101	70444,92	442629,53	5,00
b07	Zuidergors 9	70566,43	442529,76	5,00
b08	Kwelder 12	70607,96	442591,59	5,00

b09	Dwarskulk 4	70685,17	442594,85	5,00
b10	Nieuw Oranjekanaal 45	71526,58	441619,29	5,00

Windturbines

Naam	Type	X	Y	Hoogte
WT01	Renewi	71332,00	441852,00	170,00
WT02	HH-Delfland	70451,00	442742,00	170,00
LTnw	Nordex N163/5.X no STE	73576,00	438801,00	150,00
DH4	V90 3.0MW	68550,02	439757,01	105,00
DH3	V90 3.0MW	68240,02	439871,01	105,00
DH2	V90 3.0MW	67986,02	440084,01	105,00
DH1	V90 3.0MW	67962,02	440462,01	105,00
DH5	V90 3.0MW	68856,05	439634,04	105,00
SHB1	E82 3.0MW	68228,92	439321,29	98,40
SHB2	E82 3.0MW	68552,54	439245,57	98,40
SHB3	E82 3.0MW	68877,93	439171,85	98,40
SHB4	E82 3.0MW	69165,55	439125,73	98,40
LT1	V90 3.0MW	72616,00	439471,01	80,00
LT2	V90 3.0MW	72339,00	439701,01	80,00
NW3	V112 3.45MW	71768,03	441093,04	119,00
NW4	V112 3.45MW	72102,00	440815,98	119,00
NW5	V112 3.45MW	72439,00	440546,00	119,00
NW6	V112 3.45MW	72801,99	440277,07	119,00
NW7	V112 3.45MW	73166,01	440043,98	119,00
NW8	V112 3.45MW	73541,03	439824,98	119,00
LTrep1	V126 3.8MW	69181,00	442335,00	130,00
LTrep2	V126 3.8MW	69478,00	442088,00	130,00
LTrep3	V126 3.8MW	69773,00	441838,00	130,00
LTrep4	V126 3.8MW	70069,00	441594,00	130,00
LTrep5	V126 3.8MW	70365,00	441348,00	130,00
LTrep6	V126 3.8MW	71037,00	440780,00	130,00
LTrep7	V126 3.8MW	71351,00	440524,00	130,00
LTrep8	V126 3.8MW	71660,00	440267,00	130,00
LTrep9	V126 3.8MW	71961,00	440015,00	130,00
DL1	De Lier	74685,51	443067,00	64,00

Geluidbronnen windturbines - dagperiode

Naam	LE (D) 31	LE (D) 63	LE (D) 125	LE (D) 250	LE (D) 500	LE (D) 1k	LE (D) 2k	LE (D) 4k	LE (D) 8k	LE (D) Totaal
WT01	72,83	84,63	90,23	92,73	96,33	99,23	100,43	94,43	77,13	104,74
WT02	72,83	84,63	90,23	92,73	96,33	99,23	100,43	94,43	77,13	104,74
WT01 miti	72,83	84,63	90,23	92,73	96,33	99,23	100,43	94,43	77,13	104,74
WT02 miti	72,83	84,63	90,23	92,73	96,33	99,23	100,43	94,43	77,13	104,74
LTnw	76,57	86,57	92,77	96,97	100,27	101,67	99,27	90,47	81,67	106,28
DH4	77,26	87,22	90,20	92,84	95,23	97,89	97,13	93,24	82,72	103,12
DH3	77,26	87,22	90,20	92,84	95,23	97,89	97,13	93,24	82,72	103,12
DH2	77,26	87,22	90,20	92,84	95,23	97,89	97,13	93,24	82,72	103,12
DH1	77,26	87,22	90,20	92,84	95,23	97,89	97,13	93,24	82,72	103,12
DH5	77,26	87,22	90,20	92,84	95,23	97,89	97,13	93,24	82,72	103,12
SHB1	76,86	85,10	91,80	96,70	95,80	93,50	91,10	85,00	76,90	101,54
SHB2	76,86	85,10	91,80	96,70	95,80	93,50	91,10	85,00	76,90	101,54
SHB3	76,86	85,10	91,80	96,70	95,80	93,50	91,10	85,00	76,90	101,54
SHB4	76,86	85,10	91,80	96,70	95,80	93,50	91,10	85,00	76,90	101,54
LT1	77,26	87,22	90,20	92,84	95,23	97,89	97,13	93,24	82,72	103,12
LT2	77,26	87,22	90,20	92,84	95,23	97,89	97,13	93,24	82,72	103,12
NW3	72,10	85,30	91,30	95,00	97,30	98,10	95,30	89,90	76,10	103,24
NW4	68,50	81,70	87,70	91,40	93,70	94,40	91,70	86,30	72,50	99,61
NW5	68,50	81,70	87,70	91,40	93,70	94,40	91,70	86,30	72,50	99,61
NW6	68,50	81,70	87,70	91,40	93,70	94,40	91,70	86,30	72,50	99,61
NW7	68,50	81,70	87,70	91,40	93,70	94,40	91,70	86,30	72,50	99,61
NW8	68,50	81,70	87,70	91,40	93,70	94,40	91,70	86,30	72,50	99,61
LTrep1	70,84	82,14	90,31	95,85	99,31	99,82	95,81	93,08	77,99	104,64
LTrep2	70,84	82,14	90,31	95,85	99,31	99,82	95,81	93,08	77,99	104,64
LTrep3	70,84	82,14	90,31	95,85	99,31	99,82	95,81	93,08	77,99	104,64
LTrep4	70,84	82,14	90,31	95,85	99,31	99,82	95,81	93,08	77,99	104,64
LTrep5	70,84	82,14	90,31	95,85	99,31	99,82	95,81	93,08	77,99	104,64
LTrep6	70,84	82,14	90,31	95,85	99,31	99,82	95,81	93,08	77,99	104,64
LTrep7	70,84	82,14	90,31	95,85	99,31	99,82	95,81	93,08	77,99	104,64
LTrep8	70,84	82,14	90,31	95,85	99,31	99,82	95,81	93,08	77,99	104,64
LTrep9	70,84	82,14	90,31	95,85	99,31	99,82	95,81	93,08	77,99	104,64
DL1	-4,80	81,50	89,90	88,10	90,40	92,70	89,30	79,10	71,10	97,53

Geluidbronnen windturbines - avondperiode

Naam	LE (A) 31	LE (A) 63	LE (A) 125	LE (A) 250	LE (A) 500	LE (A) 1k	LE (A) 2k	LE (A) 4k	LE (A) 8k	LE (A) Totaal
WT01	73,12	84,92	90,52	93,02	96,62	99,52	100,72	94,72	77,42	105,03
WT02	73,12	84,92	90,52	93,02	96,62	99,52	100,72	94,72	77,42	105,03
WT01 miti	73,12	84,92	90,52	93,02	96,62	99,52	100,72	94,72	77,42	105,03
WT02 miti	73,12	84,92	90,52	93,02	96,62	99,52	100,72	94,72	77,42	105,03
LTnw	76,88	86,88	93,08	97,28	100,58	101,98	99,58	90,78	81,98	106,59
DH4	77,29	87,25	90,22	92,86	95,26	97,92	97,16	93,27	82,74	103,15
DH3	77,29	87,25	90,22	92,86	95,26	97,92	97,16	93,27	82,74	103,15
DH2	77,29	87,25	90,22	92,86	95,26	97,92	97,16	93,27	82,74	103,15
DH1	77,29	87,25	90,22	92,86	95,26	97,92	97,16	93,27	82,74	103,15
DH5	77,29	87,25	90,22	92,86	95,26	97,92	97,16	93,27	82,74	103,15
SHB1	76,81	85,05	91,75	96,65	95,75	93,45	91,05	84,95	76,85	101,49
SHB2	76,81	85,05	91,75	96,65	95,75	93,45	91,05	84,95	76,85	101,49
SHB3	76,81	85,05	91,75	96,65	95,75	93,45	91,05	84,95	76,85	101,49
SHB4	76,81	85,05	91,75	96,65	95,75	93,45	91,05	84,95	76,85	101,49
LT1	77,29	87,25	90,22	92,86	95,26	97,92	97,16	93,27	82,74	103,15
LT2	77,29	87,25	90,22	92,86	95,26	97,92	97,16	93,27	82,74	103,15
NW3	72,30	85,50	91,50	95,20	97,50	98,30	95,50	90,10	76,30	103,44
NW4	68,60	81,80	87,80	91,50	93,80	94,60	91,80	86,50	72,60	99,75
NW5	68,60	81,80	87,80	91,50	93,80	94,60	91,80	86,50	72,60	99,75
NW6	68,60	81,80	87,80	91,50	93,80	94,60	91,80	86,50	72,60	99,75
NW7	68,60	81,80	87,80	91,50	93,80	94,60	91,80	86,50	72,60	99,75
NW8	68,60	81,80	87,80	91,50	93,80	94,60	91,80	86,50	72,60	99,75
LTrep1	71,09	82,39	90,55	96,09	99,55	100,06	96,06	93,32	78,23	104,88
LTrep2	71,09	82,39	90,55	96,09	99,55	100,06	96,06	93,32	78,23	104,88
LTrep3	71,09	82,39	90,55	96,09	99,55	100,06	96,06	93,32	78,23	104,88
LTrep4	71,09	82,39	90,55	96,09	99,55	100,06	96,06	93,32	78,23	104,88
LTrep5	71,09	82,39	90,55	96,09	99,55	100,06	96,06	93,32	78,23	104,88
LTrep6	71,09	82,39	90,55	96,09	99,55	100,06	96,06	93,32	78,23	104,88
LTrep7	71,09	82,39	90,55	96,09	99,55	100,06	96,06	93,32	78,23	104,88
LTrep8	71,09	82,39	90,55	96,09	99,55	100,06	96,06	93,32	78,23	104,88
LTrep9	71,09	82,39	90,55	96,09	99,55	100,06	96,06	93,32	78,23	104,88
DL1	-5,09	81,21	89,61	87,81	90,11	92,41	89,01	78,81	70,81	97,24

Geluidbronnen windturbines - nachtperiode

Naam	LE (N) 31	LE (N) 63	LE (N) 125	LE (N) 250	LE (N) 500	LE (N) 1k	LE (N) 2k	LE (N) 4k	LE (N) 8k	LE (N) Totaal
WT01	73,42	85,22	90,82	93,32	96,92	99,82	101,02	95,02	77,72	105,33
WT02	73,42	85,22	90,82	93,32	96,92	99,82	101,02	95,02	77,72	105,33
WT01 miti	73,42	85,22	90,82	93,32	96,92	99,82	101,02	95,02	77,72	105,33
WT02 miti	72,60	84,40	90,00	92,50	96,10	99,00	100,20	94,20	76,90	104,51
LTnw	77,31	87,31	93,51	97,71	101,01	102,41	100,01	91,21	82,41	107,02
DH4	77,49	87,45	90,42	93,06	95,46	98,12	97,36	93,47	82,95	103,35
DH3	77,49	87,45	90,42	93,06	95,46	98,12	97,36	93,47	82,95	103,35
DH2	77,49	87,45	90,42	93,06	95,46	98,12	97,36	93,47	82,95	103,35
DH1	77,49	87,45	90,42	93,06	95,46	98,12	97,36	93,47	82,95	103,35
DH5	77,49	87,45	90,42	93,06	95,46	98,12	97,36	93,47	82,95	103,35
SHB1	76,96	85,20	91,90	96,80	95,90	93,60	91,20	85,10	77,00	101,64
SHB2	76,96	85,20	91,90	96,80	95,90	93,60	91,20	85,10	77,00	101,64
SHB3	76,96	85,20	91,90	96,80	95,90	93,60	91,20	85,10	77,00	101,64
SHB4	76,96	85,20	91,90	96,80	95,90	93,60	91,20	85,10	77,00	101,64
LT1	77,49	87,45	90,42	93,06	95,46	98,12	97,36	93,47	82,95	103,35
LT2	77,49	87,45	90,42	93,06	95,46	98,12	97,36	93,47	82,95	103,35
NW3	68,90	82,00	88,00	91,70	94,00	94,80	92,10	86,70	72,90	99,96
NW4	68,90	82,00	88,00	91,70	94,00	94,80	92,10	86,70	72,90	99,96
NW5	68,90	82,00	88,00	91,70	94,00	94,80	92,10	86,70	72,90	99,96
NW6	68,90	82,00	88,00	91,70	94,00	94,80	92,10	86,70	72,90	99,96
NW7	68,90	82,00	88,00	91,70	94,00	94,80	92,10	86,70	72,90	99,96
NW8	68,90	82,00	88,00	91,70	94,00	94,80	92,10	86,70	72,90	99,96
LTrep1	71,46	82,75	90,92	96,46	99,92	100,43	96,43	93,69	78,60	105,25
LTrep2	71,46	82,75	90,92	96,46	99,92	100,43	96,43	93,69	78,60	105,25
LTrep3	71,46	82,75	90,92	96,46	99,92	100,43	96,43	93,69	78,60	105,25
LTrep4	71,46	82,75	90,92	96,46	99,92	100,43	96,43	93,69	78,60	105,25
LTrep5	71,46	82,75	90,92	96,46	99,92	100,43	96,43	93,69	78,60	105,25
LTrep6	71,46	82,75	90,92	96,46	99,92	100,43	96,43	93,69	78,60	105,25
LTrep7	71,46	82,75	90,92	96,46	99,92	100,43	96,43	93,69	78,60	105,25
LTrep8	71,46	82,75	90,92	96,46	99,92	100,43	96,43	93,69	78,60	105,25
LTrep9	71,46	82,75	90,92	96,46	99,92	100,43	96,43	93,69	78,60	105,25
DL1	-5,06	81,24	89,64	87,84	90,14	92,44	89,04	78,84	70,84	97,27

Bodemfactoren

Soort	Bodemfactor B
Standaard bodemfactor	0,9
Wegdelen volgens TOP10NL	0,0
Waterdelen volgens TOP10NL	0,0
Overige verharding: kassen, extra aangebrachte verharding bij erven	0,0
Bebouwing (bedrijventerrein, woonwijk)	0,3
Gedeeltelijk verharding / gedeeltelijk begroeiing	0,5
Bodemgebied onder spoorbaandelen (ballastbed)	1,0 (volgens Bijlage IV behorende bij hoofdstuk 4 van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012)

Invoergegeven Enercon E-160 EP5 E3 STE

Coördinaten RD				70451	442742			
Coördinaten WGS				51,9667	4,1569			
Ashoogte [m]				170				
Hoogte windprofiel [m]				170				
Windturbine				Enercon E-160 EP5 E3 5560 kW				
Mode				0s TES				
						Gecorrigeerd voor bedrijfsduur (Lw + Cb)		
v_as	dag	avond	nacht	Lw_as	LE dag	LE	LE	
[m/s]	[%]	[%]	[%]	[dB(A)]	[dB(A)]	avond	nacht	
						[dB(A)]	[dB(A)]	
1	1,66	1,92	1,76					
2	3,42	2,82	2,39					
3	5,59	4,47	3,88	92	79,5	78,5	77,9	
4	7,43	6,35	5,42	94	82,7	82,0	81,3	
5	8,93	7,99	6,23	96,9	86,4	85,9	84,8	
6	9,62	8,74	7,51	100,7	90,5	90,1	89,5	
7	10,13	9,52	9,17	103,9	94,0	93,7	93,5	
8	10,04	10,06	10,17	106,8	96,8	96,8	96,9	
9	9,39	10,21	10,99	106,8	96,5	96,9	97,2	
10	8,00	9,01	10,45	106,8	95,8	96,3	97,0	
11	6,39	7,34	8,70	106,8	94,9	95,5	96,2	
12	5,07	5,70	6,81	106,8	93,9	94,4	95,1	
13	3,92	4,46	5,02	106,8	92,7	93,3	93,8	
14	2,83	3,31	3,72	106,8	91,3	92,0	92,5	
15	2,06	2,41	2,28	106,8	89,9	90,6	90,4	
16	1,65	1,79	1,58	106,8	89,0	89,3	88,8	
17	1,22	1,33	1,26	106,8	87,7	88,0	87,8	
18	0,82	0,90	0,96	106,8	85,9	86,3	86,6	
19	0,65	0,66	0,67	106,8	84,9	85,0	85,1	
20	0,41	0,37	0,39	106,8	82,9	82,5	82,7	
21	0,28	0,24	0,25	106,8	81,3	80,6	80,8	
22	0,18	0,17	0,13	106,8	79,4	79,1	77,9	
23	0,15	0,10	0,11	106,8	78,6	76,8	77,2	
24	0,08	0,07	0,08	106,8	75,8	75,3	75,8	
25	0,08	0,07	0,08	106,8	75,8	75,3	75,8	
				Totaal	104,74	105,03	105,33	
Gehanteerde spectrale verdeling [dB(A)]								
31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
-31,91	-20,11	-14,51	-12,01	-8,41	-5,51	-4,31	-10,31	-27,61

Wegverkeer gegevens N223

	Naam	Omschr.	X-1	Y-1	Lengte	Type	Wegdek
1	N223	N223 - Hoeksebaan	72800,24	442606,99	4902,88	Intensiteit	W0

Wegverkeer intensiteiten

Naam	LV(D)	LV(A)	LV(N)	MV(D)	MV(A)	MV(N)	ZV(D)	ZV(A)	ZV(N)
N223	334,00	205,00	53,00	38,00	18,00	6,00	38,00	18,00	6,00

Scheepvaart Nieuwe Waterweg gegevens

	Naam	Omschr.	X-1	Y-1	ISO_H	Lengte
1	SL1	binnenvaart	68083,83	443478,02	0,75	12064,97
2	SL2	zeeschepen	68067,99	443489,74	0,75	12113,65
3	SL3	overig	68067,34	443487,91	0,75	12142,24

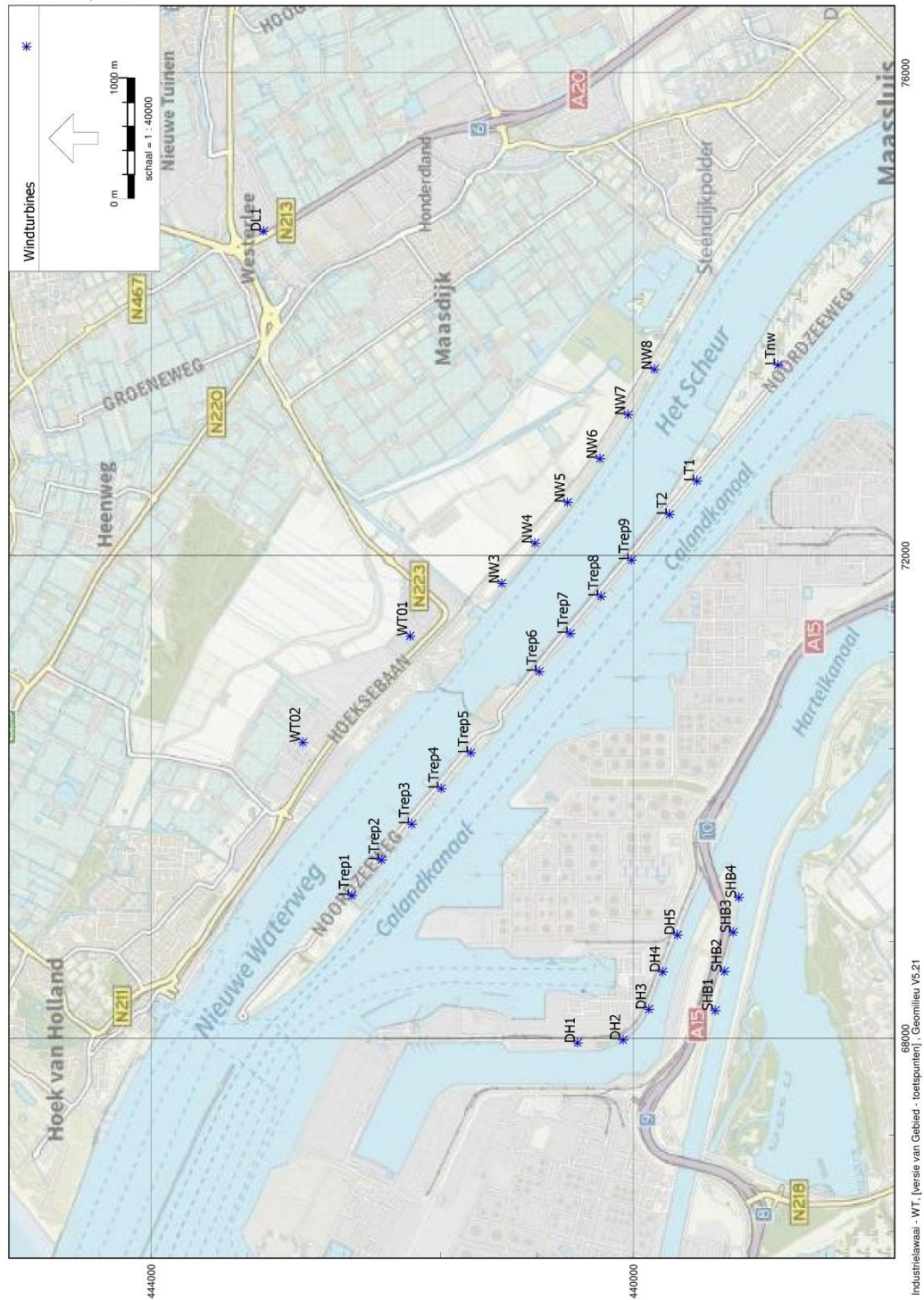
Scheepvaart (mobiele bron) – invoergegevens per type vaartuig

	Zeeschepen	Binnenvaart	Overig
Gemiddelde snelheid [km/u]	7	15	15
Aantal per periode			
Dag	62	109	31
Avond	21	14	4
Nacht	21	14	4

Industrielawaai Renewi – bronvermogen Lw [dB(A)/m2]

Naam	Lwr 31	Lwr 63	Lwr 125	Lwr 250	Lwr 500	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Lwr Tot
Ren	80,61	88,31	94,41	99,01	102,21	103,11	102,11	99,91	99,41	109,21

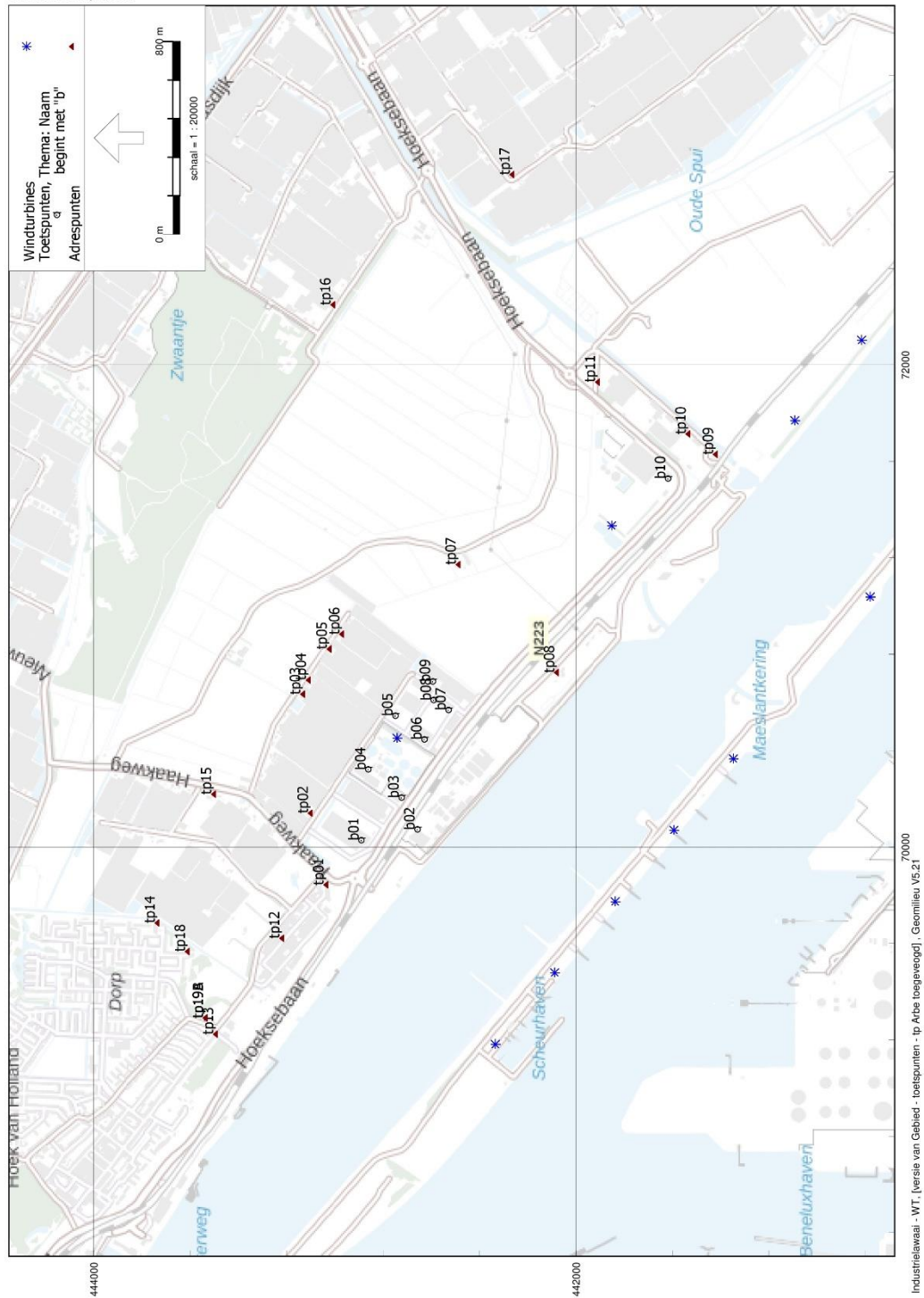
Bijlage 3 Situering objecten rekenmodel akoestiek



