PONDERA

Akoestisch onderzoek en onderzoek naar slagschaduw drie windturbines

Windpark A15-Lingewaard B.V.

723229 | v2.0

28-12-2023

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
Akoestisch onderzoek en onderzoek naar slagschaduw drie windturbines

Projectnaam
Windpark A15-Lingewaard

Versienummer
v2.0

Datum
28-12-2023

Project nummer
723229

Opdrachtgever

Auteur
[redacted]

Nagekeken door
[redacted]

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.

ISO 9001:2015 gecertificeerd

Inhoudsopgave

1 Inleiding 1

1.1 Beschrijving van de locatie 2
1.2 Regelgeving 4
1.3 Gegevens windturbine 6

2 Akoestisch onderzoek 8

2.1 Beoordeling 8
2.2 Invoer rekenmodel 10
2.3 Windaanbod 11
2.4 Geluidbron Vestas V172-7.2MW STE 12
2.5 Rekenresultaten 13
2.6 Beoordeling geluid 14
2.7 Voorzieningen geluid 14
2.8 Geluidbelasting ter plaatse van woningen 16
2.9 Bepaling aantal ernstig gehinderden binnenshuis 17
2.10 Cumulatieve effecten met andere geluidbronnen 18
2.11 Geluid bij niet-geluidgevoelige objecten en bedrijfswoning 24

3 Onderzoek slagschaduw 25

3.1 Normstelling 25
3.2 Slagschaduwgebied 25
3.3 Potentiële slagschaduw 25
3.4 Rekenresultaten 27
3.5 Hinderduur bij woningen 28
3.6 Maatregelen en stilstandsverlies norm 6 uur en norm 1 uur 29
3.1 Cumulatie met andere windturbines 29
3.2 Slagschaduw ter plaatse van overige slagschaduwgevoelige objecten 30

4	Conclusie	32
Bijlage 1	Verklarende begrippenlijst	34
Bijlage 2	Objecten rekenmodel akoestiek	36
Bijlage 3	Situering objecten rekenmodel akoestiek	42
Bijlage 4	Rekenresultaten akoestiek	46
Bijlage 5	Geluidcontour 47/46/45 dB Lden – geen mitigatie	54
Bijlage 6	Geluidcontour 41/40/39 dB Lnight – geen mitigatie	55
Bijlage 7	Geluidcontour 47/4645 dB Lden – geluidmitigatie naar 46 Lden	56
Bijlage 8	Geluidcontour 41/40/39 dB Lnight – geluidmitigatie naar 46 Lden	57
Bijlage 9	Geluidcontour 47/46/45 dB Lden – geluidmitigatie naar 45 Lden	58
Bijlage 10	Geluidcontour 41/40/39 dB Lnight – geluidmitigatie naar 45 Lden	59
Bijlage 11	In- en uitvoergegevens slagschaduw	60
Bijlage 12	Slagschaduwcontouren WP A15-Lingewaard	68
Bijlage 13	Slagschaduwcontouren referentiesituatie (WP Caprice)	69
Bijlage 14	Slagschaduwcontouren Cumulatief	70
Bijlage 15	Slagschaduwkalenders kantoorpanden (met zomertijd 2021)	71

1 Inleiding

In opdracht van Windpark A15-Lingewaard B.V. is een akoestisch onderzoek en een onderzoek naar slagschaduw uitgevoerd voor drie op te richten windturbines in de gemeente Lingewaard. De op te richten windturbines worden in het rapport aangeduid als WT01, WT02, WT03, en het gehele windpark wordt aangeduid als Windpark A15-Lingewaard (hierna: WP A15-Lingewaard). De coördinaten van de windturbines zijn gegeven in tabel 1.1.

Tabel 1.1 Nieuwe windturbines WP A15-Lingewaard coördinaten

Windturbine	Rd-x	Rd-y
WT01	192.374	434.773
WT02	192.822	434.814
WT03	193.272	434.856

Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van de vergunningaanvraag en de bijbehorende ruimtelijke onderbouwing.

In het kader van het akoestisch onderzoek is gerekend met windturbines met een hoge geluiduitstraling binnen voor hun klasse. Het gehanteerde windturbinetype is een zeer luide turbine binnen de beschouwde klassen van windturbines. Met deze turbine wordt aangetoond dat er geen aanleiding is te betwijfelen dat voldaan kan worden aan de maximaal aanvaardbaar bevonden geluidsbelasting. Voor het onderzoek naar slagschaduwhinder is uitgegaan van maximale rotordiameter en tiphoogte binnen de bandbreedte. De bandbreedte en de daarbij gehanteerde windturbines voor het akoestisch- en slagschaduwonderzoek zijn gegeven in Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Bandbreedte afmetingen windturbines WP A15-Lingewaard

Parameter	Windturbines WP A15-Lingewaard
Ashoogte t.o.v. fundering [m]	115 – 150 m
Rotordiameter [m]	Maximaal 185 m
Tiphoogte t.o.v. maaiveld [m]	Maximaal 225 m
Referentieturbine akoestisch onderzoek	V172-7.2MW STE (uilenveren) op 139 m ashoogte
Referentieturbine slagschaduwonderzoek	Fictieve windturbine met rotordiameter van 185 m op 132,5 m ashoogte

Voor een vergunningsaanvraag dient te worden getoetst aan de milieunormen voor onder andere geluid en slagschaduw. Als gevolg van de uitspraak van de Raad van State in de zaak Windpark Delfzijl Zuid Uitbreiding op 30 juni 2021 is toetsing aan de normen uit het Activiteitenbesluit momenteel niet aan de orde (verder toegelicht in paragraaf 1.2). Bij toetsing van een vergunningsaanvraag dient het bevoegd gezag te toetsen aan een projectspecifieke norm die is voorzien van een actuele, deugdelijke, op zichzelf staande en op de situatie toegesneden onderbouwing. Recent (Q4 2023) is de plan MER Windturbinepalingen gepubliceerd waarin de actuele kennis over geluid en slagschaduw van windturbines is beschreven en beoordeeld. Op basis van het plan MER heeft de Rijksoverheid een voorstel gedaan voor uniforme landelijke normen voor windturbines, onder meer gericht op geluid en slagschaduw, om

hinder tot een aanvaardbaar minimum te beperken. Een ontwerp besluit windturbines leefomgeving is daarvoor ter opgesteld en ter inzage gelegd.

In dit rapport worden de geluidsbelasting en slagschaduwbelasting bepaald ten gevolge van het voornemen. Voor de beoordeling wordt aanvullend gekeken hoe de belasting zich verhoudt tot de in het ontwerpbesluit windturbines leefomgeving voorgestelde normstelling. Voor de ruimtelijke onderbouwing wordt daarnaast ook aandacht besteed aan cumulatie met andere windturbines, cumulatie met andere geluidbronnen, de geluidbelasting bij niet-gevoelige objecten en laagfrequent geluid (zie paragraaf 2.1.2). Voor slagschaduw zijn voor de ruimtelijke onderbouwing, naast de slagschaduweffecten op slagschaduwgevoelige objecten, tevens de effecten op nabijgelegen overige slagschaduwgevoelige objecten inzichtelijk gemaakt.

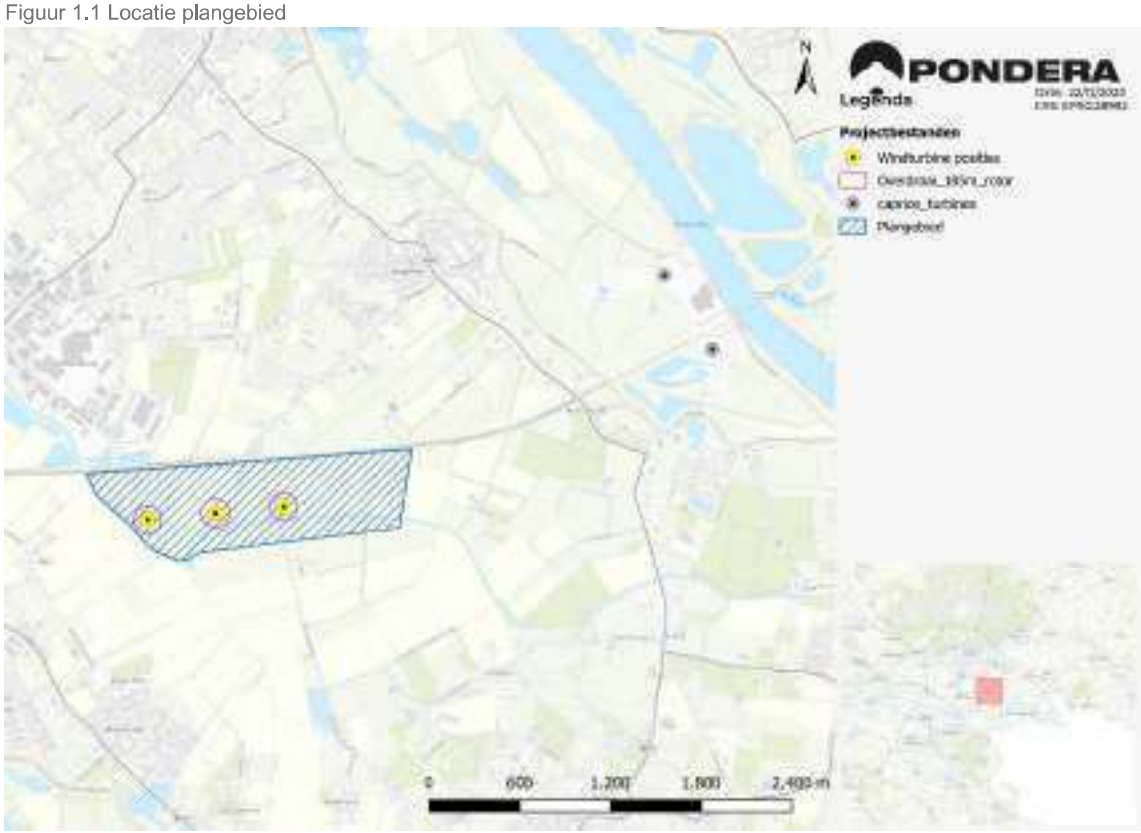
1.1 Beschrijving van de locatie

De initiatiefnemer is voornemens 3 windturbines te realiseren in de gemeente Lingewaard, aan de noordkant van de rivier de Linge. Ten oosten van het dorp Bemmel. In het gebied liggen auto(snel)wegen en een spoorlijn. Aan de westkant van het windpark ligt de autosnelweg de A15. In de toekomst wordt de A15 doorgetrokken. Hiervoor is een Tracébesluit A12/A15 Ressen – Oudenbroeken genomen door het Rijk (oorspronkelijk 2017 en gewijzigd in 2019 en 2021). Ten noorden ligt de Betuweroute, een dubbele spoorlijn voor goederenvervoer. Verder liggen in de omgeving ook twee hoogspanningslijnen (380 kV Dodewaard – Doetinchem en 150 kV Nijmegen – Zevenaar). Het geplande windpark ligt evenwijdig aan deze infrastructuur. Ten noordoosten liggen twee vergunde nog te bouwen turbines (WP Caprice) op een afstand van circa 2800 meter.

De omgeving van het plangebied wordt gekenmerkt als agrarisch en open gebied. Er zijn woonconcentraties gelegen in de nabijheid van de windturbines.

In Figuur 1.1 is de omgeving van het plangebied afgebeeld.

Figuur 1.1 Locatie plangebied



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[1]. 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. Als gevolg van de uitspraak mogen de algemene normen uit het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling niet zonder meer toegepast worden in het geval van windparken (drie of meer windturbines).

De ABRvS geeft echter ook aan dat in de tussentijd het bevoegd gezag voor een concreet project eigen normen kan stellen ter vervanging van de normstelling uit het Activiteitenbesluit en de -regeling[2]. Voor de besluitvorming geldt dat de te hanteren normen die nu project-specifiek moeten worden vastgelegd, moeten worden voorzien van een actuele, deugdelijke, op zichzelf staande en op de aan de orde zijnde situatie toegesneden motivering. Voor WP A15-Lingewaard worden de geluids- en slagschaduwbelasting bepaald aan de hand van verschillende kaders. Zoals aangegeven is landelijke regelgeving in voorbereiding voor het vaststellen van uniforme geluids- en slagschaduwnormen (ontwerp Besluit windturbinepalingen leefomgeving). In dit rapport wordt ook beoordeeld of aan deze toekomstige normen kan worden voldaan, daargelaten of die normen daadwerkelijk gaan gelden voor dit windpark. De landelijke uniforme regels zijn nu nog niet van kracht en zullen naar verwachting per 1 juli 2025 in werking treden. Voor WP A15-Lingewaard zijn deze kaders dan ook geen onderdeel van het formele toetsingskader, zodat nog steeds projectspecifiek eigen milieunormen moeten worden gesteld. In paragraaf 2.1 en paragraaf 3.1 wordt bij normstelling voor geluid en slagschaduw stilgestaan.

In het ontwerpbesluit Windturbinebepaling leefomgevingen is voor het milieuthema geluid een standaardwaarden 45 dB L_{den} en 39 dB L_{night} opgenomen voor toegestane geluidsproductie op gevels van geluidsgevoelige objecten gelden. Daarvan kan worden afgeweken tot een grenswaarde van 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night}. Voor het milieuthema slagschaduw is in de bepalingen een norm voor de netto jaarlijkse slagschaduw duur voorgesteld van maximaal 6 uur per jaar en maximaal 20 minuten per dag voor slagschaduwgevoelige objecten.

In het onderhavige rapport is getoetst aan diverse mogelijke normen en zijn de daarbij horende effecten op de omgeving in kaart gebracht zo dat een lokale normkeuze kan worden gemaakt.

Voor geluid zijn de beschouwde normen:

1. 47 dB L_{den} en 41 dB_{Lnight} (uiterste grenswaarde in het ontwerp besluit windturbines leefomgeving)
2. 46 dB L_{den} en 40 dB_{Lnight}
3. 45 dB L_{den} en 39 dB_{Lnight} (voorkeursgrenswaarde in het ontwerp besluit windturbines leefomgeving en in lijn met advies WHO)

Voor slagschaduw zijn de beschouwde normen:

1. Maximaal 6 uur slagschaduw in een gemiddeld jaar ter plaatse van slagschaduwgevoelige objecten

1 ECLI:NL:RVS:2021:1395
[2] Overweging 65 uit de uitspraak ECLI:NL:RVS:2021:1395

2. Maximaal 1 uur slagschaduw in een gemiddeld jaar ter plaatse van slagschaduwgevoelige objecten

In principe is het doel van de laatste slagschaduwnorm (1 uur per jaar maximaal) om de slagschaduw op slagschaduwgevoelige objecten zo veel als mogelijk te voorkomen binnen de mogelijkheden van de technische besturing. Daarbij is het wenselijk om niet te zorgen voor onnodige stilstand. Dus als er geen slagschaduw op de woning kan optreden omdat de zon niet schijnt of op momenten dat de zon zich niet op de juiste positie achter de wieken bevindt dan is het wenselijk om energieopbrengst te kunnen realiseren.

Het toepassen van een absolute nulwaarde aan slagschaduwhinder zal leiden tot zodanige instellingen van de slagschaduwkalender dat er veel meer momenten zijn van onnodige stilstand en daarmee gepaard gaande onnodig opbrengstverlies. Bij enkele zeldzame momenten kunnen situaties ontstaan dat er nog een kort moment van slagschaduw optreedt met name wanneer de zon plots achter de wolken vandaan komt en het vanaf dat moment even kost voordat de turbine volledig is stilgezet (maximaal 1 minuut per keer). In dit geval is het richting de omgeving consistenter en duidelijker qua verwachtingen om aan te geven dat er maximaal 1 uur aan totale slagschaduwhinder kan worden ervaren door het stilzetten en tot stilstand brengen van de windturbine dan om te stellen dat er nul uur aan slagschaduw zal zijn met uitzondering van de technische mogelijkheden. Dat laatste biedt geen duidelijkheid.

Indien door een individuele bewoner meer dan 60 minuten aan slagschaduwhinder wordt vastgesteld dan kan er ook specifiek per casus worden gekeken of de slagschaduwkalender voldoende dekkend is of mogelijk verkeerd is ingesteld voor de betrokken woning. Indien er in de praktijk meer dan 60 minuten per jaar kan optreden dan is de verwachting dat er een fout is gemaakt in de instellingen en kan de situatie nog worden geoptimaliseerd. De opname van een maximum van 1 uur is daarmee een goede maat om als normstelling aan te geven om ook voor de handhaving een grens te hebben waarbij het antwoord niet meer is dat er incidenteel slagschaduw kan optreden maar om te gebruiken als grens om aan te geven dat er mogelijk iets anders mis is. Als er in de regelgeving wordt aangegeven dat er nul uur slagschaduwhinder zal zijn met uitzondering van de technische mogelijkheden dan is voor omwonenden nog onduidelijk hoeveel slagschaduwduur er kan resteren onder de noemer technische mogelijkheden. De 1-uur normstelling is daarmee duidelijker.

1.3 Gegevens windturbine

1.3.1 Akoestisch onderzoek: Vestas V172-7.2MW STE

De Vestas V172-7.2MW met serrated edges (STE) heeft een zeer hoge geluiduitstraling in vergelijking tot andere windturbines binnen dezelfde bandbreedte, zoals aangevraagd.

De turbine Vestas V172-7.2MW met STE is gekozen uit een lijst (iet uitputtend) van meer dan 20 gangbare windturbines die binnen de bandbreedte van afmetingen vallen van dit project. Vervolgens is van al deze turbines locatiespecifiek de geluidbelasting op de woningen berekend op basis van de voor die turbine maximaal mogelijke ashoogte en de lokale windverdeling welke daarbij hoort (KNMI data), zie Tabel 1.3. De V172-7.2MW veroorzaakte de hoogste geluidbelastingen en is daarom een goede realistische worst-case turbine. Ook veroorzaakt deze turbine zonder mitigatie precies 47 dB op de meest nabijgelegen woningen. Dit is de grens van de minst strenge van de drie mogelijke normen/grenswaarden die in dit rapport zijn onderzocht. Het is dus mogelijk dat er alsnog luidere turbines zijn dan de gekozen voorbeeldturbines, maar ook die zullen dan moeten worden gemitigeerd naar de te kiezen normen en de ruimtelijke effecten zullen dan maximaal weer vergelijkbaar zijn met die van de V172-7.2. NB: van turbines die zowel met als zonder geluidreducerende uilenveren verkrijgbaar zijn is in de voorselectie wel enkel de stilste (met STE) beschouwd. Het is mogelijk om de versies zonder STE te plaatsen, maar dat leidt enkel tot meer mitigatie en productieverlies en na mitigatie dus weer tot dezelfde maximale ruimtelijke effecten.

Tabel 1.3 Lijst beschouwde turbinetypes ter bepaling van de akoestische realistische worst case (niet uitputtend)

Turbinetype	STE	Ashoogte	Diameter	Tiphoogte	Jaargemiddeld bronvermogen Lwden dB(A)	Maximale geluidbelasting bij woningen[1)]
VESTAS v172-7.2	**ja**	**139,0**	**172,0**	**225,0**	**111,00**	**47,16**
NORDEX N163/5.X 5700	ja	143,5	163,0	225,0	111,14	46,78
GE 6.0·164		143,0	164,0	225,0	110,95	46,49
ENERCON E-160 EP5 E3 5560	ja	145,0	160,0	225,0	111,42	46,28
ENERCON E-175 EP5 6000	ja	145,0	160,0	225,0	110,68	46,28
ENERCON E-160 EP5 4600		145,0	160,0	225,0	111,24	46,10
GE ENERGY 5.5-158		137,5	175,0	225,0	110,58	45,70
Siemens Gamesa SG 6.6-170		140,0	170,0	225,0	110,52	45,42
NORDEX N163/6.X 7000	ja	143,5	163,0	225,0	110,20	--[1)]
GE ENERGY 5.3-158		146,0	158,0	225,0	110,05	--
NORDEX N149/4.0·4.5 4500	ja	150,5	149,0	225,0	109,71	--
NORDEX N149/5.X 5700	ja	150,5	149,0	225,0	109,32	--
VESTAS V150-4.2	ja	150,0	150,0	225,0	109,05	--
GE 4.8·158		146,0	158,0	225,0	108,87	--
VESTAS V150-5.6	ja	150,0	150,0	225,0	108,65	--
VESTAS V162-7.2	ja	144,0	162,0	225,0	108,42	--
VESTAS V162 5600	ja	144,0	162,0	225,0	108,35	--

VESTAS V162-6.0	ja	144,0	162,0	225,0	108,29	--
VESTAS V150-4.0	ja	150,0	150,0	225,0	107,80	--
VESTAS v172-7.2	ja	139,0	172,0	225,0	111,00	--
NORDEX N163/5.X 5700	ja	143,5	163,0	225,0	111,14	--
GE 6.0·164		143,0	164,0	225,0	110,95	--
ENERCON E-160 EP5 E3 5560	ja	145,0	160,0	225,0	111,42	--

1) Geluidbelasting bij woningen is alleen bepaald voor de luidste turbines waar het jaargemiddeld geluidbronvermogen Lwden 1 dB(A) of minder lager is dan het maximale jaargemiddelde geluidbronvermogen van alle turbines. Voor andere turbines is Lwden zo laag dat bij woningen geen hogere geluidbelasting meer te verwachten is.

Door gebruik te maken van het turbinetype V172-7.2MW wordt dus aangetoond dat er geen aanleiding is te betwijfelen dat met de toekomstige selectie van een turbinetype voldaan kan worden aan de maximaal aanvaardbaar bevonden geluidsbelasting en tevens zijn daarmee de realistisch optredende maximale ruimtelijke effecten inzichtelijk gemaakt.

