



Locatieonderzoek windenergie Barneveld

Aanvullende notitie

Gemeente Barneveld

720159 | Definitief v2.0

18/06/2021



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

Projectnaam
Locatieonderzoek windenergie Barneveld

Soort document
Aanvullende notitie

Versienummer
Definitief v2.0

Datum
18-6-2021

Project nummer
720159

Oprachtgever
Gemeente Barneveld

Auteur
Stefan Flanderijn en Lisa Meissl

Nagekeken door
Sergej van de Bilt en Dion Oude Lansink

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.

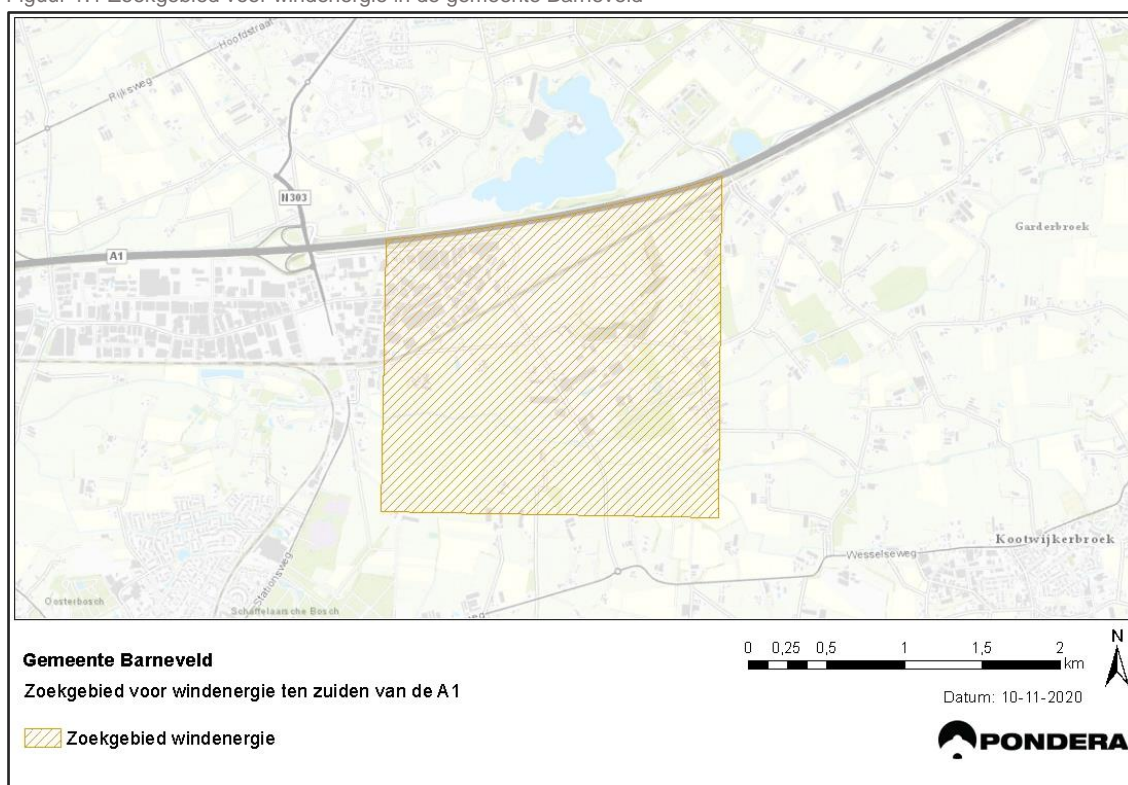
Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Te behandelen aspecten	1
1.2	Aanpak notitie	2
2	Windturbines en gezondheid	4
2.1	Geen direct verband tussen windturbines en gezondheidseffecten aangetoond	4
2.2	Verplichte afstanden tussen windparken en woonwijken zijn niet doeltreffend	6
3	Leefomgeving	8
3.1	Voorbeeldopstellingen voor geluid- en slagschaduwberekeningen	8
3.2	Geluid	9
3.3	Slagschaduw	23
4	Waterhuishouding en bodem	27
4.1	Afstand windturbines tot waterstaatswerken	27
4.2	Bodemkwaliteit	27
5	Externe veiligheid	29
5.1	Afstanden windturbines tot externe veiligheidsobjecten en infrastructuur	29
5.2	(Beperkt) kwetsbare objecten	31
5.3	Infrastructuur	33
5.4	Industriële installaties en risicovolle inrichtingen	33
5.5	Transportleidingen en hoogspanningslijnen	34
6	Ruimtegebruik	34
6.1	Ruimtegebruik in het zoekgebied in combinatie met windturbines	34
6.2	Laagvlieggebied Defensie	35
6.3	Straalverbindingen	36
7	Netcapaciteit	37
8	Bijlage - Grafische kalenders slagschaduwberekening Zeumeren	40

1 Inleiding

Deze notitie is een aanvulling op het plan-MER 'Milieueffectrapport Windenergie Structuurvisie Barneveld' (2019). De notitie richt zich op het zoekgebied voor windenergie dat de gemeenteraad Barneveld aan de hand van het plan-MER heeft gekozen. Doel van deze notitie is om de (on)mogelijkheden en speelruimtes voor windenergie binnen dit zoekgebied inzichtelijk te maken en om de gemeente handvatten te geven voor het afwegen en beoordelen van toekomstige windenergie initiatieven. Het zoekgebied betreft locatie 5 uit het plan-MER, maar dan alleen het deel ten zuiden van de A1 (zie Figuur 1.1), conform het besluit van de gemeenteraad.