Toetspunten

Toetspunten
12 okt 2022, 09:49

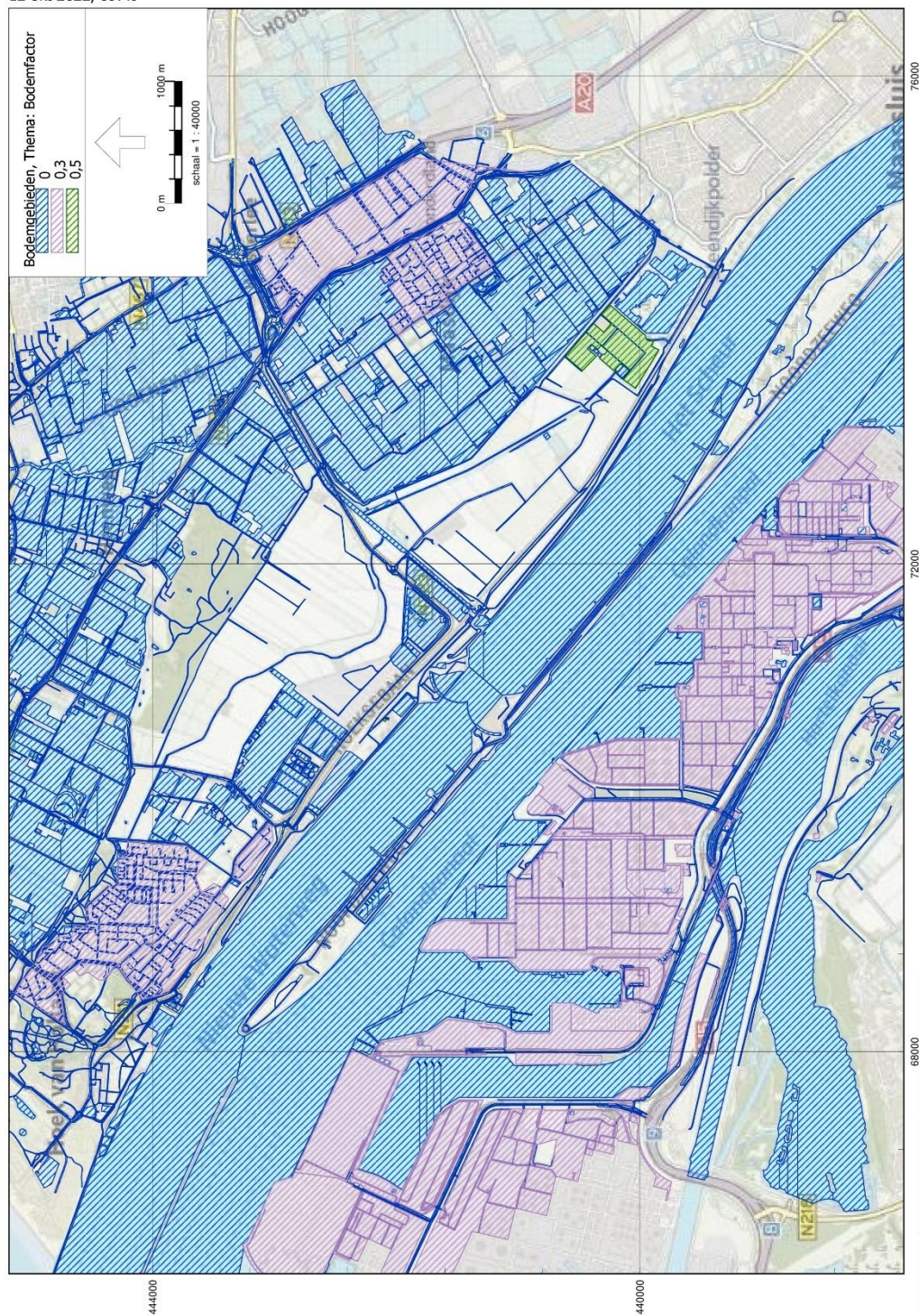
Pondera Consult



Bodemgebieden

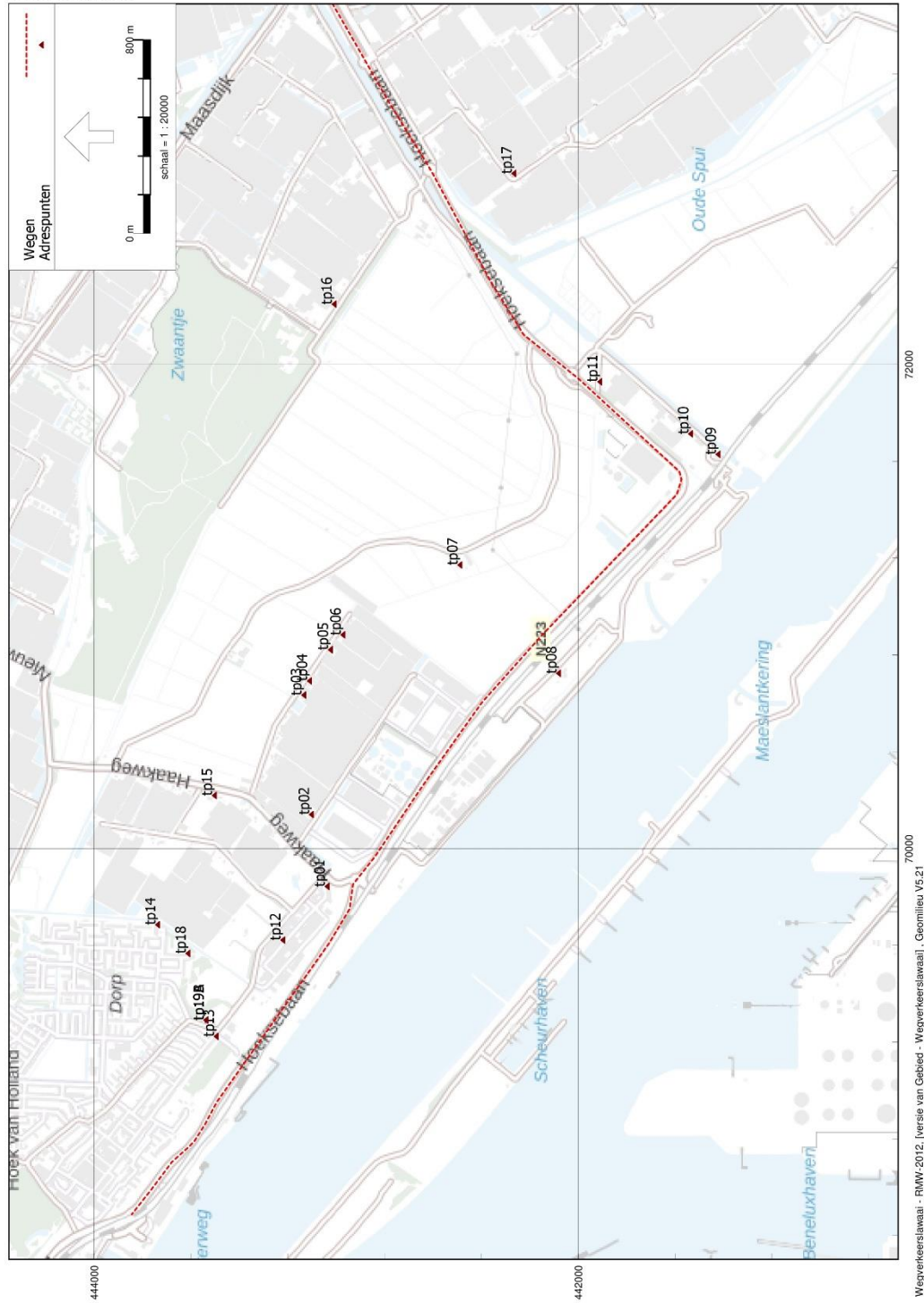
Bodemgebied
12 okt 2022, 09:49

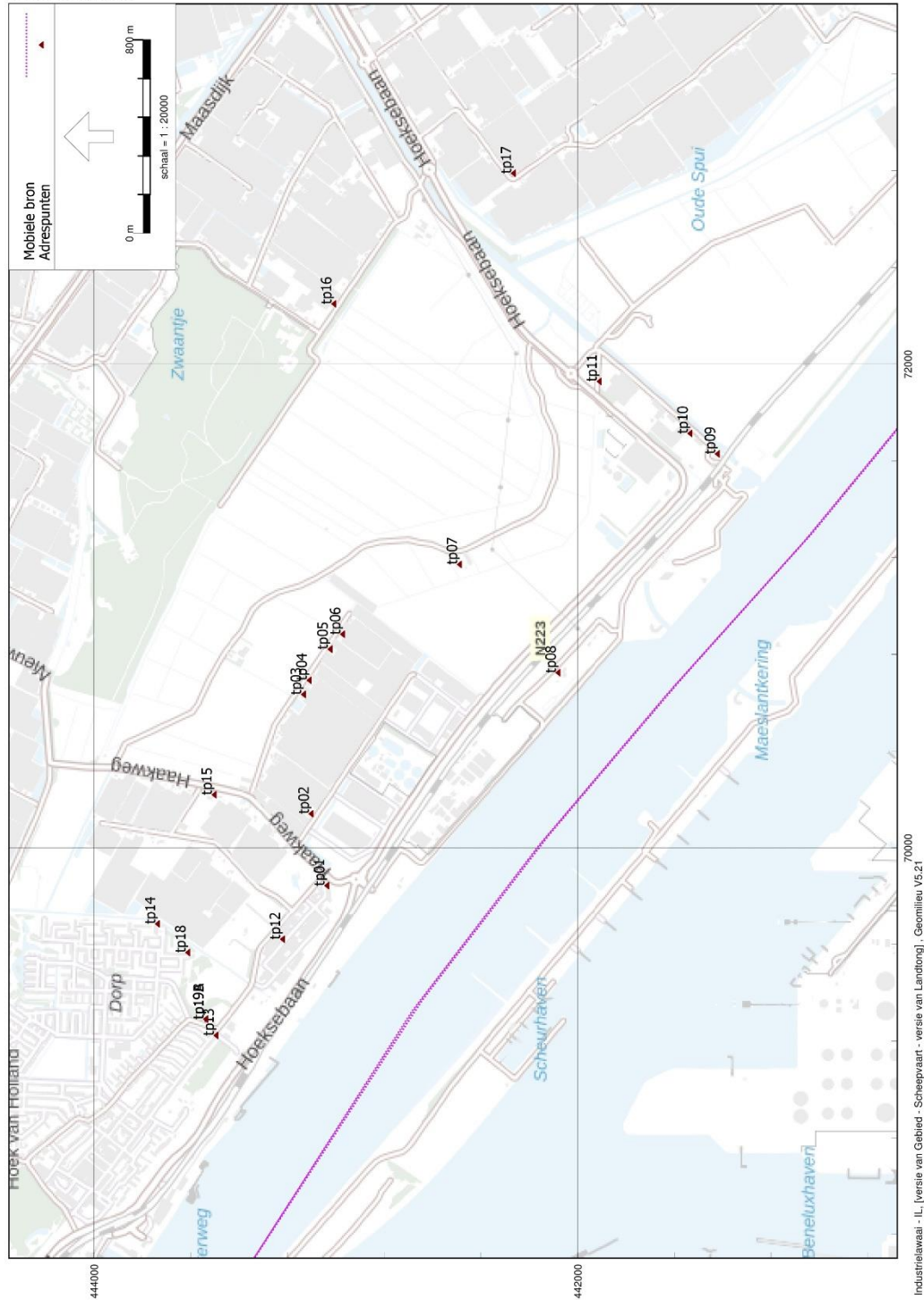
Pondera Consult

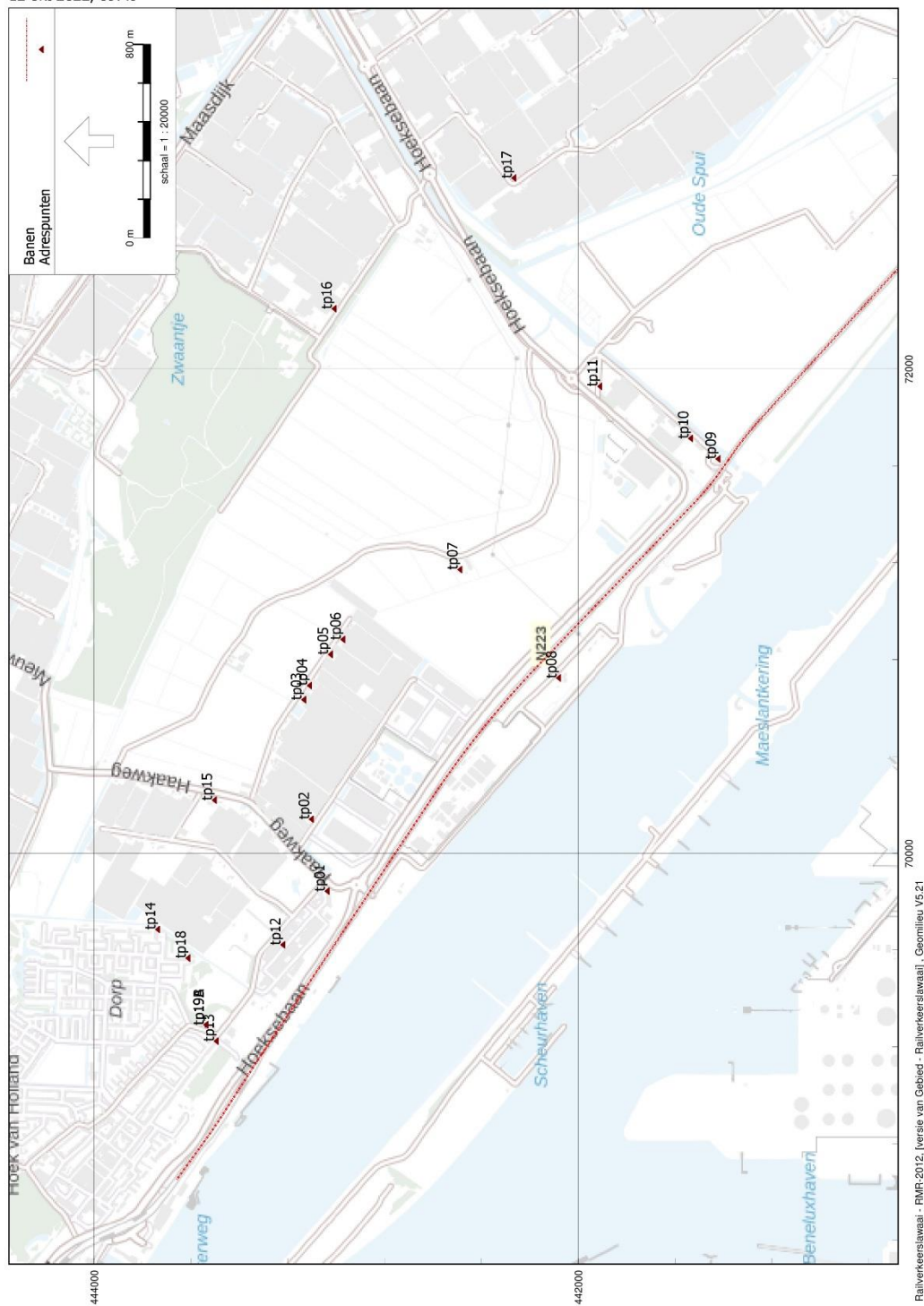


Toetspunten
12 okt 2022, 09:49

Pondera Consult







Bijlage 4 Rekenresultaten akoestiek

Windturbinegeluid – Windwinning Hoeksebaan

Naam	Omschr.	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
tp01	Zekkenstraat 2B	5,00	35,58	35,87	36,17	42,47
tp02	Kulkweg 199	5,00	39,42	39,71	40,01	46,31
tp03	Dwarshaak 30	5,00	40,74	41,03	41,33	47,63
tp04	Dwarshaak 26	5,00	40,72	41,01	41,31	47,61
tp05	Dwarshaak 16	5,00	40,52	40,81	41,11	47,41
tp06	Dwarshaak 10	5,00	39,94	40,23	40,53	46,83
tp07	Bonnenweg 2	5,00	37,32	37,61	37,91	44,21
tp08	Slachthuisweg 1	5,00	37,92	38,21	38,51	44,81
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	5,00	38,86	39,15	39,45	45,75
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	5,00	39,15	39,44	39,74	46,04
tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	5,00	37,04	37,33	37,63	43,93
tp12	Zekkenstraat 33	5,00	32,54	32,83	33,13	39,43
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	5,00	28,12	28,41	28,71	35,01
tp14	Tuymelaerstraat 20	5,00	29,62	29,91	30,21	36,51
tp15	Haakweg 35	5,00	33,98	34,27	34,57	40,87
tp16	Bonnenlaan 4	5,00	27,98	28,27	28,57	34,87
tp17	Oranjepolderweg 30	5,00	27,76	28,05	28,35	34,65
tp18	Vergulde Draeckweg 198	5,00	29,74	30,03	30,33	36,63
tp19A	Appartementcomplex De Houtmanstraat +5m	5,00	27,76	28,05	28,35	34,65
tp19B	Appartementcomplex De Houtmanstraat +25m	25,00	27,90	28,19	28,49	34,79

Windturbinegeluid – Windwinning Hoeksebaan met geluidvoorzieningen

Naam	Omschr.	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
tp01	Zekkenstraat 2B	5,00	35,58	35,87	35,39	41,87
tp02	Kulkweg 199	5,00	39,42	39,71	39,22	45,70
tp03	Dwarshaak 30	5,00	40,74	41,03	40,55	47,03
tp04	Dwarshaak 26	5,00	40,72	41,01	40,53	47,01
tp05	Dwarshaak 16	5,00	40,52	40,81	40,35	46,82
tp06	Dwarshaak 10	5,00	39,94	40,23	39,79	46,26
tp07	Bonnenweg 2	5,00	37,32	37,61	37,58	43,95
tp08	Slachthuisweg 1	5,00	37,92	38,21	38,16	44,53
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	5,00	38,86	39,15	39,40	45,71
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	5,00	39,15	39,44	39,70	46,00

tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	5,00	37,04	37,33	37,59	43,89
tp12	Zekkenstraat 33	5,00	32,54	32,83	32,37	38,84
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	5,00	28,12	28,41	28,02	34,48
tp14	Tuymelaerstraat 20	5,00	29,62	29,91	29,48	35,95
tp15	Haakweg 35	5,00	33,98	34,27	33,81	40,28
tp16	Bonnenlaan 4	5,00	27,98	28,27	28,28	34,64
tp17	Oranjepolderweg 30	5,00	27,76	28,05	28,22	34,54
tp18	Vergulde Draeckweg 198	5,00	29,74	30,03	29,59	36,06
tp19A	Appartementcomplex De Houtmanstraat +5m	5,00	27,76	28,05	27,62	34,09
tp19B	Appartementcomplex De Houtmanstraat +25m	25,00	27,90	28,19	27,77	34,23

Windturbinegeluid – Windwinning Hoeksebaan met geluidvoorzieningen, niet-gevoelige objecten

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
b01	Amersgat 17	5,00	40,28	40,57	40,08	46,56
b02	Slachthuisweg 50	5,00	40,57	40,86	40,38	46,86
b03	Priel 80	5,00	44,58	44,87	44,36	50,85
b04	Kulkweg 102	5,00	46,27	46,56	46,05	52,54
b05	Kulkweg 60	5,00	48,65	48,94	48,43	54,92
b06	Zuidergors 101	5,00	47,90	48,19	47,68	54,17
b07	Zuidergors 9	5,00	45,23	45,52	45,03	51,51
b08	Kwelder 12	5,00	45,88	46,17	45,68	52,16
b09	Dwarshak 4	5,00	44,35	44,64	44,16	50,64
b10	Nieuw Oranjekanaal 45	5,00	43,44	43,73	44,02	50,32

Windturbinegeluid – referentiesituatie windturbines na 1 januari 2011

Naam	Omschr.	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
tp01	Zekkenstraat 2B	5,00	37,41	37,64	37,99	44,28
tp02	Kulkweg 199	5,00	36,59	36,82	37,15	43,45
tp03	Dwarshaak 30	5,00	35,07	35,30	35,57	41,88
tp04	Dwarshaak 26	5,00	35,05	35,27	35,54	41,85
tp05	Dwarshaak 16	5,00	35,03	35,25	35,51	41,82
tp06	Dwarshaak 10	5,00	35,33	35,55	35,72	42,05
tp07	Bonnenweg 2	5,00	35,34	35,56	35,68	42,02
tp08	Slachthuisweg 1	5,00	40,17	40,40	40,67	46,98
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	5,00	43,01	43,22	41,98	48,67
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	5,00	41,92	42,13	41,09	47,73
tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	5,00	38,08	38,28	37,67	44,19

tp12	Zekkenstraat 33	5,00	36,80	37,04	37,38	43,67
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	5,00	34,32	34,55	34,88	41,18
tp14	Tuymelaerstraat 20	5,00	32,71	32,93	33,25	39,55
tp15	Haakweg 35	5,00	33,21	33,44	33,75	40,05
tp16	Bonnenlaan 4	5,00	30,17	30,37	30,31	36,70
tp17	Oranjepolderweg 30	5,00	33,69	33,88	33,71	40,12
tp18	Vergulde Draeckweg 198	5,00	33,42	33,64	33,95	40,25
tp19A	Appartementcomplex De Houtmanstraat +5m	5,00	34,24	34,47	34,81	41,10
tp19B	Appartementcomplex De Houtmanstraat +25m	25,00	34,71	34,95	35,29	41,58

Windturbinegeluid – cumulatie windturbines na 1 januari 2011

Naam	Omschr.	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
tp01	Zekkenstraat 2B	5,00	39,59	39,85	39,89	46,25
tp02	Kulkweg 199	5,00	41,22	41,49	41,29	47,70
tp03	Dwarshaak 30	5,00	41,78	42,06	41,75	48,19
tp04	Dwarshaak 26	5,00	41,76	42,03	41,73	48,17
tp05	Dwarshaak 16	5,00	41,60	41,88	41,58	48,01
tp06	Dwarshaak 10	5,00	41,18	41,45	41,18	47,61
tp07	Bonnenweg 2	5,00	39,45	39,71	39,74	46,10
tp08	Slachthuisweg 1	5,00	40,57	40,81	41,05	47,36
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	5,00	43,27	43,48	42,47	49,00
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	5,00	43,69	43,93	43,38	49,88
tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	5,00	40,52	40,76	40,57	46,98
tp12	Zekkenstraat 33	5,00	38,18	38,43	38,57	44,91
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	5,00	35,20	35,44	35,64	41,96
tp14	Tuymelaerstraat 20	5,00	34,44	34,69	34,77	41,12
tp15	Haakweg 35	5,00	36,58	36,84	36,75	43,14
tp16	Bonnenlaan 4	5,00	32,20	32,44	32,41	38,79
tp17	Oranjepolderweg 30	5,00	34,57	34,77	34,68	41,07
tp18	Vergulde Draeckweg 198	5,00	34,96	35,21	35,30	41,65
tp19A	Appartementcomplex De Houtmanstraat +5m	5,00	35,12	35,36	35,57	41,89
tp19B	Appartementcomplex De Houtmanstraat +25m	25,00	35,54	35,78	35,99	42,31

Windturbinegeluid – referentiesituatie (alle bestaande en vergunde windturbines)

Naam	Omschr.	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
tp01	Zekkenstraat 2B	5,00	37,51	37,74	38,09	44,38
tp02	Kulkweg 199	5,00	36,72	36,94	37,27	43,57

tp03	Dwarshaak 30	5,00	35,23	35,45	35,73	42,04
tp04	Dwarshaak 26	5,00	35,21	35,43	35,70	42,01
tp05	Dwarshaak 16	5,00	35,17	35,39	35,65	41,96
tp06	Dwarshaak 10	5,00	35,48	35,70	35,87	42,20
tp07	Bonnenweg 2	5,00	35,47	35,69	35,81	42,15
tp08	Slachthuisweg 1	5,00	40,24	40,47	40,73	47,04
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	5,00	43,04	43,25	42,01	48,70
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	5,00	41,96	42,17	41,14	47,77
tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	5,00	38,14	38,34	37,74	44,26
tp12	Zekkenstraat 33	5,00	36,93	37,16	37,50	43,79
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	5,00	34,51	34,74	35,05	41,35
tp14	Tuymelaerstraat 20	5,00	32,94	33,16	33,47	39,77
tp15	Haakweg 35	5,00	33,42	33,64	33,95	40,25
tp16	Bonnenlaan 4	5,00	30,39	30,58	30,53	36,92
tp17	Oranjepolderweg 30	5,00	33,81	33,99	33,83	40,24
tp18	Vergulde Draeckweg 198	5,00	33,61	33,83	34,14	40,44
tp19A	Appartementcomplex De Houtmanstraat +5m	5,00	34,44	34,66	35,00	41,29
tp19B	Appartementcomplex De Houtmanstraat +25m	25,00	34,91	35,13	35,46	41,76