1.3.2 Slagschaduwonderzoek: fictieve windturbine

Voor het slagschaduwonderzoek is uitgegaan van een fictieve windturbine met een rotordiameter van 185 m en ashoogte van 132,5 m. De tiphoogte bedraagt hiermee 225 m. Met een maximale rotordiameter en tiphoogte binnen de bandbreedte worden de maximale effecten op de omgeving inzichtelijk gemaakt.

2 Akoestisch onderzoek

2.1 Beoordeling

2.1.1 Normstelling

Zoals beschreven in paragraaf 1.2 kan niet meer worden getoetst aan de normen uit het Activiteitenbesluit. In het akoestisch onderzoek wordt derhalve getoetst aan drie mogelijke normen namelijk:

1. 47 dB L_{den} en 41 dB_{Lnight}
2. 46 dB L_{den} en 40 dB_{Lnight}
3. 45 dB L_{den} en 39 dB_{Lnight}

Met deze stappen wordt ook inzichtelijk gemaakt wat de effecten zijn bij toepassing van de toekomstige voorkeurs- en grenswaarde uit het Ontwerpbesluit windturbines leefomgeving. De effecten van de geluidbelasting in de omgeving en de benodigde mitigatie van de voorbeeldturbine wordt op basis van elk van deze drie grenswaarden inzichtelijk gemaakt zo dat een onderbouwde lokale normkeuze kan worden gemaakt.

2.1.2 Overige beoordeling

Cumulatie met andere windturbines

In de directe omgeving van WP A15-Lingewaard zijn geen bestaande of vergunde windturbines gesitueerd. Ten westen van WP A15-Lingewaard ligt op circa 5,6 kilometer afstand (mast tot mast) Windpark Nijmegen-Betuwe. Ten noorden van WP A15-Lingewaard ligt op circa 6,6 kilometer afstand (mast tot mast) Windpark Koningspleij. In noordoostelijke richting op circa 2,8 kilometer (mast tot mast) zijn twee windturbines van Windpark Caprice gepland (zie ook Figuur 1.1).

Vanwege de grote afstand is het aandeel van de omliggende windturbines in cumulatieve geluidbelasting verwaarloosbaar. Deze windturbines worden dan ook niet meegenomen in de bepaling van de cumulatieve geluidbelasting. Voor slagschaduw zijn de twee turbines van WP Caprice overigens wel relevant omdat slagschaduweffecten op een grotere afstand nog significant zijn.

Cumulatie met andere geluidbronnen

Cumulatie met andere geluidbronnen wordt beschouwd als er sprake is van blootstelling van geluidgevoelige objecten aan meer dan één geluidbron conform de rekenregels uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines (Activiteitenregeling milieubeheer Bijlage 4). De huidige geluidbelasting op referentiewoningen veroorzaakt door andersoortige geluidbronnen is bepaald (referentiesituatie). Relevante andersoortige geluidbronnen in de referentiesituatie zijn industrieterrein Pannenhuis ten noordwesten van het plangebied en de (geplande) autosnelweg A15 en het railverkeer op de spoorlijn, beide ten noorden van de turbines. De huidige geluidbelasting in de referentiesituatie en de toekomstige geluidbelasting met toevoeging van WP A15-Lingewaard worden cumulatief inzichtelijk gemaakt. Daarbij wordt voor de snelweg A15 zowel gerekend met als zonder de situatie waarbij de snelweg zoals conform het Tracébesluit wordt verengd ten oosten van de provinciale weg N839.

Geluidbelasting bij niet-geluidgevoelige objecten

Een bedrijf/kantoor wordt in de Wet Geluidhinder in beginsel niet aangemerkt als geluidgevoelig object. Een specifiek wettelijk kader voor de geluidsbelasting ter plaatse van niet-geluidgevoelige objecten ontbreekt, maar in het kader van een goede ruimtelijke ordening zal wel een afweging moeten worden gemaakt om te beoordelen of de bedrijven/kantoren in het gebied niet worden blootgesteld aan onaanvaardbare geluidbelasting. Met andere woorden: of sprake is van een goede ruimtelijke ordening na realisatie van het initiatief. Daarom is de geluidbelasting bij een selectie nabijgelegen kantoorpanden inzichtelijk gemaakt.

Laagfrequent geluid

Laagfrequent geluid (LFG) is geluid in het voor mensen laagst hoorbare frequentiegebied, tussen 20 en 100/125 Hz. Windturbines stralen, net als de meeste geluidbronnen, ook laagfrequent geluid uit.

Op basis van een literatuurstudie van het RIVM (2021)[3] concludeert het plan-MER Windturbinepalingen (2022) dat er geen wetenschappelijk bewijs is dat LFG andere effecten voor omwonenden heeft dan 'normaal' geluid. In het ontwerp besluit windturbines leefomgeving wordt geen algemeen geaccepteerd normstelsel voorzien waarmee laagfrequente geluidhinder kan worden geobjectiveerd. Het volgende is hierover opgenomen in de ontwerpbesluit windturbines leefomgeving nota van toelichting[4]:

> *'Het plan-MER geeft aan dat het specifieke karakter van windturbinegeluid, met zowel hoge als lage tonen, zich vertaalt in de bijbehorende mate van hinder. Omdat bij de bepaling van de hoogte van de normering al rekening wordt gehouden met deze specifieke hinder, voegt een aparte norm voor LFG niets toe. Bij hogere geluidniveaus (vanaf een geluidnorm van 43 dB Lden) zou een aanvullende norm voor LFG mogelijk kunnen helpen om te voorkomen dat er in de toekomst eventueel windturbines met relatief meer LFG komen. Het plan-MER laat echter ook zien dat het aandeel LFG van nieuwe, grote windturbines niet wezenlijk verschilt van dat van kleinere windturbines. Omdat er geen reden is om te verwachten dat LFG sterk zal toenemen in de toekomst en aparte normering alleen de uitvoeringslasten zal verhogen, is hier in de regelgeving niet voor gekozen.'*

Aangezien het genoemde Plan-MER als meest recente actuele inzicht wordt gezien wordt geconcludeerd dat er geen aanleiding is separaat laagfrequent geluid te bepalen en beoordelen. Hierna wordt nog nader beschreven waarom laagfrequent geluid geen nadere normering vereist.

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 onderzocht[5]. Uit dit onderzoek blijkt dat windturbines weliswaar laagfrequent geluid

[3] Onderzoeksprogramma Laagfrequent geluid (LFG): Sand van zaken en aanbevelingen voor vervolgonderzoek. https://www.rivm.nl/laagfrequent-geluid-en-bromtonen/voorstel-onderzoeksprogramma
[4] https://www.platformparticipatie.nl/windturbinesleefomgeving/ontwerpbesluit-windturbines-leefomgeving/documenten-ontwerpbesluit-windturbinesleefomgeving/default.aspx#folder=2566926
[5] Windturbines: invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden, GGD Informatieblad medische milieukunde Update 2013; RIVM-rapport 200000001/2013.

produceren maar dat er geen bewijs bestaat dat dit een factor van belang is. Bij een A-gewogen normstelling van 47 dB L_{den} 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 literatuuronderzoek[6] 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 Staatsecretaris 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 gestuurd[7]. 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 een norm van 47 dB L_{den} 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 minimaal 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 literatuurstudie[8] van het RIVM (2020) blijkt dat laagfrequent geluid niet zorgt voor extra hinder dan hinder gerelateerd aan ‘gewoon’ geluid.

2.2 Invoer rekenmodel

Voor het Windpark is een akoestisch rekenmodel opgesteld met behulp van het programma Geomilieu® versie V2023.2. Hiermee zijn de jaargemiddelde geluidniveaus berekend. De modellering en de overdrachtsberekening zijn uitgevoerd conform het Reken- en meetvoorschrift windturbines (Bijlage IVi van de Staatscourant 2021 nr. 15868 van 26 maart 2021). De situatie past binnen de randvoorwaarden waaronder de rekenmethode geldig is.

[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 en aangeleverde documentatie. In het gebied zijn bodemgebieden standaard aangeduid als akoestisch absorberend (*B*=1,0). Relevante wegen, verhardingen, wateroppervlakken en zonneparken zijn aangeduid als akoestisch reflecterend (*B*=0,0). Gebieden met gedeeltelijke verharding en gedeeltelijke begroeiing zijn aangeduid met een bodemfactor *B*=0,5.

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

De geluidsberekeningen ten behoeve van de geluidcontouren worden uitgevoerd op een raster van rekenpunten op een hoogte van 5 meter 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 getoetste geluidnorm, zal ook ter plaatse van verder gelegen woningen worden voldaan. De referentiewoningen zijn representatief voor de situatie en zijn hieronder weergegeven in Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Referentiewoningen akoestiek

Toetspunt	Adres	Afstand tot dichtstbijzijnde windturbine [m]	Dichtstbijzijnde windturbine*
R 01	Kampsestraat 90	540	3 (oost)
R 02	Kampsestraat 61	565	3 (oost)
R 03	Kraaienstraat 8	1000	3 (oost)
R 04	Kraaienstraat 3	1010	3 (oost)
R 05	't Veld 2	1250	3 (oost)
R 06	't Veld 8	1280	3 (oost)
R 07	Broeksestraat 30	785	3 (oost)
R 08	Klein Baal 1	995	1 (west)
R 09	Lage Zandsestraat 9	925	1 (west)
R 10	Lage Zandsestraat 38	590	1 (west)
R 11	Baalsestraat 12	630	1 (west)
R 12	Weteringseweg 4	910	1 (west)
R 13	Nijverheidstraat 67	855	1 (west)

* Het ID nummer verwijst naar de betreffende windturbine als aangegeven in Figuur 1.1

Details van de invoergegevens van het rekenmodel zijn gegeven in Bijlage 2 en de situering van de referentiewoningen is gegeven in Bijlage 3 op kaart.

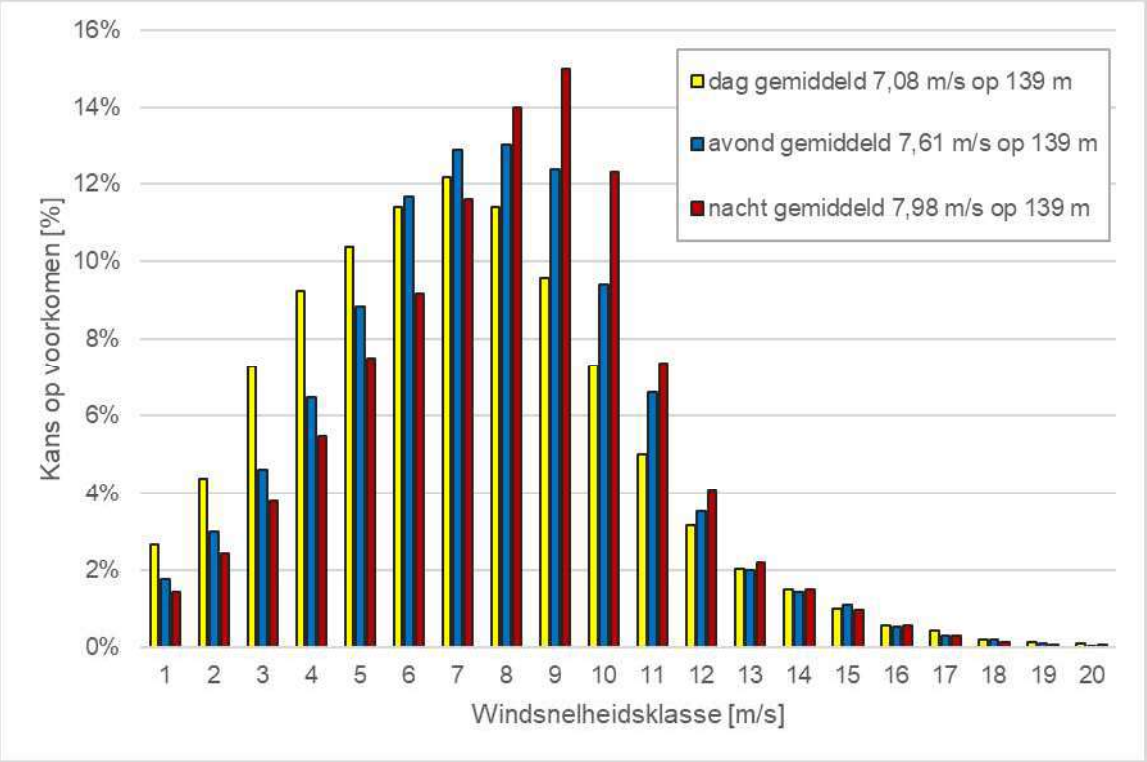
2.3 Windaanbod

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 is gebaseerd op het meteo-model van het KNMI en beschikbaar op raster-punten over geheel Nederland[9].

Voor de geluidberekeningen is uitgegaan van de windverdeling op maximale ashoogte (139 m) voor een windturbine met een rotordiameter van 172 meter. In Figuur 2.1 is de windverdeling weergegeven op 139 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.

Figuur 2.1 Voorkomende windsnelheden op ashoogte 139 m



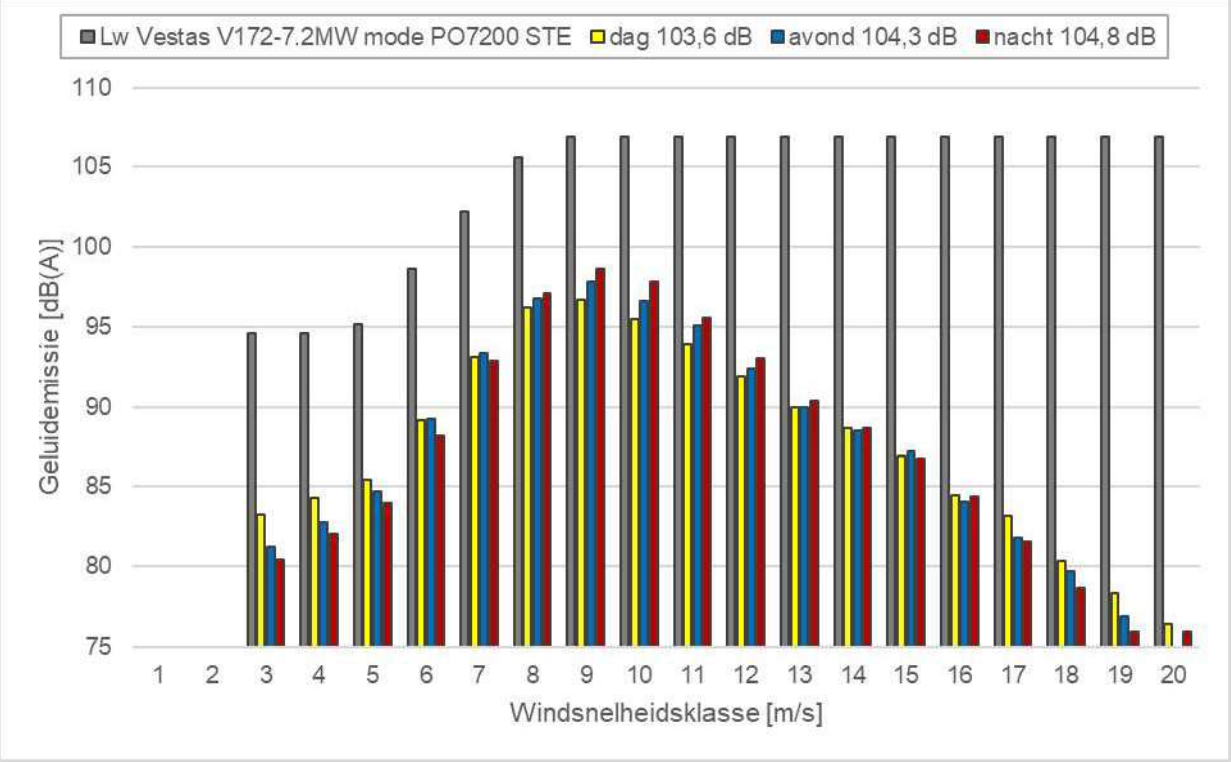
2.4 Geluidbron Vestas V172-7.2MW STE

Vestas heeft geluidgegevens van de Vestas V172-7.2MW STE beschikbaar gesteld[10]. De bronsterkten zijn gerapporteerd bij windsnelheden op ashoogte van 3 t/m 15 m/s. Ook is een door Vestas opgegeven octaafbandspectrum voor deze turbine gehanteerd in de berekeningen[11]. Het gebruikte octaafspectrum is gegeven bij een windsnelheid van V_{as}=9 m/s. De maximale bronsterkte bedraagt 106,9 dB(A) en treedt op bij windsnelheden op ashoogte vanaf 9 m/s.

[9] Activiteitenregeling milieubeheer Bijlage 4, Reken- en meetvoorschrift windturbines, §3.4.3 bepaling windsnelheidsverdeling.
[10] Performance Specification EnVentus™ V172-7.2 MW 50/60 Hz, 0127-1584 V02, 10-11-2022
[11] Third octave noise emission EnVentusTM V172-7.2MW 50/60Hz, 0128-4336_00, 30-6-2022

De gerapporteerde bronsterkten van Vestas V172-7.2MW mode PO7200 STE (grijze staven in Figuur 2.2) zijn omgerekend naar jaargemiddelde bronsterkten in relatie tot de windsnelheid op een ashoogte van 139 meter.

Figuur 2.2 Verdeling bronsterkten V172-7.2MW mode PO7200 STE, ashoogte 139 m



Ter informatie: in de grafiek zijn ook de gecorrigeerde 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 139 m 103,6, 104,3 en 104,8 dB(A) voor respectievelijk de dag-, de avond- en de nachtperiode.

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 WP A15-Lingewaard, ongemitigeerd [dB(A)]

Toetspunt	Adres	Geluidbelasting	
		L_{night}	L_{den}
R 01	Kampsestraat 90	41	47
R 02	Kampsestraat 61	40	47
R 03	Kraaienstraat 8	35	41
R 04	Kraaienstraat 3	35	41
R 05	't Veld 2	32	38
R 06	't Veld 8	32	38
R 07	Broeksestraat 30	38	44
R 08	Klein Baal 1	36	42
R 09	Lage Zandsestraat 9	35	42
R 10	Lage Zandsestraat 38	39	45
R 11	Baalsestraat 12	38	44
R 12	Weteringseweg 4	36	43
R 13	Nijverheidstraat 67	37	44

De rekenresultaten zijn tevens gegeven in Bijlage 4. In Bijlage 5 en Bijlage 6 zijn de berekende geluidcontouren op een waarneemhoogte van +5 m weergegeven voor L_{den} = 45, 46 en 47 dB alsmede voor L_{night} = 40 dB.

2.6 Beoordeling geluid

De resultaten in Tabel 2.2 laten zien dat zonder mitigatie wordt voldaan aan de grens van 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night}. Om ook te kunnen voldoen aan 46 dB L_{den} en 40 dB L_{night} respectievelijk 45 dB L_{den} en 39 dB L_{night} zijn geluidmitigerende voorzieningen voor de gehanteerde windturbine aan de orde. Deze worden beschreven in de volgende paragraaf.

2.7 Voorzieningen geluid

Om te voldoen aan de mogelijke geluidnormen 46 dB L_{den} en 40 dB L_{night} respectievelijk 45 dB L_{den} en 39 dB L_{night} kan ervoor worden gekozen om een andere windturbine met een lagere geluidemissie en of lagere ashoogte te nemen. Ook kan ervoor worden gekozen om (voor bepaalde perioden) de bedrijfsinstellingen van specifieke turbines te wijzigen. Met deze aangepaste bedrijfsinstellingen 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 WP A15-Lingewaard is voor de Vestas V172-7.2MW STE onderzocht om de windturbines in geluidmitigerende modi te laten draaien gedurende de nachtperiode (tussen 23:00 uur 's avonds en 7:00 uur in de ochtend) en waar nodig de avondperiode (tussen 19:00 en 23:00 uur 's avonds). De bedrijfsinstellingen waarmee overschrijding van de te onderzoeken normen voorkomen kan worden, is

gegeven in Tabel 2.3. en Tabel 2.4. De benamingen verwijzen naar de door de turbinefabrikant gegeven benamingen van deze standaardinstellingen.

Tabel 2.3 Bedrijfsinstelling windturbines – norm 46 dB Lden en 40 dB Lnight

Windturbine	Dag (7:00-19:00u)	Avond (19:00-23:00u)	Nacht (23:00-07:00u)
WT01	--	--	--
WT02	--	--	--
WT03	--	--	SO 2

Tabel 2.4 Bedrijfsinstelling windturbines – norm 45 dB Lden en 39 dB Lnight

Windturbine	Dag (7:00-19:00u)	Avond (19:00-23:00u)	Nacht (23:00-07:00u)
WT01	--	--	--
WT02	--	--	--
WT03	--	SO1	SO 4

De resultaten in geluidbelasting wanneer geluidmitigatie wordt toegepast, zijn gegeven in Tabel 2.5 en Tabel 2.6. In Bijlage 2 en Bijlage 4 zijn respectievelijk de akoestische modelgegevens en gedetailleerde rekenresultaten gegeven. In Bijlage 7 tot en met Bijlage 10 zijn de berekende geluidcontouren voor L_{den} en L_{night} gegeven. De berekening ter plaatse geven, na toepassen van de geluidvoorzieningen, geen overschrijding van de norm.