Figuur 1.1 Zoekgebied voor windenergie in de gemeente Barneveld



1.1 Te behandelen aspecten

Deze notitie beschrijft de effecten en belemmeringen voor windenergie van de aspecten geluid en slagschaduw, water en bodem, externe veiligheid, ruimtegebruik en netcapaciteit voor het zoekgebied. Deze aspecten bepalen namelijk met name de ruimte voor windenergie binnen het zoekgebied. De notitie maakt de ruimte voor windenergie binnen het zoekgebied per aspect op kaart inzichtelijk. De ruimte voor windenergie wordt daarnaast ook door andere aspecten zoals ecologie, landschap, cultuurhistorie en archeologie bepaald. Deze aspecten zijn echter geen onderdeel van deze notitie. De aspecten elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies en economie zijn eveneens geen onderdeel van deze notitie, aangezien effecten in verband met deze aspecten binnen het zoekgebied niet onderscheidend en reeds in het plan-MER beschreven zijn. Voor het aspect gezondheid geeft deze notitie een update over de meest actuele kennisstand.

1.2 Aanpak notitie

Aan de hand van een GIS-analyse analyseert Pondera de beschikbare ruimte voor de grootschalige opwek van windenergie binnen het zoekgebied. De analyse houdt op basis van vuistregels rekening met relevante milieutechnische aspecten en gevoelige functies die een belemmering voor de haalbaarheid van windenergie vormen. De gehanteerde vuistregels en toetsafstanden volgen uit wet- en regelgeving, beleid en expert judgement (zie hiervoor de bijlage ruimtelijke analyse van het plan-MER). De GIS-analyse is vergelijkbaar met de analyse die destijds voor het plan-MER is uitgevoerd, maar is gebaseerd op actuele geodata en er is op het betreffende zoekgebied ingezoomd.

1.2.1 Referentieturbine

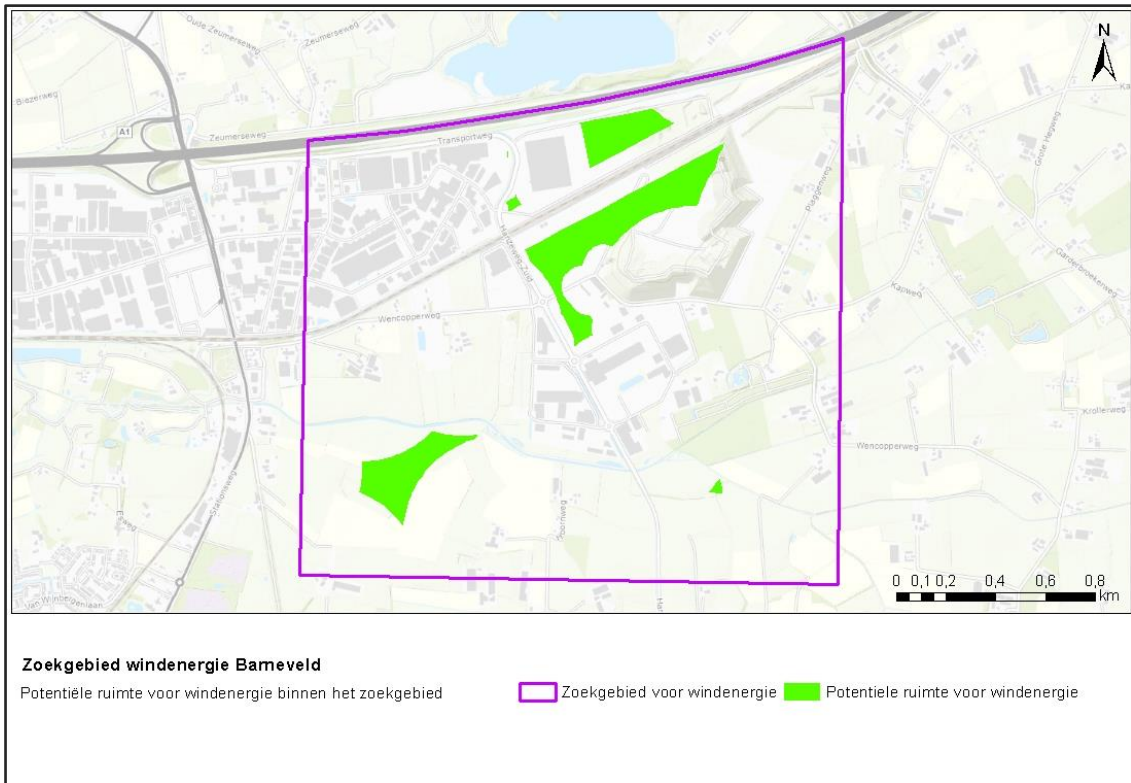
Pondera kiest in deze aanvullende notitie voor een referentieturbine met een maximale rotor van 150 meter en een ashoogte van 150 meter. Deze turbine-categorie representeert moderne windturbines die tegenwoordig op de markt beschikbaar zijn, momenteel worden geïnstalleerd in Nederland en die naar verwachting financieel rendabel zijn op basis van huidige marktomstandigheden en subsidieregime. Door uit te gaan van deze turbinecategorie levert deze notitie een actueel inzicht in de (on)mogelijkheden voor windturbines. Dit betekent niet automatisch dat grotere turbines dan de referentieturbine milieutechnisch niet mogelijk zijn, maar dat bij gebruik van grotere turbines de mogelijkheden beperkter worden in het gebied, omdat veel effecten afhangen van de grootte van de turbine. Het blijft echter altijd maatwerk om een concreet windpark in te passen.