Windturbinegeluid – cumulatie windturbines (alle bestaande en vergunde windturbines + Windwinning Hoeksebaan)

Naam	Omschr.	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
tp01	Zekkenstraat 2B	5,00	39,66	39,91	39,95	46,31
tp02	Kulkweg 199	5,00	41,26	41,53	41,34	47,75
tp03	Dwarshaak 30	5,00	41,82	42,09	41,79	48,23
tp04	Dwarshaak 26	5,00	41,79	42,07	41,76	48,20
tp05	Dwarshaak 16	5,00	41,63	41,91	41,62	48,05
tp06	Dwarshaak 10	5,00	41,22	41,49	41,23	47,66
tp07	Bonnenweg 2	5,00	39,50	39,76	39,79	46,15
tp08	Slachthuisweg 1	5,00	40,64	40,87	41,11	47,43
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	5,00	43,30	43,51	42,52	49,03
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	5,00	43,72	43,95	43,41	49,91
tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	5,00	40,56	40,80	40,60	47,02
tp12	Zekkenstraat 33	5,00	38,28	38,52	38,66	45,00
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	5,00	35,36	35,59	35,79	42,11
tp14	Tuymelaerstraat 20	5,00	34,60	34,84	34,92	41,27
tp15	Haakweg 35	5,00	36,67	36,93	36,85	43,23

tp16	Bonnenlaan 4	5,00	32,34	32,57	32,54	38,92
tp17	Oranjepolderweg 30	5,00	34,67	34,87	34,78	41,17
tp18	Vergulde Draeckweg 198	5,00	35,10	35,34	35,44	41,79
tp19A	Appartementcomplex De Houtmanstraat +5m	5,00	35,29	35,52	35,73	42,05
tp19B	Appartementcomplex De Houtmanstraat +25m	25,00	35,70	35,93	36,15	42,47

Wegverkeerslawaai

Naam	Omschr.	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
tp01	Zekkenstraat 2B	5,00	39,66	39,91	39,95	46,31
tp02	Kulkweg 199	5,00	41,26	41,53	41,34	47,75
tp03	Dwarshaak 30	5,00	41,82	42,09	41,79	48,23
tp04	Dwarshaak 26	5,00	41,79	42,07	41,76	48,20
tp05	Dwarshaak 16	5,00	41,63	41,91	41,62	48,05
tp06	Dwarshaak 10	5,00	41,22	41,49	41,23	47,66
tp07	Bonnenweg 2	5,00	39,50	39,76	39,79	46,15
tp08	Slachthuisweg 1	5,00	40,64	40,87	41,11	47,43
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	5,00	43,30	43,51	42,52	49,03
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	5,00	43,72	43,95	43,41	49,91
tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	5,00	40,56	40,80	40,60	47,02
tp12	Zekkenstraat 33	5,00	48,61	46,10	40,60	49,82
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	5,00	48,64	46,14	40,63	49,86
tp14	Tuymelaerstraat 20	5,00	39,32	36,79	31,32	40,53
tp15	Haakweg 35	5,00	39,71	37,17	31,71	40,92
tp16	Bonnenlaan 4	5,00	39,92	37,37	31,91	41,13
tp17	Oranjepolderweg 30	5,00	46,27	43,75	38,27	47,49
tp18	Vergulde Draeckweg 198	5,00	40,91	38,39	32,91	42,13
tp19A	Appartementcomplex De Houtmanstraat +5m	5,00	47,03	44,52	39,02	48,24
tp19B	Appartementcomplex De Houtmanstraat +25m	25,00	48,85	46,35	40,84	50,07

Railverkeerslawaai

Naam	Omschr.	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
tp01	Zekkenstraat 2B	5,00	45,83	42,25	40,42	48,11
tp02	Kulkweg 199	5,00	40,32	36,74	34,91	42,6
tp03	Dwarshaak 30	5,00	36,11	32,53	30,7	38,39
tp04	Dwarshaak 26	5,00	36,01	32,43	30,6	38,29
tp05	Dwarshaak 16	5,00	35,88	32,3	30,47	38,16
tp06	Dwarshaak 10	5,00	35,7	32,12	30,29	37,98

tp07	Bonnenweg 2	5,00	36,81	33,23	31,4	39,09
tp08	Slachthuisweg 1	5,00	48,57	44,99	43,16	50,85
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	5,00	57,16	53,58	51,75	59,44
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	5,00	45,24	41,66	39,83	47,52
tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	5,00	36,83	33,25	31,42	39,11
tp12	Zekkenstraat 33	5,00	38,28	38,52	38,66	45,00
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	5,00	35,36	35,59	35,79	42,11
tp14	Tuymelaerstraat 20	5,00	34,60	34,84	34,92	41,27
tp15	Haakweg 35	5,00	36,67	36,93	36,85	43,23
tp16	Bonnenlaan 4	5,00	32,34	32,57	32,54	38,92
tp17	Oranjepolderweg 30	5,00	34,67	34,87	34,78	41,17
tp18	Vergulde Draeckweg 198	5,00	35,10	35,34	35,44	41,79
tp19A	Appartementcomplex De Houtmanstraat +5m	5,00	35,29	35,52	35,73	42,05
tp19B	Appartementcomplex De Houtmanstraat +25m	25,00	35,70	35,93	36,15	42,47

Scheepvaartlawaaai

Naam	Omschr.	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
tp01	Zekkenstraat 2B	5,00	39,27	37,32	34,31	44,31
tp02	Kulkweg 199	5,00	38,14	36,19	33,18	43,18
tp03	Dwarshaak 30	5,00	36,82	34,87	31,86	41,86
tp04	Dwarshaak 26	5,00	36,8	34,85	31,84	41,84
tp05	Dwarshaak 16	5,00	36,45	34,5	31,49	41,49
tp06	Dwarshaak 10	5,00	37,05	35,1	32,09	42,09
tp07	Bonnenweg 2	5,00	36,68	34,73	31,72	41,72
tp08	Slachthuisweg 1	5,00	43,82	41,87	38,86	48,86
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	5,00	42,57	40,62	37,61	47,61
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	5,00	41,31	39,36	36,35	46,35
tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	5,00	37,76	35,81	32,8	42,8
tp12	Zekkenstraat 33	5,00	43,96	42,41	39,40	49,40
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	5,00	43,64	42,15	39,14	49,14
tp14	Tuymelaerstraat 20	5,00	39,69	38,22	35,21	45,21
tp15	Haakweg 35	5,00	39,77	38,25	35,24	45,24
tp16	Bonnenlaan 4	5,00	34,18	32,63	29,62	39,62
tp17	Oranjepolderweg 30	5,00	36,95	35,36	32,35	42,35
tp18	Vergulde Draeckweg 198	5,00	40,35	38,86	35,85	45,85
tp19A	Appartementcomplex De Houtmanstraat +5m	5,00	43,28	41,80	38,79	48,79

tp19B	Appartementcomplex De Houtmanstraat +25m	25,00	43,33	41,85	38,84	48,84
-------	--	-------	-------	-------	-------	-------

Industrielaawaai

Naam	Omschr.	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
tp01	Zekkenstraat 2B	5,00	47,63	47,61	47,48	57,48
tp02	Kulkweg 199	5,00	47,01	46,98	46,83	56,83
tp03	Dwarshaak 30	5,00	46,15	46,11	45,94	55,94
tp04	Dwarshaak 26	5,00	46,08	46,01	45,84	55,84
tp05	Dwarshaak 16	5,00	45,69	45,58	45,39	55,39
tp06	Dwarshaak 10	5,00	45,79	45,68	45,49	55,49
tp07	Bonnenweg 2	5,00	44,86	44,67	44,45	54,45
tp08	Slachthuisweg 1	5,00	46,89	46,65	46,38	56,38
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	5,00	48,92	47,52	46,53	56,53
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	5,00	48,84	47,54	46,59	56,59
tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	5,00	46,82	45,68	44,88	54,88
tp12	Zekkenstraat 33	5,00	41,29	41,53	41,67	48,01
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	5,00	38,37	38,60	38,80	45,12
tp14	Tuymelaerstraat 20	5,00	37,61	37,85	37,93	44,28
tp15	Haakweg 35	5,00	39,68	39,94	39,86	46,24
tp16	Bonnenlaan 4	5,00	35,35	35,58	35,55	41,93
tp17	Oranjepolderweg 30	5,00	37,68	37,88	37,79	44,18
tp18	Vergulde Draeckweg 198	5,00	38,11	38,35	38,45	44,80
tp19A	Appartementcomplex De Houtmanstraat +5m	5,00	38,30	38,53	38,74	45,06
tp19B	Appartementcomplex De Houtmanstraat +25m	25,00	38,71	38,94	39,16	45,48

Cumulatieve geluidbelasting - referentiesituatie

Naam	L VL = L* VL	L RL	L* RL	L SL	L* SL	L IL	L* IL	L LL	L* LL	L WT ref	L* WT ref	Lcum ref
tp01	52,47	48,11	44,30	48,67	46,75	57,48	58,48	39,00	45,25	44,38	53,18	60,78
tp02	46,56	42,60	39,07	47,44	45,55	56,83	57,83	39,00	45,25	43,57	51,84	59,46
tp03	42,75	38,39	35,07	45,83	43,98	55,94	56,94	39,00	45,25	42,04	49,32	58,20
tp04	42,63	38,29	34,98	45,75	43,91	55,84	56,84	39,00	45,25	42,01	49,27	58,11
tp05	42,52	38,16	34,85	45,37	43,54	55,39	56,39	39,00	45,25	41,96	49,18	57,75
tp06	42,46	37,98	34,68	45,65	43,81	55,49	56,49	39,00	45,25	42,20	49,58	57,89
tp07	43,08	39,09	35,74	45,00	43,18	54,45	55,45	39,00	45,25	42,15	49,50	57,15
tp08	49,24	50,85	46,91	51,85	49,85	56,38	57,38	39,00	45,25	47,04	57,57	61,40
tp09	51,59	59,44	55,07	50,52	48,56	56,53	57,53	39,00	45,25	48,70	60,31	63,45
tp10	51,66	47,52	43,74	49,27	47,34	56,59	57,59	39,00	45,25	47,77	58,77	62,00

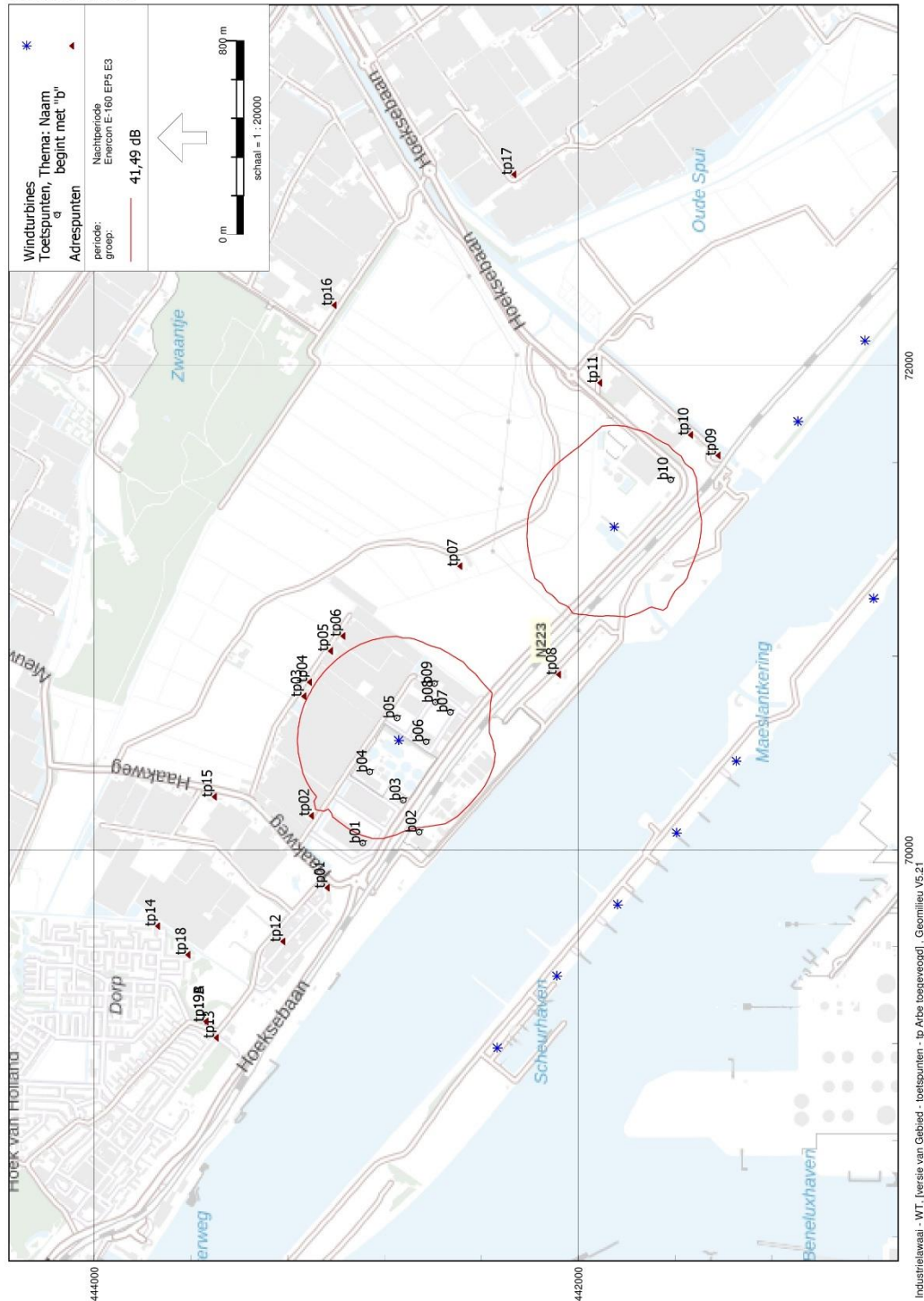
tp11	57,60	39,11	35,75	45,68	43,84	54,88	55,88	39,00	45,25	44,26	52,98	60,87
tp12	49,82	45,00	41,35	49,40	47,47	48,01	49,01	39,00	45,25	43,79	52,20	56,48
tp13	49,86	42,11	38,60	49,14	47,21	45,12	46,12	39,00	45,25	41,35	48,18	54,73
tp14	40,53	41,27	37,81	45,21	43,38	44,28	45,28	39,00	45,25	39,77	45,57	51,54
tp15	40,92	43,23	39,67	45,24	43,41	46,24	47,24	39,00	45,25	40,25	46,36	52,39
tp16	41,13	38,92	35,57	39,62	37,93	41,93	42,93	39,00	45,25	36,92	40,87	49,45
tp17	47,49	41,17	37,71	42,35	40,59	44,18	45,18	39,00	45,25	40,24	46,35	52,63
tp18	42,13	41,79	38,30	45,85	44,00	44,80	45,80	39,00	45,25	40,44	46,68	52,21
tp19A	48,24	42,05	38,55	48,79	46,87	45,06	46,06	39,00	45,25	41,29	48,08	54,16
tp19B	50,07	42,47	38,95	48,84	46,92	45,48	46,48	39,00	45,25	41,76	48,85	54,96

Cumulatieve geluidbelasting – toekomstige situatie

Naam	Omschr.	Lcum ref	L WT nw	L*WT nw	Lcum nw	Vershil
tp01	Zekkenstraat 2B	60,78	46,31	56,36	61,53	0,75
tp02	Kulkweg 199	59,46	47,75	58,74	61,70	2,24
tp03	Dwarshaak 30	58,20	48,23	59,53	61,68	3,48
tp04	Dwarshaak 26	58,11	48,20	59,48	61,61	3,50
tp05	Dwarshaak 16	57,75	48,05	59,23	61,30	3,55
tp06	Dwarshaak 10	57,89	47,66	58,59	60,96	3,07
tp07	Bonnenweg 2	57,15	46,15	56,10	59,22	2,07
tp08	Slachthuisweg 1	61,40	47,43	58,21	61,68	0,28
tp09	Nieuw Oranjekanaal 115A	63,45	49,03	60,85	63,72	0,27
tp10	Nieuw Oranjekanaal 99	62,00	49,91	62,30	64,03	2,03
tp11	Nieuwe Oranjekanaal 51	60,87	47,02	57,53	62,02	1,15
tp12	Zekkenstraat 33	56,48	45,00	54,20	57,34	0,86
tp13	Prins Hendrikstraat 50B	54,73	42,11	49,43	55,04	0,31
tp14	Tuymelaerstraat 20	51,54	41,27	48,05	52,31	0,77
tp15	Haakweg 35	52,39	43,23	51,28	54,22	1,83
tp16	Bonnenlaan 4	49,45	38,92	44,17	50,09	0,64
tp17	Oranjepolderweg 30	52,63	41,17	47,88	53,04	0,41
tp18	Vergulde Draeckweg 198	52,21	41,79	48,90	52,95	0,74
tp19A	Appartementcomplex De Houtmanstraat +5m	54,16	42,05	49,33	54,50	0,34
tp19B	Appartementcomplex De Houtmanstraat +25m	54,96	42,47	50,03	55,28	0,32

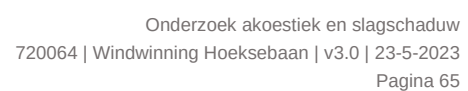
Bijlage 5 Geluidcontour 47 dB Lden

Bijlage 6 Geluidcontour 41 dB Lnight



Bijlage 7 Geluidcontour 47 dB Lden – met geluidvoorzieningen

Bijlage 8 Geluidcontour 41 dB Lnight – met geluidvoorzieningen

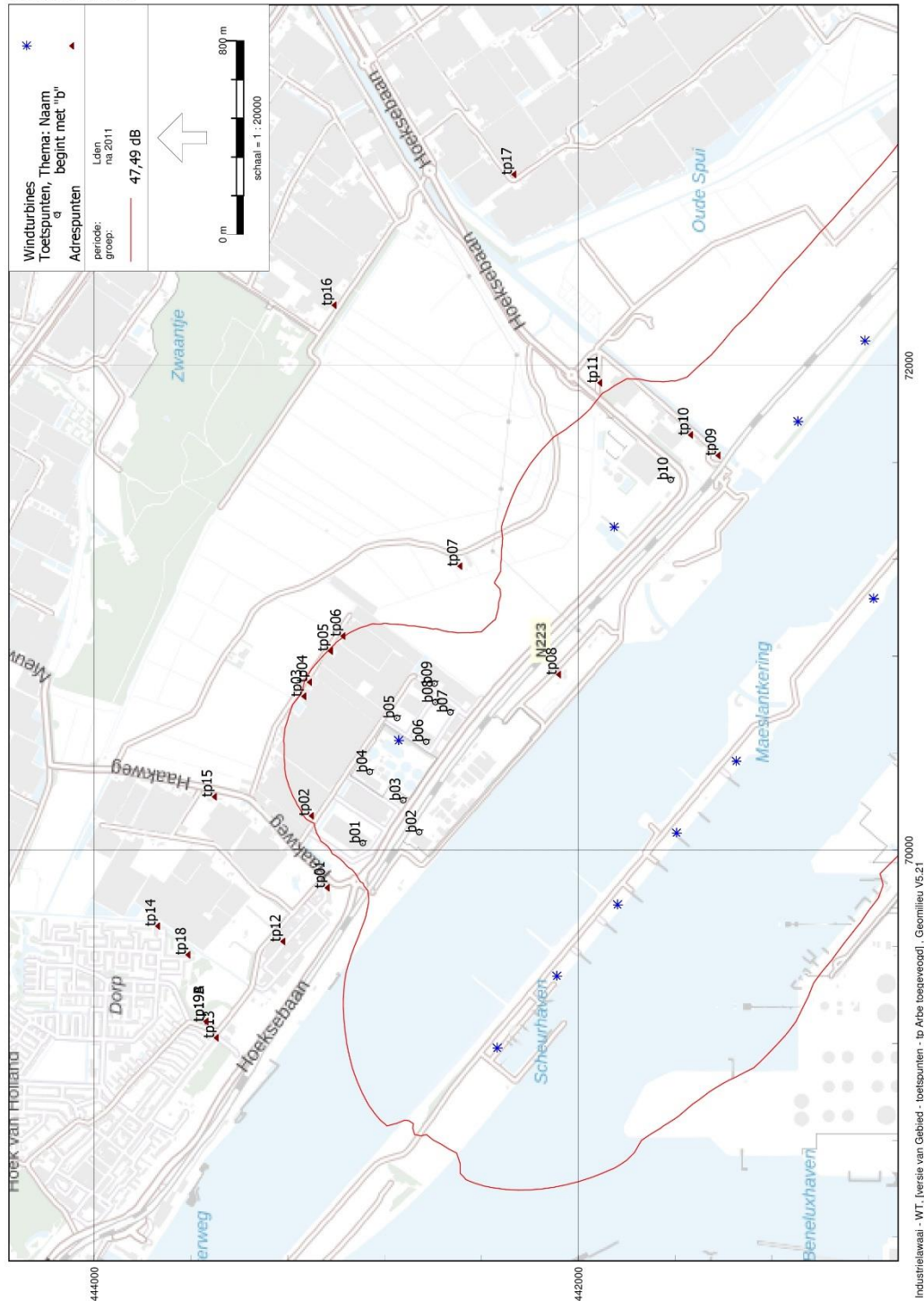


Bijlage 9 Geluidcontour 47 dB Lden - referentiesituatie

Bijlage 10 Geluidcontour 47 dB Lden – cumulatief

Geluidcontouren Lden cumulatief
12 okt 2022, 09:49

Pondera Consult



Bijlage 11 In- en uitvoergegevens slagschaduw

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
14/10/2022 10:04/3.5.576

SHADOW - Main Result

Calculation: Nieuwe WTGs - woningen en bedrijven

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence 1. WTG distance circle radius
Minimum sun height over horizon for influence 5 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []

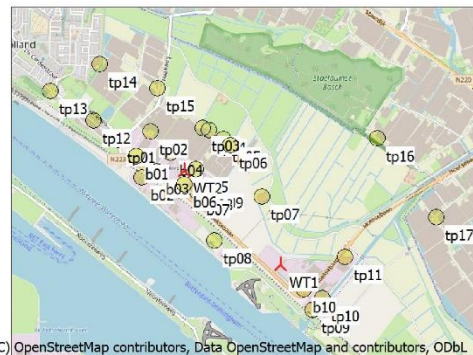
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0.29	0.35	0.43	0.52	0.49	0.46	0.46	0.44	0.44	0.38	0.25	0.23

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
690	600	560	636	463	443	937	1,132	1,225	823	641	610	8,760

Line-of-sight calculation has been deactivated. This means that sheltering from obstacles, areas or hills are not taken into account.