Tabel 2.5 Rekenresultaten WP A15-Lingewaard met geluidmitigatie - norm 46 dB Lden en 40 dB Lnight [dB(A)]

Toetspunt	Adres	Geluidbelasting	
		L_{night}	L_{den}
R 01	Kampsestraat 90	40	46
R 02	Kampsestraat 61	39	46
R 03	Kraaienstraat 8	34	40
R 04	Kraaienstraat 3	33	40
R 05	't Veld 2	31	37
R 06	't Veld 8	31	37
R 07	Broeksestraat 30	37	43
R 08	Klein Baal 1	35	42
R 09	Lage Zandsestraat 9	35	41
R 10	Lage Zandsestraat 38	39	45
R 11	Baalsestraat 12	38	44
R 12	Weteringseweg 4	36	42
R 13	Nijverheidstraat 67	37	43

Tabel 2.6 Rekenresultaten WP A15-Lingewaard met geluidmitigatie - norm 45 dB Lden en 39 dB Lnight [dB(A)]

Toetspunt	Adres	Geluidbelasting	
		L_{night}	L_{den}
R 01	Kampsestraat 90	38	45
R 02	Kampsestraat 61	38	45
R 03	Kraaienstraat 8	32	39
R 04	Kraaienstraat 3	32	39
R 05	't Veld 2	29	36
R 06	't Veld 8	30	36
R 07	Broeksestraat 30	35	42
R 08	Klein Baal 1	35	41
R 09	Lage Zandsestraat 9	35	41
R 10	Lage Zandsestraat 38	38	45
R 11	Baalsestraat 12	38	44
R 12	Weteringseweg 4	36	42
R 13	Nijverheidstraat 67	36	43

2.8 Geluidbelasting ter plaatse van woningen

Voor de woningen binnen het onderzoeksgebied is de geluidbelasting als gevolg van de windturbines van het windpark bepaald: zonder geluidmitigatie (maximaal 47 dB L_{den}) en wanneer geluidmitigatie wordt toegepast om te voldoen aan de onderzochte milieunormen (46 L_{den} respectievelijk 45 L_{den}). Voor de verschillende scenario's is voor de woningen met een geluidbelasting van meer dan 36 dB(A) de geluidbelasting in dB L_{den} bepaald en gecategoriseerd weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 2.7 Aantal woningen per geluidbelasting in dB L_{den}

Geluidbelasting dB L_{den}	Geen mitigatie (max 47 dB L_{den})	Mitigatie naar 46 dB L_{den} / 40 dB L_{night}	Mitigatie naar 45 dB L_{den} / 39 dB L_{night}
37	419	342	427
38	351	390	246
39	324	232	248
40	238	202	86
41	79	46	15
42	21	11	8
43	5	9	7
44	9	5	3
45	4	2	3
46	1	2	0
47	2	0	0

>= 48	0	0	0
Totalen	1453	1241	1043

Uit Tabel 2.7 kan worden opgemaakt dat als gevolg van het windpark ook zonder geluidmitigatie geen woningen zijn met een geluidbelasting van meer dan 47 dB L_{den}. Het hanteren van de normen 46 dB L_{den} / 40 dB L_{night} respectievelijk 45 dB L_{den} / 39 dB L_{night} leidt tot een extra bescherming van deze woningen.

2.9 Bepaling aantal ernstig gehinderden binnenshuis

Op basis van de dosis-hinderrelatie uit het TNO-rapport is het aantal ernstig gehinderden[12] binnenshuis (*Highly annoyed*) bepaald bij de exploitatie van WP A15-Lingewaard met de onderzochte geluidnormen. Voor het onderzoeksgebied is uitgegaan dat een huishouden gemiddeld 2,33 personen telt (landelijk gemiddelde). Per huishouden/woning is de geluidbelasting door met nieuwe windturbines van WP A15-Lingewaard bepaald. Op basis van de dosis-hinderrelatie is het aantal ernstig gehinderden bepaald door het percentage te vermenigvuldigen met 2,33 (personen per huishouden in 2022 in de gemeente Lingewaard volgens het CBS). Als voorbeeld: een woning ervaart een cumulatieve geluidbelasting van 47 dB L_{den}. Het percentage ernstig gehinderden dat hiermee correspondeert is 8,09%[13]. Als 8,09% van 2,33 personen ernstige hinder ervaart van het windturbinegeluid, resulteert dat in een verwachting van 0,19 ernstig gehinderde personen. Door dit voor een groot aantal woningen te doen en bij elkaar op te tellen, wordt het totaal verwachte aantal ernstig gehinderden berekend. Deze berekening wordt uitgevoerd voor alle woningen die een geluidbelasting van 37 dB L_{den} of hoger kunnen ervaren als gevolg van het windpark. Het aantal ernstig gehinderden dat per normstelling wordt vermeld geldt dus altijd als het totaal aantal ernstig gehinderden voor het gehele onderzoeksgebied.

Het onderzoeksgebied (woningen met een geluidbelasting van 37 dB Lden of hoger bij een situatie zonder mitigatie) bevat 1453 woningen. Vermenigvuldigd met het gemiddeld aantal personen per huishouden (2,33) betekent dit dat er circa 3385 personen permanent in en rond het plangebied wonen (verder: de populatie). De effecten op deze populatie worden in de beschouwing van het hanteren van de verschillende milieunormen vergeleken.

Het aantal personen dat ernstige hinder ervaart in de referentiesituatie is gegeven in Tabel 2.8. Daarnaast zijn de resultaten gegeven na toevoeging van het windpark zonder toepassing van geluidmitigatie en met toepassing van geluidmitigatie tot wordt voldaan aan de onderzochte normen.

Opgemerkt dient te worden dat het hier steeds gaat om een theoretische weergave van het aandeel van de bevolking dat ernstige hinder ondervindt en dat de beleving van deze hinder niet continu aanwezig is, maar zal optreden op momenten met heersende weersomstandigheden die een effect veroorzaken wat als hinderlijk wordt ervaren (o.a. afhankelijk van windsnelheid en -richting). Daarnaast zal het reeds hoge achtergrondgeluid het hindereffect van het windturbinegeluid naar verwachting verminderen ten opzichte van de TNO-curve en daarmee van de onderstaande tabel.

[12] TNO-rapport: Hinder door geluid van windturbines, 2008-D-R1051/B, TNO, 2008
[13] In de brief van de Staatssecretaris bij invoering van de windturbinebepalingen in het Activiteitenbesluit staat 9% vermeldt. In dit onderzoek wordt uitgegaan van de nauwkeurigere waarden uit het TNO rapport.

Tabel 2.8 Verwacht aantal ernstig gehinderden binnenshuis na realisatie van WP A15-Lingewaard

Situatie	Ernstig gehinderd (binnenshuis)	
	Aantal	% van de populatie (3385 personen)
Zonder geluidmitigatie (max. 47 dB L_{den})	35,2	1,0%
Mitigeren tot 46 dB L_{den}	28,7	0,8%
Mitigeren tot 45 dB L_{den}	21,7	0,6%

Uit bovenstaande tabel blijkt dat in de referentiesituatie het aantal personen binnen de invloedssfeer van het windpark dat ernstige hinder ervaart zonder toepassing van geluidvoorzieningen (overeenkomstig hanteren van de normen 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night}) 35,2 bedraagt (1,0% van de populatie). Met verdere mitigatie naar een geluidbelasting van 46 dB L_{den} en 45 dB L_{den} daalt het aantal personen met ernstige hinder naar respectievelijk 28,7 en 21,7 personen (respectievelijk 0,8% en 0,6% van de populatie).

2.10 Cumulatieve effecten met andere geluidbronnen

Cumulatie met de andersoortige geluidbronnen kort genoemd in paragraaf 2.1.2 is beschouwd. 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 2.9 Classificering kwaliteit van akoestische omgeving in milieukwaliteitsmaat volgens ‘Methode Miedema’

Kwaliteit van de akoestische omgeving	Geluidbelasting	Toegepaste kleurcode
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 $L^*_{WT} = 1{,}65 * L_{WT} - 20{,}05$ dB
- Wegverkeer $L^*_{VL} = 1{,}00 * L_{VL} + 0{,}00$ dB $= L_{VL}$
- Railverkeer $L^*_{RL} = 0.95 * L_{RL} - 1{,}40$
- Industrie $L^*_{IL} = 1{,}00 * L_{IL} + 1{,}00$ 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 geen sprake van cumulatie met andere windturbines gezien de grote afstand.

Wegverkeer

De geluidbelasting als gevolg van de autosnelweg A15 is bepaald met behulp van het Geluidregister Wegverkeer[14]. Deze is geraadpleegd in November 2023 en betreft de versie van 21 november 2023.

Railverkeer

Ten noorden van de nieuwe windturbines loopt een dubbele spoorlijn voor goederentransport. De geluidbelasting veroorzaakt door railverkeer op deze spoorlijn is berekend op basis van het Geluidregister Spoor[15], geraadpleegd in november 2023.

Industrie

Het bedrijventerrein Pannenhuis is geen geluidgezoneerd terrein. Op grond van de regels uit het Activiteitenbesluit mogen de individuele bedrijven elk een geluidbelasting van maximaal 50 dB(A) etmaalwaarde veroorzaken ter plaatse van woningen buiten het bedrijventerrein en maximaal 55 dB(A) etmaalwaarde ter plaatse van woningen gelegen op het bedrijventerrein. Twee referentiewoningen, Weteringseweg 4 en Nijverheidstraat 67 zijn gelegen op het bedrijventerrein. Voor deze woningen is een geluidbelasting van 55 dB(A) aangehouden in de cumulatieberekeningen. De geluidbelasting op de overige referentiewoningen is berekend door middel van een oppervlaktegeluidbron ter plaatse van het bedrijventerrein met een bronsterkte zodanig dat de 50 dB(A) – grens op gemiddeld circa 150 meter van de grens van het bedrijventerrein is gelegen.

Cumulatie

Voor de referentiewoningen is inzichtelijk gemaakt wat de realisatie van WP A15-Lingewaard betekent voor de cumulatieve geluidbelasting. De geluidbelasting in de referentiesituatie is gegeven in Tabel 2.10. Voor de cumulatieve geluidbelasting in onderstaande tabel zijn de kleurcodes toegepast als gedefinieerd in Tabel 2.9. Voor de diverse geluidbronnen is de vervangende geluidbelasting L^* weergegeven (de geluidbelasting die als resultante overeenkomt met de geluidbelasting vanwege wegverkeer die evenveel hinder veroorzaakt). De daadwerkelijk optredende geluidniveaus (in dB L_{den} en dB L_{etmaal}) zijn gegeven in Bijlage 4.

[14] https://geluidregister.rijkswaterstaat.nl/geluidregister/#!/kaart/
[15] http://www.geluidregisterspoor.nl/geluidregister.html

Tabel 2.10 Cumulatieve geluidbelasting referentiesituatie [dB(A)]

Toetspunt	Adres	L VL = L* VL	L* RL	L* IL	Lcum ref
R 01	Kampsestraat 90	55	54	43	58
R 02	Kampsestraat 61	54	53	42	57
R 03	Kraaienstraat 8	53	53	36	56
R 04	Kraaienstraat 3	57	59	36	61
R 05	't Veld 2	53	51	34	55
R 06	't Veld 8	48	49	34	52
R 07	Broeksestraat 30	44	50	37	51
R 08	Klein Baal 1	42	49	38	50
R 09	Lage Zandsestraat 9	44	50	39	51
R 10	Lage Zandsestraat 38	48	53	42	54
R 11	Baalsestraat 12	52	54	44	56
R 12	Weteringseweg 4	52	62	56	63
R 13	Nijverheidstraat 67	51	61	56	62

In de referentiesituatie wordt de kwaliteit van de akoestische omgeving op basis van Methode Miedema voor 5 woningen geclassificeerd als 'Redelijk', voor 5 woningen als 'Matig', voor 3 woningen als 'Tamelijk slecht'. Op basis van de resultaten kan worden geconcludeerd dat er al een significante geluidbelasting is in de referentiesituatie.

De cumulatieve geluidbelasting op de referentiewoningen voor de toekomstige situatie waarbij WP A15-Lingewaard is gerealiseerd, afhankelijk van de te kiezen norm, is gegeven in Tabel 2.11 . De cumulatieve geluidbelasting is met kleurcodes geclassificeerd zoals gedefinieerd in Tabel 2.9.

Tabel 2.11 Cumulatieve geluidbelasting toekomstige situatie, WP A15-Lingewaard zonder geluidmitigatie (max 47 dB(A) [dB(A)]

Toetspunt	Adres	Ref. situatie	Na realisatie WP A15-Lingewaard			Toename [dB (A)]
		L_{cum}	$L_{WT,nw}$	$L^*_{WT,nw}$	$L_{cum,nw}$	
R 01	Kampsestraat 90	58	47	58	61	3
R 02	Kampsestraat 61	57	47	57	60	3
R 03	Kraaienstraat 8	56	41	48	57	1
R 04	Kraaienstraat 3	61	41	47	61	0
R 05	't Veld 2	55	38	43	55	0
R 06	't Veld 8	52	38	43	52	0
R 07	Broeksestraat 30	51	44	52	55	4
R 08	Klein Baal 1	50	42	49	53	3
R 09	Lage Zandsestraat 9	51	42	48	53	2
R 10	Lage Zandsestraat 38	54	45	54	57	3
R 11	Baalsestraat 12	56	44	53	58	2
R 12	Weteringseweg 4	63	43	50	63	0
R 13	Nijverheidstraat 67	62	44	52	63	1

Tabel 2.12 Cumulatieve geluidbelasting toekomstige situatie, WP A15-Lingewaard met geluidmitigatie (max 46 dB(A) [dB(A)]

Toetspunt	Adres	Ref. situatie	Na realisatie WP A15-Lingewaard			Toename [dB (A)]
		L_{cum}	$L_{WT,nw}$	$L^*_{WT,nw}$	$L_{cum,nw}$	
R 01	Kampsestraat 90	58	46	56	60	2
R 02	Kampsestraat 61	57	46	55	59	2
R 03	Kraaienstraat 8	56	40	46	56	0
R 04	Kraaienstraat 3	61	40	45	61	0
R 05	't Veld 2	55	37	41	55	0
R 06	't Veld 8	52	37	42	52	0
R 07	Broeksestraat 30	51	43	51	54	3
R 08	Klein Baal 1	50	42	49	52	2
R 09	Lage Zandsestraat 9	51	41	48	53	2
R 10	Lage Zandsestraat 38	54	45	54	57	3
R 11	Baalsestraat 12	56	44	53	58	2
R 12	Weteringseweg 4	63	42	50	63	0
R 13	Nijverheidstraat 67	62	43	51	63	1

Tabel 2.13 Cumulatieve geluidbelasting toekomstige situatie, WP A15-Lingewaard met geluidmitigatie (max 45 dB(A) [dB(A)]

Toetspunt	Adres	Ref. situatie	Na realisatie WP A15-Lingewaard			Toename [dB (A)]
		L_{cum}	$L_{WT,nw}$	$L^*_{WT,nw}$	$L_{cum,nw}$	
R 01	Kampsestraat 90	58	45	55	60	2
R 02	Kampsestraat 61	57	45	54	59	2
R 03	Kraaienstraat 8	56	39	45	56	0
R 04	Kraaienstraat 3	61	39	44	61	0
R 05	't Veld 2	55	36	40	55	0
R 06	't Veld 8	52	36	40	52	0
R 07	Broeksestraat 30	51	42	49	53	2
R 08	Klein Baal 1	50	41	48	52	2
R 09	Lage Zandsestraat 9	51	41	47	53	2
R 10	Lage Zandsestraat 38	54	45	54	57	3
R 11	Baalsestraat 12	56	44	52	58	2
R 12	Weteringseweg 4	63	42	49	63	0
R 13	Nijverheidstraat 67	62	43	51	62	0

In de toekomstige situatie zijn er bij een normwaarde van 47 L_{den} vier referentiewoningen die met één klasse verslechteren op basis van de classificering 'Methode Miedema'. Bij een normwaarde van 46 respectievelijk 45 L_{den} bedraagt dit in beide gevallen 2 referentiewoningen met een klasseverslechtering.

Het verschil in cumulatieve geluidbelasting in de referentiesituatie en de nieuwe situatie bedraagt maximaal 4 dB(A) bij een norm voor windturbinegeluid van L_{den} = 47 dB (A) en maximaal 3 dB(A) bij een norm voor windturbinegeluid van L_{den} = 46 dB (A) of L_{den} = 45 dB (A).

Ten slotte wordt ter informatie in de onderstaande tabel tevens de referentiesituatie weergegeven en de toename door de bijdrage van het nieuwe windpark, indien de beoogde verlenging van de A15 niet door zou gaan.

Tabel 2.14 Cumulatieve geluidbelasting referentiesituatie ZONDER VERLENGING A15 [dB(A)]

Toetspunt	Adres	L VL = L* VL	L* RL	L* IL	Lcum ref
R 01	Kampsestraat 90	31	54	43	55
R 02	Kampsestraat 61	32	53	42	54
R 03	Kraaienstraat 8	27	53	36	53
R 04	Kraaienstraat 3	27	59	36	59
R 05	't Veld 2	24	51	34	52
R 06	't Veld 8	23	49	34	49
R 07	Broeksestraat 30	25	50	37	50
R 08	Klein Baal 1	28	49	38	49
R 09	Lage Zandsestraat 9	31	50	39	50
R 10	Lage Zandsestraat 38	33	53	42	53
R 11	Baalsestraat 12	38	54	44	54
R 12	Weteringseweg 4	40	62	56	63
R 13	Nijverheidstraat 67	38	61	56	62

Tabel 2.15 Cumulatieve geluidbelasting toekomstige situatie ZONDER VERLENGING A15, WP A15-Lingewaard zonder geluidmitigatie (max 47 dB(A) [dB(A)]

Toetspunt	Adres	Ref. situatie	Na realisatie WP A15-Lingewaard			Toename [dB (A)]
		L_{cum}	$L_{WT,nw}$	$L^*_{WT,nw}$	$L_{cum,nw}$	
R 01	Kampsestraat 90	55	47	58	59	4
R 02	Kampsestraat 61	54	47	57	59	5
R 03	Kraaienstraat 8	53	41	48	54	1
R 04	Kraaienstraat 3	59	41	47	59	0
R 05	't Veld 2	52	38	43	52	0
R 06	't Veld 8	49	38	43	50	1
R 07	Broeksestraat 30	50	44	52	54	4
R 08	Klein Baal 1	49	42	49	52	3
R 09	Lage Zandsestraat 9	50	42	48	52	2
R 10	Lage Zandsestraat 38	53	45	54	57	4
R 11	Baalsestraat 12	54	44	53	57	3
R 12	Weteringseweg 4	63	43	50	63	0
R 13	Nijverheidstraat 67	62	44	52	62	0

2.11 Geluid bij niet-geluidgevoelige objecten en bedrijfswoning

Voor niet-gevoelige objecten dient in het kader van een goede ruimtelijke onderbouwing ook de geluidbelasting inzichtelijk te worden gemaakt. Het betreft dan bedrijfspanden met een kantoorfunctie. In dit project liggen in bijna alle windrichtingen de woningen dichterbij dan dergelijke panden. Daarmee zullen de bedrijfspanden beter worden beschermd dan de woningen waarvoor de geluidbelastingen al inzichtelijk worden gemaakt. Alleen in ten noorden van de westelijke turbine ligt bedrijventerrein Pannenhuis dichter bij dan woningen in deze richting. Daarom wordt op de grens van dit bedrijventerrein de geluidbelasting berekend. Daarnaast wordt de geluidbelasting op de gevel van de molenaarswoning bepaald. De jaargemiddelde geluidniveaus L_{night} en L_{den} zijn gegeven in Tabel 2.16.

Tabel 2.16 Geluidbelasting WP A15-Lingewaard bij niet-gevoelige objecten [dB(A)]

Toetspunt	Omschrijving	Geen mitigatie = 47 dB(A)		Mitigatie 46 dB(A)		Mitigatie 45 dB(A)	
		L_{night}	L_{den}	L_{night}	L_{den}	L_{night}	L_{den}
BT	Grens bedrijventerrein Pannenhuis	42	48	42	48	41	48
MW	Molenaarswoning - [redacted]	42	49	41	48	40	47

De geluidbelasting op de niet-geluidgevoelige objecten is inzichtelijk gemaakt als indicatie voor het leef- of werkklimaat. De berekende geluidbelasting als gevolg van de windturbines is slechts licht hoger dan bij gevoelige objecten, maar er wordt verondersteld dat de toevoeging van geluidsproductie door windturbines geen onaanvaardbare toevoeging zal zijn op de al aanwezige geluidniveaus op en buiten 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.

Zoals beschreven in paragraaf 1.2 mag niet zonder meer worden getoetst aan de milieunormen uit het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling. In het onderstaande zal worden getoetst aan twee mogelijke normen, namelijk maximaal 6 uur per jaar op elk gevoelig object, en maximaal 1 uur per jaar op gevoelige objecten.

Met slagschaduwgevoelige objecten worden objecten bedoeld voor bewoning of anderszins voor permanent verblijf van personen (woningen, woonboten of woonwagens en zorginstellingen). De windturbines dienen te worden voorzien van een automatische stilstand voorziening die de windturbine afschakelt indien bij slagschaduwgevoelige objecten meer dan de per norm toegestane jaarlijkse slagschaduwduur. In het kader van dit onderzoek worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bij de beoordeling worden alleen woningen van derden betrokken;
- De eventuele schaduw van turbines op een grotere afstand dan twaalfmaal de rotordiameter wordt verwaarloosd;
- Schaduw bij een zonnestand lager dan drie 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 schaduwdagen van afzonderlijke turbines opgeteld voor zover de schaduwen elkaar niet overlappen.

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. De maximale afstand waarbinnen de slagschaduw nog als hinderlijk wordt beoordeeld bedraagt twaalf keer de rotordiameter, bij de beschouwde maximale diameter van 185 meter komt dit overeen met een afstand van 2.220 meter. 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.