Het plan-MER uit 2019 maakte inzichtelijk welke locaties potentieel geschikt zijn voor windturbines met 120 meter ashoogte en 120 meter rotordiameter én voor windturbines met 150 meter ashoogte en 150 meter rotordiameter. Vervolgens zijn voorbeeldopstellingen met windturbines met een rotordiameter en ashoogte van maximaal 120 meter op effecten beoordeeld. Het was destijds een bewuste keuze om een voor de markt relatief kleine windturbine als uitgangspunt te hanteren, zodat er ook locaties in beeld komen die in potentie geschikt zijn voor niet de grootst mogelijke turbines. De windturbine markt ontwikkelt zich echter snel. Vanwege het subsidieregime waarbij goedkopere duurzame energieopwek voorrang krijgt boven duurdere vormen, zijn 'kleinere' windturbines minder interessant geworden. De kosten voor een opgewekte kWh van een 'kleinere' turbines is namelijk groter dan bij grotere turbines. Daarnaast leveren turbinefabrikanten deze 'kleinere' windturbines steeds minder en raken ze uit het assortiment. Naar verwachting gaan de afmetingen van windturbines in de komende jaren verder toenemen en verdwijnen de kleinere windturbines mogelijk van de (internationale) markt.

1.2.2 Potentiële windturbine locaties

Figuur 1.2 maakt duidelijk waar potentiële ruimte voor windenergie is en waar ruimtelijke belemmeringen gelden op basis van de onderzochte referentieturbine. De groen aangewezen gebieden op de kaart tonen de ruimte voor windenergie. Buiten de groene gebieden zijn er één of meer ruimtelijke belemmeringen voor windenergie aanwezig. Deze notitie zet vervolgens de potentiële ruimte voor windenergie die volgens de GIS-analyse ontstaat, per aspect in relatie tot de voor het aspect relevante belemmeringen en/ of aandachtspunten voor windenergie.

Figuur 1.2 Potentiële ruimte voor windenergie op basis van de GIS-analyse voor turbines met een rotordiameter van 150 meter en een ashoogte van 150 meter



2 Windturbines en gezondheid

De vraag of de effecten van windturbines ook invloed op de menselijke gezondheid hebben, is reeds onderzocht in het plan-MER. In dit hoofdstuk leest u actuele wetenschappelijke inzichten ten aanzien van de relatie tussen windturbines en gezondheid, die tijdens het opstellen van het plan-MER nog niet beschikbaar waren.

Het aspect gezondheid maakt tevens impliciet deel uit van andere hoofdstukken in deze notitie, aangezien de normen die zijn opgesteld voor geluid, slagschaduw en externe veiligheid het doel hebben mensen te beschermen tegen onaantoonbare hinder. Bij het vaststellen van deze normen hebben gezondheidsaspecten een rol gespeeld¹.

2.1 Geen direct verband tussen windturbines en gezondheidseffecten aangetoond

Het plan-MER concludeert in het hoofdstuk 'Gezondheid' dat er geen verband is aangetoond tussen windturbines en gezondheidseffecten. Deze conclusie is gebaseerd op met name informatie volgend uit (inter)nationale gezondheidsinstituten en universiteiten waaronder voornamelijk wetenschappelijke metastudies. Daarnaast zijn er in het plan-MER vaak aangehaalde berichtgevingen in de maatschappelijke discussie rond windturbines en gezondheid geëvalueerd. In dit hoofdstuk heeft Pondera nieuwe (wetenschappelijke) studies opgenomen die ten tijden van het opstellen van het plan-MER nog niet beschikbaar waren. Hieronder leest u een beknopte samenvatting van deze nieuwe studies.

De conclusie blijft echter: er is geen direct verband aangetoond tussen windturbines en gezondheidseffecten. Dit geldt ook voor laagfrequent geluid van windturbines. Wel kan er sprake zijn van hindereffecten als gevolg van windturbines. In diverse onderzoeken is gevonden dat eventuele gezondheidseffecten (zoals bijvoorbeeld slaapverstoring) gerelateerd zijn aan hinder in plaats van directe blootstelling aan (laagfrequent) geluid. Uit de literatuur blijkt niet dat het laagfrequent deel van het windturbinegeluid (lage tonen) tot extra hinder leidt. Verder is er geen direct bewijs voor een verband tussen laagfrequent geluid van windturbines en gezondheidseffecten.

¹ Na de uitspraak van de Raad van State op 30 juni 2021 over windpark Delfzijl Zuid Uitbreiding/Nevele-arrest (ECLI:NL:RVS:2021:1395) mogen de in het Activiteitenbesluit en -regeling (hierna: windturbinebepalingen) opgenomen normen voor geluid, slagschaduw en externe veiligheid van windturbines niet meer zonder meer worden gebruikt als toetsnorm voor windparken tot er een planMER is uitgevoerd voor de windturbinebepalingen in het Activiteitenbesluit en -regeling. Het is nog niet duidelijk wat de gevolgen hiervan zijn voor de 'huidige' normen. De nieuwe normen kunnen in principe gelijk, maar ook hoger of lager worden. Projecten kunnen wachten op het plan-MER voor de windturbinebepalingen en vervolgens direct toetsen aan de nieuwe normen. Er mogen echter ook eigen normen voor projecten worden gesteld die voor dát project onderbouwd dienen te worden en voorzien moeten zijn van actuele, deugdelijke, op zichzelf staande en op de aan de orde zijnde situatie toegesneden motivering. Voor één of twee losse windturbines blijven de windturbinebepalingen wel gelden.