All coordinates are in
Dutch Stereo-RD/NAP 2008



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL
Scale 1:50,000
New WTG
Shadow receptor

WTGs

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	WTG type			Shadow data				
					Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM
WT1	71,332	441,852	6.6	Pondera R180 9500 180.0 !O! hub: 1...	Yes	Pondera	R180-9,500	9,500	180.0	160.0	2,160	0.0
WT2	70,451	442,742	1.9	Pondera R180 9500 180.0 !O! hub: 1...	Yes	Pondera	R180-9,500	9,500	180.0	160.0	2,160	0.0

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Elevation a.g.l. [m]	Slope of window [°]	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l. [m]
b01	70,009	442,882	2.2	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b02	70,052	442,681	4.6	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b03	70,194	442,739	1.9	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b04	70,331	442,907	1.8	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b05	70,562	442,750	1.5	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b06	70,449	442,610	2.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b07	70,572	442,536	1.4	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b08	70,603	442,582	1.4	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b09	70,696	442,600	3.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b10	71,540	441,620	5.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp01	69,844	443,030	1.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp02	70,141	443,103	2.1	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp03	70,631	443,130	2.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp04	70,687	443,109	2.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp05	70,820	443,021	1.4	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp06	70,882	442,969	1.8	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp07	71,173	442,487	1.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp08	70,722	442,079	5.1	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp09	71,626	441,424	2.4	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp10	71,718	441,537	2.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp11	71,928	441,911	2.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp12	69,621	443,219	2.5	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp13	69,219	443,494	5.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp14	69,685	443,738	0.8	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp15	70,217	443,501	1.7	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp16	72,247	443,008	3.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp17	72,786	442,263	1.7	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
14/10/2022 10:04/3.5.576

SHADOW - Main Result

Calculation: Nieuwe WTGs - woningen en bedrijven

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]
b01	139:21	152	1:28	35:47
b02	217:20	171	1:46	62:08
b03	327:43	191	2:30	93:26
b04	467:31	296	2:48	122:33
b05	347:55	208	3:21	94:29
b06	26:59	61	0:39	4:46
b07	37:28	72	0:43	6:39
b08	41:13	82	0:43	6:50
b09	59:47	103	0:47	9:24
b10	0:00	0	0:00	0:00
tp01	70:42	110	1:02	16:33
tp02	156:04	152	1:28	30:38
tp03	219:07	156	1:39	45:41
tp04	203:52	165	1:36	44:34
tp05	136:15	137	1:29	35:22
tp06	121:56	130	1:24	33:02
tp07	193:05	207	1:10	42:18
tp08	68:05	83	1:05	16:53
tp09	0:00	0	0:00	0:00
tp10	0:00	0	0:00	0:00
tp11	105:40	166	1:09	30:28
tp12	33:23	61	0:46	7:23
tp13	11:40	39	0:29	2:27
tp14	39:33	75	0:37	6:02
tp15	58:15	73	1:04	9:16
tp16	31:02	82	0:32	5:52
tp17	9:16	33	0:26	2:21

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

No.	Name		Worst case	Expected
			[h/year]	[h/year]
WT1	Pondera R180 9500 180.0 !OI hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)		404:11	84:19
WT2	Pondera R180 9500 180.0 !OI hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)		2029:03	526:14

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

The calculation of the total expected values for a given receptor assumes a weighted average directional reduction for all WTGs contributing to shadow flicker within the same day. In the case where shadow flicker from different WTGs is not concurrent within the day, the total expected time at a given receptor may deviate marginally from the individual flicker time caused by each turbine separately.

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
14/10/2022 10:04/3.5.576

SHADOW - Main Result

Calculation: Referentiesituatie - woningen en bedrijven

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence 1. WTG distance circle radius
Minimum sun height over horizon for influence 5 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []

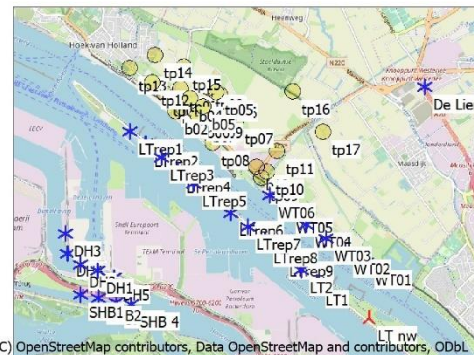
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0.29	0.35	0.43	0.52	0.49	0.46	0.46	0.46	0.44	0.38	0.25	0.23

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
690	600	560	636	463	443	937	1,132	1,225	823	641	610	8,760

Line-of-sight calculation has been deactivated. This means that sheltering from obstacles, areas or hills are not taken into account.

All coordinates are in
Dutch Stereo-RD/NAP 2008



WTGs

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	WTG type		Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.				Calculation distance [m]	RPM
De Lier	74,686	443,068	0.6	ENERCON E-70 E4 2,3 MW ...	Yes	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	64.0	852
DH1	68,550	439,757	5.2	VESTAS V90 60Hz 3000 90....	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,080
DH2	68,240	439,871	5.3	VESTAS V90 60Hz 3000 90....	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,080
DH3	67,962	440,462	7.3	VESTAS V90 60Hz 3000 90....	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,080
DH4	67,986	440,084	3.3	VESTAS V90 60Hz 3000 90....	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,080
DH5	68,856	439,634	5.4	VESTAS V90 60Hz 3000 90....	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,080
LT nw	73,576	438,801	6.2	Pondera R190 9500 190.0 1....	Yes	Pondera	R190-9,500	9,500	190.0	139.0	2,470
LT1	72,616	439,471	5.5	VESTAS V90 3000 90.0 10....	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	80.0	1,080
LT2	72,339	439,701	5.6	VESTAS V90 3000 90.0 10....	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	80.0	1,080
LTrep1	69,181	442,335	5.6	VESTAS V126-3.80MW 380....	Yes	VESTAS	V126-3.8 MW-3,800	3,800	126.0	130.0	1,638
LTrep2	69,478	442,088	5.4	VESTAS V126-3.80MW 380....	Yes	VESTAS	V126-3.8 MW-3,800	3,800	126.0	130.0	1,638
LTrep3	69,773	441,838	5.2	VESTAS V126-3.80MW 380....	Yes	VESTAS	V126-3.8 MW-3,800	3,800	126.0	130.0	1,638
LTrep4	70,069	441,594	5.2	VESTAS V126-3.80MW 380....	Yes	VESTAS	V126-3.8 MW-3,800	3,800	126.0	130.0	1,638
LTrep5	70,365	441,348	5.4	VESTAS V126-3.80MW 380....	Yes	VESTAS	V126-3.8 MW-3,800	3,800	126.0	130.0	1,638
LTrep6	71,037	440,780	5.7	VESTAS V126-3.80MW 380....	Yes	VESTAS	V126-3.8 MW-3,800	3,800	126.0	130.0	1,638
LTrep7	71,351	440,524	5.6	VESTAS V126-3.80MW 380....	Yes	VESTAS	V126-3.8 MW-3,800	3,800	126.0	130.0	1,638
LTrep8	71,660	440,267	5.6	VESTAS V126-3.80MW 380....	Yes	VESTAS	V126-3.8 MW-3,800	3,800	126.0	130.0	1,638
LTrep9	71,961	440,015	5.6	VESTAS V126-3.8 MW 3800....	Yes	VESTAS	V126-3.8 MW-3,800	3,800	126.0	130.0	1,638
SHB 3	68,878	439,172	1.9	ENERCON E-82 E3 3000 82....	Yes	ENERCON	E-82 E3-3,000	3,000	82.0	98.4	984
SHB 4	69,166	439,126	0.1	ENERCON E-82 E3 3000 82....	Yes	ENERCON	E-82 E3-3,000	3,000	82.0	98.4	984
SHB1	68,229	439,321	1.9	ENERCON E-82 E3 3000 82....	Yes	ENERCON	E-82 E3-3,000	3,000	82.0	98.4	984
SHB2	68,553	439,246	1.5	ENERCON E-82 E3 3000 82....	Yes	ENERCON	E-82 E3-3,000	3,000	82.0	98.4	984
WT01	73,541	439,825	4.7	VESTAS V112-3.45 MW 345....	Yes	VESTAS	V112-3.45 MW-3,450	3,450	112.0	119.0	2,344
WT02	73,166	440,044	5.4	VESTAS V112-3.45 MW 345....	Yes	VESTAS	V112-3.45 MW-3,450	3,450	112.0	119.0	2,344
WT03	72,802	440,277	5.3	VESTAS V112-3.45 MW 345....	Yes	VESTAS	V112-3.45 MW-3,450	3,450	112.0	119.0	2,344
WT04	72,439	440,546	5.3	VESTAS V112-3.45 MW 345....	Yes	VESTAS	V112-3.45 MW-3,450	3,450	112.0	119.0	2,344
WT05	72,102	440,816	4.4	VESTAS V112-3.45 MW 345....	Yes	VESTAS	V112-3.45 MW-3,450	3,450	112.0	119.0	2,344
WT06	71,768	441,093	3.9	VESTAS V112-3.45 MW 345....	Yes	VESTAS	V112-3.45 MW-3,450	3,450	112.0	119.0	2,344

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
b01	70,009	442,882	2.2	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b02	70,052	442,681	4.6	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b03	70,194	442,739	1.9	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b04	70,331	442,907	1.8	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b05	70,562	442,750	1.5	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0

To be continued on next page...

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
14/10/2022 10:04/3.5.576

SHADOW - Main Result

Calculation: Referentiesituatie - woningen en bedrijven

...continued from previous page

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
b06	70,449	442,610	2.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b07	70,572	442,536	1.4	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b08	70,603	442,582	1.4	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b09	70,696	442,600	3.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b10	71,540	441,620	5.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp01	69,844	443,030	1.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp02	70,141	443,103	2.1	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp03	70,631	443,130	2.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp04	70,687	443,109	2.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp05	70,820	443,021	1.4	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp06	70,882	442,969	1.8	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp07	71,173	442,487	1.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp08	70,722	442,079	5.1	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp09	71,626	441,424	2.4	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp10	71,718	441,537	2.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp11	71,928	441,911	2.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp12	69,621	443,219	2.5	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp13	69,219	443,494	5.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp14	69,685	443,738	0.8	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp15	70,217	443,501	1.7	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp16	72,247	443,008	3.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp17	72,786	442,263	1.7	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	
b01	45:45	105	0:35	8:53	
b02	56:31	139	0:40	11:42	
b03	35:20	106	0:34	7:21	
b04	22:26	83	0:28	4:30	
b05	34:50	119	0:28	6:54	
b06	50:09	142	0:33	10:13	
b07	35:23	133	0:31	7:27	
b08	27:56	104	0:29	6:00	
b09	25:18	112	0:26	5:15	
b10	122:26	129	2:00	20:36	
tp01	32:10	90	0:34	5:52	
tp02	17:44	69	0:26	3:14	
tp03	5:15	32	0:17	0:57	
tp04	4:16	27	0:16	0:46	
tp05	12:48	68	0:17	2:17	
tp06	6:28	43	0:16	1:10	
tp07	14:15	75	0:20	2:45	
tp08	81:45	216	0:39	17:50	
tp09	249:57	182	2:51	44:33	
tp10	165:28	113	2:29	28:00	
tp11	10:39	38	0:21	1:47	
tp12	5:31	23	0:18	0:53	
tp13	0:00	0	0:00	0:00	
tp14	0:00	0	0:00	0:00	
tp15	10:18	49	0:18	1:46	
tp16	0:00	0	0:00	0:00	
tp17	6:39	39	0:14	1:07	

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
	De Lier ENERCON E-70 E4 2,3 MW 2300 71.0 !OI hub: 64.0 m (TOT: 99.5 m) (32)	0:00	0:00
	DH1 VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !OI hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (17)	0:00	0:00

To be continued on next page...

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
14/10/2022 10:04/3.5.576

SHADOW - Main Result

Calculation: Referentiesituatie - woningen en bedrijven

...continued from previous page

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
	DH2 VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (18)	0:00	0:00
	DH3 VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (12)	0:00	0:00
	DH4 VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (19)	0:00	0:00
	DH5 VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !O! hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (7)	0:00	0:00
	LT nw Pondera R190 9500 190.0 !O! hub: 139.0 m (TOT: 234.0 m) (3)	0:00	0:00
	LT1 VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80.0 m (TOT: 125.0 m) (22)	0:00	0:00
	LT2 VESTAS V90 3000 90.0 !O! hub: 80.0 m (TOT: 125.0 m) (21)	0:00	0:00
	LTrep1 VESTAS V126-3.80MW 3800 126.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 193.0 m) (23)	100:05	21:33
	LTrep2 VESTAS V126-3.80MW 3800 126.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 193.0 m) (24)	111:06	22:26
	LTrep3 VESTAS V126-3.80MW 3800 126.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 193.0 m) (25)	71:53	14:22
	LTrep4 VESTAS V126-3.80MW 3800 126.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 193.0 m) (26)	43:19	9:25
	LTrep5 VESTAS V126-3.80MW 3800 126.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 193.0 m) (27)	47:57	9:50
	LTrep6 VESTAS V126-3.80MW 3800 126.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 193.0 m) (28)	64:04	11:28
	LTrep7 VESTAS V126-3.80MW 3800 126.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 193.0 m) (29)	0:00	0:00
	LTrep8 VESTAS V126-3.80MW 3800 126.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 193.0 m) (30)	0:00	0:00
	LTrep9 VESTAS V126-3.8 MW 3800 126.0 !O! hub: 130.0 m (TOT: 193.0 m) (31)	0:00	0:00
	SHB 3 ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 98.4 m (TOT: 139.4 m) (11)	0:00	0:00
	SHB 4 ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 98.4 m (TOT: 139.4 m) (10)	0:00	0:00
	SHB1 ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 98.4 m (TOT: 139.4 m) (9)	0:00	0:00
	SHB2 ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !O! hub: 98.4 m (TOT: 139.4 m) (8)	0:00	0:00
	WT01 VESTAS V112-3.45 MW 3450 112.0 !O! hub: 119.0 m (TOT: 175.0 m) (1)	0:00	0:00
	WT02 VESTAS V112-3.45 MW 3450 112.0 !O! hub: 119.0 m (TOT: 175.0 m) (2)	0:00	0:00
	WT03 VESTAS V112-3.45 MW 3450 112.0 !O! hub: 119.0 m (TOT: 175.0 m) (3)	7:00	1:02
	WT04 VESTAS V112-3.45 MW 3450 112.0 !O! hub: 119.0 m (TOT: 175.0 m) (4)	30:05	4:27
	WT05 VESTAS V112-3.45 MW 3450 112.0 !O! hub: 119.0 m (TOT: 175.0 m) (5)	76:20	11:45
	WT06 VESTAS V112-3.45 MW 3450 112.0 !O! hub: 119.0 m (TOT: 175.0 m) (6)	243:49	42:26

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

The calculation of the total expected values for a given receptor assumes a weighted average directional reduction for all WTGs contributing to shadow flicker within the same day. In the case where shadow flicker from different WTGs is not concurrent within the day, the total expected time at a given receptor may deviate marginally from the individual flicker time caused by each turbine separately.

Cumulatie

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
14/10/2022 10:05/3.5.576

SHADOW - Main Result

Calculation: Cumulatie - woningen en bedrijven

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence 1. WTG distance circle radius
Minimum sun height over horizon for influence 5 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []

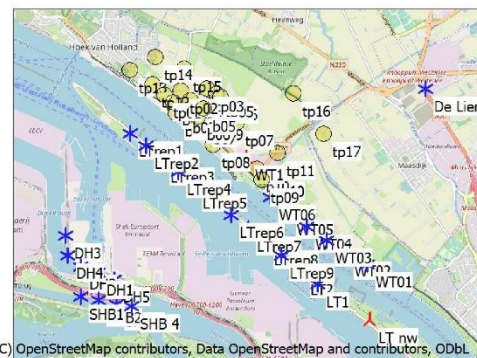
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0.29	0.35	0.43	0.52	0.49	0.46	0.46	0.46	0.44	0.38	0.25	0.23

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
690	600	560	636	463	443	937	1,132	1,225	823	641	610	8,760

Line-of-sight calculation has been deactivated. This means that sheltering from obstacles, areas or hills are not taken into account.

All coordinates are in
Dutch Stereo-RD/NAP 2008



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Scale 1:100,000

▲ New WTG
● Shadow receptor
★ Existing WTG

WTGs

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data		RPM
					Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	Distance [m]	
De Lier	74,686	443,068	0.6	ENERCON E-70 E4 2,3 MW ...	Yes	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	64.0	852	20.0	
DH1	68,550	439,757	5.2	VESTAS V90 60Hz 3000 90....	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,080	16.1	
DH2	68,240	439,871	5.3	VESTAS V90 60Hz 3000 90....	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,080	16.1	
DH3	67,962	440,462	7.3	VESTAS V90 60Hz 3000 90....	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,080	16.1	
DH4	67,986	440,084	3.3	VESTAS V90 60Hz 3000 90....	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,080	16.1	
DH5	68,856	439,634	5.4	VESTAS V90 60Hz 3000 90....	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	105.0	1,080	16.1	
LT nw	73,576	438,801	6.2	Pondera R190 9500 190.0 l...	Yes	Pondera	R190-9,500	9,500	190.0	139.0	2,470	0.0	
LT1	72,616	439,471	5.5	VESTAS V90 3000 90.0 lO!	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	80.0	1,080	16.1	
LT2	72,339	439,701	5.6	VESTAS V90 3000 90.0 lO!	Yes	VESTAS	V90-3,000	3,000	90.0	80.0	1,080	16.1	
LTrep1	69,181	442,335	5.6	VESTAS V126-3.80MW 380...	Yes	VESTAS	V126-3.8 MW-3,800	3,800	126.0	130.0	1,638	11.7	
LTrep2	69,478	442,088	5.4	VESTAS V126-3.80MW 380...	Yes	VESTAS	V126-3.8 MW-3,800	3,800	126.0	130.0	1,638	11.7	
LTrep3	69,773	441,838	5.2	VESTAS V126-3.80MW 380...	Yes	VESTAS	V126-3.8 MW-3,800	3,800	126.0	130.0	1,638	11.7	
LTrep4	70,069	441,594	5.2	VESTAS V126-3.80MW 380...	Yes	VESTAS	V126-3.8 MW-3,800	3,800	126.0	130.0	1,638	11.7	
LTrep5	70,365	441,348	5.4	VESTAS V126-3.80MW 380...	Yes	VESTAS	V126-3.8 MW-3,800	3,800	126.0	130.0	1,638	11.7	
LTrep6	71,037	440,780	5.7	VESTAS V126-3.80MW 380...	Yes	VESTAS	V126-3.8 MW-3,800	3,800	126.0	130.0	1,638	11.7	
LTrep7	71,351	440,524	5.6	VESTAS V126-3.80MW 380...	Yes	VESTAS	V126-3.8 MW-3,800	3,800	126.0	130.0	1,638	11.7	
LTrep8	71,660	440,267	5.6	VESTAS V126-3.80MW 380...	Yes	VESTAS	V126-3.8 MW-3,800	3,800	126.0	130.0	1,638	11.7	
LTrep9	71,961	440,015	5.6	VESTAS V126-3.8 MW 3800...	Yes	VESTAS	V126-3.8 MW-3,800	3,800	126.0	130.0	1,638	11.7	
SHB 3	68,878	439,172	1.9	ENERCON E-82 E3 3000 82....	Yes	ENERCON	E-82 E3-3,000	3,000	82.0	98.4	984	17.5	
SHB 4	69,166	439,126	0.1	ENERCON E-82 E3 3000 82....	Yes	ENERCON	E-82 E3-3,000	3,000	82.0	98.4	984	17.5	
SHB1	68,229	439,321	1.9	ENERCON E-82 E3 3000 82....	Yes	ENERCON	E-82 E3-3,000	3,000	82.0	98.4	984	17.5	
SHB2	68,553	439,246	1.5	ENERCON E-82 E3 3000 82....	Yes	ENERCON	E-82 E3-3,000	3,000	82.0	98.4	984	17.5	
WT01	73,541	439,825	4.7	VESTAS V112-3.45 MW 345...	Yes	VESTAS	V112-3.45 MW-3,450	3,450	112.0	119.0	2,344	0.0	
WT02	73,166	440,044	5.4	VESTAS V112-3.45 MW 345...	Yes	VESTAS	V112-3.45 MW-3,450	3,450	112.0	119.0	2,344	0.0	
WT03	72,802	440,277	5.3	VESTAS V112-3.45 MW 345...	Yes	VESTAS	V112-3.45 MW-3,450	3,450	112.0	119.0	2,344	0.0	
WT04	72,439	440,546	5.3	VESTAS V112-3.45 MW 345...	Yes	VESTAS	V112-3.45 MW-3,450	3,450	112.0	119.0	2,344	0.0	
WT05	72,102	440,816	4.4	VESTAS V112-3.45 MW 345...	Yes	VESTAS	V112-3.45 MW-3,450	3,450	112.0	119.0	2,344	0.0	
WT06	71,768	441,093	3.9	VESTAS V112-3.45 MW 345...	Yes	VESTAS	V112-3.45 MW-3,450	3,450	112.0	119.0	2,344	0.0	
WT1	71,332	441,852	6.6	Pondera R180 9500 180.0 l...	Yes	Pondera	R180-9,500	9,500	180.0	160.0	2,160	0.0	
WT2	70,451	442,742	1.9	Pondera R180 9500 180.0 l...	Yes	Pondera	R180-9,500	9,500	180.0	160.0	2,160	0.0	

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
b01	70,009	442,882	2.2	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b02	70,052	442,681	4.6	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b03	70,194	442,739	1.9	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0

To be continued on next page...

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
14/10/2022 10:05/3.5.576

SHADOW - Main Result

Calculation: Cumulatie - woningen en bedrijven

...continued from previous page

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
b04	70,331	442,907	1.8	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b05	70,562	442,750	1.5	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b06	70,449	442,610	2.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b07	70,572	442,536	1.4	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b08	70,603	442,582	1.4	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b09	70,696	442,600	3.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b10	71,540	441,620	5.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp01	69,844	443,030	1.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp02	70,141	443,103	2.1	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp03	70,631	443,130	2.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp04	70,687	443,109	2.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp05	70,820	443,021	1.4	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp06	70,882	442,969	1.8	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp07	71,173	442,487	1.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp08	70,722	442,079	5.1	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp09	71,626	441,424	2.4	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp10	71,718	441,537	2.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp11	71,928	441,911	2.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp12	69,621	443,219	2.5	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp13	69,219	443,494	5.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp14	69,685	443,738	0.8	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp15	70,217	443,501	1.7	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp16	72,247	443,008	3.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp17	72,786	442,263	1.7	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	
b01	185:06	231	1:28	45:22	
b02	273:51	292	1:46	74:15	
b03	363:03	263	2:30	101:04	
b04	489:57	296	2:48	127:17	
b05	382:45	258	3:21	101:43	
b06	77:08	162	0:45	15:00	
b07	72:51	151	1:12	14:05	
b08	69:09	134	1:12	12:47	
b09	85:05	149	1:10	14:35	
b10	122:26	129	2:00	20:36	
tp01	102:52	178	1:02	22:43	
tp02	173:48	173	1:39	33:59	
tp03	224:22	156	1:49	46:38	
tp04	208:08	165	1:42	45:21	
tp05	149:03	170	1:29	37:40	
tp06	128:24	168	1:24	34:13	
tp07	207:20	227	1:24	45:08	
tp08	149:50	232	1:34	35:02	
tp09	249:57	182	2:51	44:33	
tp10	165:28	113	2:29	28:00	
tp11	116:19	204	1:09	32:27	
tp12	38:54	84	0:46	8:22	
tp13	11:40	39	0:29	2:27	
tp14	39:33	75	0:37	6:02	
tp15	68:33	73	1:14	11:03	
tp16	31:02	82	0:32	5:52	
tp17	15:55	72	0:26	3:32	