3.3 Potentiële slagschaduw

Op basis van de turbineafmetingen, de gang van de zon op deze locatie en een minimale zonshoogte van drie 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 is een voorspelling op basis van historische meteogegevens. 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 punten in Deelen, Eindhoven en de Bilt.

Figuur 3.1 Percentage zonneschijn Deelen

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 winddistributie van meteostation Volkel is weergegeven in Figuur 3.2. 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

Voor het slagschaduwonderzoek is gebruikgemaakt van het programma windPRO versie 3.6.377. 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. Ook is per woning niet bepaald of er daadwerkelijk ramen in de gevel bevinden in de richting waar de slagschaduw vandaan komt. Een dergelijk detailniveau is hier niet meegenomen. De hoeveelheid slagschaduw is daarmee 'worst case' bepaald.

Bij de beoordeling van slagschaduwhinder wordt uitgegaan van de worst-case aanname dat de gehele gevel van een woning 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 m^2. 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 beschenen verticaal oppervlak van 8,0 x 5,0 meter. De ervaring leert dat de contouren van 5 uur per m^2 een goede weergave zijn van 6 uur per gevel/woning. Er wordt tevens gekeken naar de 15-uurscontour (wederom per m^2, 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.

Voor de te plaatsen windturbines van WP A15-Lingewaard zijn de schaduwduren in het omliggende gebied berekend. De in- en uitvoergegevens van het slagschaduwmodel zijn gegeven Bijlage 11. 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 als gevolg van WP A15-Lingewaard.

3.5 Hinderduur bij woningen

De referentiewoningen die als toetspunt zijn opgenomen in het akoestisch onderzoek zijn ook opgenomen in het slagschaduwonderzoek. Daarbij is nog een aantal referentiewoningen als toetspunt opgenomen die iets verder weg gelegen zijn van WP A15-Lingewaard, om hier ook de verwachte slagschaduwduur per jaar inzichtelijk te maken. De situering van de beoordeelde referentiewoningen is weergegeven op de kaart met slagschaduwcontouren in Bijlage 12. De berekende gemiddelde slagschaduwduur per jaar, wanneer geen stilstandvoorziening zou worden toegepast, is gegeven in Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Slagschaduwduur WP A15-Lingewaard [u:mm per jaar]

Toetspunt	Adres	Verwachte slagschaduw per jaar [u:mm]
R 01	Kampsestraat 90	44:59
R 02	Kampsestraat 61	38:04
R 03	Kraaienstraat 8	13:19
R 04	Kraaienstraat 3	11:16
R 05	't Veld 2	04:43
R 06	't Veld 8	06:15
R 07	Broeksestraat 30	04:56
R 08	Klein Baal 1	00:00
R 09	Lage Zandsestraat 9	07:03
R 10	Lage Zandsestraat 38	21:20
R 11	Baalsestraat 12	33:25
R 12	Weteringseweg 4	16:37
R 13	Nijverheidstraat 67	15:26

Om te voldoen aan de norm van maximaal 6 uur slagschaduw per jaar en maximaal 20 minuten slagschaduw per dag, moet slagschaduw worden beperkt middels een stilstand regeling tot het niveau van maximaal 6 uur per jaar en maximaal 20 minuten per dag wordt bereikt.

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 zou de slagschaduw die daadwerkelijk ondervonden wordt, lager uit kunnen vallen dan de berekende slagschaduwduren.

De frequenties van de lichtflikkeringen[16] liggen met maximaal 0,52 Hz ruimschoots onder de 2,5 Hz dat als erg storend wordt ervaren en schadelijk kan zijn.

[16] Bepaald op basis van de maximale rotatiesnelheid van de windturbine. Er is uitgegaan van de maximale rotatiesnelheid van de Vestas V172-7.2MW van 10,4 rpm (worst-case windturbine wat betreft rotatiesnelheid binnen bandbreedte).

3.6 Maatregelen en stilstandsverlies norm 6 uur en norm 1 uur

De windturbines zullen worden uitgerust met een stilstandsvoorziening om te voldoen aan de project-specifieke slagschaduwnorm. In de turbinebesturing kunnen hiervoor blokken van dagen en tijden worden 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 zonneschijnsensor 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. Bij een 1-uur norm kan een windturbine worden stilgezet zodra er slagschaduw voor een woning gedetecteerd wordt.

Een goede eerste inschatting van het verlies/de stilstandtijden van de turbines is te maken door de alle uren van de slagschaduwkalenders per windturbine bij elkaar te tellen. Daarbij kan realistisch worden uitgegaan van een netto slagschaduwkalender (gaat uit van realistische kans op zon en wind) of meer worst-case van een bruto slagschaduwkalender (gaat ervan uit dat de turbine altijd draait en de zon altijd schijnt. In de onderstaande tabel staat voor WP A15-Lingewaard een dergelijke schatting voor de stilstand weergegeven, voor de turbine met de grootst mogelijke rotordiameter van 185 meter.

Tabel 3.2 Schatting percentage stilstand gehele windpark afhankelijk van de norm (maximaal 6 of 1 uur per object)

Norm	Schatting % stilstand bruto kalender WTGs	Schatting % stilstand netto kalender WTGs
6 uur verwachte slagschaduw per gevoelig object per jaar	1,4%	1,1%
1 uur verwachte slagschaduw per gevoelig object per jaar	1,7%	1,4%

3.1 Cumulatie met andere windturbines

Cumulatie met andere turbines in de omgeving is met zekerheid niet significant wanneer de cirkel van 12 x de maximale rotordiameter van één of meer de turbines van WP A15-Lingewaard niet overlappen met de cirkel van 12 x de maximale rotordiameter van de andere turbines. De cumulatie van de slagschaduweffecten met die van de twee vergunde windturbines van WP Caprice op circa 2,8 km ten noordwesten van het windpark is in een deel van het gebied net tussen de beide windparken significant. Met de berekeningen is daarom ook de totale cumulatieve slagschaduwduur (zonder rekening te houden met mitigatie) per jaar inzichtelijk te gemaakt. De slagschaduwduren in de referentiesituatie (vergunde windturbines WP Caprice) en cumulatie met de nieuwe windturbines van WP A15-Lingewaard is bepaald voor de referentiewoningen.

Voor de bestaande windturbines is geen rekening gehouden met de mogelijkheid dat deze een stilstandregeling hebben waarmee de windturbines gedurende het jaar stil kunnen worden gezet om normoverschrijding te voorkomen. Door de maximale slagschaduweffecten van de bestaande windturbines inzichtelijk te maken, is de maximaal mogelijke cumulatie van bestaande windturbines met WP Lingewaard inzichtelijk gemaakt.

De slagschaduwcontouren van de referentiesituatie en de cumulatieve situatie zijn gegeven in Bijlage 14. Voor de referentiewoningen is de verwachte slagschaduw per jaar voor de cumulatieve situatie weergegeven in Tabel 3.3.

In Tabel 3.3 is uitgegaan van de slagschaduw van WP Lingewaard wanneer deze niet gemitigeerd zou worden. Alleen bij R03, R04 en R05 van de beschouwde toetspunten zal cumulatie van slagschaduw met bestaande windturbines kunnen ontstaan. De andere toetspunten liggen buiten het slagschaduwgebied van de bestaande windturbines en zullen dus in de toekomstige situatie alleen slagschaduw van WP A15-Lingewaard kunnen ondervinden.

Tabel 3.3 Slagschaduwduur cumulatie [u:mm per jaar]

Toetspunt	Adres	Ref. situatie (WP Caprice)	WP A15-Lingewaard	Cumulatie
R 01	Kampsestraat 90	--	44:59	44:59
R 02	Kampsestraat 61	--	38:04	38:04
R 03	Kraaienstraat 8	03:27	13:19	16:47
R 04	Kraaienstraat 3	07:16	11:16	18:34
R 05	't Veld 2	05:10	04:43	09:54
R 06	't Veld 8	--	06:15	06:15
R 07	Broeksestraat 30	--	04:56	04:56
R 08	Klein Baal 1	--	--	--
R 09	Lage Zandsestraat 9	--	07:03	07:03
R 10	Lage Zandsestraat 38	--	21:20	21:20
R 11	Baalsestraat 12	--	33:25	33:25
R 12	Weteringseweg 4	--	16:37	16:37
R 13	Nijverheidstraat 67	--	15:26	15:26

--: geen slagschaduw

3.2 Slagschaduw ter plaatse van overige slagschaduwgevoelige objecten

Voor de ruimtelijke onderbouwing is ook gekeken naar effecten op overige slagschaduwgevoelige objecten. Onder overige slagschaduwgevoelige objecten worden objecten bedoeld waar gedurende langere tijdsduur mensen aanwezig zijn, maar niet permanent wonen. Relevante dergelijke objecten in de omgeving van WP A15-Lingewaard zijn panden met algehele kantoorfunctie of panden met aanwezigheid van kantoorruimten. Deze zijn gelegen op het bedrijventerrein Pannenhuis. De gemiddelde hoeveelheid slagschaduw per jaar is voor een representatieve selectie kantoorpanden binnen de 15-uurs contour berekend. Door de noordwestelijke ligging van de kantoorpanden ten opzichte van de windturbines, treedt slagschaduw alleen in de ochtend en vroege middag op van ca 08:00 tot 13:00 uur. Er is in de resultaten nog geen rekening gehouden met de 5/7e kans dat de slagschaduw op een weekdag (werkdag) optreedt.

In Tabel 3.3 zijn in de eerste resultatenkolom de slagschaduwduren gegeven als gevolg van de nieuwe windturbines. In de analyse is opnieuw uitgegaan van 'standaard' toetspunten van 8x5m. Voor bedrijven met grotere gevels kan de slagschaduwduur in dat geval wat hoger uitvallen.

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

Toetspunt	Adres	Jaarlijkse slagschaduw tijdens kantoortijden
01	Expeditiedreef 3-11	28:55
02	Logistiekweg 4	22:46
03	Logistiekweg 5	33:51
04	Nijverheidsstraat 40	19:03
05	Nijverheidsstraat 42	25:09
06	Nijverheidsstraat 56	20:27
07	Nijverheidsstraat 63	20:35
08	Transportstraat 10	20:43
09	Transportstraat 12	42:11
10	Transportstraat 2	55:06
11	Transportstraat 4	38:04

De slagschaduwkalenders waarop de momenten van slagschaduw per toetspunt zijn afgebeeld, zijn gegeven in Bijlage 15. Omdat voor slagschaduwgevoelige objecten moet worden voldaan aan de norm van maximaal 6 uur slagschaduw per jaar en maximaal 20 minuten slagschaduw per dag of maximaal 1 uur per jaar, kan het zijn dat door het stilzetten van de windturbines, de slagschaduw op overige slagschaduwgevoelige objecten lager uitvalt dan nu is berekend.

Doordat het panden met kantoorfunctie of panden waar een kantoordeel aanwezig is betreft, kan er hinder worden ondervonden door mensen die langdurig op één plek aanwezig zijn in het kantoor. Om slagschaduwhinder te beperken kunnen lokale maatregelen worden getroffen door bijvoorbeeld het toepassen van zonwering bij de gevels waar slagschaduw wordt verwacht.

4 Conclusie

In opdracht van Windpark A15-Lingewaard B.V. is een akoestisch onderzoek en een onderzoek naar geluid en slagschaduw uitgevoerd voor de te realiseren windturbines van WP A15-Lingewaard in de gemeente Lingewaard.

Beschouwde normen

In het rapport is getoetst aan diverse mogelijke normen en zijn de daarbij horende maximale effecten op de omgeving in kaart gebracht zo dat een lokale normkeuze kan worden gemaakt. Voor geluid zijn de beschouwde normen:

1. 47 dB L_{den} en 41 dB_{Lnight} (uiterste grenswaarde in het ontwerp besluit windturbines leefomgeving)
2. 46 dB L_{den} en 40 dB_{Lnight}
3. 45 dB L_{den} en 39 dB_{Lnight} (voorkeursgrenswaarde in het ontwerp besluit windturbines leefomgeving in lijn met advies WHO)

Voor slagschaduw zijn de beschouwde normen:

1. Maximaal 6 uur slagschaduw in een gemiddeld jaar ter plaatse van slagschaduwgevoelige objecten
2. Maximaal 1 uur slagschaduw in een gemiddeld jaar ter plaatse van slagschaduwgevoelige objecten (0 uur is het doel maar praktisch niet haalbaar vanwege de tijd die nodig is een turbine stil te zetten wanneer de zon ineens doorbreekt).

Voor het akoestisch onderzoek is gerekend met windturbines met een heel luide geluiduitstraling. Voor het onderzoek naar slagschaduwhinder is gerekend met turbines met maximale rotordiameter (185 meter) en tiphoogte (225 meter) binnen de bandbreedte.

Akoestisch onderzoek

Met de gehanteerde referentiewindturbine kan zonder geluidvoorzieningen ter plaatse van alle woningen worden voldaan aan de geluidnorm L_{den} = 47 dB. Om te voldoen aan de twee strengere normen dienen de beschouwde (luide) windturbines in een stillere modus te draaien gedurende de nacht- en/of avondperiode. Het toepassen van geluidmitigatie leidt enigszins tot een productieverlies van de windturbines. Ook zou ervoor kunnen worden gekozen om een stillere windturbine te realiseren, waarmee minder of geen geluidmitigatie nodig is.

Er is gekeken naar cumulatieve geluidbelasting met de andersoortige geluidbronnen wegverkeer, railverkeer en industrie. Geluideffecten van bestaande en vergunde windturbines in de omgeving zijn gezien de afstanden (>2,8 km) niet relevant. De kwaliteit van de akoestische omgeving zal ter plaatse van een aantal van de beoordeelde toetspunten verslechteren in de toekomstige situatie.

De geluidbelasting ter plaatse van een selectie niet-gevoelige objecten (kantoren) is inzichtelijk gemaakt middels de berekende geluidbelasting en geluicontouren op kaart.

Onderzoek naar slagschaduw

Bij ongeveer 412 woningen treedt (zonder mitigatie) meer dan 6 uur slagschaduw per jaar op als gevolg van de nieuwe windturbines van WP A15-Lingewaard. Door een automatische stilstand voorziening in te regelen kan normoverschrijding worden voorkomen. De stilstandsregeling leidt enigszins tot een

productieverlies van de windturbines. De turbines dienen naar schatting ca 1,1-1,4% van de tijd stil te staan om voor alle woningen met meer dan 6 uur slagschaduw op jaarbasis te mitigeren.
Bij ongeveer 2863 gevoelige objecten treedt (zonder mitigatie) meer dan 1 uur slagschaduw per jaar op. De turbines dienen naar schatting ca 1,4-1,7% van de tijd stil te staan om voor alle woningen met meer dan 6 uur slagschaduw op jaarbasis te mitigeren.

Cumulatie met WP Caprice ten noordoosten van WP A15-Lingewaard is berekend in contouren en resultaten op woningen. Cumulatieve effecten doen zich in slechts een beperkt gebied voor indien onvoldoende gemitigeerd zou worden.

De slagschaduweffecten op omliggende kantoorpanden zijn inzichtelijk gemaakt middels contouren op kaart, berekende slagschaduwduren per jaar en grafische slagschaduwkalenders. Ook zijn de slagschaduwduren tijdens kantoortijden bepaald. Cumulatieve effecten treden niet op ter plaatse van het bedrijventerrein.

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 twaalfmaal 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	Aantal gridpunten
Grid	Rekengrid	190494,47	436171,89	5,00	10	10	171729

Toetspunten - referentie

Naam	Omschrijving	X	Y	Hoogte
R 01	Kampsestraat 90	193155,49	435383,03	5,00
R 02	Kampsestraat 61	193260,72	435420,03	5,00
R 03	Kraaienstraat 8	194040,90	435504,18	5,00
R 04	Kraaienstraat 3	194139,90	435369,71	5,00
R 05	't Veld 2	194523,44	434896,28	5,00
R 06	't Veld 8	194540,13	434655,68	5,00
R 07	Broeksestraat 30	193432,30	434086,96	5,00
R 08	Klein Baal 1	192398,73	433782,37	5,00
R 09	Lage Zandsestraat 9	191861,31	433996,56	5,00
R 10	Lage Zandsestraat 38	191946,97	434367,69	5,00
R 11	Baalsestraat 12	191759,92	434650,43	5,00
R 12	Weteringseweg 4	191756,35	435447,69	5,00
R 13	Nijverheidstraat 67	191983,81	435537,47	5,00

Windturbines

	Naam	Omschr.	X	Y	Hoogte
	1	V172-7.2 STE – geen miti - 47 dB	192374,00	434773,00	139,00
	2	V172-7.2 STE – geen miti - 47 dB	192822,00	434814,00	139,00
	3	V172-7.2 STE – geen miti - 47 dB	193272,00	434856,00	139,00
	1	V172-7.2 STE miti 46 dB	192374,00	434773,00	139,00
	2	V172-7.2 STE miti 46 dB	192822,00	434814,00	139,00
	3	V172-7.2 STE miti 46 dB	193272,00	434856,00	139,00
	1	V172-7.2 STE miti 45 dB	192374,00	434773,00	139,00
	2	V172-7.2 STE miti 45 dB	192822,00	434814,00	139,00
	3	V172-7.2 STE miti 45 dB	193272,00	434856,00	139,00

Geluidbronnen windturbines – dagperiode

N	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) Tot
1	V172-7.2 STE - 47 dB	86,78	94,70	98,06	98,34	96,61	91,83	83,92	72,79	103,63
2	V172-7.2 STE - 47 dB	86,78	94,70	98,06	98,34	96,61	91,83	83,92	72,79	103,63
3	V172-7.2 STE - 47 dB	86,78	94,70	98,06	98,34	96,61	91,83	83,92	72,79	103,63
1	V172-7.2 STE miti 46 dB	86,78	94,70	98,06	98,34	96,61	91,83	83,92	72,79	103,63
2	V172-7.2 STE miti 46 dB	86,78	94,70	98,06	98,34	96,61	91,83	83,92	72,79	103,63
3	V172-7.2 STE miti 46 dB	86,78	94,70	98,06	98,34	96,61	91,83	83,92	72,79	103,63
1	V172-7.2 STE miti 45 dB	86,78	94,70	98,06	98,34	96,61	91,83	83,92	72,79	103,63
2	V172-7.2 STE miti 45 dB	86,78	94,70	98,06	98,34	96,61	91,83	83,92	72,79	103,63
3	V172-7.2 STE miti 45 dB	86,78	94,70	98,06	98,34	96,61	91,83	83,92	72,79	103,63

Geluidbronnen windturbines - avondperiode

N	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) Tot
1	V172-7.2 STE - 47 dB	87,44	95,36	98,71	99,00	97,26	92,49	84,58	73,44	104,28
2	V172-7.2 STE - 47 dB	87,44	95,36	98,71	99,00	97,26	92,49	84,58	73,44	104,28
3	V172-7.2 STE - 47 dB	87,44	95,36	98,71	99,00	97,26	92,49	84,58	73,44	104,28
1	V172-7.2 STE miti 46 dB	87,44	95,36	98,71	99,00	97,26	92,49	84,58	73,44	104,28
2	V172-7.2 STE miti 46 dB	87,44	95,36	98,71	99,00	97,26	92,49	84,58	73,44	104,28
3	V172-7.2 STE miti 46 dB	87,44	95,36	98,71	99,00	97,26	92,49	84,58	73,44	104,28
1	V172-7.2 STE miti 45 dB	87,44	95,36	98,71	99,00	97,26	92,49	84,58	73,44	104,28
2	V172-7.2 STE miti 45 dB	87,44	95,36	98,71	99,00	97,26	92,49	84,58	73,44	104,28
3	V172-7.2 STE miti 45 dB	87,44	95,36	98,71	99,00	97,26	92,49	84,58	73,44	104,28

Geluidbronnen windturbines - nachtperiode

N	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) Tot
1	V172-7.2 STE - 47 dB	87,93	95,85	99,21	99,49	97,76	92,98	85,07	73,94	104,78
2	V172-7.2 STE - 47 dB	87,93	95,85	99,21	99,49	97,76	92,98	85,07	73,94	104,78
3	V172-7.2 STE - 47 dB	87,93	95,85	99,21	99,49	97,76	92,98	85,07	73,94	104,78
1	V172-7.2 STE miti 46 dB	87,93	95,85	99,21	99,49	97,76	92,98	85,07	73,94	104,78
2	V172-7.2 STE miti 46 dB	87,93	95,85	99,21	99,49	97,76	92,98	85,07	73,94	104,78
3	V172-7.2 STE miti 46 dB	84,67	93,07	96,68	97,16	95,49	90,65	82,48	71,00	102,33
1	V172-7.2 STE miti 45 dB	87,93	95,85	99,21	99,49	97,76	92,98	85,07	73,94	104,78
2	V172-7.2 STE miti 45 dB	85,66	93,90	97,49	97,9	96,20	91,34	83,26	71,81	103,09
3	V172-7.2 STE miti 45 dB	83,34	91,22	94,71	95,71	94,17	89,37	81,27	69,75	100,74

Bodemfactoren

Soort	Bodemfactor B
Standaard bodemfactor	0,90
Wegdelen en spoor volgens TOP10NL	0,00
Waterdelen volgens TOP10NL	0,00
Overige verharding TOP 10 NL:	0,50
Bodemgebied onder spoorbaandelen (ballastbed)	0,00

Wegverkeer gegevens – invoer conform Geluidregister Wegverkeer nov 2023

Railverkeer gegevens – invoer conform Geluidregister Wegverkeer nov 2023

Industriegeluidbron - oppervlaktebron

	Naam	Omschr.	X-1	Y-1	Hoogte	Omtrek	Oppervlak
	1	Industriegeluid	191303,28	435921,49	5,00	4457,09	823529,35