Kader 2.1 Laagfrequent geluid

Laagfrequent geluid is geluid met een frequentie lager dan 200 Hz. In de meeste gevallen wordt dit overstemd door hoger frequent geluid en dus niet als zodanig gehoord. Het is meestal mechanisch geproduceerd geluid. Bekende bronnen zijn transformatoren, wegverkeer en windturbines. Maar ook warmtepompen, airconditioners, wasmachines en andere huishoudelijke apparaten, mechanische ventilatie en muziek bij festivals/discotheken produceren laagfrequent geluid. Laagfrequent geluid dempt door gevels en op grotere afstand minder uit dan normaal geluid, op meer dan 5 kilometer afstand van sterke geluidbronnen blijft alleen laagfrequent geluid over.

In de discussie rondom windturbines en gezondheid wordt vaak de vraag gesteld of laagfrequent geluid van windturbines effecten kan hebben op de menselijke gezondheid. Er is geen direct wetenschappelijk bewijs gevonden voor een verband tussen laagfrequent geluid van windturbines en gezondheidseffecten.

Kader 2.2 Laagfrequent geluid in de Nederlandse wet- en regelgeving

In Nederland bestaat er geen specifieke wet- en regelgeving voor laagfrequent geluid van windturbines. De huidige Nederlandse norm voor windturbinegeluid beslaat namelijk het hele geluidsspectrum, dus ook laagfrequent geluid. Bij deze norm wordt het geluidniveau van windturbines op de gevel van een woning getoetst. Zowel de WHO als het RIVM sturen niet aan op een aparte norm voor laagfrequent geluid.

Voor het beoordelen van laagfrequent geluid bestaan in Nederland slechts richtlijnen, namelijk de richtlijn Laagfrequent geluid van de Nederlandse Stichting Geluidhinder (NSG) en de Vercammen-curve. Bij beide richtlijnen wordt het geluidniveau binnenin een woning getoetst. Deze richtlijnen worden soms door de Nederlandse rechtbank gebruikt om uitspraak te doen over (hinder door) laagfrequent geluid.

2.1.1 Onderzoek RIVM 2020

Het RIVM heeft op 29 oktober 2020 een rapport uitgebracht over de vragen over gezondheidseffecten in relatie tot de aanwezigheid van windturbines². Het RIVM heeft in dit rapport de literatuur op een rij gezet die verscheen tussen 2017 en medio 2020 over het effect van geluid van windturbines op de gezondheid van omwonenden. Daarbij verzamelde het RIVM wetenschappelijke literatuur over onder andere het effect van windturbines op de ervaring van hinder, verstoring van de slaap, cardiovasculaire en metabole effecten. Het RIVM keek ook wat er in de wetenschap bekend is over hinder door de visuele aspecten van windturbines en andere niet-akoestische factoren.

Een belangrijke conclusie van het onderzoek is dat er geen eenduidig bewijs voor effecten anders dan hinder is aangetoond. Uit de literatuurstudie blijkt dat hinder optreedt als gevolg van geluid: hoe sterker (in decibel) het geluid van windturbines, hoe groter de hinder ervan. Uit de literatuur blijkt niet dat het zogeheten 'laagfrequent geluid' (lage tonen) van windturbines voor extra hinder zorgt in vergelijking met gewoon geluid. Voor mogelijke gezondheidseffecten van het geluid van windturbines, zoals slaapverstoring, slapeloosheid en hart- en vaatziekten, zijn de resultaten van wetenschappelijk onderzoek niet eenduidig: deze effecten hangen niet duidelijk samen met het geluidniveau, maar soms wel met de

² Health effects related to wind turbine sound: an update (RIVM report 2020-0150)

ervaren hinder. Deze resultaten onderbouwen de eerdere conclusies van een vergelijkbare studie drie jaar geleden (RIVM & GGD 2017, zie hiervoor het plan-MER).

2.1.2 Rapport DEI 'Voorkom het windturbine syndroom'

Recent is een rapportage van het Democratische Energie Initiatief (DEI³) verschenen onder de titel 'Voorkom het windturbine syndroom'. De studie claimt een relatie te zien tussen windparken en gezondheidsklachten, zoals slapeloosheid, concentratieverlies en stress, en richt zich specifiek op de geluidsproductie van windparken in het laagfrequente spectrum (infrageluid). Gesuggereerd wordt dat deze gevolgen in de medische wereld erkend worden. Echter, de bronnen die hiervoor zijn gebruikt, zijn niet van wetenschappelijke aard. Voor eenzelfde type klachten zijn daarnaast in eerdere en veel gepubliceerde wetenschappelijke studies geen relaties gevonden. Dit onderzoek is niet gepubliceerd in een wetenschappelijk tijdschrift en er heeft geen peer-review⁴ plaatsgevonden. Daarnaast is de rapportage, volgens de literatuurlijst, niet gebaseerd op de meest recente wetenschappelijke inzichten. Deels betreft het websites, nog niet gepubliceerde stukken en mediaberichten.