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
14/10/2022 10:05/3.5.576

SHADOW - Main Result

Calculation: Cumulatie - woningen en bedrijven

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

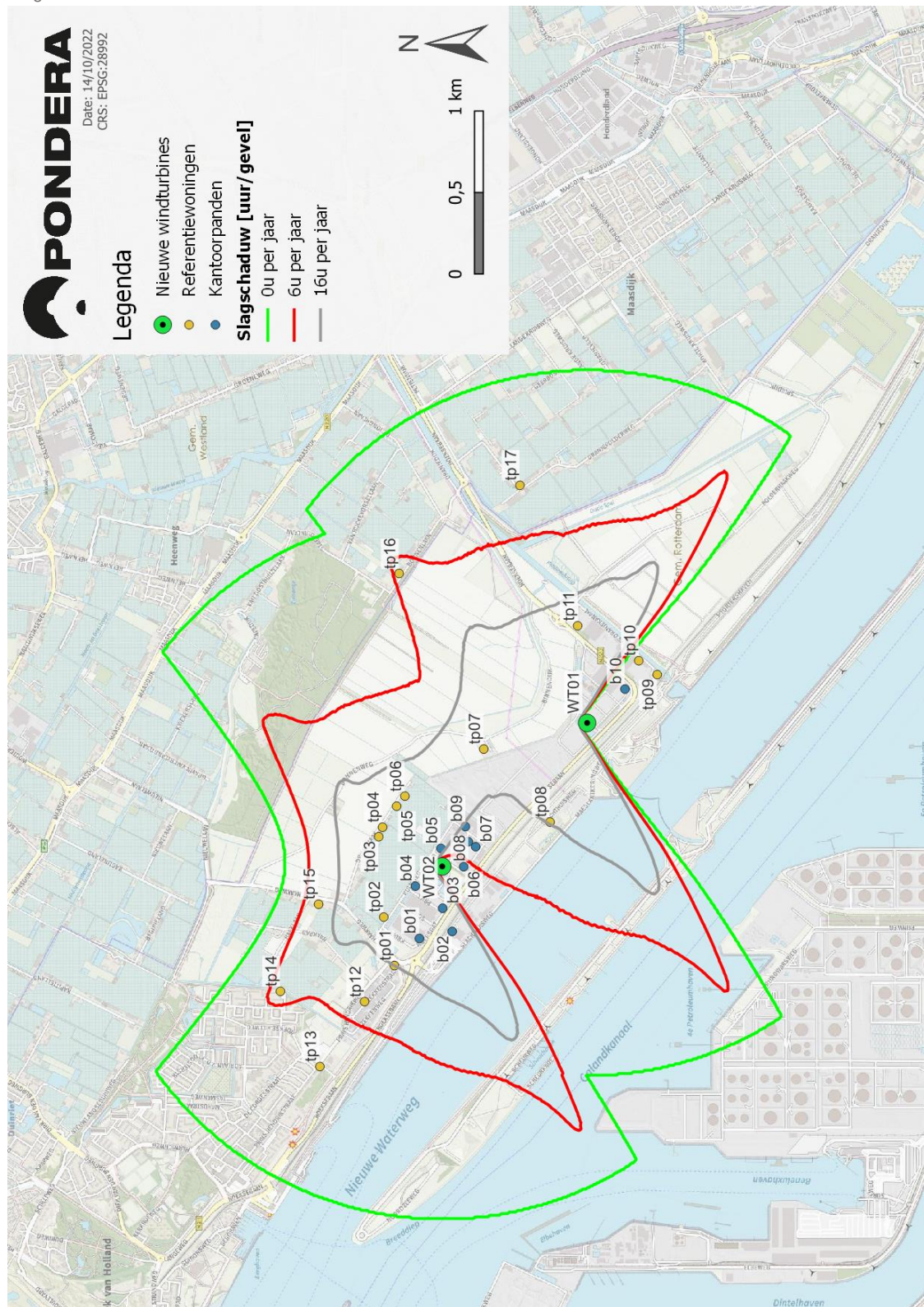
No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
De Lier ENERCON E-70 E4 2,3 MW 2300 71.0 !OI!	hub: 64.0 m (TOT: 99.5 m) (32)	0:00	0:00
DH1 VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !OI!	hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (17)	0:00	0:00
DH2 VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !OI!	hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (18)	0:00	0:00
DH3 VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !OI!	hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (12)	0:00	0:00
DH4 VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !OI!	hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (19)	0:00	0:00
DH5 VESTAS V90 60Hz 3000 90.0 !OI!	hub: 105.0 m (TOT: 150.0 m) (7)	0:00	0:00
LT nw Pondera R190 9500 190.0 !OI!	hub: 139.0 m (TOT: 234.0 m) (3)	0:00	0:00
LT1 VESTAS V90 3000 90.0 !OI!	hub: 80.0 m (TOT: 125.0 m) (22)	0:00	0:00
LT2 VESTAS V90 3000 90.0 !OI!	hub: 80.0 m (TOT: 125.0 m) (21)	0:00	0:00
LTrep1 VESTAS V126-3.80MW 3800 126.0 !OI!	hub: 130.0 m (TOT: 193.0 m) (23)	100:05	21:33
LTrep2 VESTAS V126-3.80MW 3800 126.0 !OI!	hub: 130.0 m (TOT: 193.0 m) (24)	111:06	22:26
LTrep3 VESTAS V126-3.80MW 3800 126.0 !OI!	hub: 130.0 m (TOT: 193.0 m) (25)	71:53	14:22
LTrep4 VESTAS V126-3.80MW 3800 126.0 !OI!	hub: 130.0 m (TOT: 193.0 m) (26)	43:19	9:25
LTrep5 VESTAS V126-3.80MW 3800 126.0 !OI!	hub: 130.0 m (TOT: 193.0 m) (27)	47:57	9:50
LTrep6 VESTAS V126-3.80MW 3800 126.0 !OI!	hub: 130.0 m (TOT: 193.0 m) (28)	64:04	11:28
LTrep7 VESTAS V126-3.80MW 3800 126.0 !OI!	hub: 130.0 m (TOT: 193.0 m) (29)	0:00	0:00
LTrep8 VESTAS V126-3.80MW 3800 126.0 !OI!	hub: 130.0 m (TOT: 193.0 m) (30)	0:00	0:00
LTrep9 VESTAS V126-3.8 MW 3800 126.0 !OI!	hub: 130.0 m (TOT: 193.0 m) (31)	0:00	0:00
SHB 3 ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !OI!	hub: 98.4 m (TOT: 139.4 m) (11)	0:00	0:00
SHB 4 ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !OI!	hub: 98.4 m (TOT: 139.4 m) (10)	0:00	0:00
SHB1 ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !OI!	hub: 98.4 m (TOT: 139.4 m) (9)	0:00	0:00
SHB2 ENERCON E-82 E3 3000 82.0 !OI!	hub: 98.4 m (TOT: 139.4 m) (8)	0:00	0:00
WT01 VESTAS V112-3.45 MW 3450 112.0 !OI!	hub: 119.0 m (TOT: 175.0 m) (1)	0:00	0:00
WT02 VESTAS V112-3.45 MW 3450 112.0 !OI!	hub: 119.0 m (TOT: 175.0 m) (2)	0:00	0:00
WT03 VESTAS V112-3.45 MW 3450 112.0 !OI!	hub: 119.0 m (TOT: 175.0 m) (3)	7:00	1:02
WT04 VESTAS V112-3.45 MW 3450 112.0 !OI!	hub: 119.0 m (TOT: 175.0 m) (4)	30:05	4:27
WT05 VESTAS V112-3.45 MW 3450 112.0 !OI!	hub: 119.0 m (TOT: 175.0 m) (5)	76:20	11:45
WT06 VESTAS V112-3.45 MW 3450 112.0 !OI!	hub: 119.0 m (TOT: 175.0 m) (6)	243:49	42:26
WT1 Pondera R180 9500 180.0 !OI!	hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)	404:11	84:19
WT2 Pondera R180 9500 180.0 !OI!	hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)	2029:03	526:14

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

The calculation of the total expected values for a given receptor assumes a weighted average directional reduction for all WTGs contributing to shadow flicker within the same day. In the case where shadow flicker from different WTGs is not concurrent within the day, the total expected time at a given receptor may deviate marginally from the individual flicker time caused by each turbine separately.

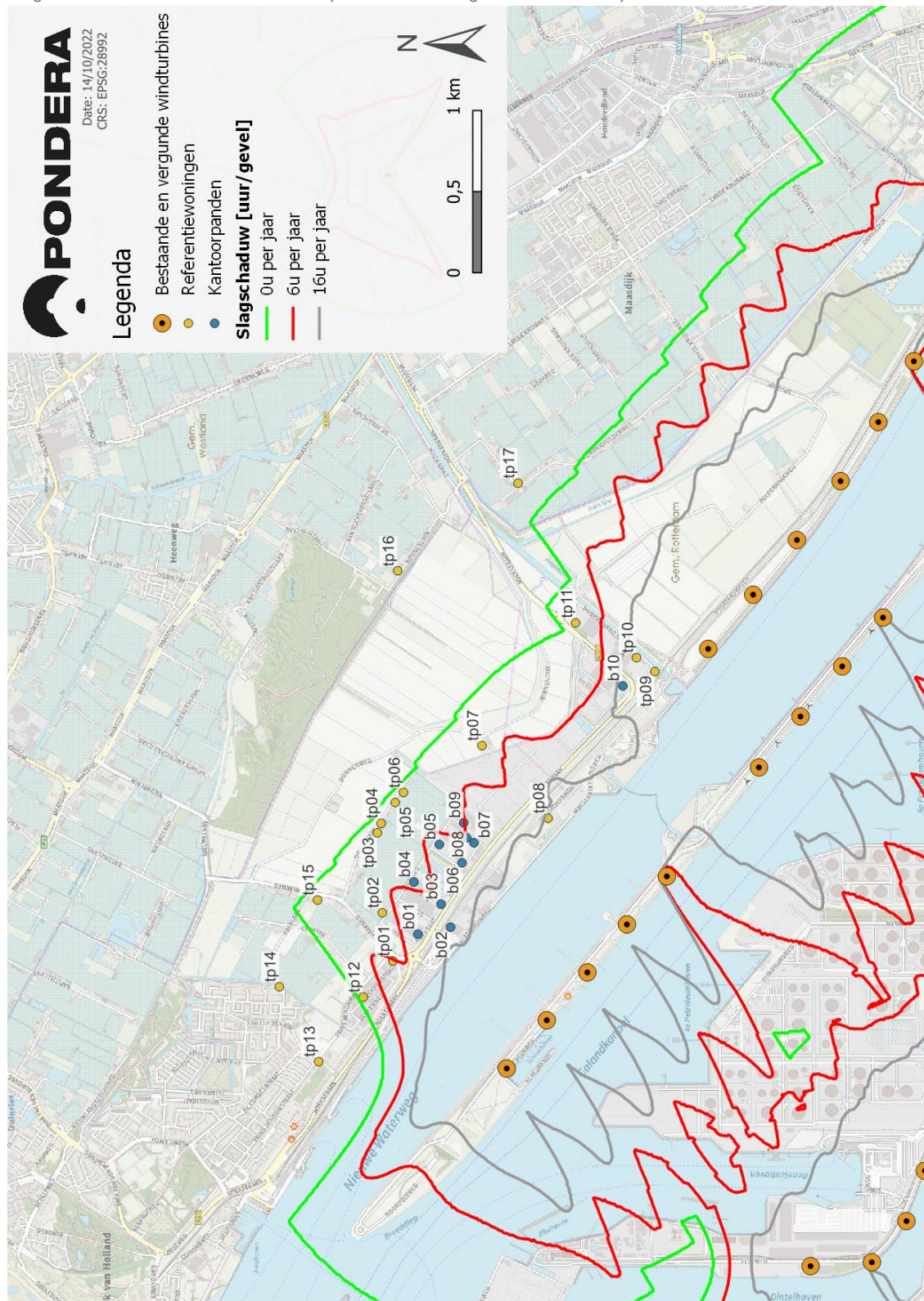
Bijlage 12 Slagschaduwcontouren – nieuwe windturbines

Slagschaduwcontouren nieuwe windturbines



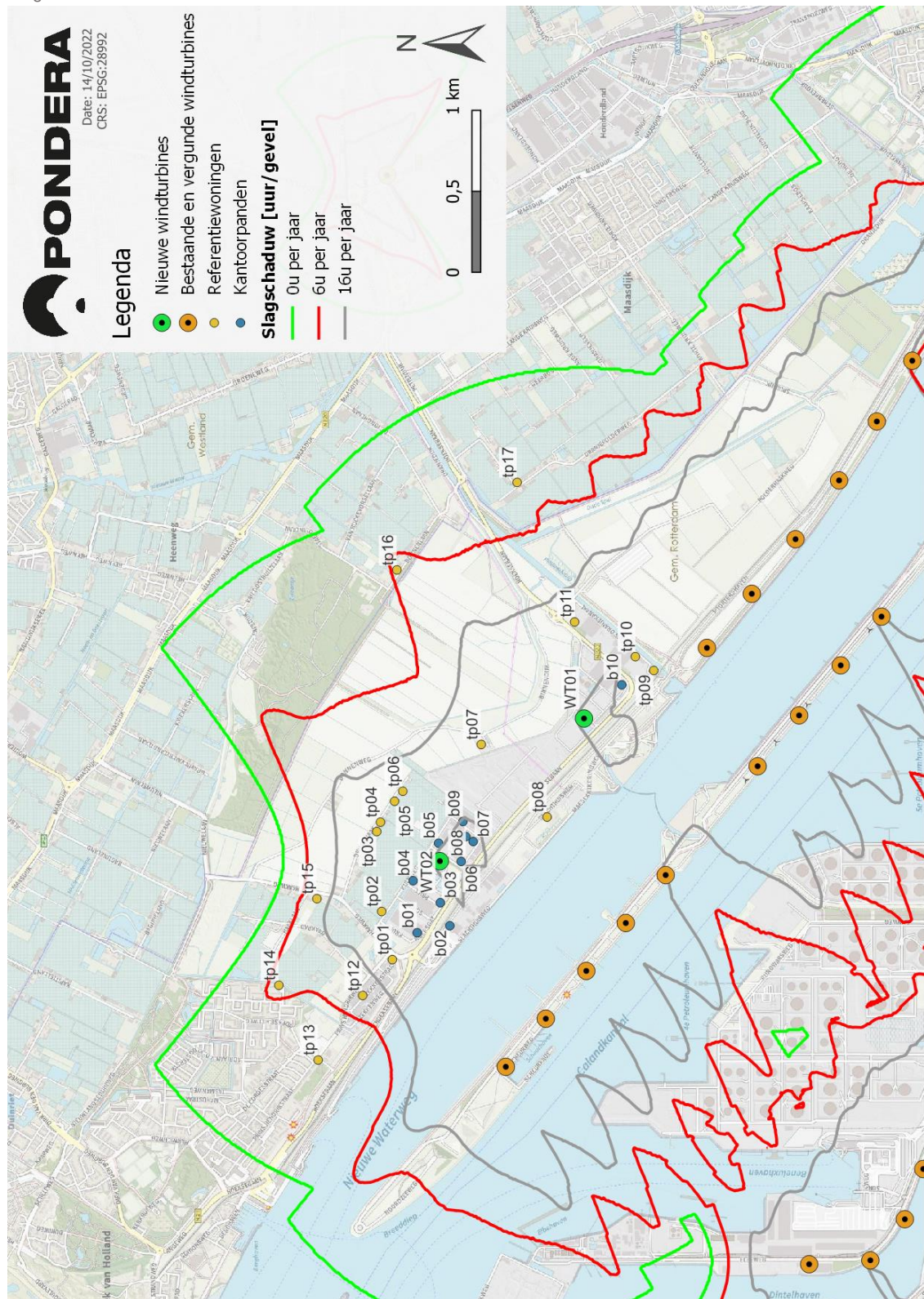
Bijlage 13 Slagschaduwcontouren – referentiesituatie

Slagschaduwcontouren referentiesituatie (bestaande en vergunde windturbines)



Bijlage 14 Slagschaduwcontouren – cumulatief

Slagschaduwcontouren cumulatief



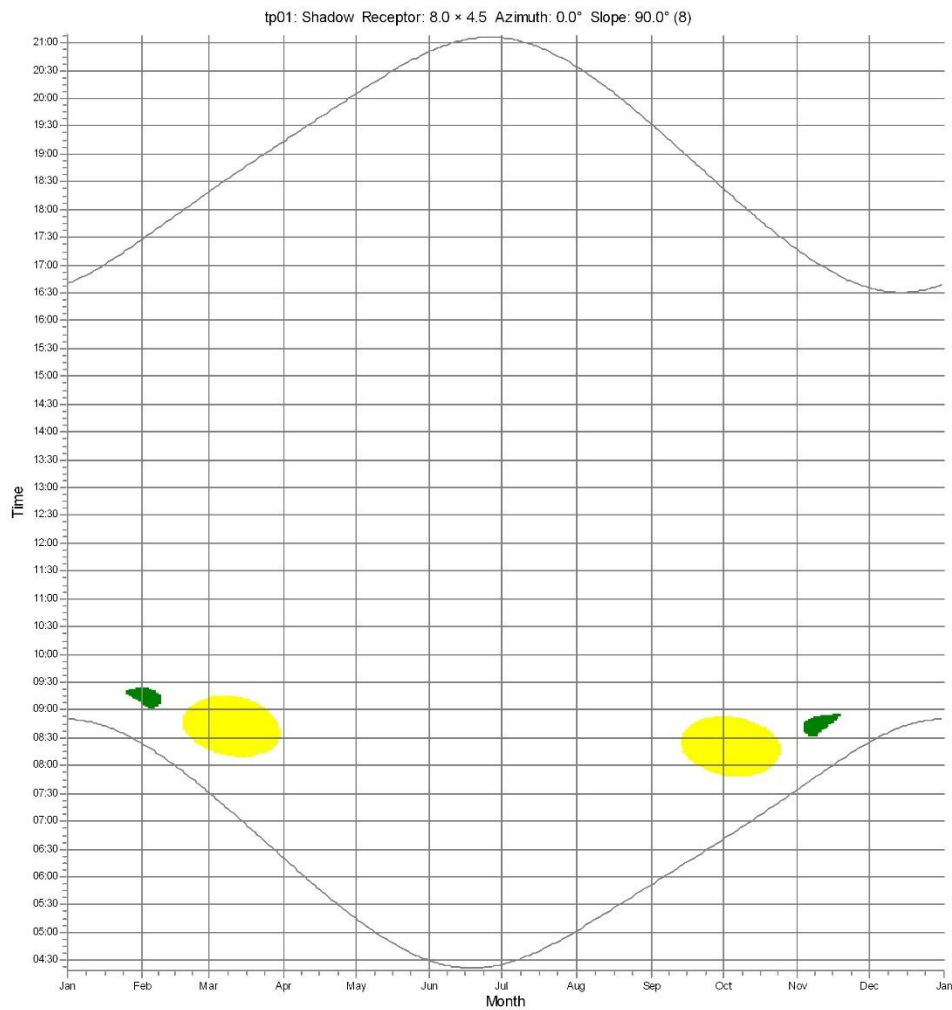
Bijlage 15 Slagschaduwkalenders – referentiewoningen (zonder zomertijd)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
12/10/2022 08:18/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - woningen **Shadow receptor:** tp01 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (8)



WTGs

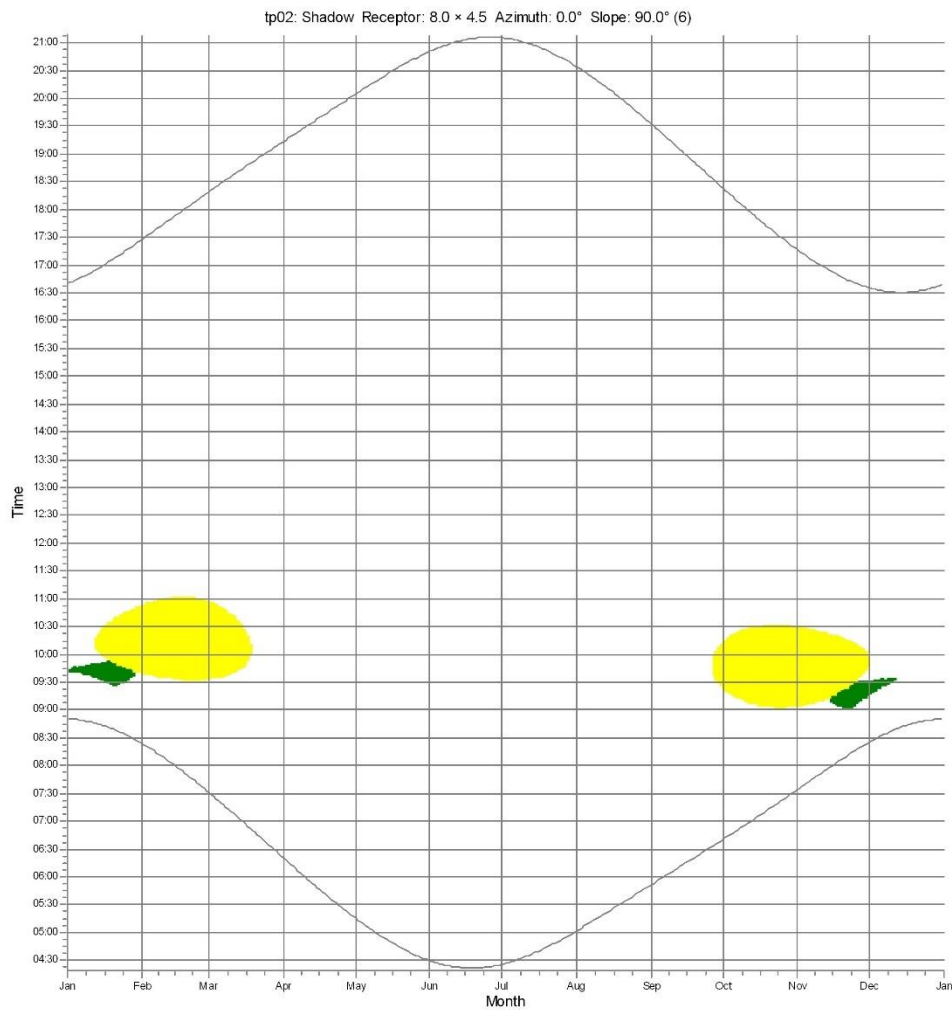
- WT1: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)
- WT2: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
12/10/2022 08:18/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - woningenShadow receptor: tp02 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (6)



WTGs

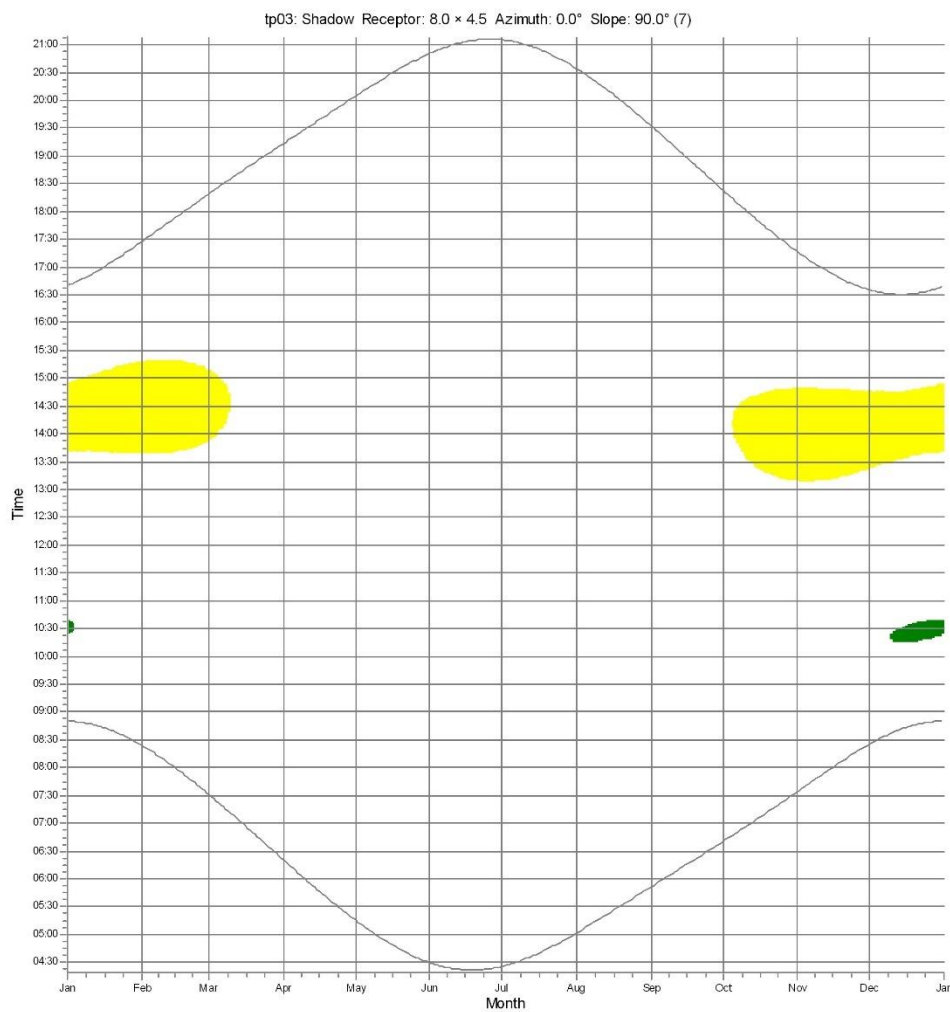
-  WT1: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)
-  WT2: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
12/10/2022 08:18/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - woningenShadow receptor: tp03 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (7)



WTGs

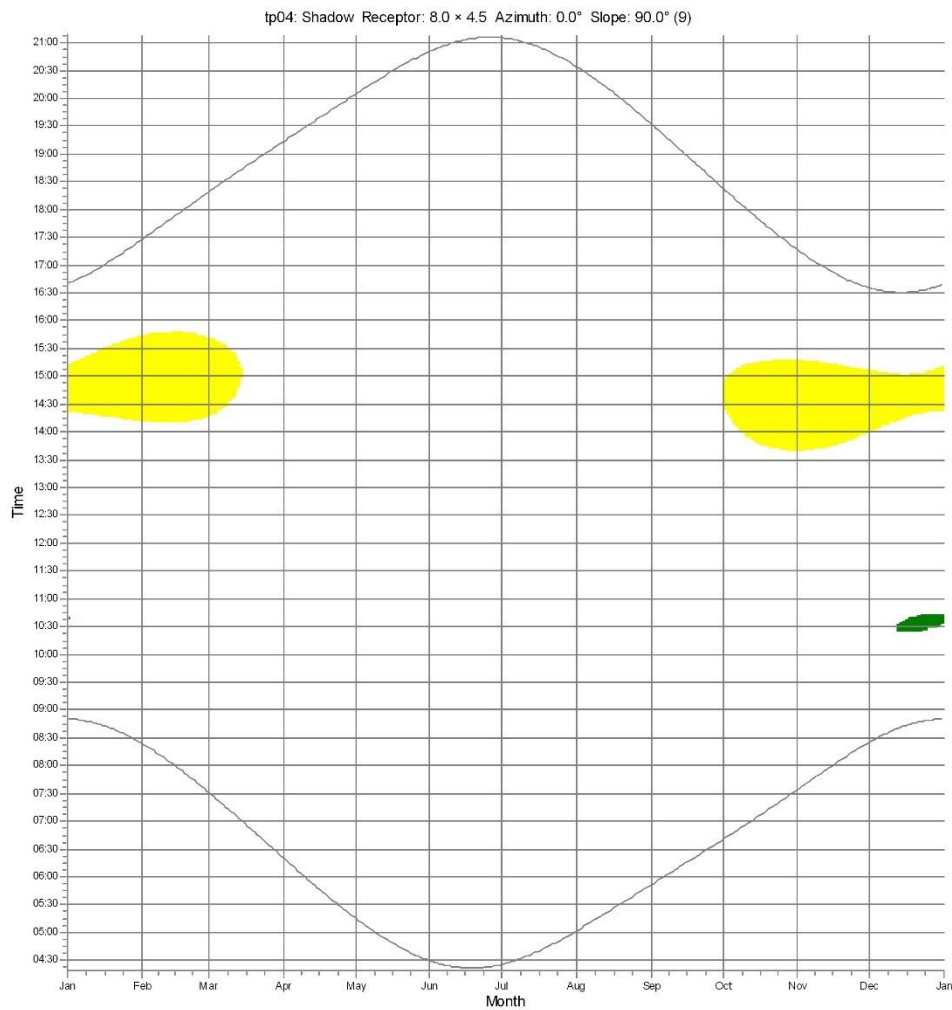
- WT1: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)
- WT2: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
12/10/2022 08:18/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - woningen **Shadow receptor:** tp04 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (9)