Industriegeluidbron - oppervlaktebron

Naam	Tb(u)(D)	Tb(u)(A)	Tb(u)(N)	DeltaL	DeltaH	X-aantal	Y-aantal
1	12	4	8	50	50	26	29

Industriegeluidbron - oppervlaktebron

Naam	Lwr 31	Lwr 63	Lwr 125	Lwr 250	Lwr 500	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Lwr totaal
1	88,16	90,96	92,36	102,26	100,56	102,46	98,26	94,96	88,66	107,78

Geluidgegevens Vestas V172-7.2MW STE

Coördinaten RD	192810	434813
Coördinaten WGS	51,9005	5,9366
Ashoogte [m]		139
Hoogte windprofiel [m]		139
Windturbine	Vestas V172-7.2MW	
Mode	mode PO7200 STE	

PONDERA

v_as [m/s]	dag [%]	avond [%]	nacht [%]	Lw_as [dB(A)]	LE dag [dB(A)]	LE avond [dB(A)]	LE nacht [dB(A)]
				Gecorrigeerd voor bedrijfsduur (Lw + Cb)			
1	2,67	1,77	1,43				
2	4,38	2,99	2,43				
3	7,28	4,60	3,79	94,6	83,2	81,2	80,4
4	9,21	6,49	5,48	94,6	84,2	82,7	82,0
5	10,36	8,83	7,50	95,2	85,4	84,7	84,0
6	11,41	11,69	9,16	98,6	89,2	89,3	88,2
7	12,17	12,88	11,62	102,2	93,1	93,3	92,9
8	11,43	13,02	14,00	105,6	96,2	96,7	97,1
9	9,56	12,39	14,99	106,9	96,7	97,8	98,7
10	7,29	9,39	12,30	106,9	95,5	96,6	97,8
11	5,00	6,62	7,36	106,9	93,9	95,1	95,6
12	3,15	3,53	4,05	106,9	91,9	92,4	93,0
13	2,02	2,01	2,20	106,9	90,0	89,9	90,3
14	1,50	1,44	1,51	106,9	88,7	88,5	88,7
15	1,01	1,09	0,97	106,9	86,9	87,3	86,8
16	0,57	0,52	0,56	106,9	84,5	84,1	84,4
17	0,42	0,31	0,29	106,9	83,1	81,8	81,5
18	0,22	0,19	0,15	106,9	80,3	79,7	78,7
19	0,14	0,10	0,08	106,9	78,4	76,9	75,9
20	0,09	0,05	0,08	106,9	76,4	73,9	75,9
21	0,06	0,03	0,03	106,9	74,7	71,7	71,7
22	0,03	0,03	0,01	106,9	71,7	71,7	66,9
23	0,01	0,02	0,01	106,9	66,9	69,9	66,9
24	0,01	0,01	0,01	106,9	66,9	66,9	66,9
25	0,01	0,01	0,00	106,9	66,9	66,9	
				Totaal	**103,63**	**104,28**	**104,78**

Gehanteerde spectrale verdeling [dB(A)]

31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
-29,38	-16,85	-8,92	-5,57	-5,28	-7,02	-11,79	-19,71	-30,84

Bijlage 3 Situering objecten rekenmodel akoestiek

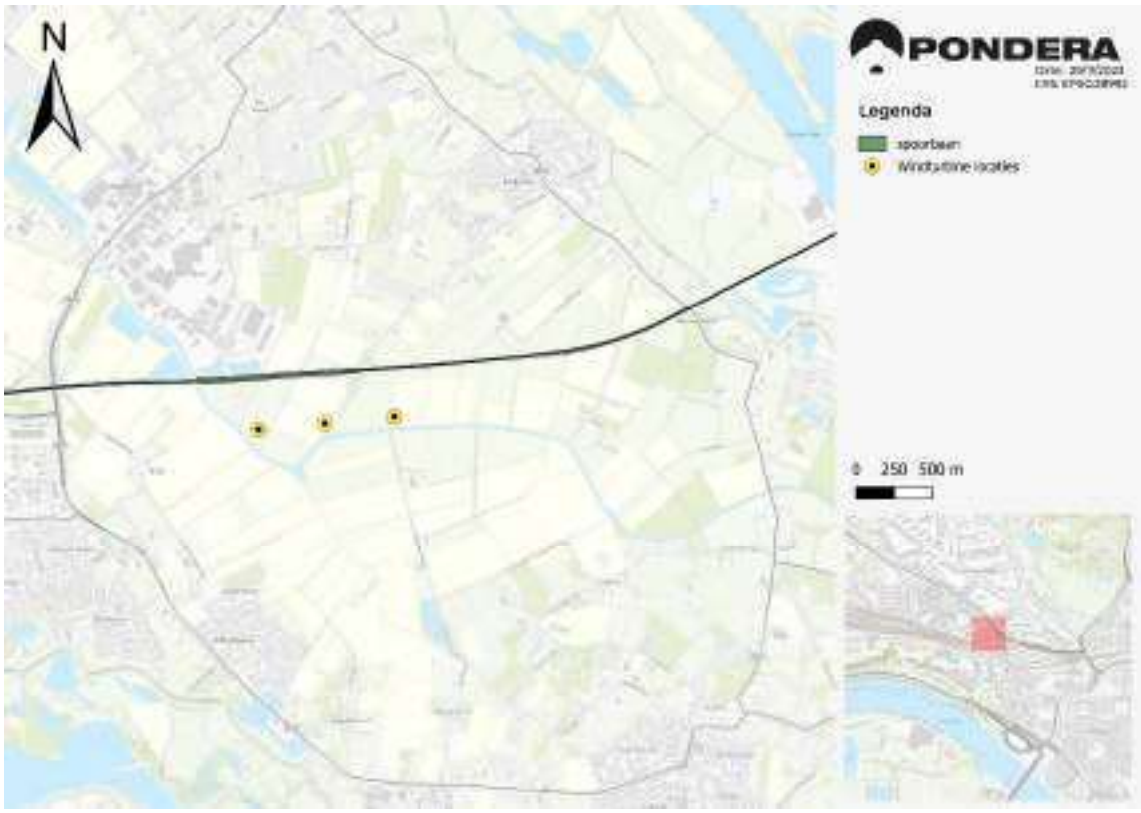
Windturbines en toetspunten

Bodemgebieden

Wegverkeer - inclusief verlengde A15

Wegverkeer - exclusief verlengde A15

Railverkeer



Bijlage 4 Rekenresultaten akoestiek

Windturbinegeluid [dB(A)] – zonder geluidmitigatie -> L_{den} = maximaal 47 dB

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
R 01	Kampsestraat 90	5,00	39,79	40,44	40,94	47,16
R 02	Kampsestraat 61	5,00	39,19	39,84	40,34	46,56
R 03	Kraaienstraat 8	5,00	33,75	34,40	34,90	41,12
R 04	Kraaienstraat 3	5,00	33,38	34,03	34,53	40,75
R 05	't Veld 2	5,00	30,97	31,62	32,12	38,34
R 06	't Veld 8	5,00	31,01	31,67	32,16	38,38
R 07	Broeksestraat 30	5,00	36,43	37,09	37,58	43,80
R 08	Klein Baal 1	5,00	34,59	35,25	35,74	41,96
R 09	Lage Zandsestraat 9	5,00	34,17	34,83	35,32	41,54
R 10	Lage Zandsestraat 38	5,00	37,70	38,36	38,85	45,07
R 11	Baalsestraat 12	5,00	36,96	37,62	38,11	44,33
R 12	Weteringseweg 4	5,00	35,24	35,89	36,39	42,61
R 13	Nijverheidstraat 67	5,00	36,19	36,84	37,34	43,56

Windturbinegeluid [dB(A)] – met geluidmitigatie naar L_{den} 46 dB

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
R 01	Kampsestraat 90	5,00	39,79	40,44	39,80	46,28
R 02	Kampsestraat 61	5,00	39,19	39,84	39,09	45,59
R 03	Kraaienstraat 8	5,00	33,75	34,40	33,57	40,09
R 04	Kraaienstraat 3	5,00	33,38	34,03	33,16	39,70
R 05	't Veld 2	5,00	30,97	31,62	30,75	37,29
R 06	't Veld 8	5,00	31,01	31,67	30,82	37,35
R 07	Broeksestraat 30	5,00	36,43	37,09	36,52	42,98
R 08	Klein Baal 1	5,00	34,59	35,25	35,33	41,64
R 09	Lage Zandsestraat 9	5,00	34,17	34,83	35,08	41,35
R 10	Lage Zandsestraat 38	5,00	37,70	38,36	38,66	44,92
R 11	Baalsestraat 12	5,00	36,96	37,62	37,94	44,20
R 12	Weteringseweg 4	5,00	35,24	35,89	36,14	42,41
R 13	Nijverheidstraat 67	5,00	36,19	36,84	37,04	43,32

Windturbinegeluid [dB(A)] – met geluidmitigatie naar L_{den} 45 dB

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
R 01	Kampsestraat 90	5,00	39,79	40,44	38,49	45,33
R 02	Kampsestraat 61	5,00	39,19	39,84	37,78	44,66
R 03	Kraaienstraat 8	5,00	33,75	34,40	32,24	39,15
R 04	Kraaienstraat 3	5,00	33,38	34,03	31,81	38,74
R 05	't Veld 2	5,00	30,97	31,62	29,42	36,34
R 06	't Veld 8	5,00	31,01	31,67	29,50	36,41
R 07	Broeksestraat 30	5,00	36,43	37,09	35,28	42,08
R 08	Klein Baal 1	5,00	34,59	35,25	34,55	41,04
R 09	Lage Zandsestraat 9	5,00	34,17	34,83	34,51	40,91
R 10	Lage Zandsestraat 38	5,00	37,70	38,36	38,24	44,59
R 11	Baalsestraat 12	5,00	36,96	37,62	37,55	43,89
R 12	Weteringseweg 4	5,00	35,24	35,89	35,60	41,99
R 13	Nijverheidstraat 67	5,00	36,19	36,84	36,38	42,81

Geluidbelasting wegverkeer inclusief verlening A15 [dB(A)]

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
R 01	Kampsestraat 90	5,00	53,82	50,59	46,51	55,19
R 02	Kampsestraat 61	5,00	53,01	49,78	45,70	54,38
R 03	Kraaienstraat 8	5,00	51,70	48,47	44,39	53,07
R 04	Kraaienstraat 3	5,00	56,03	52,81	48,71	57,39
R 05	't Veld 2	5,00	51,19	47,96	43,85	52,54
R 06	't Veld 8	5,00	46,64	43,39	39,35	48,01
R 07	Broeksestraat 30	5,00	42,32	39,05	35,11	43,72
R 08	Klein Baal 1	5,00	40,24	36,96	33,10	41,68
R 09	Lage Zandsestraat 9	5,00	42,51	39,24	35,34	43,93
R 10	Lage Zandsestraat 38	5,00	46,18	42,94	38,93	47,57
R 11	Baalsestraat 12	5,00	50,99	47,78	43,68	52,36
R 12	Weteringseweg 4	5,00	50,31	47,09	43,06	51,71
R 13	Nijverheidstraat 67	5,00	49,47	46,24	42,22	50,86

Geluidbelasting wegverkeer exclusief verlening A15 [dB(A)]

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
R 01	Kampsestraat 90	5,00	29,84	26,64	23,12	31,49
R 02	Kampsestraat 61	5,00	30,03	26,82	23,31	31,68
R 03	Kraaienstraat 8	5,00	25,72	22,42	19,07	27,39
R 04	Kraaienstraat 3	5,00	24,86	21,56	18,23	26,54
R 05	't Veld 2	5,00	22,16	18,83	15,58	23,86
R 06	't Veld 8	5,00	21,04	17,58	14,60	22,78
R 07	Broeksestraat 30	5,00	23,22	19,82	16,75	24,96
R 08	Klein Baal 1	5,00	25,80	22,38	19,39	27,57
R 09	Lage Zandsestraat 9	5,00	29,52	26,14	23,05	31,26
R 10	Lage Zandsestraat 38	5,00	31,32	27,98	24,83	33,06
R 11	Baalsestraat 12	5,00	35,88	32,75	29,22	37,57
R 12	Weteringseweg 4	5,00	38,74	35,63	31,93	40,36
R 13	Nijverheidstraat 67	5,00	36,73	33,60	29,92	38,35

Geluidbelasting railverkeer [dB(A)]

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
R 01	Kampsestraat 90	5,00	51,98	53,70	51,80	58,49
R 02	Kampsestraat 61	5,00	51,17	52,89	50,99	57,68
R 03	Kraaienstraat 8	5,00	50,52	52,24	50,34	57,03
R 04	Kraaienstraat 3	5,00	56,94	58,66	56,76	63,45
R 05	't Veld 2	5,00	49,16	50,88	48,98	55,67
R 06	't Veld 8	5,00	46,80	48,51	46,62	53,31
R 07	Broeksestraat 30	5,00	47,61	49,33	47,43	54,12
R 08	Klein Baal 1	5,00	46,57	48,29	46,39	53,08
R 09	Lage Zandsestraat 9	5,00	47,20	48,92	47,02	53,71
R 10	Lage Zandsestraat 38	5,00	50,57	52,29	50,39	57,08
R 11	Baalsestraat 12	5,00	51,69	53,41	51,51	58,20
R 12	Weteringseweg 4	5,00	60,19	61,91	60,01	66,70
R 13	Nijverheidstraat 67	5,00	58,70	60,42	58,52	65,21

Geluidbelasting industrielawaai [dB(A)]

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Etmaal
R 01	Kampsestraat 90	5,00	31,79	31,79	31,79	41,79
R 02	Kampsestraat 61	5,00	30,93	30,93	30,93	40,93
R 03	Kraaienstraat 8	5,00	25,48	25,48	25,48	35,48
R 04	Kraaienstraat 3	5,00	25,45	25,45	25,45	35,45
R 05	't Veld 2	5,00	23,12	23,12	23,12	33,12
R 06	't Veld 8	5,00	22,77	22,77	22,77	32,77
R 07	Broeksestraat 30	5,00	25,64	25,64	25,64	35,64
R 08	Klein Baal 1	5,00	26,83	26,83	26,83	36,83
R 09	Lage Zandsestraat 9	5,00	28,16	28,16	28,16	38,16
R 10	Lage Zandsestraat 38	5,00	30,95	30,95	30,95	40,95
R 11	Baalsestraat 12	5,00	33,23	33,23	33,23	43,23
R 12	Weteringseweg 4	5,00	56,81	56,81	56,81	66,81
R 13	Nijverheidstraat 67	5,00	51,43	51,43	51,43	61,43

Cumulatieve geluidbelasting [dB(A)], referentiesituatie inclusief verlenging A14

Naam	Omschrijving	L VL	L RL	L* RL	L IL	L* IL	Lcum,ref
R 01	Kampsestraat 90	55,19	58,49	54,17	41,79	42,79	57,86
R 02	Kampsestraat 61	54,38	57,68	53,40	40,93	41,93	57,06
R 03	Kraaienstraat 8	53,07	57,03	52,78	35,48	36,48	55,99
R 04	Kraaienstraat 3	57,39	63,45	58,88	35,45	36,45	61,22
R 05	't Veld 2	52,54	55,67	51,49	33,12	34,12	55,09
R 06	't Veld 8	48,01	53,31	49,24	32,77	33,77	51,75
R 07	Broeksestraat 30	43,72	54,12	50,01	35,64	36,64	51,09
R 08	Klein Baal 1	41,68	53,08	49,03	36,83	37,83	50,03
R 09	Lage Zandsestraat 9	43,93	53,71	49,62	38,16	39,16	50,95
R 10	Lage Zandsestraat 38	47,57	57,08	52,83	40,95	41,95	54,23
R 11	Baalsestraat 12	52,36	58,20	53,89	43,23	44,23	56,47
R 12	Weteringseweg 4	51,71	66,70	61,97	55,00	56,00	63,26
R 13	Nijverheidstraat 67	50,86	65,21	60,55	55,00	56,00	62,19

Cumulatieve geluidbelasting [dB(A)], referentiesituatie exclusief verlenging A14

Naam	Omschrijving	L VL	L RL	L* RL	L IL	L* IL	Lcum,ref
R 01	Kampsestraat 90	31,49	58,49	54,17	41,79	42,79	54,50
R 02	Kampsestraat 61	31,68	57,68	53,40	40,93	41,93	53,73
R 03	Kraaienstraat 8	27,39	57,03	52,78	35,48	36,48	52,89
R 04	Kraaienstraat 3	26,54	63,45	58,88	35,45	36,45	58,91
R 05	't Veld 2	23,86	55,67	51,49	33,12	34,12	51,58
R 06	't Veld 8	22,78	53,31	49,24	32,77	33,77	49,37
R 07	Broeksestraat 30	24,96	54,12	50,01	35,64	36,64	50,22
R 08	Klein Baal 1	27,57	53,08	49,03	36,83	37,83	49,38
R 09	Lage Zandsestraat 9	31,26	53,71	49,62	38,16	39,16	50,05
R 10	Lage Zandsestraat 38	33,06	57,08	52,83	40,95	41,95	53,21
R 11	Baalsestraat 12	37,57	58,20	53,89	43,23	44,23	54,43
R 12	Weteringseweg 4	40,36	66,70	61,97	55,00	56,00	62,97
R 13	Nijverheidstraat 67	38,35	65,21	60,55	55,00	56,00	61,88

Cumulatieve geluidbelasting [dB(A)], zonder geluidmitigatie (L_{den} maximaal 47 dB(A)), inclusief verlenging A15

Naam	Omschrijving	Lcum ref	L WT nieuw	L* WT nieuw	Lcum nieuw	verschil
R 01	Kampsestraat 90	57,86	47,16	57,76	60,82	2,96
R 02	Kampsestraat 61	57,06	46,56	56,77	59,93	2,87
R 03	Kraaienstraat 8	55,99	41,12	47,80	56,60	0,61
R 04	Kraaienstraat 3	61,22	40,75	47,19	61,39	0,17
R 05	't Veld 2	55,09	38,34	43,21	55,36	0,27
R 06	't Veld 8	51,75	38,38	43,28	52,33	0,58
R 07	Broeksestraat 30	51,09	43,80	52,22	54,70	3,61
R 08	Klein Baal 1	50,03	41,96	49,18	52,64	2,61
R 09	Lage Zandsestraat 9	50,95	41,54	48,49	52,91	1,96
R 10	Lage Zandsestraat 38	54,23	45,07	54,32	57,28	3,05
R 11	Baalsestraat 12	56,47	44,33	53,09	58,11	1,64
R 12	Weteringseweg 4	63,26	42,61	50,26	63,48	0,22
R 13	Nijverheidstraat 67	62,19	43,56	51,82	62,57	0,38

Cumulatieve geluidbelasting [dB(A)], met geluidmitigatie (L_{den} maximaal 46 dB(A)), inclusief verlenging A15

Naam	Omschrijving	Lcum ref	L WT nieuw	L* WT nieuw	Lcum nieuw	verschil
R 01	Kampsestraat 90	57,86	46,28	56,31	60,16	2,30
R 02	Kampsestraat 61	57,06	45,59	55,17	59,23	2,17
R 03	Kraaienstraat 8	55,99	40,09	46,10	56,41	0,42
R 04	Kraaienstraat 3	61,22	39,70	45,46	61,34	0,12
R 05	't Veld 2	55,09	37,29	41,48	55,28	0,19
R 06	't Veld 8	51,75	37,35	41,58	52,15	0,40
R 07	Broeksestraat 30	51,09	42,98	50,87	53,99	2,90
R 08	Klein Baal 1	50,03	41,64	48,66	52,41	2,38
R 09	Lage Zandsestraat 9	50,95	41,35	48,18	52,80	1,85
R 10	Lage Zandsestraat 38	54,23	44,92	54,07	57,16	2,93
R 11	Baalsestraat 12	56,47	44,20	52,88	58,05	1,58
R 12	Weteringseweg 4	63,26	42,41	49,93	63,46	0,20
R 13	Nijverheidstraat 67	62,19	43,32	51,43	62,54	0,35

Cumulatieve geluidbelasting [dB(A)], met geluidmitigatie (L_{den} maximaal 45 dB(A)), inclusief verlenging A15

Naam	Omschrijving	Lcum ref	L WT nieuw	L* WT nieuw	Lcum nieuw	verschil
R 01	Kampsestraat 90	57,86	45,33	54,74	59,58	1,72
R 02	Kampsestraat 61	57,06	44,66	53,64	58,69	1,63
R 03	Kraaienstraat 8	55,99	39,15	44,55	56,29	0,30
R 04	Kraaienstraat 3	61,22	38,74	43,87	61,30	0,08
R 05	't Veld 2	55,09	36,34	39,91	55,22	0,13
R 06	't Veld 8	51,75	36,41	40,03	52,03	0,28
R 07	Broeksestraat 30	51,09	42,08	49,38	53,33	2,24
R 08	Klein Baal 1	50,03	41,04	47,67	52,02	1,99
R 09	Lage Zandsestraat 9	50,95	40,91	47,45	52,56	1,61
R 10	Lage Zandsestraat 38	54,23	44,59	53,52	56,90	2,67
R 11	Baalsestraat 12	56,47	43,89	52,37	57,90	1,43
R 12	Weteringseweg 4	63,26	41,99	49,23	63,43	0,17
R 13	Nijverheidstraat 67	62,19	42,81	50,59	62,48	0,29

Cumulatieve geluidbelasting [dB(A)], zonder geluidmitigatie (L_{den} maximaal 47 dB(A)), exclusief verlenging A15