2.2 Verplichte afstanden tussen windparken en woonwijken zijn niet doeltreffend

Enkele Europese landen werken met een verplichte aan te houden minimumafstand tussen de voet van een windturbine en de buitengevel van een woning. Zo geldt bijvoorbeeld in Wallonië en Denemarken en minimumafstand van 4x de tiphoogte. In Italië houdt men 6x de tiphoogte aan, Polen en de Duitse provincie Beieren pleiten voor 10x de tiphoogte. In Nederland geldt echter geen dergelijke minimaal aan te houden afstand, omdat afstand houden niet het doel op zich is, maar de geluidbelasting op de gevel van woningen. De NWEA⁵ legt dit als volgt uit: "Het doel is hinder te voorkomen en/of te beperken door het geluidsniveau op de gevel onder een bepaalde waarde te houden. Een minimale afstand is echter geen garantie voor geen of minder geluid. Zo kan er veel omgevingsgeluid zijn (in een industriegebied of bij een snelweg) waardoor de afstand minder uitmaakt. Ook is van invloed wat er tussen de molen en de bebouwing staat of groeit waardoor het geluid zich ook anders gedraagt."

De afgelopen jaren wordt ook in de Nederlandse media de discussie gevoerd naar een verplichte aan te houden afstand tussen windparken en woonwijken van tot tien keer de ashoogte van de windturbines. Voor de referentieturbine in deze notitie zou dit een afstand betekenen van $150 \times 10 = 1.500$ meter. Door onder ander de technische vooruitgang, maken hogere en moderne windturbines echter niet per definitie meer geluid dan kleinere gangbare turbines. Geluidemissie kan daarnaast goed worden ingeregeld. Daarom is het instellen van een afstandsnorm die gerelateerd is aan een ashoogte, niet doeltreffend. Daarnaast gelden ook voor geluid van industrie, verkeer en luchtvaart geen afstandseisen, maar geluidnormen die ook een afweging zijn tussen het willen mogelijk maken van industrie, verkeer en luchtvaart tegen acceptabele hinder. Voor wat betreft geluidnormen voor windturbinegeluid wordt dus aangesloten bij hoe dat voor andere bronnen is gedaan. Voor windturbinegeluid is de maximaal toegestane waarde 47 dB L_{den} , hetgeen qua hinderlijkheid overeenkomt met circa 58 dB L_{den} aan wegverkeerslawaai (8-9% ernstig gehinderd). Voor woningen geldt een voorkeursgrenswaarde van 48 dB L_{den} (minder hinderlijk dan windturbinegeluid op 47 dB L_{den}), maar via een ontheffing kan dit oplopen tot, afhankelijk van het type woning en gebied, 68 dB L_{den} (hinderlijker dan windturbinegeluid op 47 dB L_{den}).

³ <https://www.deinl.nl/programma.html>

⁴ Peer-review is een vorm van kwaliteitsbeoordeling en -controle. Tijdens een peer-review wordt een onderzoek onderworpen aan een (anonieme) toetsing door meerdere vakgenoten.

⁵ Nederlandse Windenergie Associatie (<https://www.nwea.nl/kb/minimumafstand-tussen-windturbines-en-woningen/>)

Voor slagschaduw is de rotordiameter van grote invloed op de afstand waarbinnen slagschaduw als hinderlijk wordt ervaren. In de Activiteitenregeling wordt dit begrensd op 12 maal de rotordiameter. Binnen deze afstand mag gemiddeld op niet meer dan 17 dagen per jaar meer dan 20 minuten per dag slagschaduw optreden. Ook slagschaduw kan, net als geluidemissie, goed worden ingeregeld. Daarom is ook het instellen van een afstandsnorm voor slagschaduw die gerelateerd is aan een ashoogte, niet doeltreffend.

3 Leefomgeving

Windturbines kunnen hinder voor de leefomgeving veroorzaken in de vorm van geluid en slagschaduw. Dit hoofdstuk beschrijft potentiële effecten door geluid en slagschaduw op de leefomgeving in het zoekgebied.

3.1 Voorbeeldopstellingen voor geluid- en slagschaduwberekeningen

Voor de aspecten geluid en slagschaduw is het nodig om te werken met een voorbeeldopstelling om aan de hand daarvan de effecten van windturbines te toetsen op de leefomgeving. Binnen de (veronderstelde) beschikbare ruimte uit de GIS-analyse is door Pondera daarom een voorbeeldopstelling bepaald voor totaal 12 MW opgesteld vermogen aan windenergie. Deze opstelling bestaat uit 3 windturbines met een ashoogte en rotordiameter van 150 meter.

3.1.1 Opstellingsprincipes voorbeeldopstelling

Voor deze voorbeeldopstelling zijn de locaties voor de windturbines zodanig gekozen dat de effecten door windturbinegeluid zoveel mogelijk over het gehele zoekgebied verspreid zijn. Daarnaast is rekening gehouden met het zoveel mogelijk clusteren van het windturbinegeluid met bestaande geluidsbronnen.

Tussen de windturbines houdt Pondera een minimale onderlinge windturbineafstand van 4 x de rotordiameter (4D) aan om de onderlinge beïnvloeding te beperken, zoals windafvang en turbulentie. Aan de ene kant treden hierdoor minder productieverliezen op en anderzijds bevordert dit de te verwachten levensduur van windturbines. Een minimale onderlinge windturbineafstand van 4D als vuistregel is een gebruikelijke afstand voor windturbines op land in Nederland. Het is onder voorwaarden echter mogelijk hiervan af te wijken en de windturbines op iets kortere afstand van elkaar te plaatsen (of juist op grotere afstand van elkaar indien de ruimte er is). Dit is echter maatwerk en wordt pas in een vervolgfase voor concrete projecten verkend.