WTGs

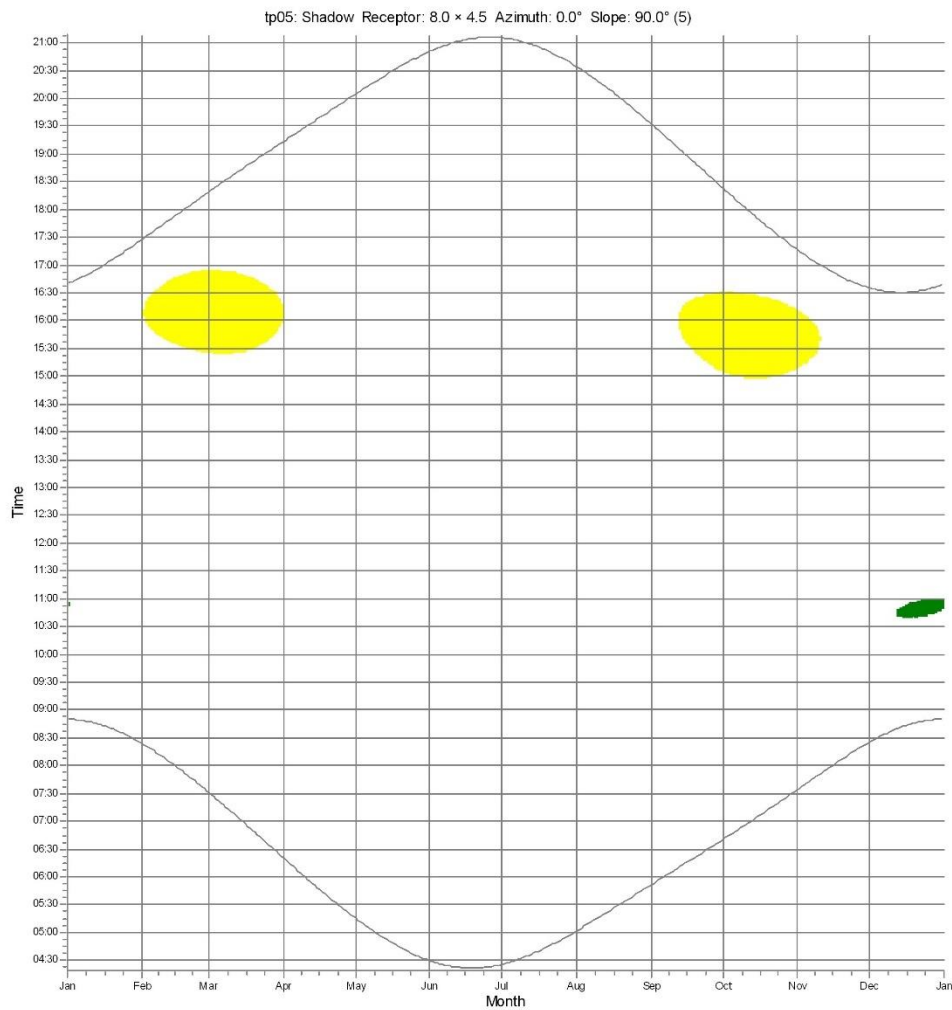
- WT1: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)
- WT2: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
12/10/2022 08:18/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - woningen Shadow receptor: tp05 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (5)



WTGs

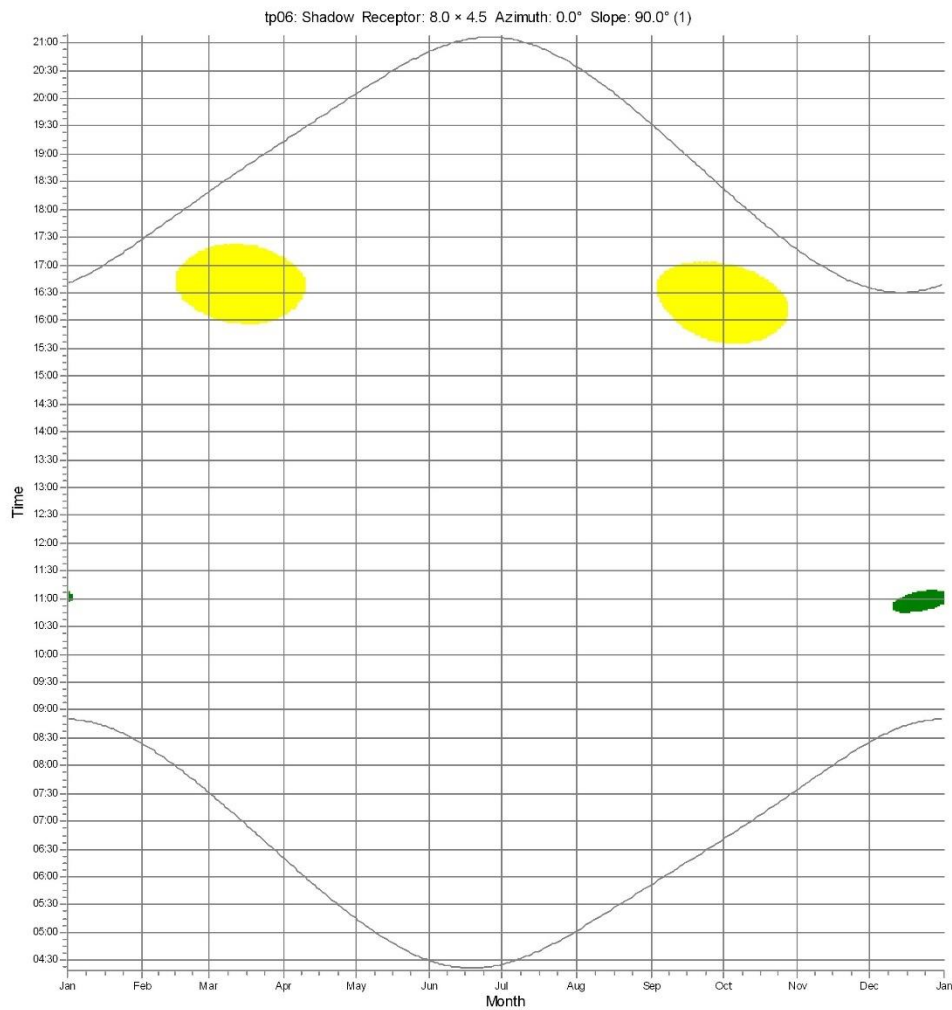
- WT1: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)
- WT2: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
12/10/2022 08:18/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - woningen **Shadow receptor:** tp06 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (1)



WTGs

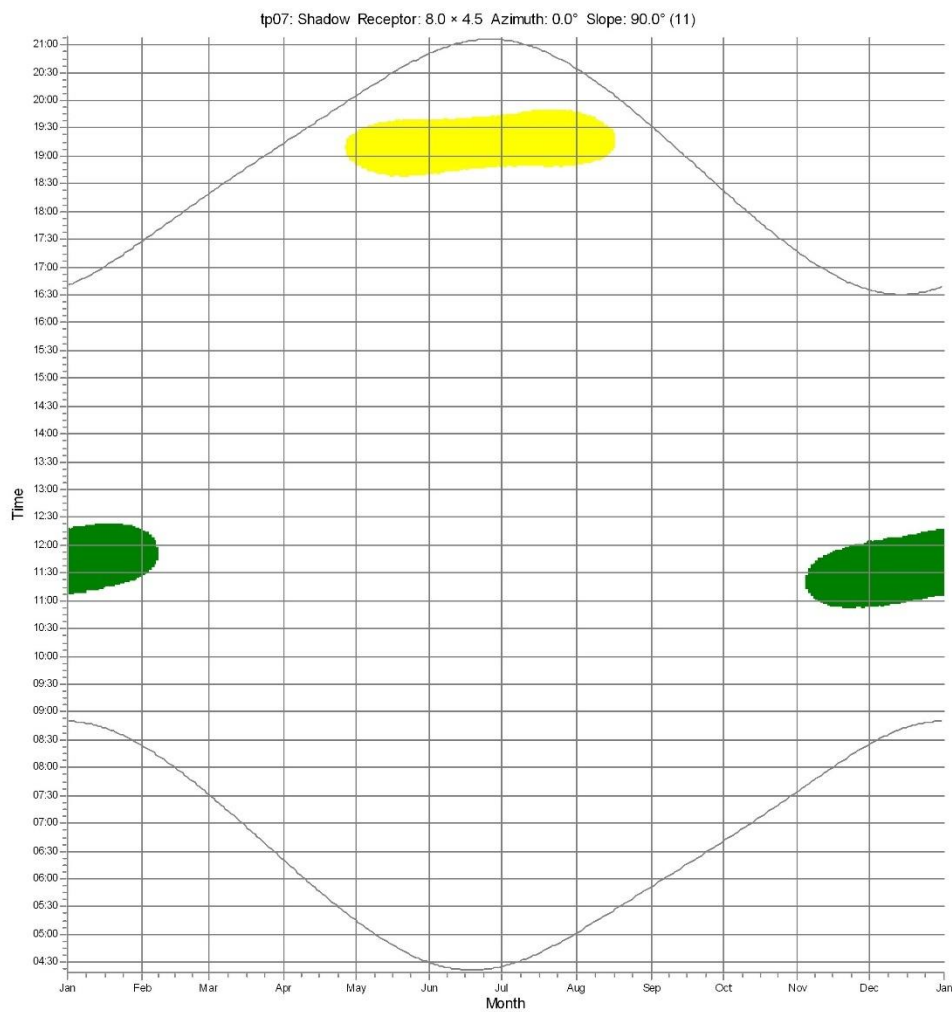
- WT1: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)
- WT2: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
12/10/2022 08:18/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - woningen **Shadow receptor:** tp07 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (11)



WTGs

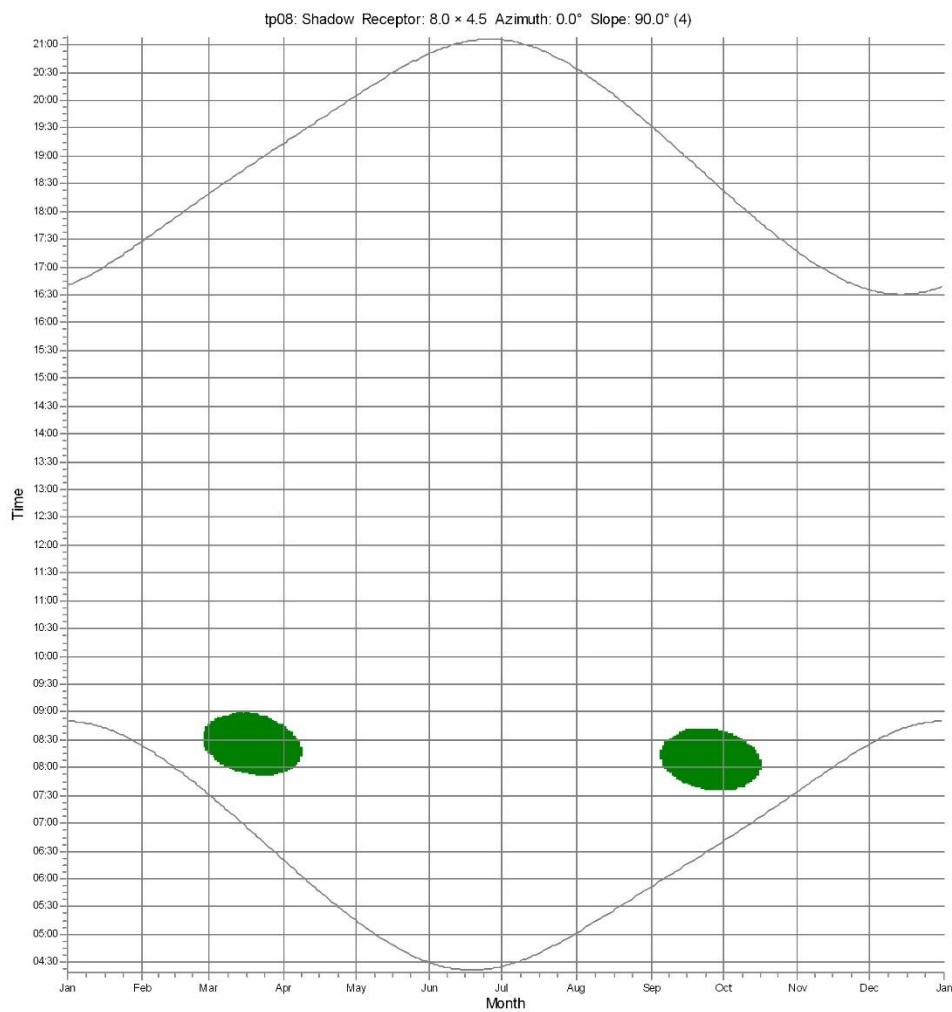
- WT1: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)
- WT2: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
12/10/2022 08:18/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - woningen **Shadow receptor:** tp08 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (4)



WTGs

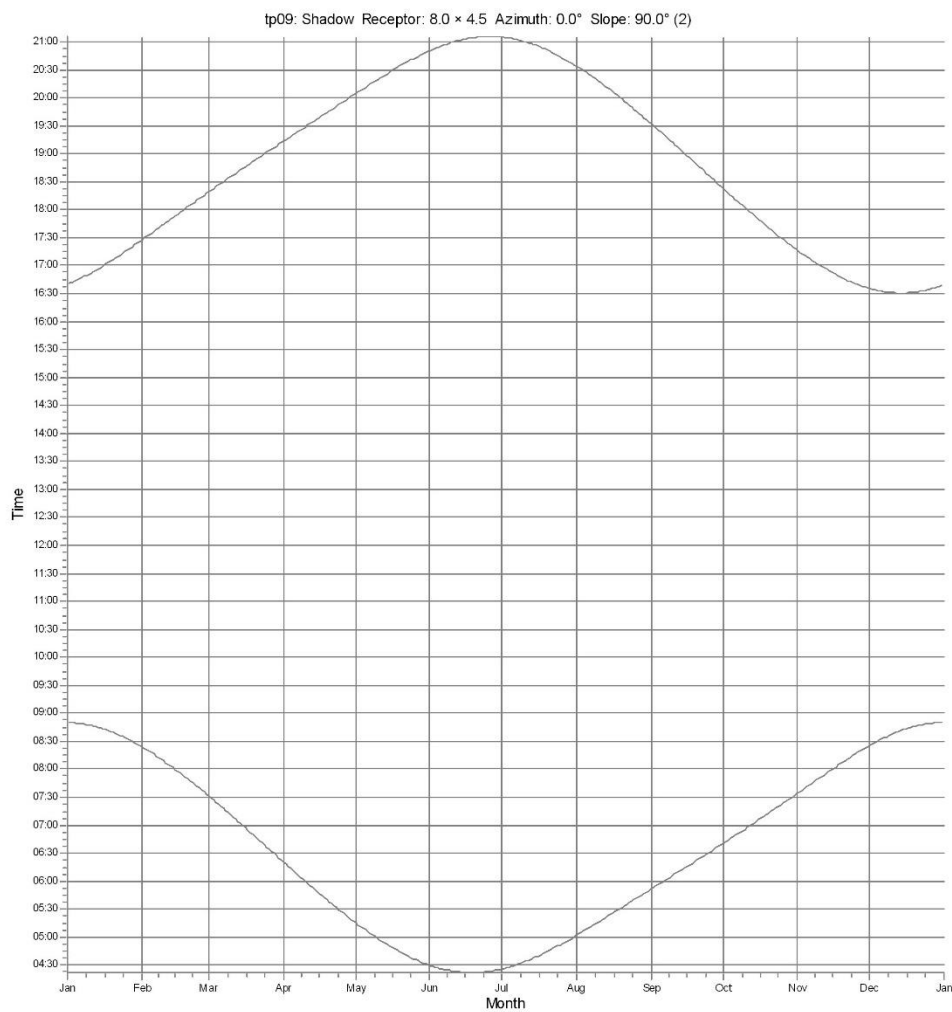
 WT1: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
12/10/2022 08:18/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - woningen **Shadow receptor:** tp09 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2)



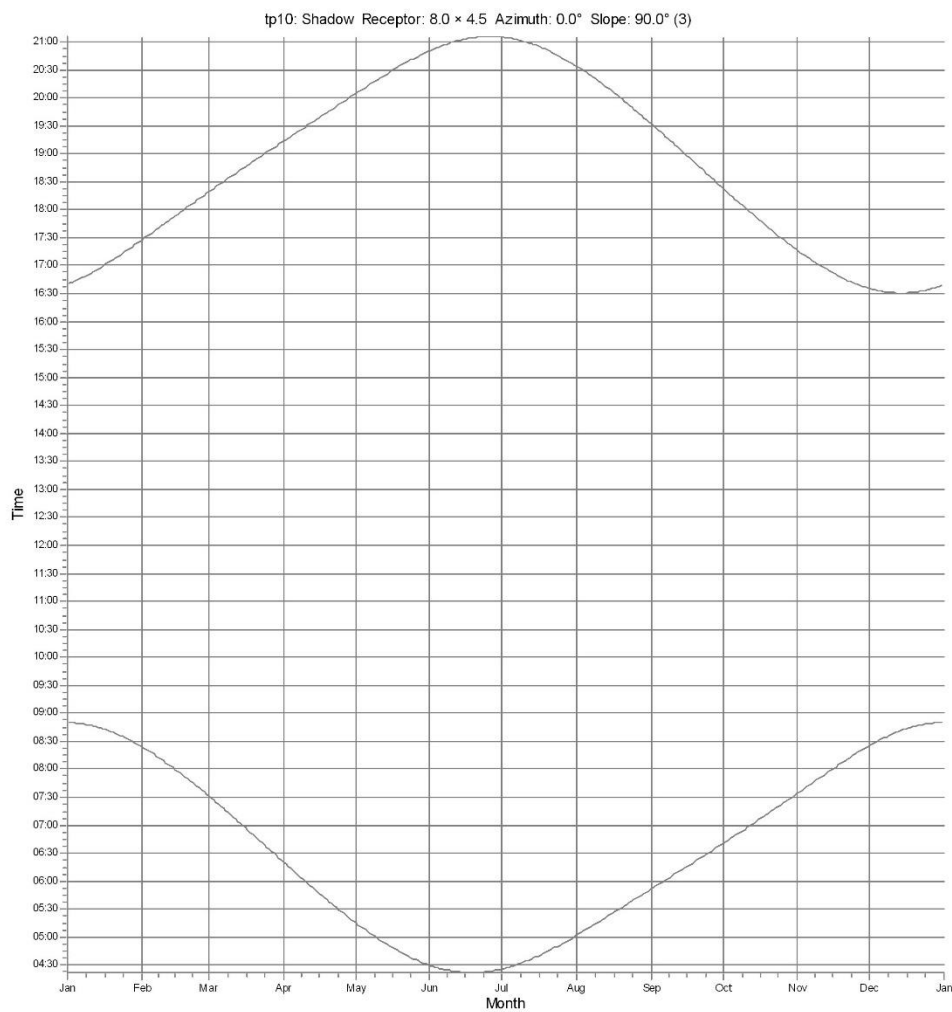
WTGs

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
12/10/2022 08:18/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - woningen **Shadow receptor:** tp10 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (3)



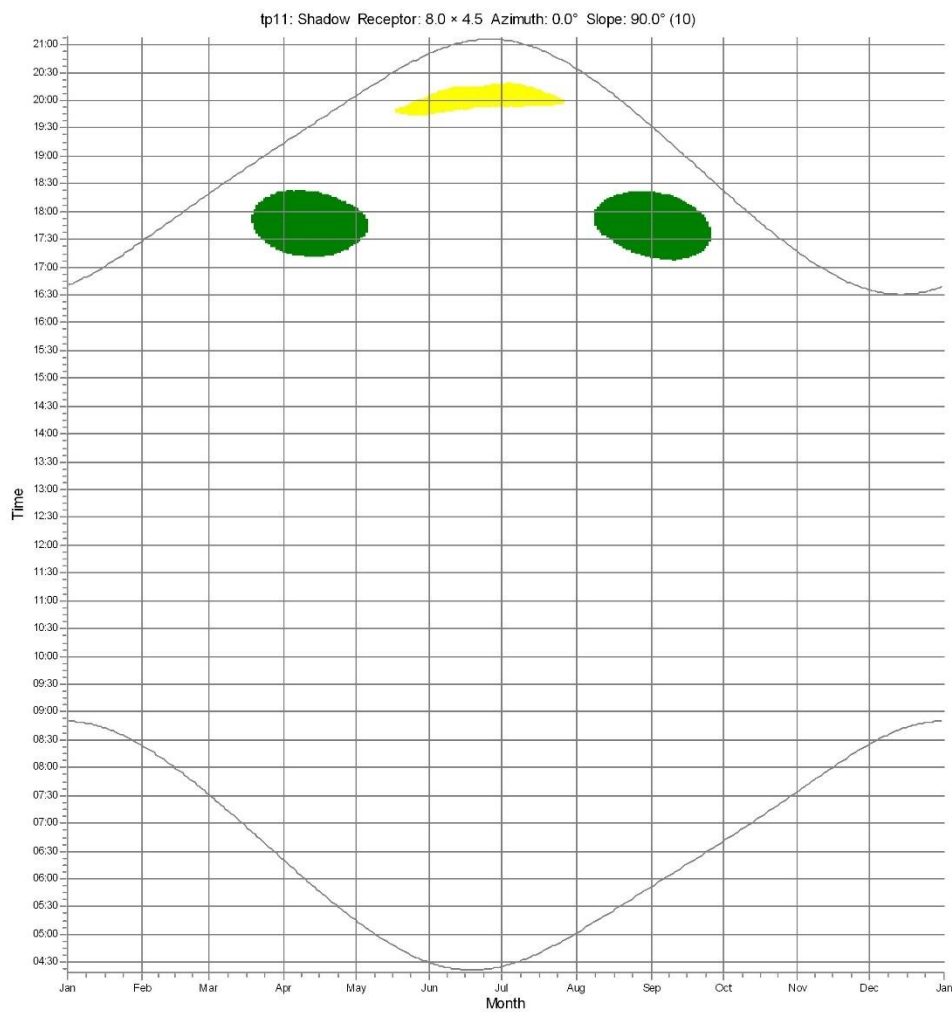
WTGs

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
12/10/2022 08:18/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - woningenShadow receptor: tp11 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (10)



WTGs

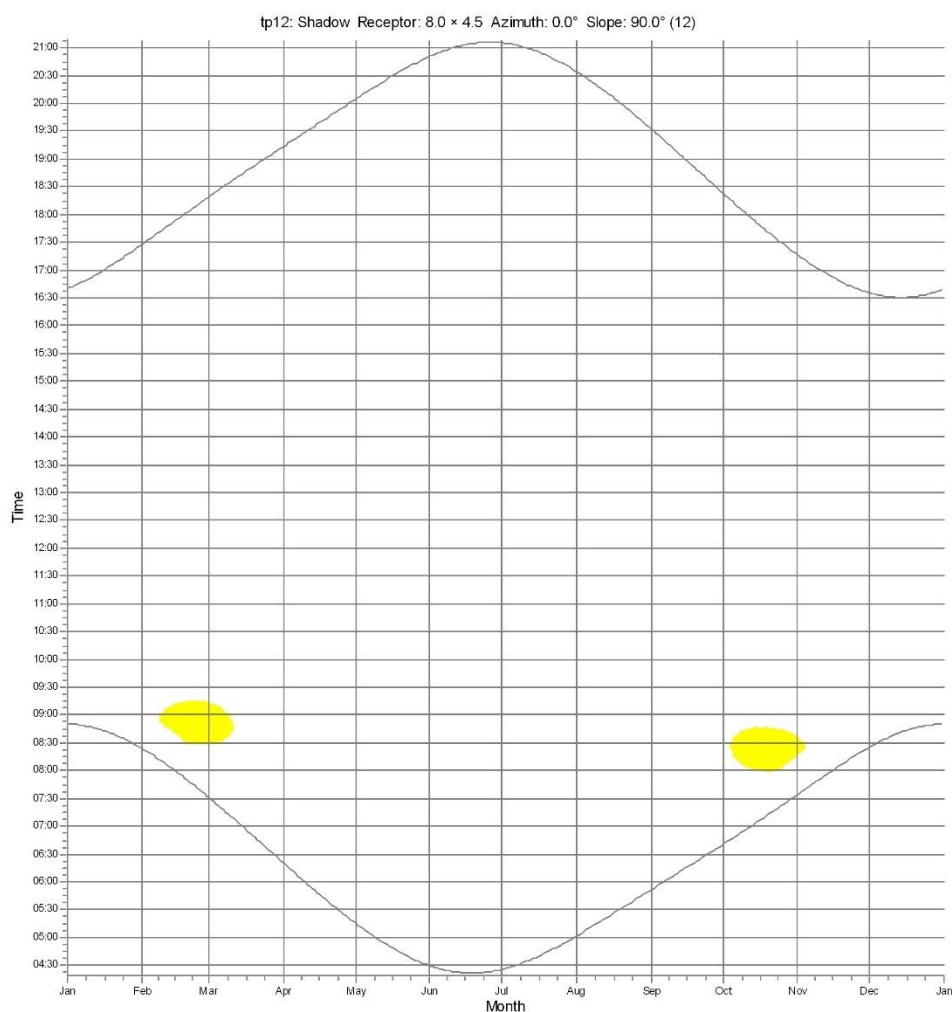
- WT1: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)
- WT2: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
12/10/2022 08:18/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - woningen **Shadow receptor:** tp12 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (12)