Naam	Omschrijving	Lcum ref	L WT nieuw	L* WT nieuw	Lcum nieuw	verschil
R 01	Kampsestraat 90	54,50	47,16	57,76	59,44	4,94
R 02	Kampsestraat 61	53,73	46,56	56,77	58,52	4,79
R 03	Kraaienstraat 8	52,89	41,12	47,80	54,06	1,17
R 04	Kraaienstraat 3	58,91	40,75	47,19	59,19	0,28
R 05	't Veld 2	51,58	38,34	43,21	52,17	0,59
R 06	't Veld 8	49,37	38,38	43,28	50,33	0,96
R 07	Broeksestraat 30	50,22	43,80	52,22	54,34	4,12
R 08	Klein Baal 1	49,38	41,96	49,18	52,29	2,91
R 09	Lage Zandsestraat 9	50,05	41,54	48,49	52,35	2,30
R 10	Lage Zandsestraat 38	53,21	45,07	54,32	56,81	3,60
R 11	Baalsestraat 12	54,43	44,33	53,09	56,82	2,39
R 12	Weteringseweg 4	62,97	42,61	50,26	63,20	0,23
R 13	Nijverheidstraat 67	61,88	43,56	51,82	62,28	0,40

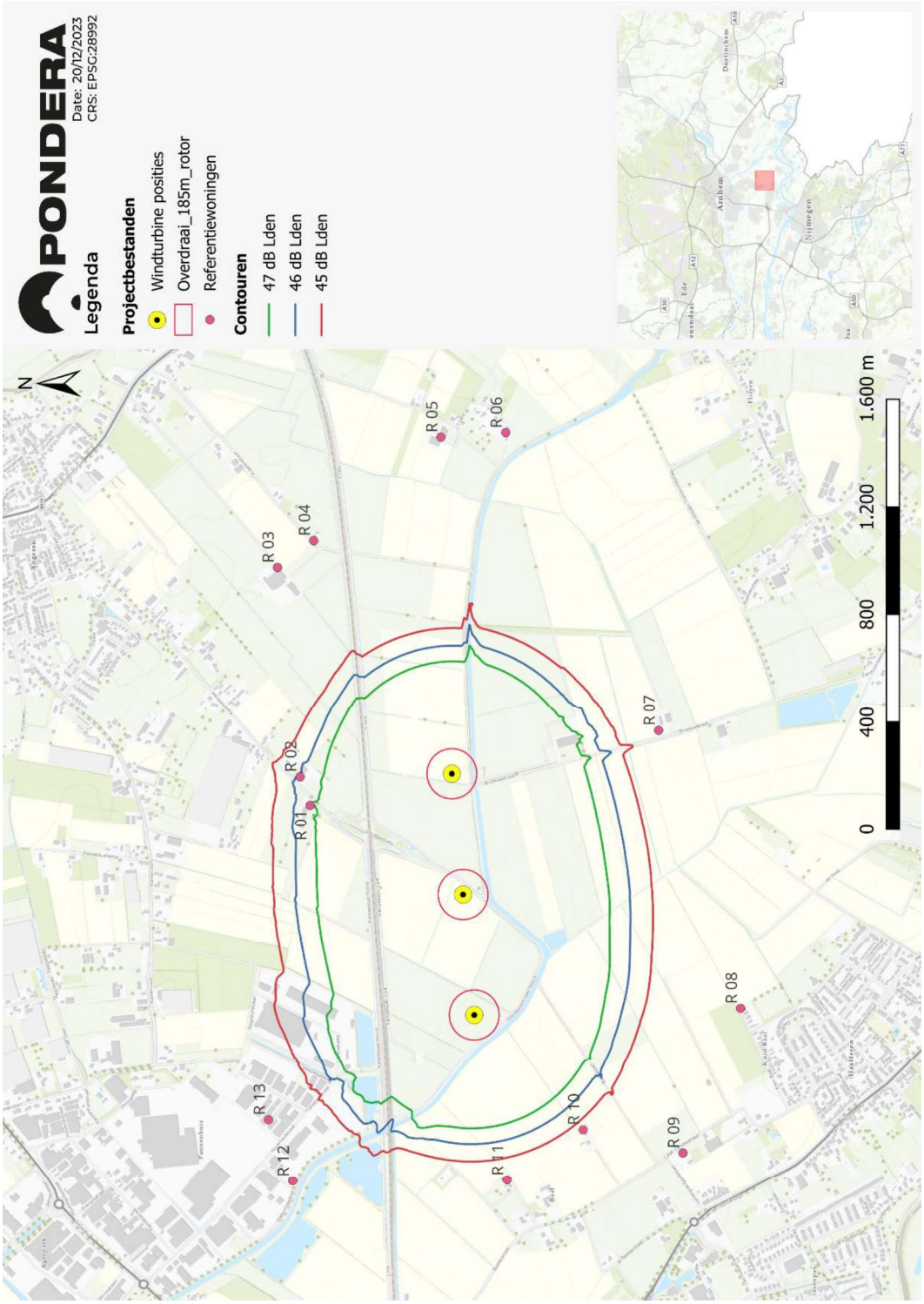
Cumulatieve geluidbelasting [dB(A)], met geluidmitigatie (L_{den} maximaal 46 dB(A)), exclusief verlenging A15

Naam	Omschrijving	Lcum ref	L WT nieuw	L* WT nieuw	Lcum nieuw	verschil
R 01	Kampsestraat 90	54,50	46,28	56,31	58,51	4,01
R 02	Kampsestraat 61	53,73	45,59	55,17	57,52	3,79
R 03	Kraaienstraat 8	52,89	40,09	46,10	53,72	0,83
R 04	Kraaienstraat 3	58,91	39,70	45,46	59,10	0,19
R 05	't Veld 2	51,58	37,29	41,48	51,98	0,40
R 06	't Veld 8	49,37	37,35	41,58	50,04	0,67
R 07	Broeksestraat 30	50,22	42,98	50,87	53,57	3,35
R 08	Klein Baal 1	49,38	41,64	48,66	52,04	2,66
R 09	Lage Zandsestraat 9	50,05	41,35	48,18	52,23	2,18
R 10	Lage Zandsestraat 38	53,21	44,92	54,07	56,67	3,46
R 11	Baalsestraat 12	54,43	44,20	52,88	56,73	2,30
R 12	Weteringseweg 4	62,97	42,41	49,93	63,18	0,21
R 13	Nijverheidstraat 67	61,88	43,32	51,43	62,25	0,37

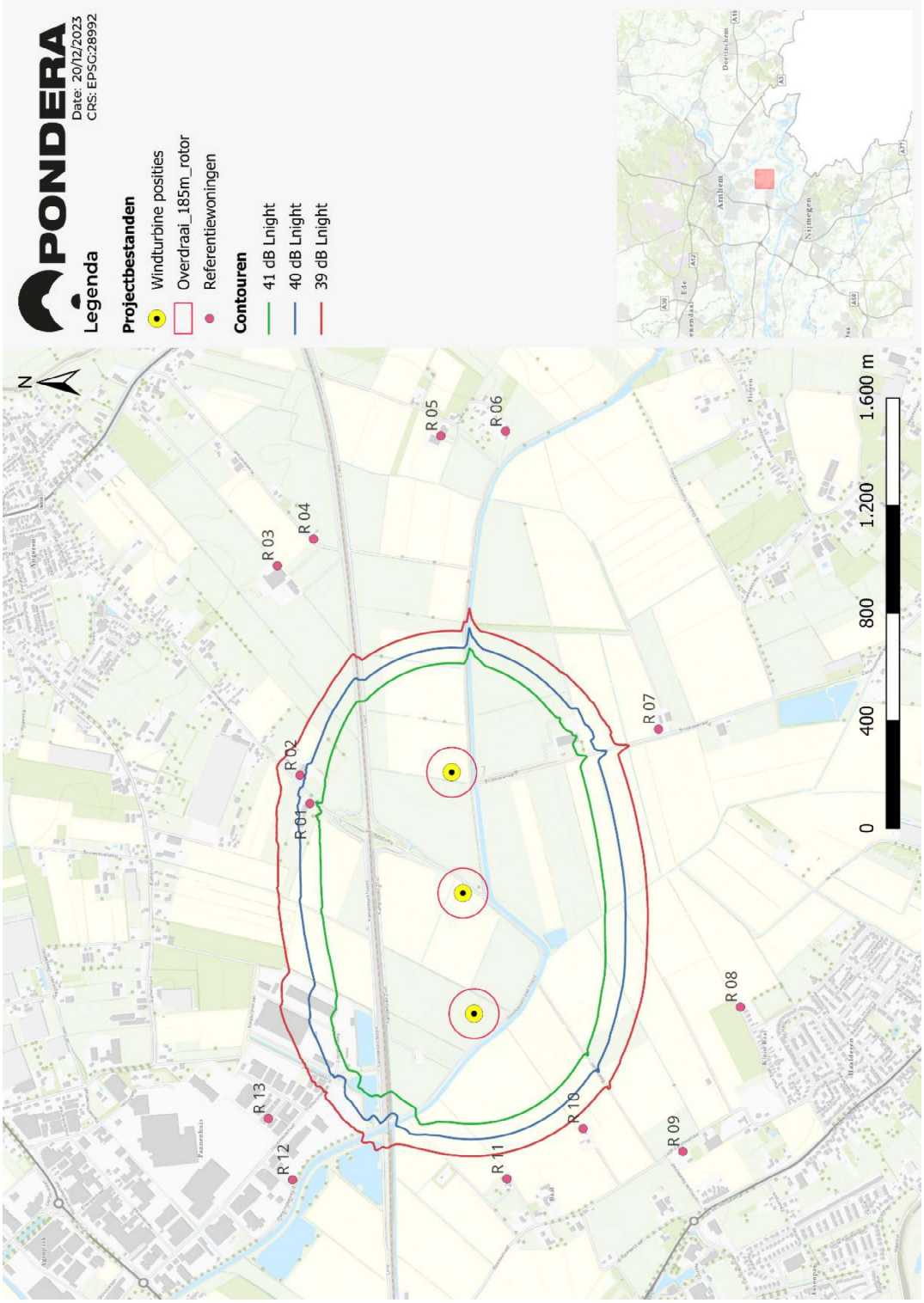
Cumulatieve geluidbelasting [dB(A)], met geluidmitigatie (L_{den} maximaal 45 dB(A)), exclusief verlenging A15

Naam	Omschrijving	Lcum ref	L WT nieuw	L* WT nieuw	Lcum nieuw	verschil
R 01	Kampsestraat 90	54,50	45,33	54,74	57,63	3,13
R 02	Kampsestraat 61	53,73	44,66	53,64	56,69	2,96
R 03	Kraaienstraat 8	52,89	39,15	44,55	53,49	0,60
R 04	Kraaienstraat 3	58,91	38,74	43,87	59,04	0,13
R 05	't Veld 2	51,58	36,34	39,91	51,86	0,28
R 06	't Veld 8	49,37	36,41	40,03	49,85	0,48
R 07	Broeksestraat 30	50,22	42,08	49,38	52,83	2,61
R 08	Klein Baal 1	49,38	41,04	47,67	51,62	2,24
R 09	Lage Zandsestraat 9	50,05	40,91	47,45	51,95	1,90
R 10	Lage Zandsestraat 38	53,21	44,59	53,52	56,38	3,17
R 11	Baalsestraat 12	54,43	43,89	52,37	56,53	2,10
R 12	Weteringseweg 4	62,97	41,99	49,23	63,15	0,18
R 13	Nijverheidstraat 67	61,88	42,81	50,59	62,19	0,31

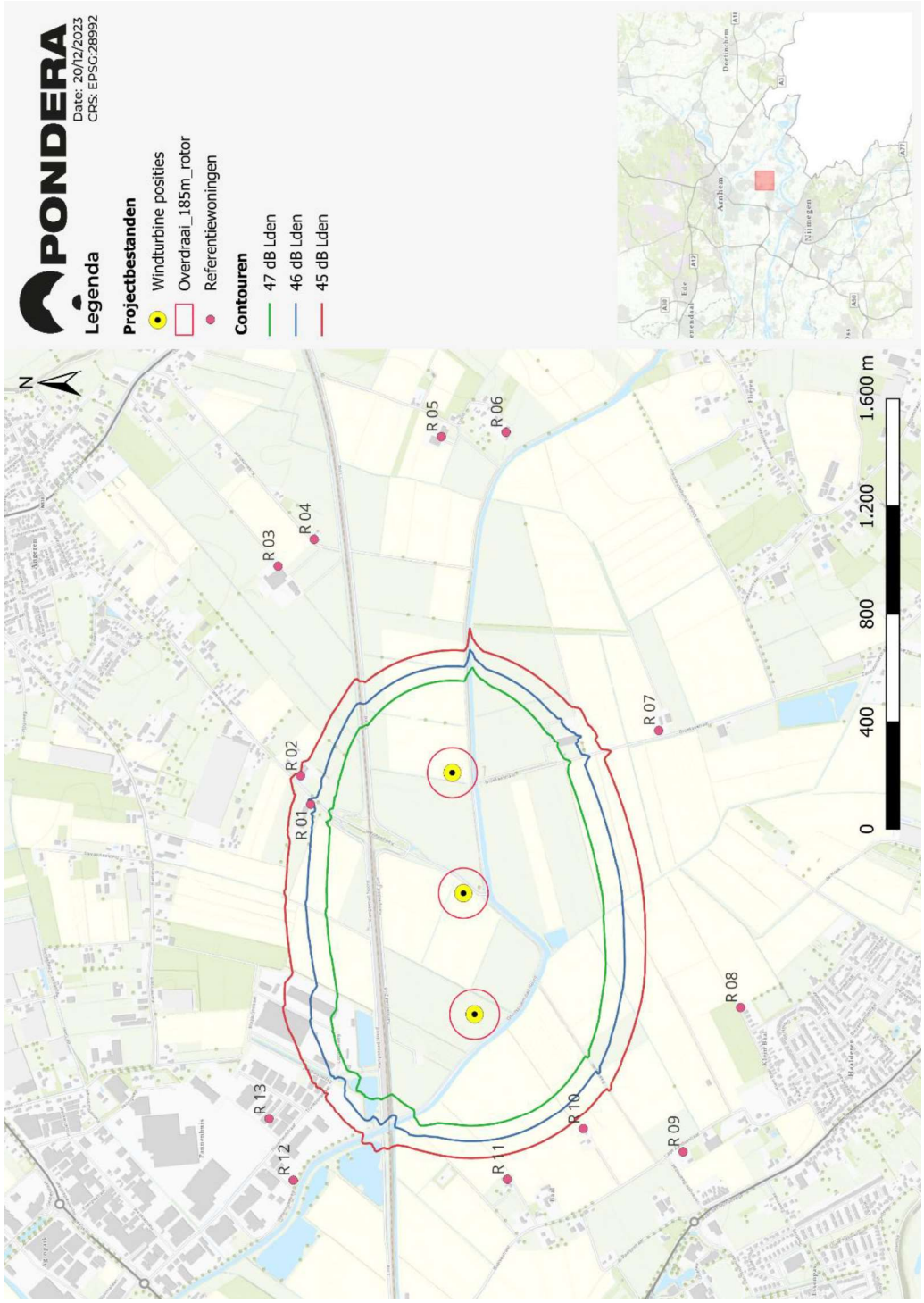
Bijlage 5 Geluidcontour 47/46/45 dB Lden – geen mitigatie



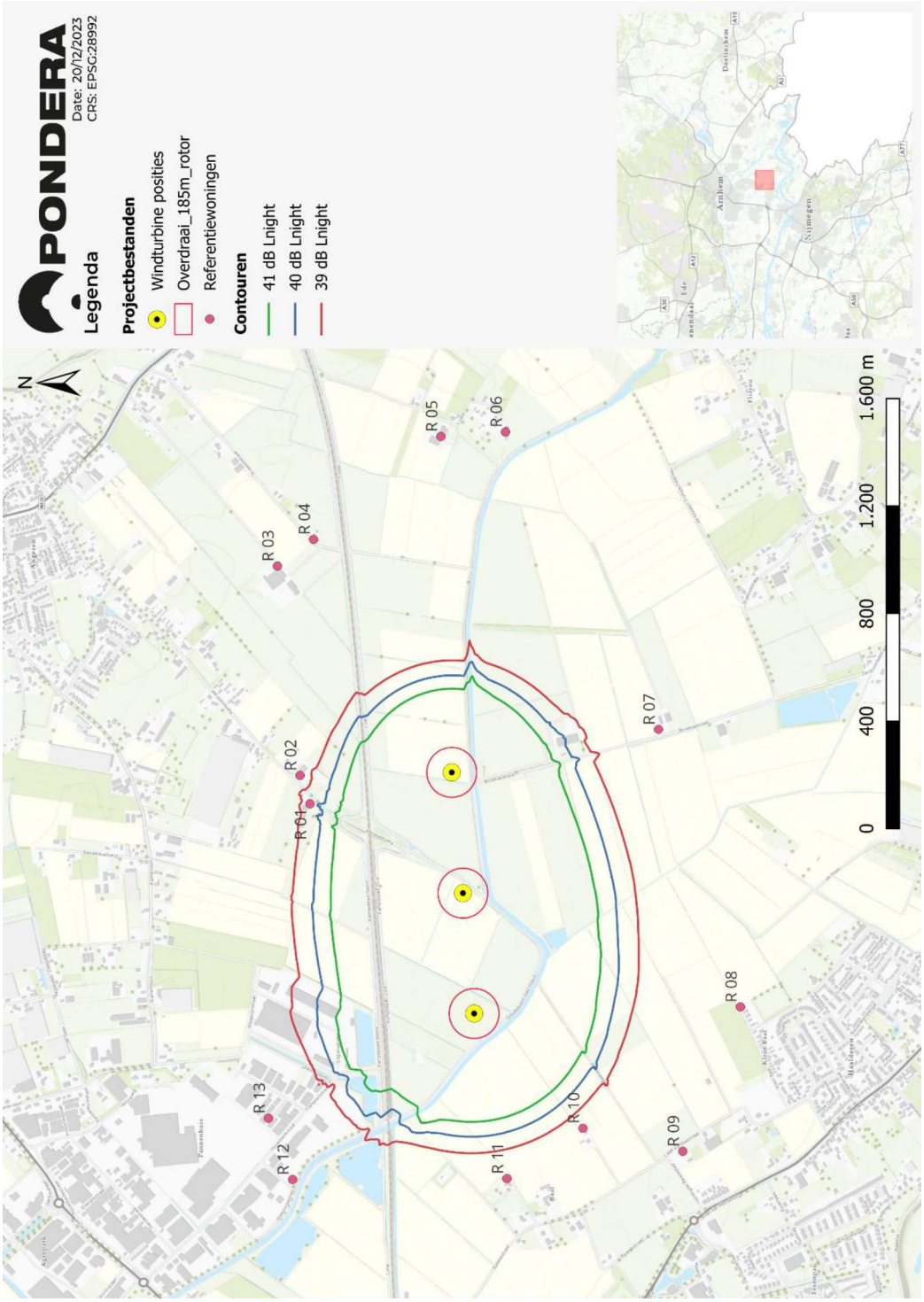
Bijlage 6 Geluidcontour 41/40/39 dB Lnight – geen mitigatie



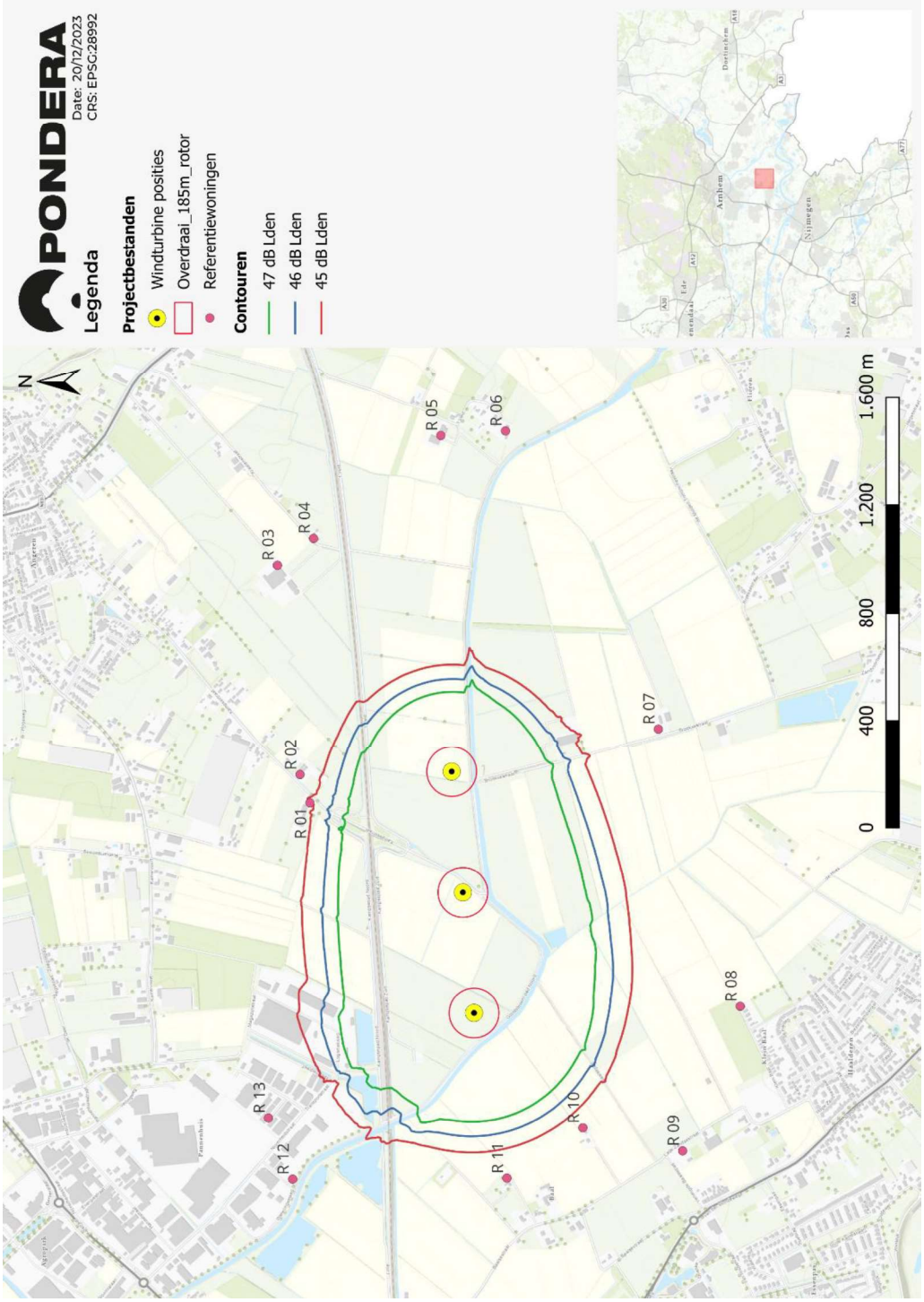
Bijlage 7 Geuidcontour 47/4645 dB Lden – geluidmitigatie naar 46 Lden