3.1.2 Tweede, geoptimaliseerde voorbeeldopstelling op basis van landschappelijke criteria

Naast de voorbeeldopstelling van Pondera, die zich vooral richt op effecten in het gehele zoekgebied, is er in deze notitie een tweede voorbeeldopstelling onderzocht. Deze opstelling is geoptimaliseerd op basis van landschappelijke criteria, voortvloeiend uit een landschappelijke analyse in opdracht van de gemeente. Ook deze opstelling bestaat uit 3 windturbines met een ashoogte en rotordiameter van 150 meter en houdt rekening met zowel een afstand van minimaal 4 x de rotordiameter als met de (veronderstelde) beschikbare ruimte voor windenergie uit de GIS-analyse door Pondera.

Voor deze tweede, geoptimaliseerde voorbeeldopstelling zijn er, aanvullend aan de toetsing aan de Nederlandse geluidsnorm voor windturbines van L_{den} 47 dB en L_{night} 41 dB, ook berekeningen uitgevoerd in het kader van de richtlijn Laagfrequent geluid van de Nederlandse Stichting Geluidhinder (NSG) en de Vercammen-curve. Daarnaast zijn er voor deze voorbeeldopstelling het maximale aantal minuten slagschaduw berekend dat kan optreden per jaar en is er nader onderzoek gedaan naar de invloed door slagschaduw voor het nabijgelegen recreatiegebied Zeumeren, waaronder het strand en diverse campings.

Figuur 3.1 toont de twee voorbeeldopstellingen.

Figuur 3.1 Voorbeeldopstellingen



3.2 Geluid

In dit hoofdstuk leest u eerst algemene aannames voor de afstanden van windturbines tot geluidgevoelige objecten en voor cumulatief geluid. Daarna worden deze aannames getoetst aan de hand van geluidsberekeningen op basis van de voorbeeldopstelling.

Het geluid van windturbines wordt voornamelijk veroorzaakt door de bewegende rotorbladen van de windturbine. Het Activiteitenbesluit is het kader voor de toetsing van geluid van windturbines in Nederland. In het Activiteitenbesluit wordt voor de normstelling van geluid getoetst aan de waarden $L_{den}^6=47$ dB en $L_{night}=41$ dB⁷. Deze normen gelden voor geluidgevoelige objecten: dit zijn woningen van derden, scholen en ziekenhuizen.

⁶ De L_{den} (Engels: Level day-evening-night) is een maat van geluidbelasting. Hierbij vindt een weging plaats van de momenten waarop geluidbelasting optreedt; de geluidsproductie tijdens de avond en nacht wordt zwaarder meegewogen dan het geluid overdag. In Nederland wordt tevens getoetst aan L_{night} om verstoring van nachtrust te voorkomen.

⁷ Na de uitspraak van de Raad van State op 30 juni 2021 over windpark Delfzijl Zuid Uitbreiding/Nevele-arrest (ECLI:NL:RVS:2021:1395) mogen de in het Activiteitenbesluit en -regeling (hierna: windturbinebepalingen) opgenomen normen voor geluid van windturbines niet meer zonder meer worden gebruikt als toetsnorm voor windparken tot er een planMER is uitgevoerd voor de windturbinebepalingen in het Activiteitenbesluit en -regeling. Het is nog niet duidelijk wat de gevolgen hiervan zijn voor de 'huidige' normen.

3.2.1 Afstanden tot geluidgevoelige objecten

400 meter afstand tot geluidgevoelige objecten

Pondera heeft in haar GIS-analyse de normen uit het Activiteitenbesluit vertaald naar een richtwaarde van 400 meter voor de aan te houden afstand tot geluidgevoelige objecten. Deze richtwaarde is gebaseerd op vooral ervaringen uit berekeningen voor concrete windenergieprojecten, met als uitgangspunt een lijnopstelling van bovengemiddeld luide windturbines. In veel gevallen kan er met dergelijke afstanden zonder extra geluidvoorzieningen worden voldaan aan de normstelling uit het Activiteitenbesluit van 41 dB L_{night} en 47 dB L_{den} . Wanneer er echter meerdere windturbines op circa 400 meter zijn gelegen van een geluidgevoelige object, zal niet worden voldaan aan de genoemde normstelling (behalve als er zeer stille windturbines worden gerealiseerd) en zijn geluidvoorzieningen nodig. Dit betekent dat bijvoorbeeld in de nachtperiode de windturbine in een gereduceerde modus draait en minder geluid, maar ook minder elektriciteit, produceert.

300 en 500 meter afstand tot geluidgevoelige objecten

Om inzicht te krijgen in de mogelijkheden voor windturbines wanneer op kortere afstand of juist grotere afstand tot geluidgevoelige objecten aangehouden wordt, zijn ook andere afstandscontouren in beeld gebracht. Een minimale afstand van 500 meter vanaf woningen zorgt ervoor dat enkel bij het realiseren van zeer luide windturbines of zeer ongunstige opstellingen er noodzaak tot geluidmitigatie zal zijn. Bij bepaalde omstandigheden zoals grote afstand tot andere windturbines, gunstige ligging (bijvoorbeeld ruw terrein waar geluid minder op weerkaatst) en relatief stille windturbines kan de afstand worden verkleind tot circa 300 meter. Forse maatregelen om de geluidproductie van de windturbines te reduceren kunnen bij een afstand van 300 meter nodig zijn om aan de normstelling te kunnen voldoen.