WTGs

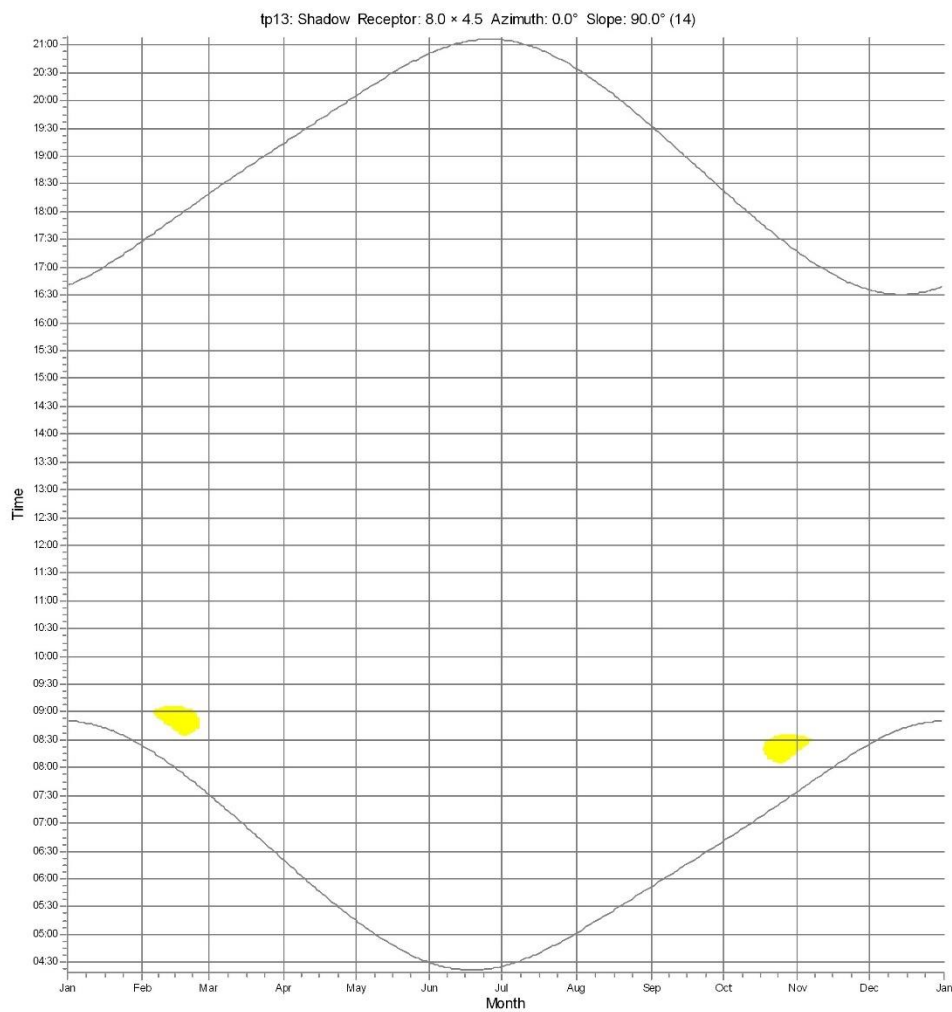
WT2: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
12/10/2022 08:18/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - woningen **Shadow receptor:** tp13 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (14)



WTGs

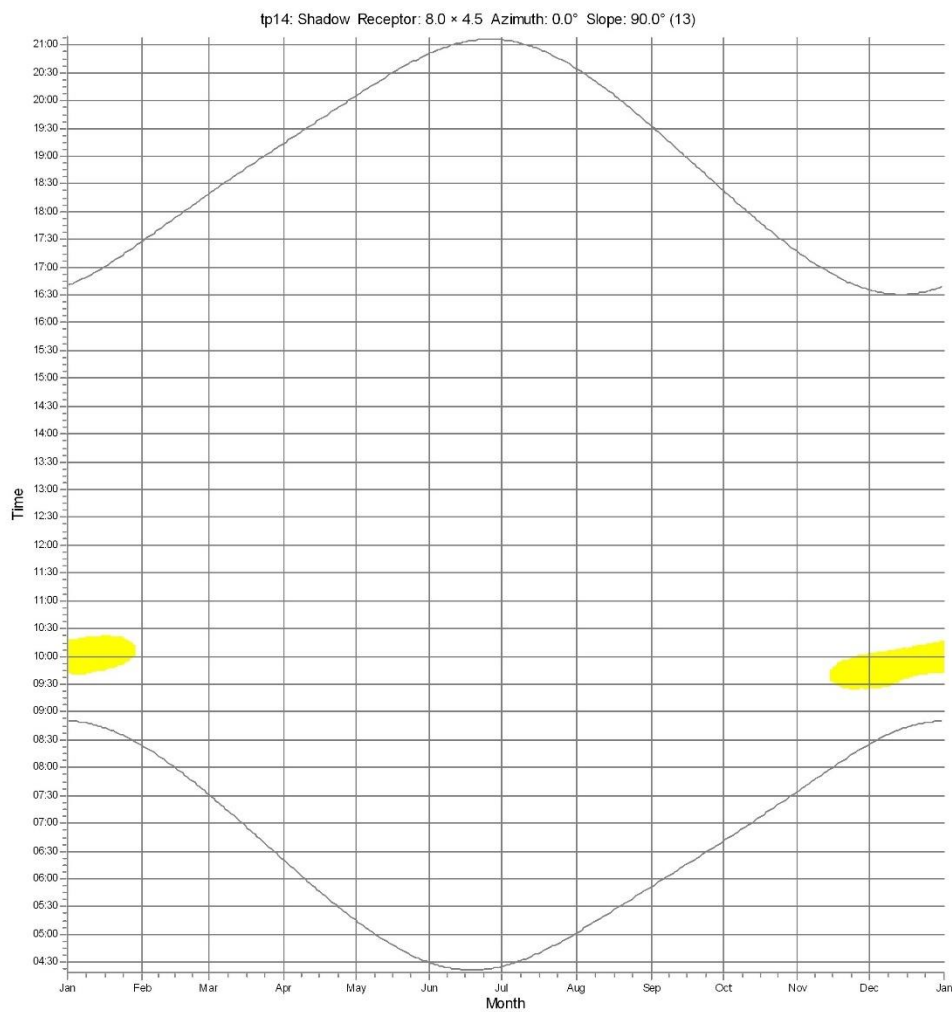
WT2: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
12/10/2022 08:18/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - woningen **Shadow receptor:** tp14 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (13)



WTGs

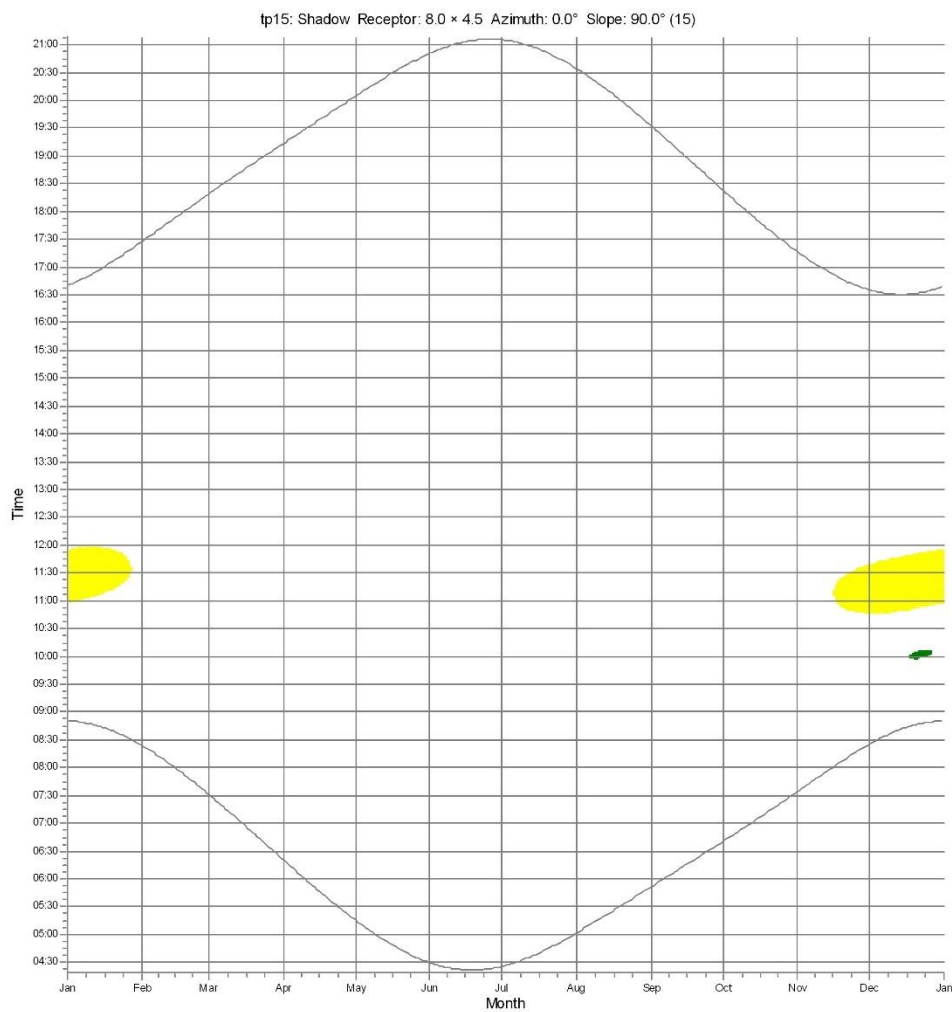
WT2: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
12/10/2022 08:18/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - woningen **Shadow receptor:** tp15 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (15)



WTGs

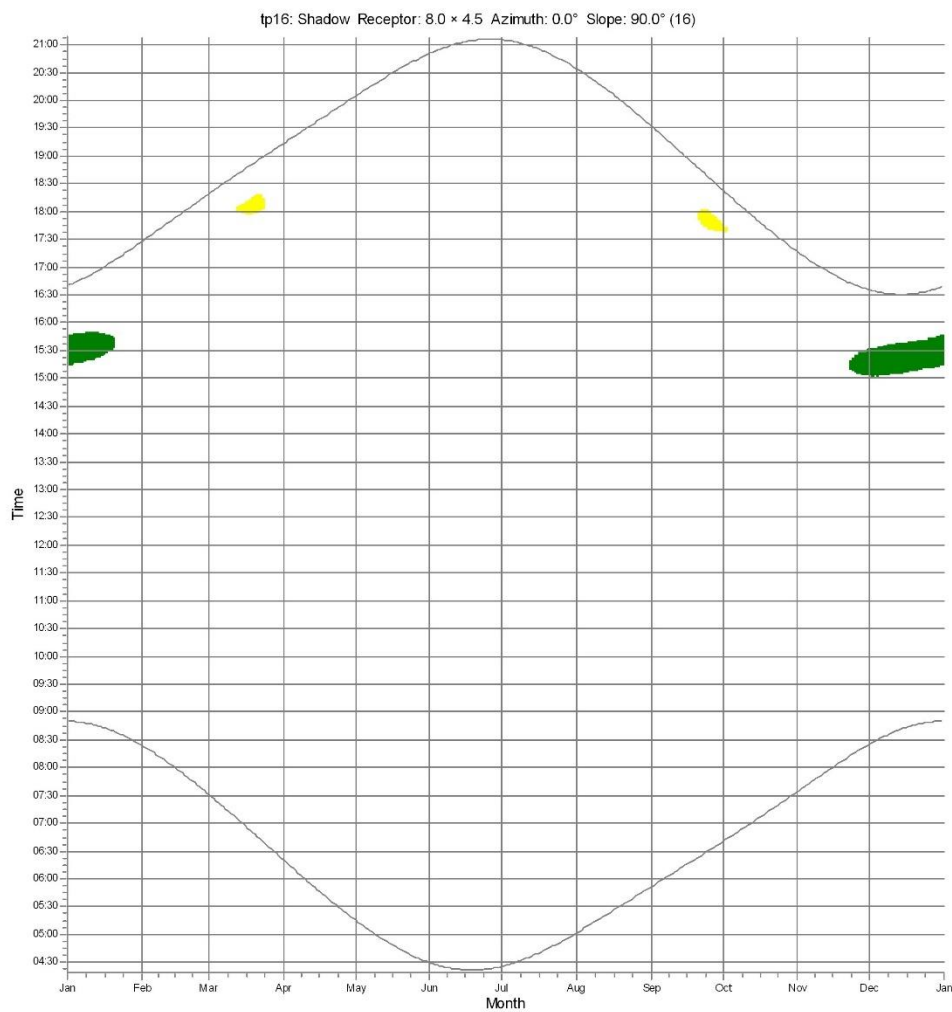
- WT1: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)
- WT2: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
12/10/2022 08:18/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - woningen Shadow receptor: tp16 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (16)



WTGs

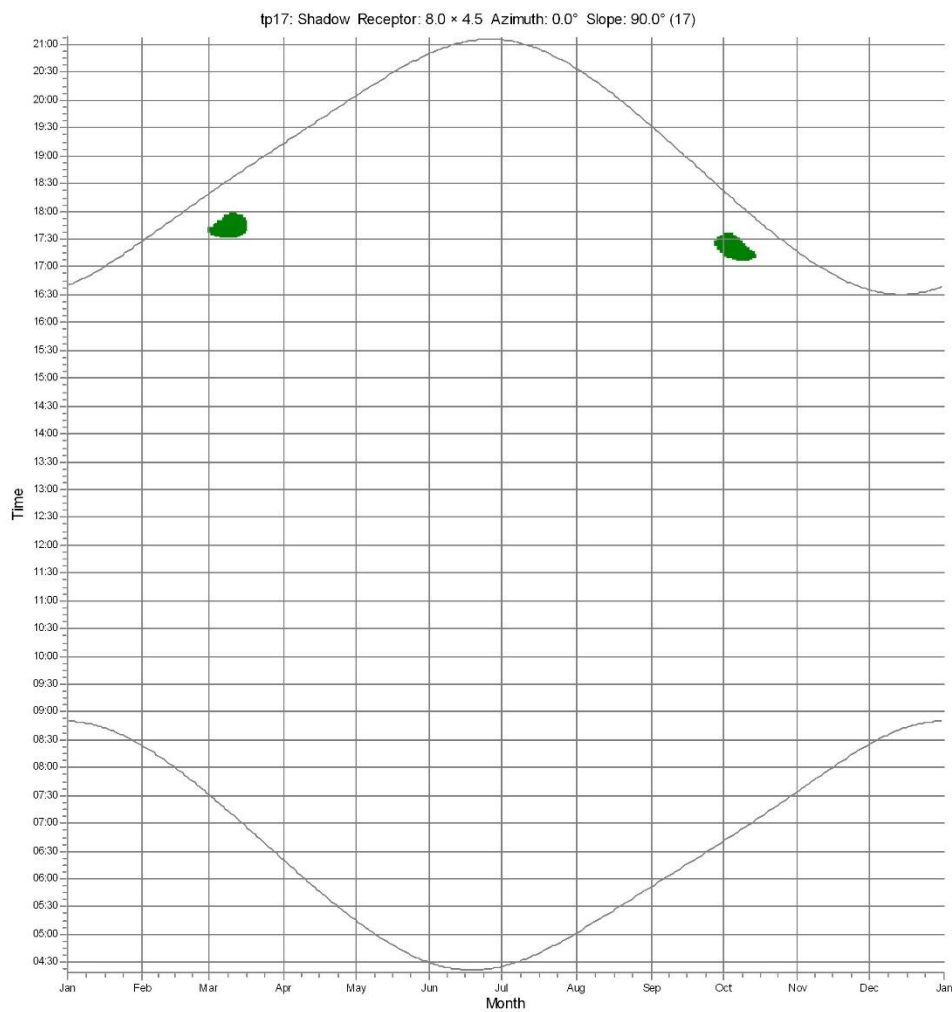
- WT1: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)
- WT2: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
12/10/2022 08:18/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - woningen Shadow receptor: tp17 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (17)



WTGs

WT1: Pondera R180 9500 180.0 !OI! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)

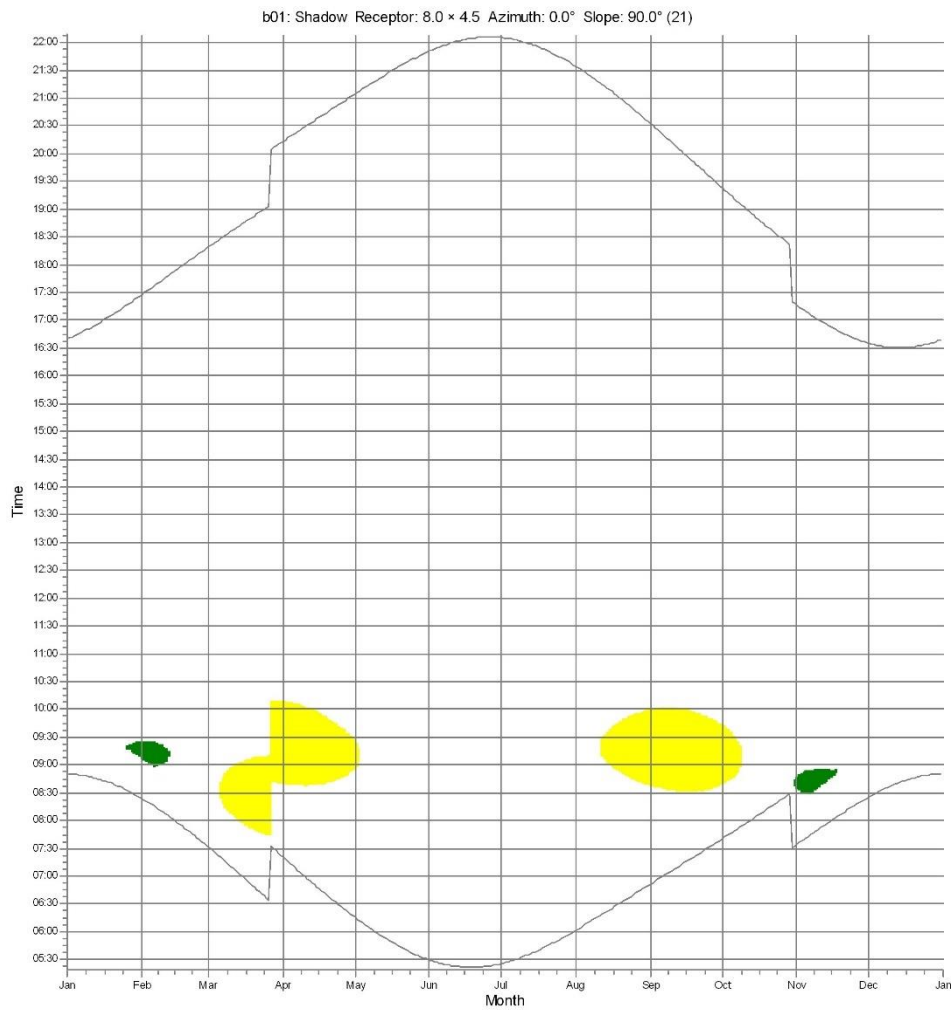
Bijlage 16 Slagschaduwkalenders – kantoortijden (met zomertijd 2022)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
06/10/2022 10:31/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - bedrijven **Shadow receptor:** b01 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (21)



WTGs

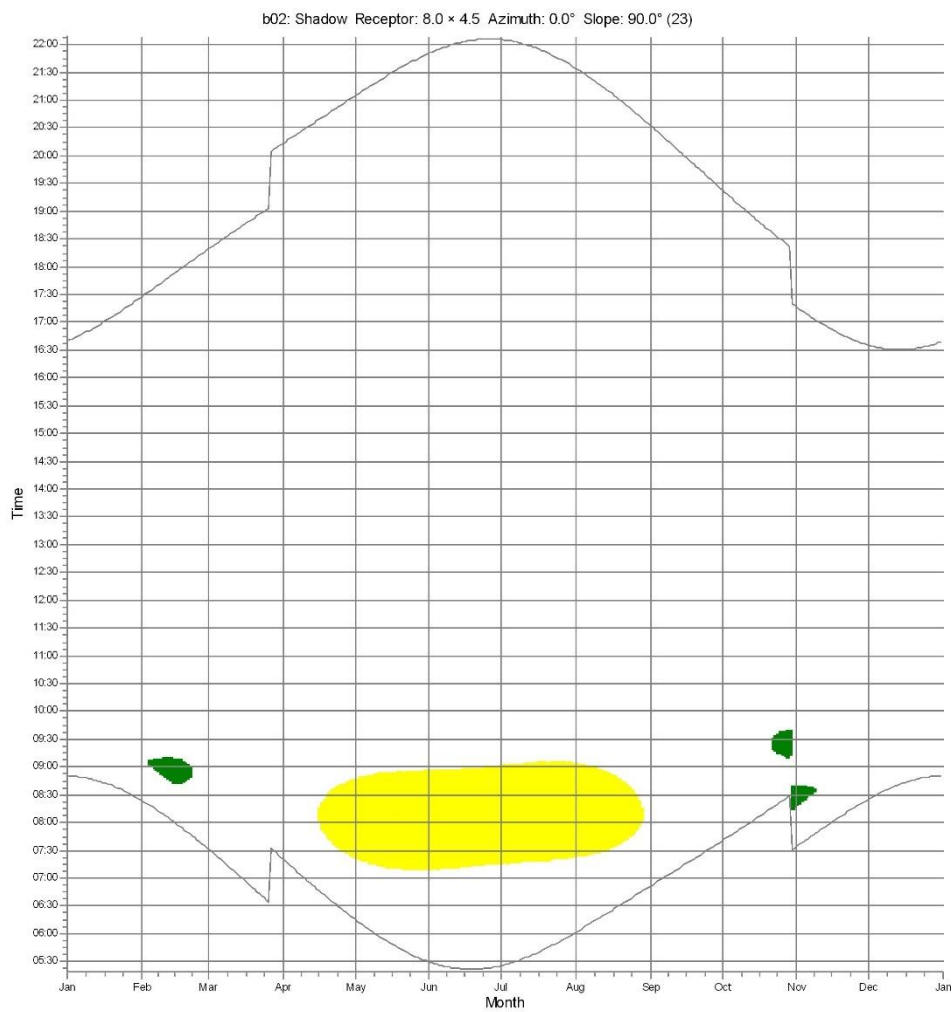
- WT1: Pondera R180 9500 180.0 !O! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)
- WT2: Pondera R180 9500 180.0 !O! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
06/10/2022 10:31/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - bedrijvenShadow receptor: b02 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (23)