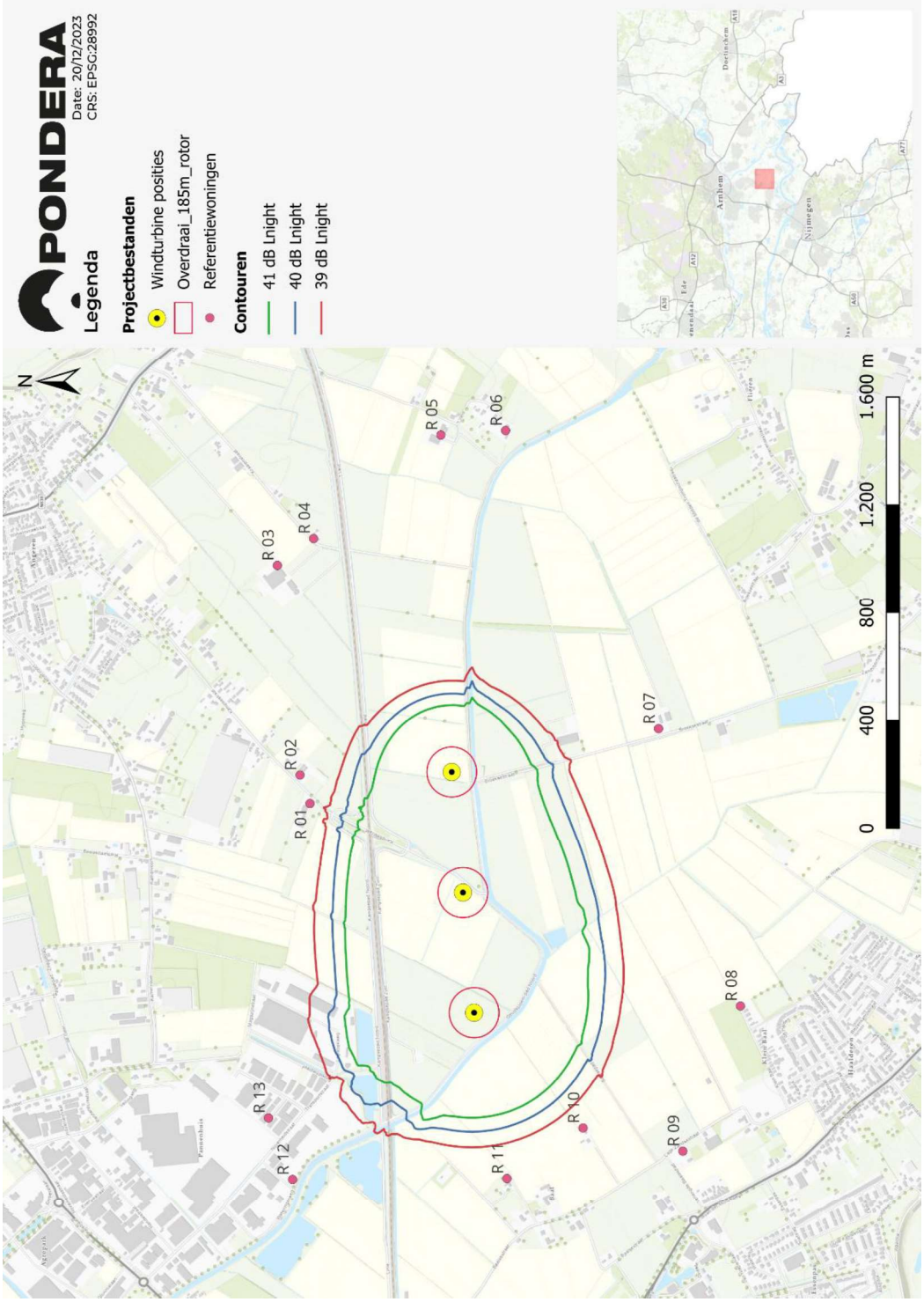
Bijlage 8 Geluidcontour 41/40/39 dB Lnight – geluidmitigatie naar 46 Lden



Bijlage 9 Geluidcontour 47/46/45 dB Lden – geluidmitigatie naar 45 Lden



Bijlage 10 Geluidcontour 41/40/39 dB Lnight – geluidmitigatie naar 45 Lden



Bijlage 11 In- en uitvoergegevens slagschaduw

Project:
723229

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Stefan Flanderijn / s.flanderijn@ponderaconsult.com
Calculated:
21-12-2023 14:21/3.6.377

SHADOW - Main Result

Calculation: Referentiewoningen WP A15-Lingewaard

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence 1. WTG distance circle radius

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

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

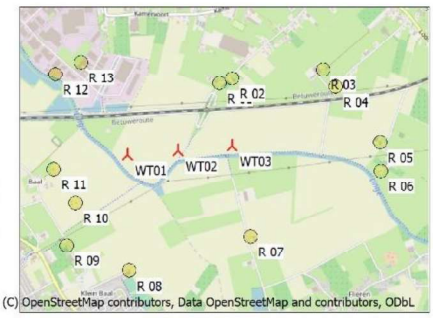
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,24	0,32	0,38	0,45	0,43	0,40	0,40	0,41	0,41	0,37	0,25	0,22

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
382	471	622	668	725	664	871	1.435	1.232	639	528	523	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



Scale 1:40.000
New WTG
Shadow receptor

WTGs

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data Calculation distance [m]	RPM [RPM]
WT01	192.374	434.773	8,9	Pondera A15 Lingewaard 50...	No	Pondera	A15 Lingewaard-5.000	5.000	185,0	132,5	2.220	-
WT02	192.810	434.813	7,6	Pondera A15 Lingewaard 50...	No	Pondera	A15 Lingewaard-5.000	5.000	185,0	132,5	2.220	-
WT03	193.272	434.856	8,8	Pondera A15 Lingewaard 50...	No	Pondera	A15 Lingewaard-5.000	5.000	185,0	132,5	2.220	-

Shadow receptor-Input

No.	Name	X (east)	Y (north)	Z [m]	Width [m]	Height [m]	Elevation a.g.l. [m]	Slope of window [°]	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l. [m]
R 01	Kampsestraat 90	193.156	435.388	8,3	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 02	Kampsestraat 61	193.264	435.428	7,9	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 03	Kraaienstraat 8	194.041	435.513	9,2	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 04	Kraaienstraat 3	194.154	435.367	8,9	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 05	't Veld 2	194.539	434.896	9,7	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 06	't Veld 8	194.547	434.654	9,2	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 07	Broeksestraat 30	193.433	434.079	8,7	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 08	Klein Baal 1	192.396	433.783	8,6	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 09	Lage Zandsestraat 9	191.860	433.993	10,8	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 10	Lage Zandsestraat 38	191.931	434.361	8,3	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 11	Baalsestraat 12	191.738	434.645	9,0	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 12	Weteringseweg 4	191.751	435.455	8,5	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 13	Nijverheidstraat 67	191.971	435.561	9,4	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case: Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow, expected values: Shadow hours per year [h/year]
R 01	Kampsestraat 90	273:54	125	2:52	44:59
R 02	Kampsestraat 61	227:41	123	2:21	38:04
R 03	Kraaienstraat 8	67:31	105	1:04	13:19
R 04	Kraaienstraat 3	48:58	70	1:06	11:16
R 05	't Veld 2	18:10	46	0:35	4:43
R 06	't Veld 8	24:05	64	0:35	6:15
R 07	Broeksestraat 30	21:00	57	0:31	4:56
R 08	Klein Baal 1	0:00	0	0:00	0:00
R 09	Lage Zandsestraat 9	25:46	71	0:29	7:03
R 10	Lage Zandsestraat 38	77:39	118	0:49	21:20

To be continued on next page...

windPRO 3.6.377 by EMD International A/S, Tel. +45 69 16 48 50, www.emd-international.com, support@emd.dk 27-12-2023 12:56 / 1 windPRO

Project:
723229

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Stefan Flanderijn / s.flanderijn@ponderaconsult.com
Calculated:
21-12-2023 14:21/3.6.377

SHADOW - Main Result

Calculation: Referentiewoningen WP A15-Lingewaard

...continued from previous page

No.	Name	Shadow, worst case: Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow, expected values: Shadow hours per year [h/year]
R 11	Baalsestraat 12	126:00	160	1:10	33:25
R 12	Weteringseweg 4	107:34	147	1:01	16:37
R 13	Nijverheidstraat 67	101:58	129	1:08	15:26

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
WT01	Pondera A15 Lingewaard 5000 185.0 !O! hub: 132,5 m (TOT: 225,0 m) (1)	331:48	68:45
WT02	Pondera A15 Lingewaard 5000 185.0 !O! hub: 132,5 m (TOT: 225,0 m) (2)	343:51	70:13
WT03	Pondera A15 Lingewaard 5000 185.0 !O! hub: 132,5 m (TOT: 225,0 m) (3)	384:12	75:39

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:
723229

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Stefan Flanderijn / s.flanderijn@ponderaconsult.com
Calculated:
21-12-2023 14:23/3.6.377

SHADOW - Main Result

Calculation: Referentiewoningen WP Caprice

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence 1. WTG distance circle radius

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

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

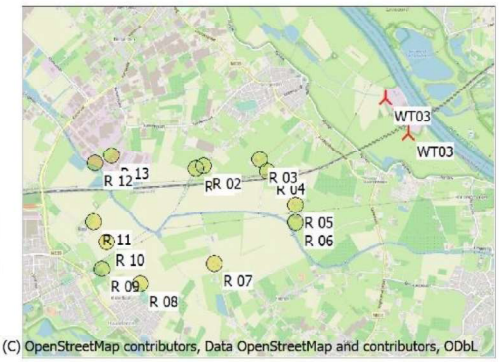
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,24	0,32	0,38	0,45	0,43	0,40	0,40	0,41	0,41	0,37	0,25	0,22

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
382	471	622	668	725	664	871	1.435	1.232	639	528	523	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



Scale 1:75.000
New WTG
Shadow receptor

WTGs

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data Calculation distance [m]	RPM [RPM]
WT03	196.105	435.895	11,3	Pondera WP Caprice bij ...	No	Pondera	WP Caprice bij A15-5.000	5.000	170,0	155,0	2.040	-
WT03	195.789	436.385	11,8	Pondera WP Caprice bij ...	No	Pondera	WP Caprice bij A15-5.000	5.000	170,0	155,0	2.040	-

Shadow receptor-Input

No.	Name	X (east)	Y (north)	Z [m]	Width [m]	Height [m]	Elevation a.g.l. [m]	Slope of window [°]	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l. [m]
R 01	Kampsestraat 90	193.156	435.388	8,3	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 02	Kampsestraat 61	193.264	435.428	7,9	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 03	Kraaienstraat 8	194.041	435.513	9,2	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 04	Kraaienstraat 3	194.154	435.367	8,9	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 05	't Veld 2	194.539	434.896	9,7	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 06	't Veld 8	194.547	434.654	9,2	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 07	Broeksestraat 30	193.433	434.079	8,7	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 08	Klein Baal 1	192.396	433.783	8,6	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 09	Lage Zandsestraat 9	191.860	433.993	10,8	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 10	Lage Zandsestraat 38	191.931	434.361	8,3	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 11	Baalsestraat 12	191.738	434.645	9,0	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 12	Weteringseweg 4	191.751	435.455	8,5	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 13	Nijverheidstraat 67	191.971	435.561	9,4	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case: Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow, expected values: Shadow hours per year [h/year]
R 01	Kampsestraat 90	0:00	0	0:00	0:00
R 02	Kampsestraat 61	0:00	0	0:00	0:00
R 03	Kraaienstraat 8	12:22	48	0:22	3:27
R 04	Kraaienstraat 3	26:33	93	0:23	7:16
R 05	't Veld 2	18:58	59	0:24	5:10
R 06	't Veld 8	0:00	0	0:00	0:00
R 07	Broeksestraat 30	0:00	0	0:00	0:00
R 08	Klein Baal 1	0:00	0	0:00	0:00
R 09	Lage Zandsestraat 9	0:00	0	0:00	0:00
R 10	Lage Zandsestraat 38	0:00	0	0:00	0:00
R 11	Baalsestraat 12	0:00	0	0:00	0:00

To be continued on next page...

Project:
723229

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Stefan Flanderijn / s.flanderijn@ponderaconsult.com
Calculated:
21-12-2023 14:23/3.6.377

SHADOW - Main Result

Calculation: Referentiewoningen WP Caprice

...continued from previous page

No.	Name	Shadow, worst case: Shadow hours per year [h/year]	Shadow, worst case: Shadow days per year [days/year]	Shadow, worst case: Max shadow hours per day [h/day]	Shadow, expected values: Shadow hours per year [h/year]
R 12	Weteringseweg 4	0:00	0	0:00	0:00
R 13	Nijverheidstraat 67	0:00	0	0:00	0:00

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
WT03	Pondera WP Caprice bij A15 5000 170.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 240,0 m) (5)	25:55	7:05
WT03	Pondera WP Caprice bij A15 5000 170.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 240,0 m) (4)	31:58	8:49

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.

Project:
723229

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Stefan Flanderijn / s.flanderijn@ponderaconsult.com
Calculated:
21-12-2023 14:23/3.6.377

SHADOW - Main Result

Calculation: Referentiewoningen cumulatief WP A15-Lingewaard en WP Caprice

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence 1. WTG distance circle radius

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

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

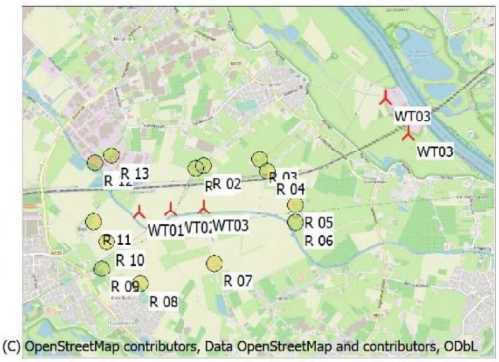
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,24	0,32	0,38	0,45	0,43	0,40	0,40	0,41	0,41	0,37	0,25	0,22

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
382	471	622	668	725	664	871	1.435	1.232	639	528	523	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



Scale 1:75.000
New WTG Shadow receptor

WTGs

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data Calculation distance [m]	RPM [RPM]
WT01	192.374	434.773	8,9	Pondera A15 Lingewaar...	No	Pondera	A15 Lingewaard-5.000	5.000	185,0	132,5	2.220	-
WT02	192.810	434.813	7,6	Pondera A15 Lingewaar...	No	Pondera	A15 Lingewaard-5.000	5.000	185,0	132,5	2.220	-
WT03	196.105	435.895	11,3	Pondera WP Caprice bij ...	No	Pondera	WP Caprice bij A15-5.000	5.000	170,0	155,0	2.040	-
WT03	195.709	436.305	11,8	Pondera WP Caprice bij ...	No	Pondera	WP Caprice bij A15-5.000	5.000	170,0	155,0	2.040	-
WT03	193.272	434.856	8,8	Pondera A15 Lingewaar...	No	Pondera	A15 Lingewaard-5.000	5.000	185,0	132,5	2.220	-

Shadow receptor-Input

No.	Name	X (east)	Y (north)	Z [m]	Width [m]	Height [m]	Elevation a.g.l. [m]	Slope of window [°]	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l. [m]
R 01	Kampsestraat 90	193.156	435.388	8,3	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 02	Kampsestraat 61	193.264	435.428	7,9	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 03	Kraaienstraat 8	194.041	435.513	9,2	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 04	Kraaienstraat 3	194.154	435.367	8,9	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 05	't Veld 2	194.539	434.896	9,7	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 06	't Veld 8	194.547	434.654	9,2	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 07	Broeksestraat 30	193.433	434.079	8,7	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 08	Klein Baal 1	192.396	433.783	8,6	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 09	Lage Zandsestraat 9	191.860	433.993	10,8	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 10	Lage Zandsestraat 38	191.931	434.361	8,3	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 11	Baalsestraat 12	191.738	434.645	9,0	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 12	Weteringseweg 4	191.751	435.455	8,5	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
R 13	Nijverheidstraat 67	191.971	435.561	9,4	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case: Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow, expected values: Shadow hours per year [h/year]
R 01	Kampsestraat 90	273:54	125	2:52	44:59
R 02	Kampsestraat 61	227:41	123	2:21	38:04
R 03	Kraaienstraat 8	79:53	153	1:04	16:47
R 04	Kraaienstraat 3	75:31	163	1:06	18:34
R 05	't Veld 2	37:08	105	0:35	9:54
R 06	't Veld 8	24:05	64	0:35	6:15
R 07	Broeksestraat 30	21:00	57	0:31	4:56
R 08	Klein Baal 1	0:00	0	0:00	0:00

To be continued on next page...

Project:
723229

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Stefan Flanderijn / s.flanderijn@ponderaconsult.com
Calculated:
21-12-2023 14:23/3.6.377

SHADOW - Main Result

Calculation: Referentiewoningen cumulatief WP A15-Lingewaard en WP Caprice

...continued from previous page

No.	Name	Shadow, worst case: Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow, expected values: Shadow hours per year [h/year]
R 09	Lage Zandsestraat 9	25:46	71	0:29	7:03
R 10	Lage Zandsestraat 38	77:39	118	0:49	21:20
R 11	Baalsestraat 12	126:00	160	1:10	33:25
R 12	Weteringseweg 4	107:34	147	1:01	16:37
R 13	Nijverheidstraat 67	101:58	129	1:08	15:26

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
WT01	Pondera A15 Lingewaard 5000 185.0 !O! hub: 132,5 m (TOT: 225,0 m) (1)	331:48	68:45
WT02	Pondera A15 Lingewaard 5000 185.0 !O! hub: 132,5 m (TOT: 225,0 m) (2)	343:51	70:13
WT03	Pondera WP Caprice bij A15 5000 170.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 240,0 m) (5)	25:55	7:05
WT03	Pondera WP Caprice bij A15 5000 170.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 240,0 m) (4)	31:58	8:49
WT03	Pondera A15 Lingewaard 5000 185.0 !O! hub: 132,5 m (TOT: 225,0 m) (3)	384:12	75:39

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:
723229

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Stefan Flanderijn / s.flanderijn@ponderaconsult.com
Calculated:
19-12-2023 12:44/3.6.377

SHADOW - Main Result

Calculation: Referentiebedrijven

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence 1. WTG distance circle radius

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

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

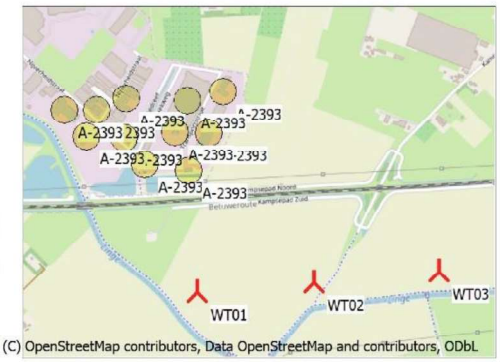
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,24	0,32	0,38	0,45	0,43	0,40	0,40	0,41	0,41	0,37	0,25	0,22

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
382	471	622	668	725	664	871	1.435	1.232	639	528	523	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



Scale 1:20.000
New WTG Shadow receptor

WTGs

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data Calculation distance [m]	RPM [RPM]
WT01	192.374	434.773	8,9	Pondera A15 Lingewaard 50...	No	Pondera	A15 Lingewaard-5.000	5.000	185,0	132,5	2.220	-
WT02	192.810	434.813	7,6	Pondera A15 Lingewaard 50...	No	Pondera	A15 Lingewaard-5.000	5.000	185,0	132,5	2.220	-
WT03	193.272	434.856	8,8	Pondera A15 Lingewaard 50...	No	Pondera	A15 Lingewaard-5.000	5.000	185,0	132,5	2.220	-