Bedrijfswoning op gezoneerd industrieterrein Harselaar-Oost

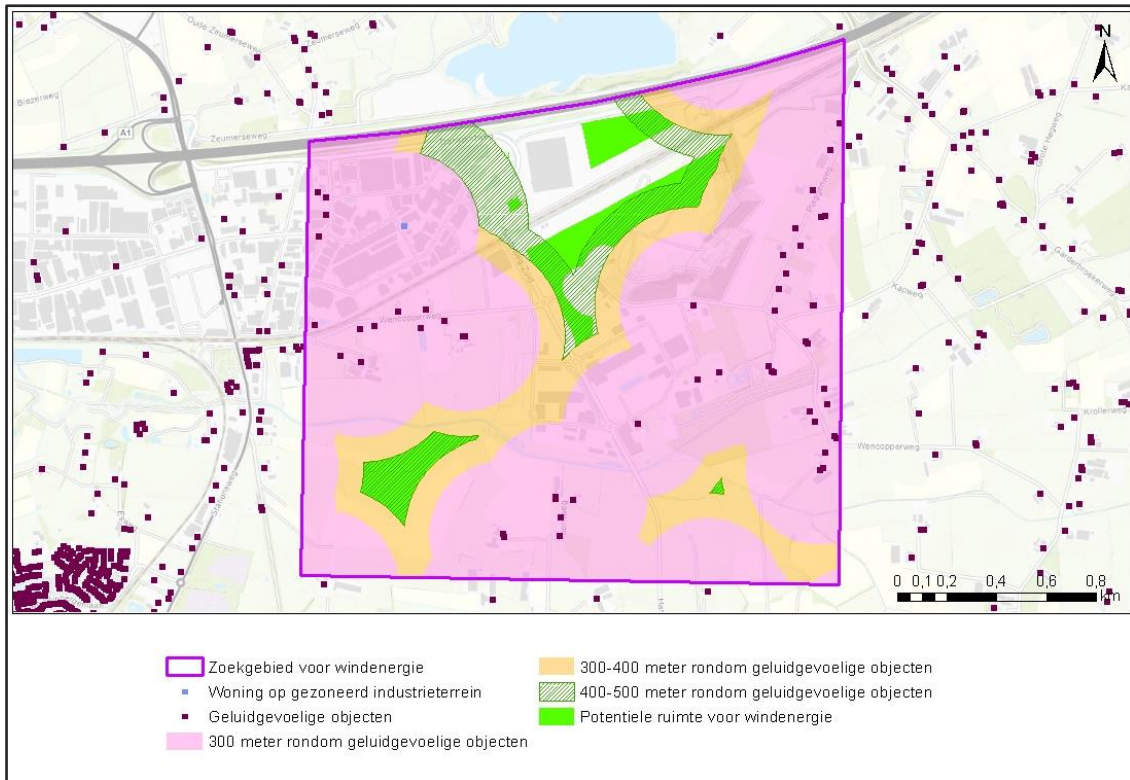
Op het bedrijventerrein Harselaar-Oost bevindt zich één bedrijfswoning binnen het gezoneerde industrieterrein (de geluidzone bevindt zich rondom een klein deel van Harselaar-Oost en niet het gehele bedrijventerrein). Gevoelige objecten op een gezoneerd industrieterrein worden niet getoetst aan de geluidnorm voor windturbines uit het Activiteitenbesluit milieubeheer. Wel dient er een acceptabel woon- en leefklimaat voor deze woningen gewaarborgd te blijven. In deze analyse gaat Pondera uit van een toelaatbare grenswaarde voor windturbinegeluid van 50 dB L_{den} in plaats van 47 dB L_{den} voor deze woning. De grenswaarde van 50 dB L_{den} vertaalt Pondera op basis van expert judgement naar een afstand van 300 meter. Windturbinegeluid van 50 dB L_{den} is qua ervaren hinderlijkheid vergelijkbaar met circa 63 dB L_{den} verkeerslawaaï. Bij deze veronderstelde grenswaarde wordt verwacht dat het woon- en leefklimaat op het bedrijventerrein gewaarborgd blijft, onder ander omdat het windturbinegeluid door de reeds aanwezige geluidbronnen gemaskeerd wordt.

Figuur 3.2 toont de drie hierboven genoemde afstanden van 300, 400 en 500 meter tot geluidgevoelige objecten in het zoekgebied. Figuur 3.2 laat het volgende zien:

- De potentiële ruimte voor windenergie houdt rekening met alle belemmeringen voor windenergie uit de ruimtelijke analyse (zie hiervoor de bijlage ruimtelijke analyse van het plan-MER). Die ruimte ligt op minimaal 400 meter van woningen (aangegeven met lichtgroene kleur);
- Daarbij is de ruimte voor windturbines die op een afstand tussen 400 en 500 meter tot woningen ligt, met donkergroene kleur en arcering aangegeven. Op een afstand van meer dan 500 meter tot woningen zijn alleen mogelijkheden in het noordelijke deel (aangegeven met lichtgroene kleur zonder arcering).

- Op een afstand tot 300 meter rondom woningen is er geen ruimte voor windturbines in verband met geluid (aangegeven met roze kleur).
- Op een afstand tussen 300 en 400 meter van woningen ontstaan bij bepaalde omstandigheden eventueel meer gebieden die in potentie geschikt zijn voor windturbines (aangegeven met oranje kleur);

Figuur 3.2 Afstand tot geluidgevoelige objecten: 300, 400 en 500 meter



Meer geluid door grotere windturbines?