WTGs

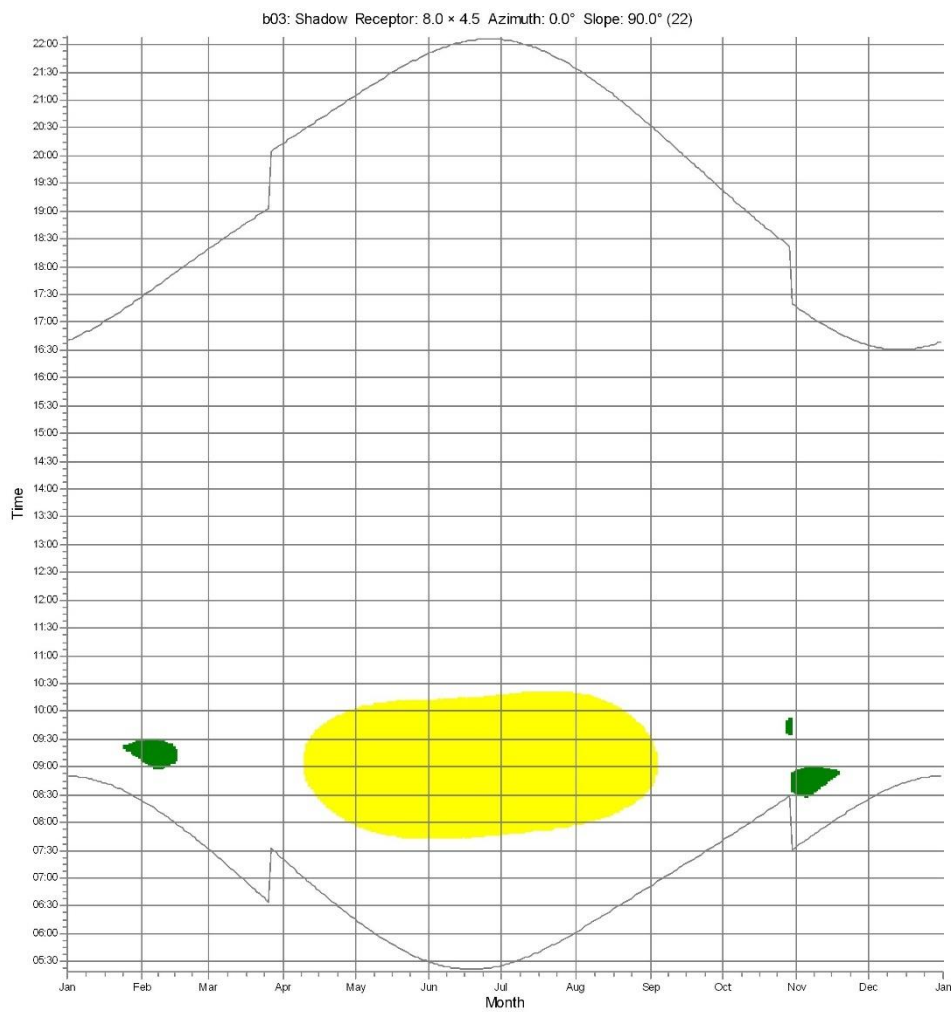
- WT1: Pondera R180 9500 180.0 !O! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)
- WT2: Pondera R180 9500 180.0 !O! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
06/10/2022 10:31/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - bedrijvenShadow receptor: b03 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (22)



WTGs

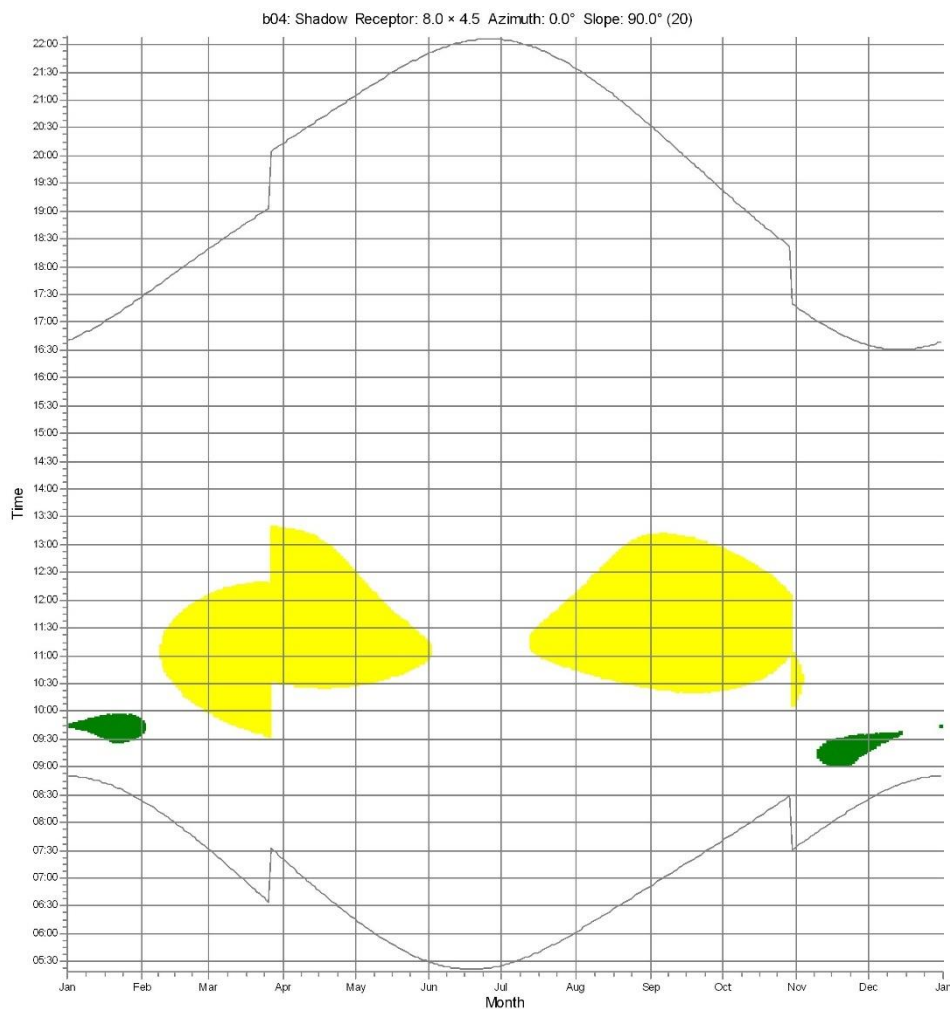
- WT1: Pondera R180 9500 180.0 !O! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)
- WT2: Pondera R180 9500 180.0 !O! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
06/10/2022 10:31/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - bedrijvenShadow receptor: b04 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (20)



WTGs

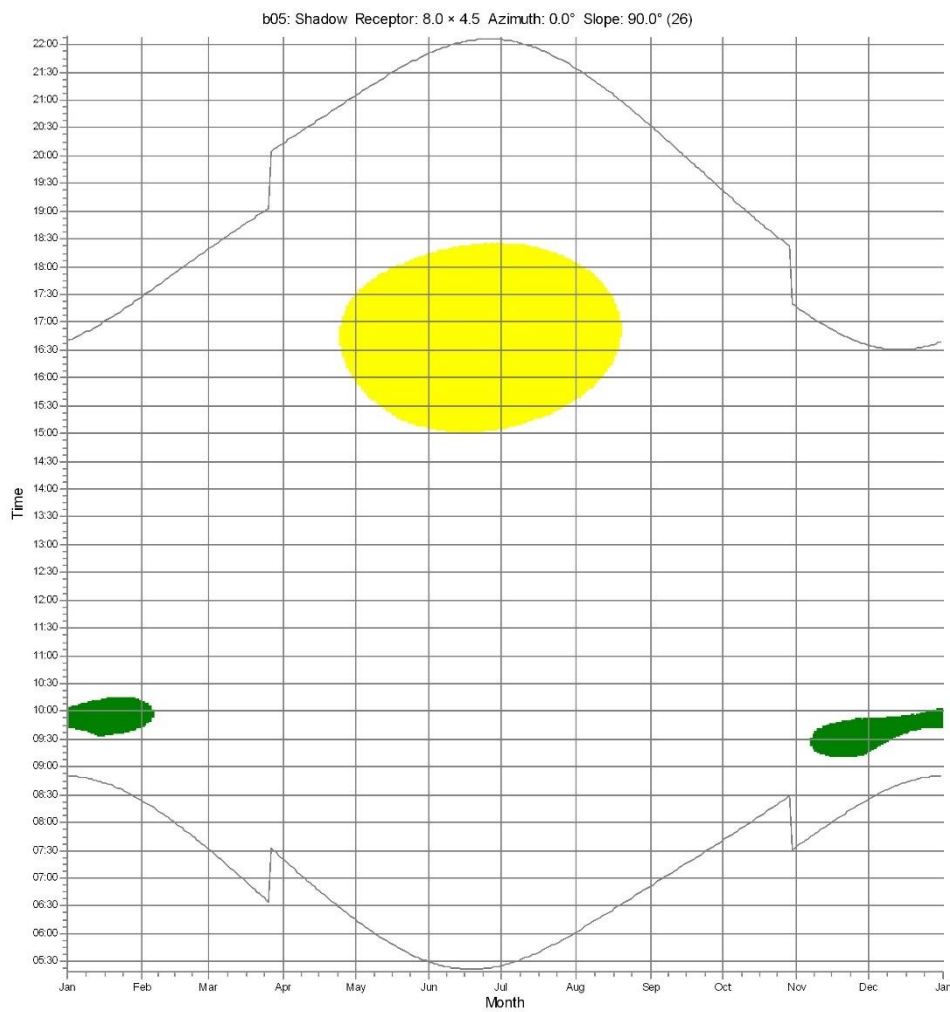
- WT1: Pondera R180 9500 180.0 !O! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)
- WT2: Pondera R180 9500 180.0 !O! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
06/10/2022 10:31/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - bedrijvenShadow receptor: b05 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (26)



WTGs

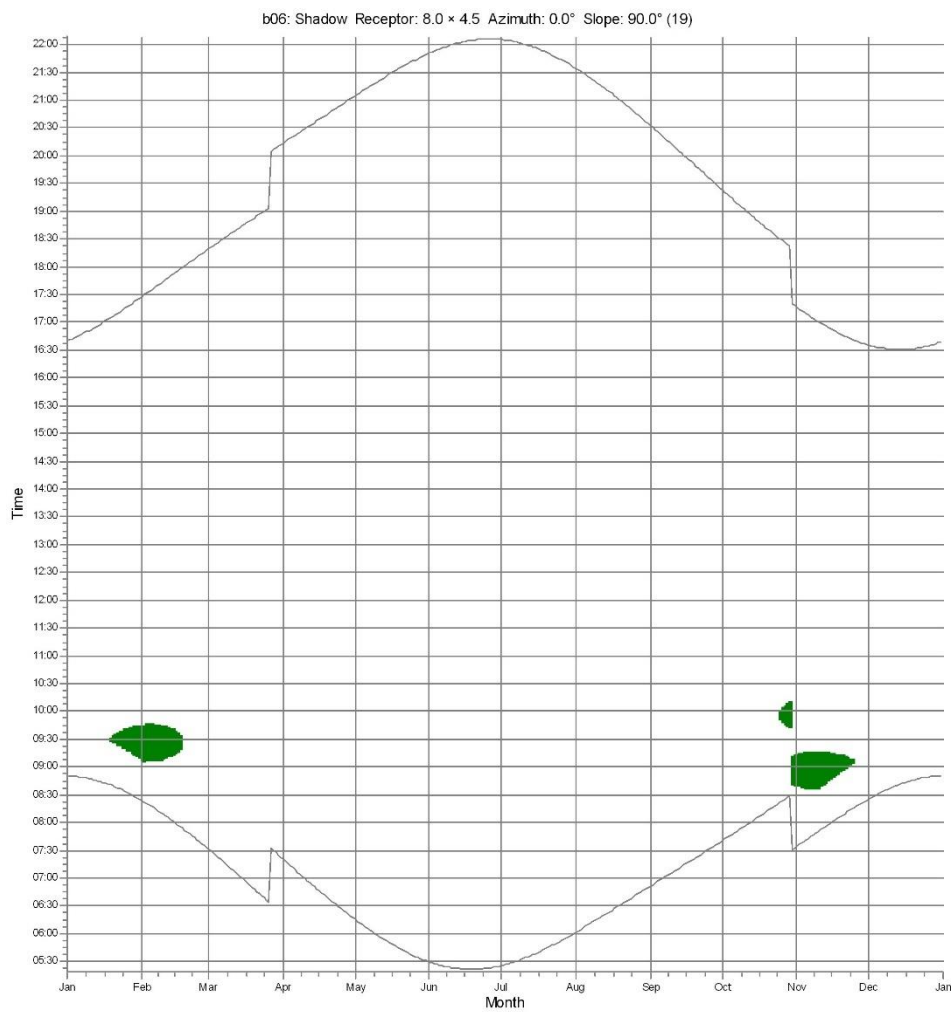
- WT1: Pondera R180 9500 180.0 !O! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)
- WT2: Pondera R180 9500 180.0 !O! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (2)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
06/10/2022 10:31/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - bedrijven **Shadow receptor:** b06 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (19)



WTGs

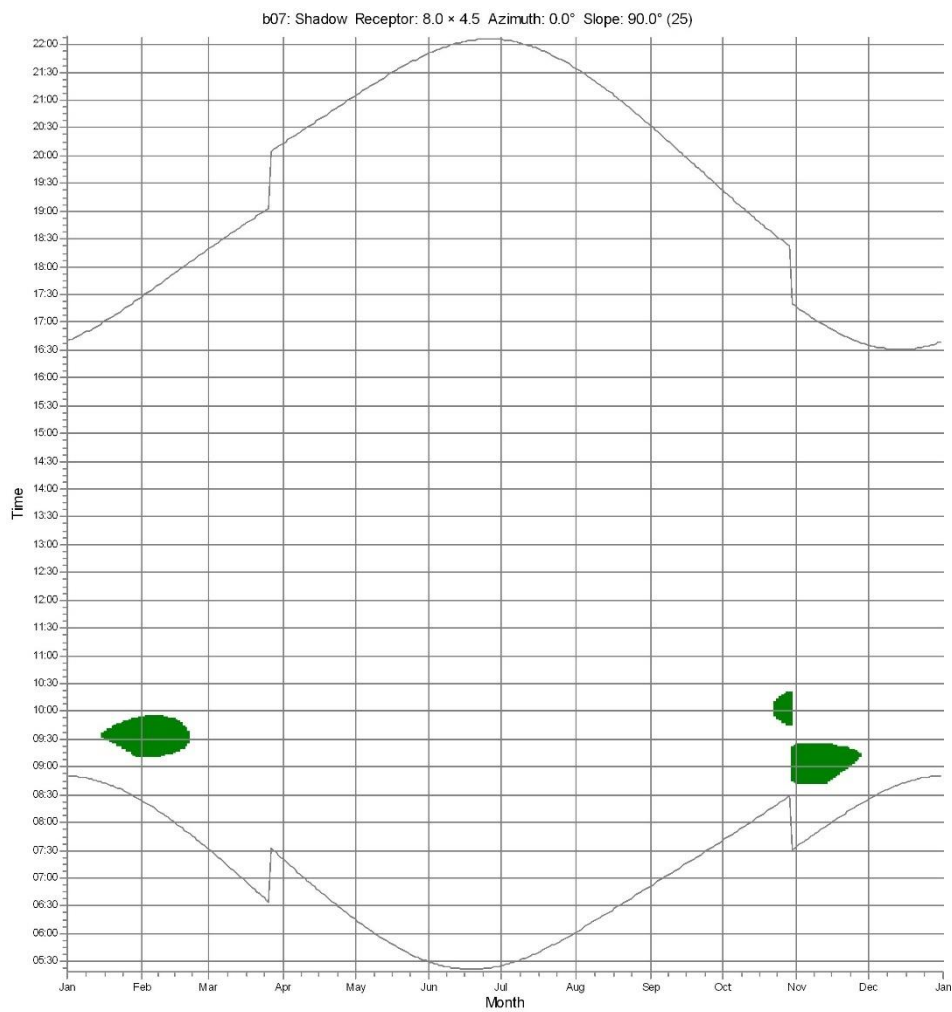
 WT1: Pondera R180 9500 180.0 !O! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
06/10/2022 10:31/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - bedrijven **Shadow receptor:** b07 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (25)



WTGs

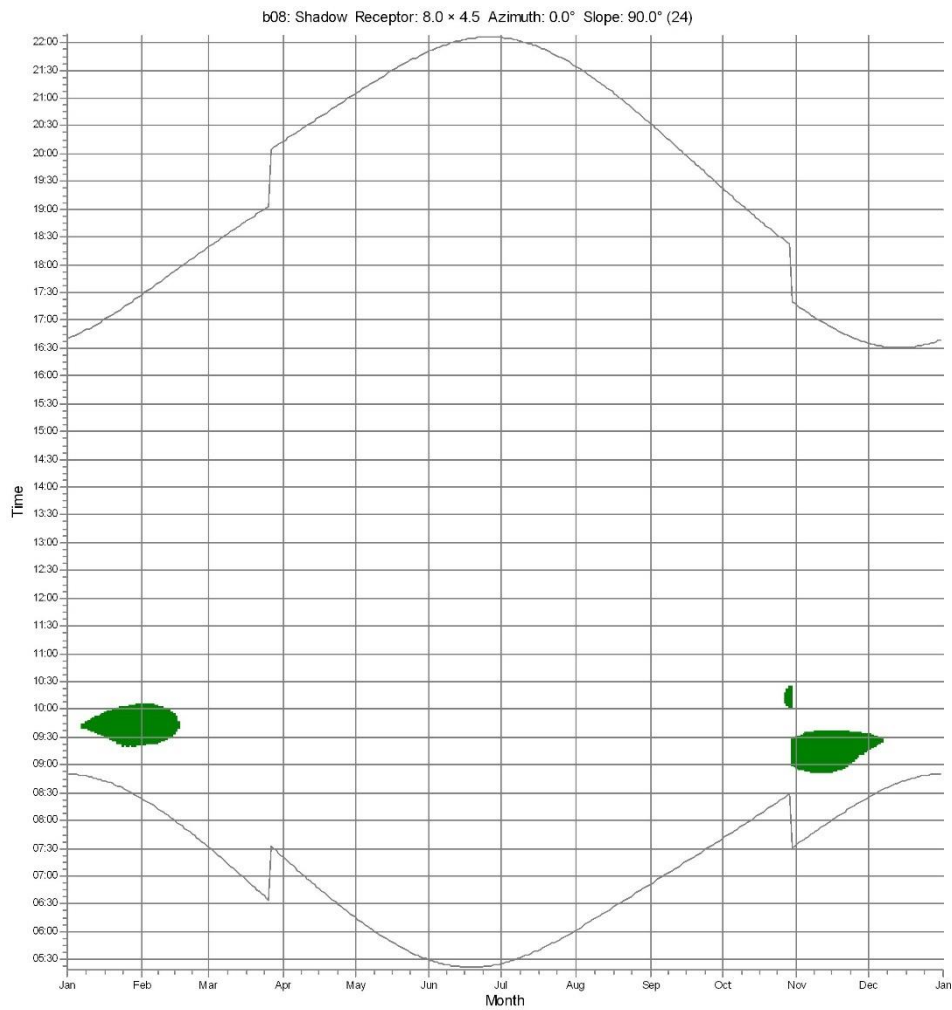
 WT1: Pondera R180 9500 180.0 !O! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
06/10/2022 10:31/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - bedrijven **Shadow receptor:** b08 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (24)



WTGs

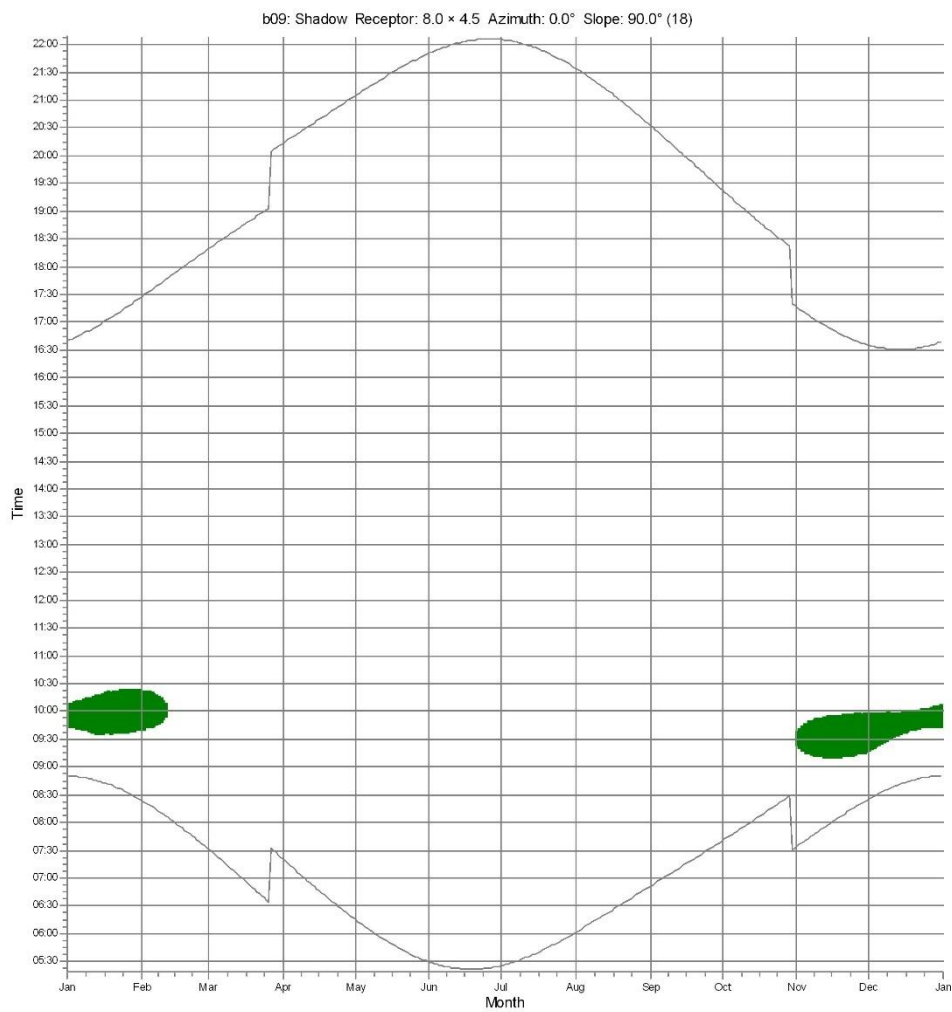
 WT1: Pondera R180 9500 180.0 !O! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
06/10/2022 10:31/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - bedrijven **Shadow receptor:** b09 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (18)



WTGs

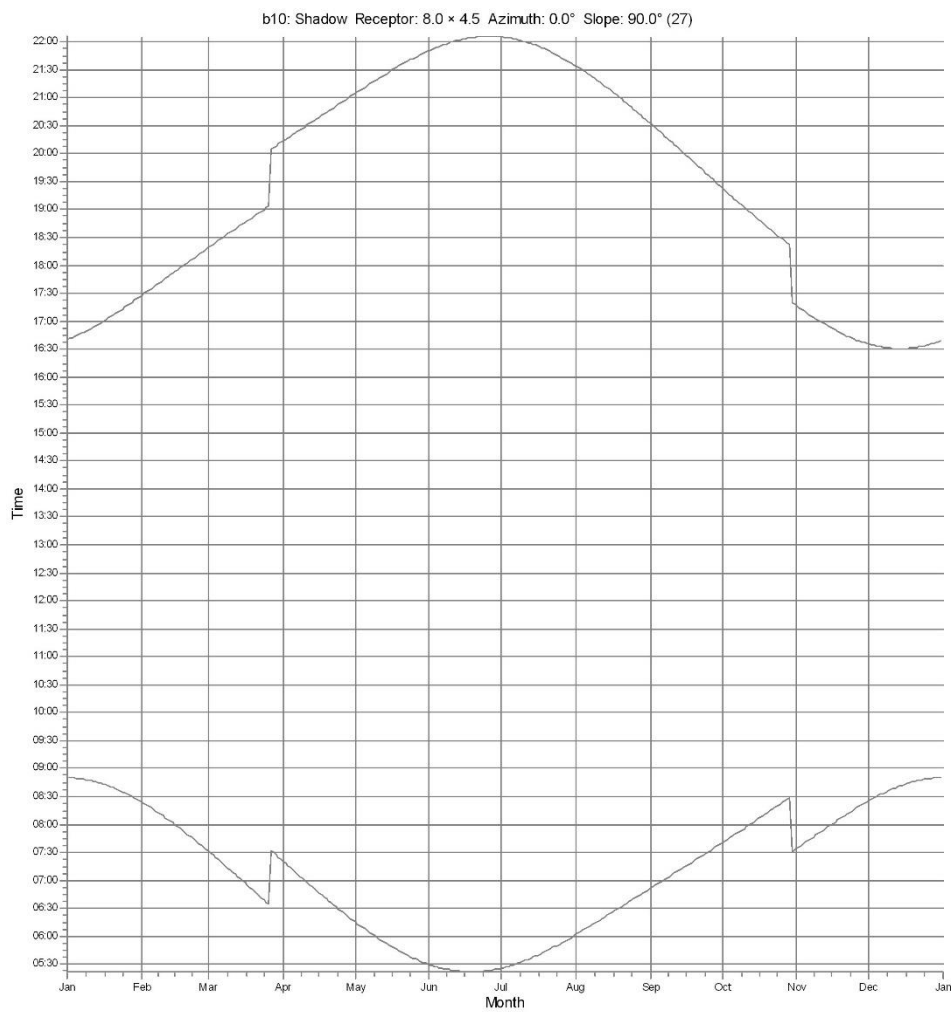
 WT1: Pondera R180 9500 180.0 !O! hub: 160.0 m (TOT: 250.0 m) (1)

Project:
20220919 720064 SS

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Jori / J.Dreef@ponderaconsult.com
Calculated:
06/10/2022 10:31/3.5.576

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Nieuwe WTGs - bedrijven **Shadow receptor:** b10 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (27)



WTGs