Shadow receptor-Input

No.	Name	X (east)	Y (north)	Z [m]	Width [m]	Height [m]	Elevation a.g.l. [m]	Slope of window [°]	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l. [m]
A-2393	Nijverheidsstraat 40	191.879	435.445	9,2	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
A-2393	Nijverheidsstraat 42	191.961	435.350	9,1	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
A-2393	Logistiekweg 4	192.335	435.484	9,6	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
A-2393	Transportstraat 4	192.416	435.365	8,4	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
A-2393	Transportstraat 10	192.466	435.518	9,3	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
A-2393	Nijverheidsstraat 56	192.106	435.488	9,4	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
A-2393	Transportstraat 2	192.342	435.225	7,9	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
A-2393	Transportstraat 12	192.178	435.245	7,9	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
A-2393	Logistiekweg 5	192.290	435.365	8,9	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
A-2393	Nijverheidsstraat 63	191.999	435.445	9,5	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0
A-2393	Expeditiedreef 3-11	192.103	435.345	9,9	8,0	5,0	0,0	90,0	"Green house mode"	5,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case: Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow, expected values: Shadow hours per year [h/year]
A-2393	Nijverheidsstraat 40	121:34	145	1:09	19:03
A-2393	Nijverheidsstraat 42	155:54	155	1:25	25:09
A-2393	Logistiekweg 4	150:00	127	1:53	22:46
A-2393	Transportstraat 4	240:13	143	2:23	38:04
A-2393	Transportstraat 10	137:27	115	1:50	20:43
A-2393	Nijverheidsstraat 56	135:17	134	1:29	20:27
A-2393	Transportstraat 2	319:14	169	2:40	55:06
A-2393	Transportstraat 12	247:07	167	2:09	42:11
A-2393	Logistiekweg 5	218:43	147	2:07	33:51
A-2393	Nijverheidsstraat 63	130:53	143	1:20	20:35
A-2393	Expeditiedreef 3-11	177:50	153	1:43	28:55

Project:
723229

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Stefan Flanderijn / s.flanderijn@ponderaconsult.com
Calculated:
19-12-2023 12:44/3.6.377

SHADOW - Main Result

Calculation: Referentiebedrijven

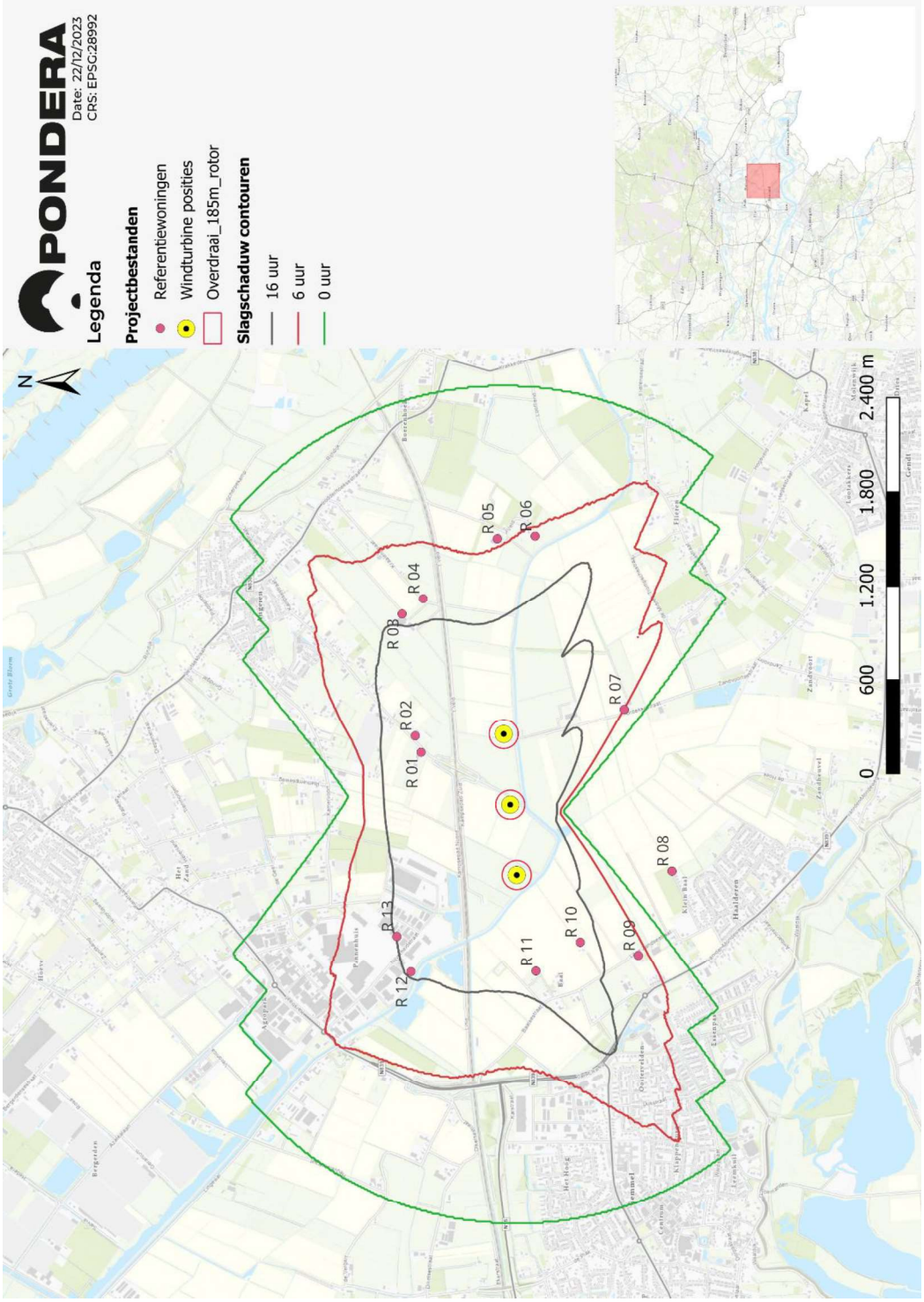
Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
WT01	Pondera A15 Lingewaard 5000 185.0 !O! hub: 132,5 m (TOT: 225,0 m) (1)	414:33	68:09
WT02	Pondera A15 Lingewaard 5000 185.0 !O! hub: 132,5 m (TOT: 225,0 m) (2)	283:48	45:40
WT03	Pondera A15 Lingewaard 5000 185.0 !O! hub: 132,5 m (TOT: 225,0 m) (3)	107:33	19:56

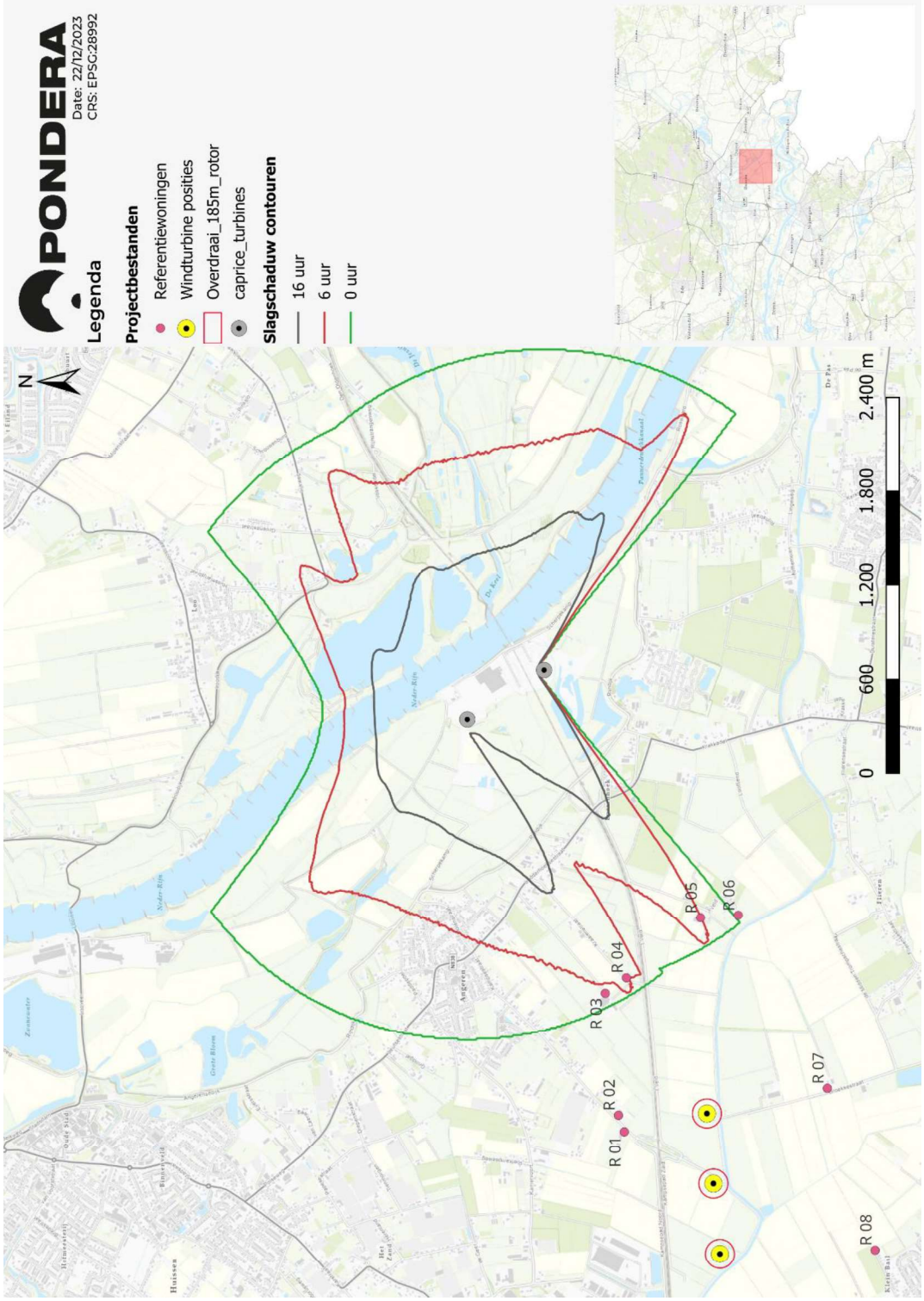
Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

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.

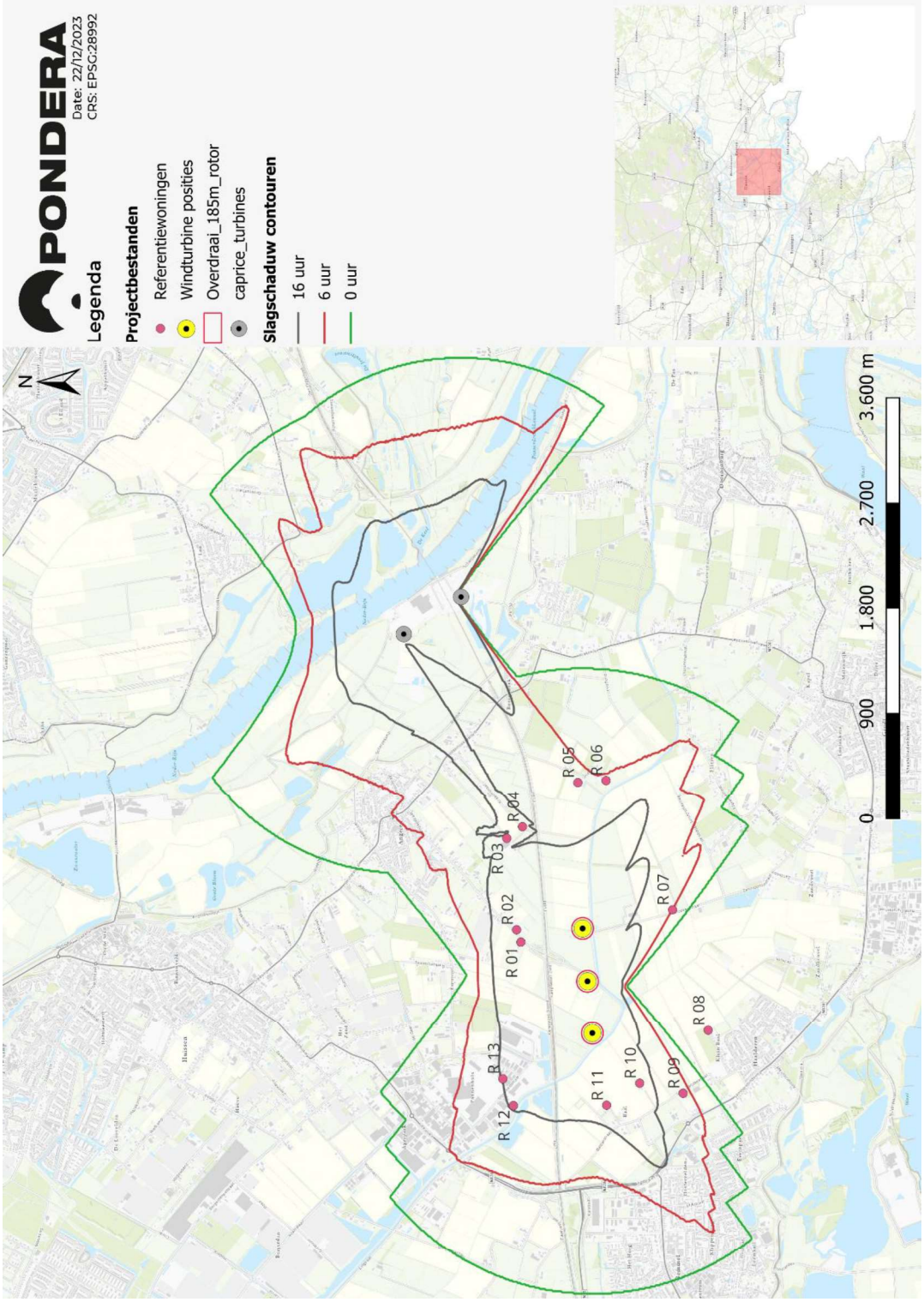
Bijlage 12 Slagschaduwcontouren WP A15-Lingewaard



Bijlage 13 Slagschaduwcontouren referentiesituatie (WP Caprice)



Bijlage 14 Slagschaduwcontouren Cumulatief



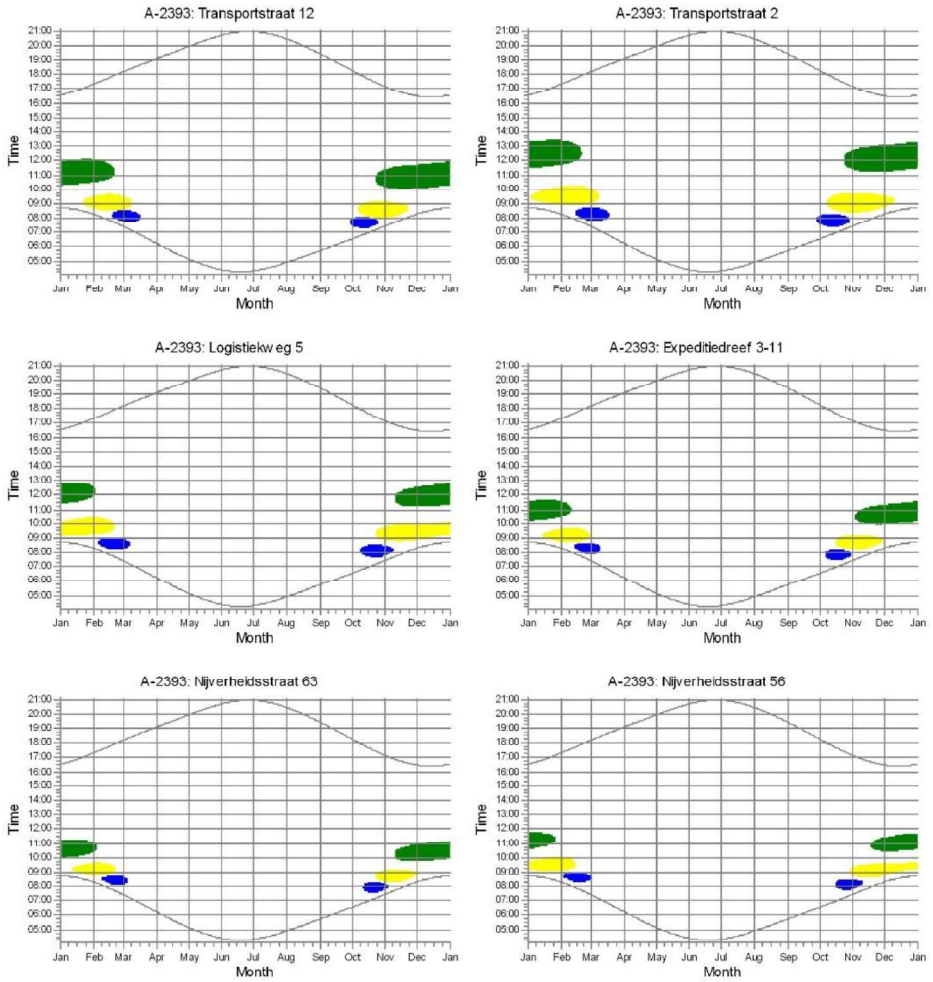
Bijlage 15 Slagschaduwkalenders kantoorpanden (met zomertijd 2021)

Project:
723229

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Stefan Flanderijn / s.flanderijn@ponderaconsult.com
Calculated:
19-12-2023 12:44/3.6.377

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Referentiebedrijven



WTGs

- WT01: Pondera A15 Lingewaard 5000 185.0 !O! hub: 132,5 m (TOT: 225,0 m) (1)
- WT02: Pondera A15 Lingewaard 5000 185.0 !O! hub: 132,5 m (TOT: 225,0 m) (2)
- WT03: Pondera A15 Lingewaard 5000 185.0 !O! hub: 132,5 m (TOT: 225,0 m) (3)

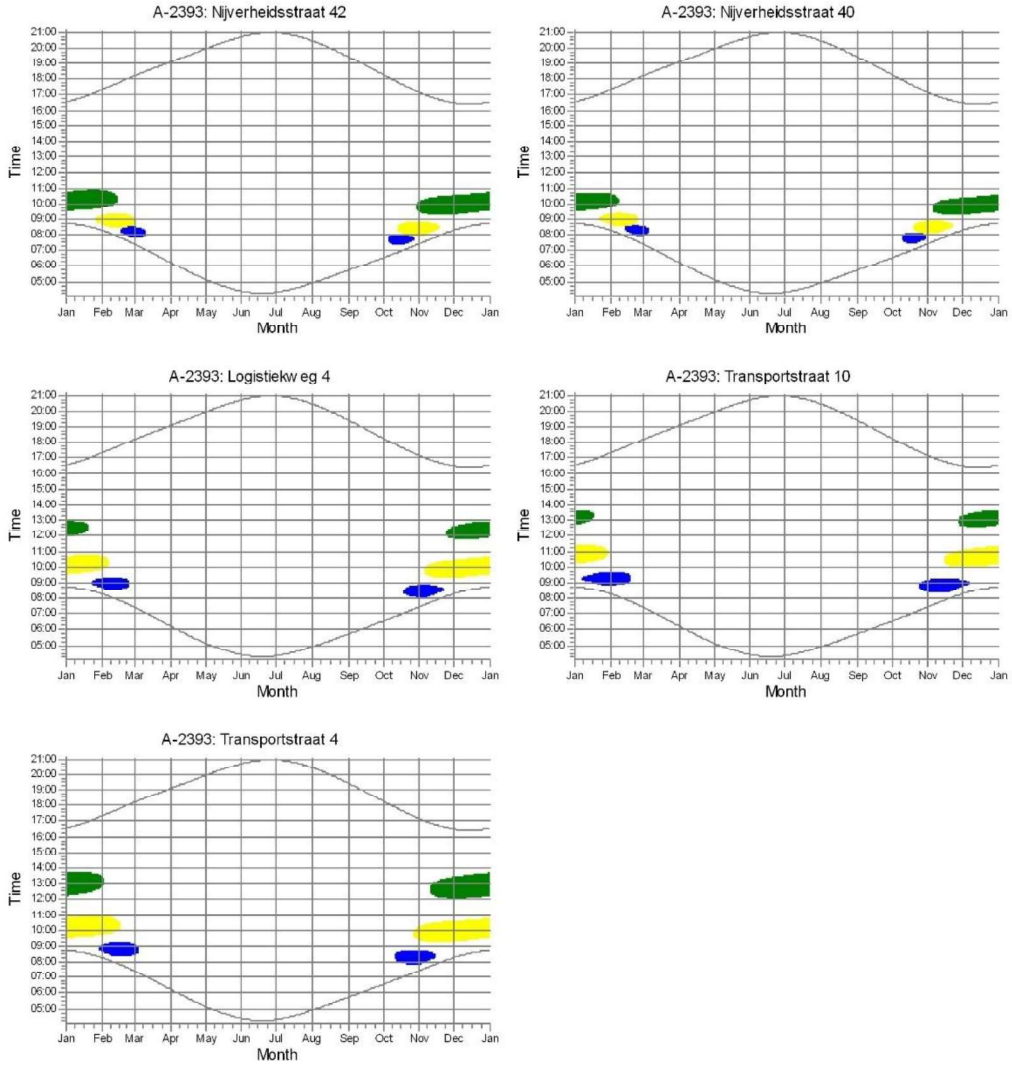
windPRO 3.6.377 by EMD International A/S, Tel. +45 69 16 48 50, www.emd-international.com, support@emd.dk 28-12-2023 16:32 / 1 windPRO

Project:
723229

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372
Stefan Flanderijn / s.flanderijn@ponderaconsult.com
Calculated:
19-12-2023 12:44/3.6.377

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Referentiebedrijven



WTGs

- WT01: Pondera A15 Lingewaard 5000 185.0 !O! hub: 132,5 m (TOT: 225,0 m) (1)
- WT02: Pondera A15 Lingewaard 5000 185.0 !O! hub: 132,5 m (TOT: 225,0 m) (2)
- WT03: Pondera A15 Lingewaard 5000 185.0 !O! hub: 132,5 m (TOT: 225,0 m) (3)

windPRO 3.6.377 by EMD International A/S, Tel. +45 69 16 48 50, www.emd-international.com, support@emd.dk 28-12-2023 16:32 / 2 windPRO