Het vergroten van de afmetingen van de windturbines zorgt niet per definitie voor extra belemmeringen op het gebied van geluid. Modernere windturbintypes met een rotordiameter van 150 meter zorgen op gelijke ashoogte soms voor lagere geluidproductie dan windturbintypes met een rotordiameter van 120 meter. Op grotere ashoogtes is de gemiddelde windsnelheid hoger, wat leidt tot hogere jaargemiddelde geluidemissie. Bij opstellingen met grotere rotordiameters zijn de tussenafstanden groter wat doorgaans leidt tot grotere afstanden tussen woningen en (overige) windturbines. De combinatie van deze factoren zorgt ervoor dat de afstanden die voorheen zijn gehanteerd niet hoeven te worden gewijzigd indien grotere turbines als uitgangspunt worden gehanteerd.

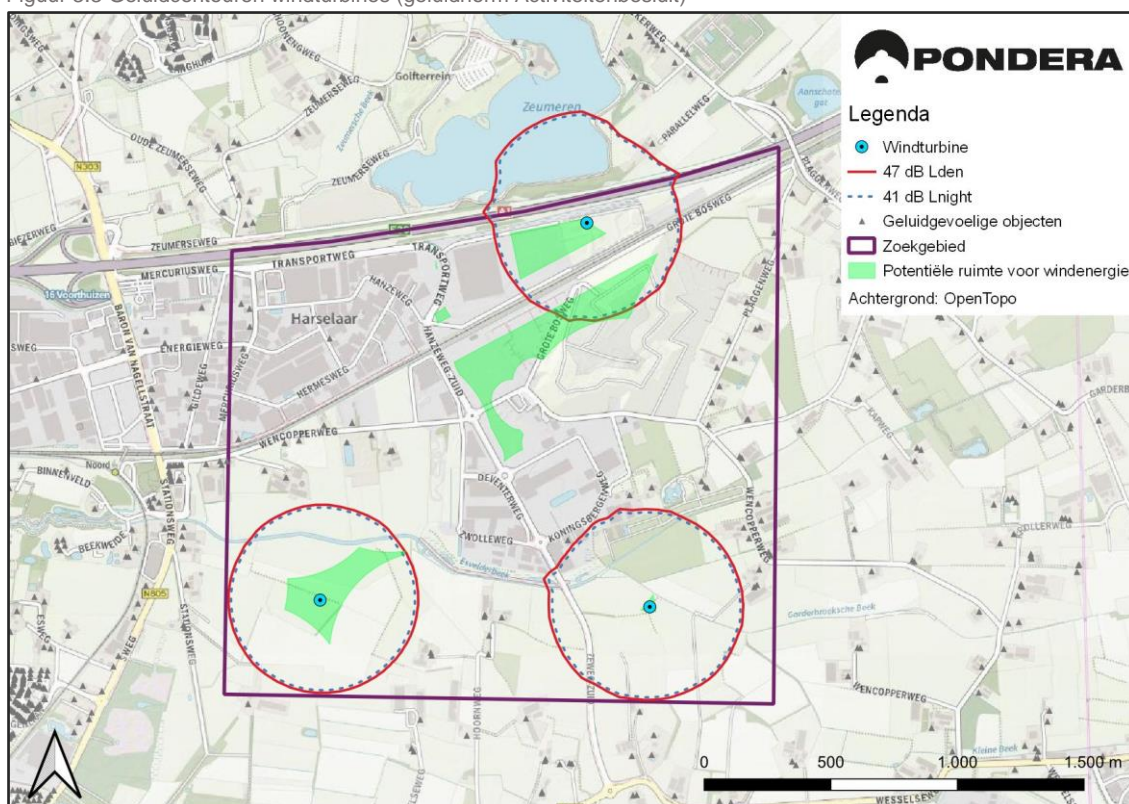
3.2.2 Geluidscontouren aan de hand van een voorbeeldopstelling

Om het windturbinegeluid in het zoekgebied te kunnen berekenen, heeft Pondera een voorbeeldopstelling gemaakt volgens de uitgangspunten in paragraaf 3.1.1. Voor deze voorbeeldopstelling is een bovengemiddeld luide windturbine gekozen⁸ om de geluidcontouren te berekenen, zie Figuur 3.3. Gekozen is voor een bovengemiddeld luide windturbine om effecten niet te onderschatten. Op basis van

⁸ Enercon E-147 EP5 E2 TES 5500 kW

de voorbeeldopstelling zijn geen geluidvoorzieningen nodig⁹ om aan de normstelling uit het Activiteitenbesluit te kunnen voldoen ter plaatse van geluidgevoelige objecten. Er zijn namelijk geen geluidgevoelige objecten binnen de geluidcontour aanwezig. Het aantal woningen (in totaal en per windturbine) met een geluidbelasting tussen de 42 en 47 dB L_{den} en het aantal verwachte gehinderden is tevens weergegeven in Tabel 3.1. Voor het aantal verwachte (ernstig) gehinderden zijn alle woningen met een geluidbelasting van meer dan 30 dB L_{den} beschouwd. Deze methodiek is conform de eerder uitgevoerde berekeningen.

Figuur 3.3 Geluidcontouren windturbines (geluidnorm Activiteitenbesluit)



Tabel 3.1 Aantal woningen met een bepaalde geluidbelasting en aantal gehinderden

Parameter	Aantal	Per windturbine
Aantal woningen > 47 dB L _{den}	0	0
Aantal woningen met geluidbelasting 42 > L _{den} >= 47 dB L _{den}	53	18
Aantal ernstig gehinderden	21	7

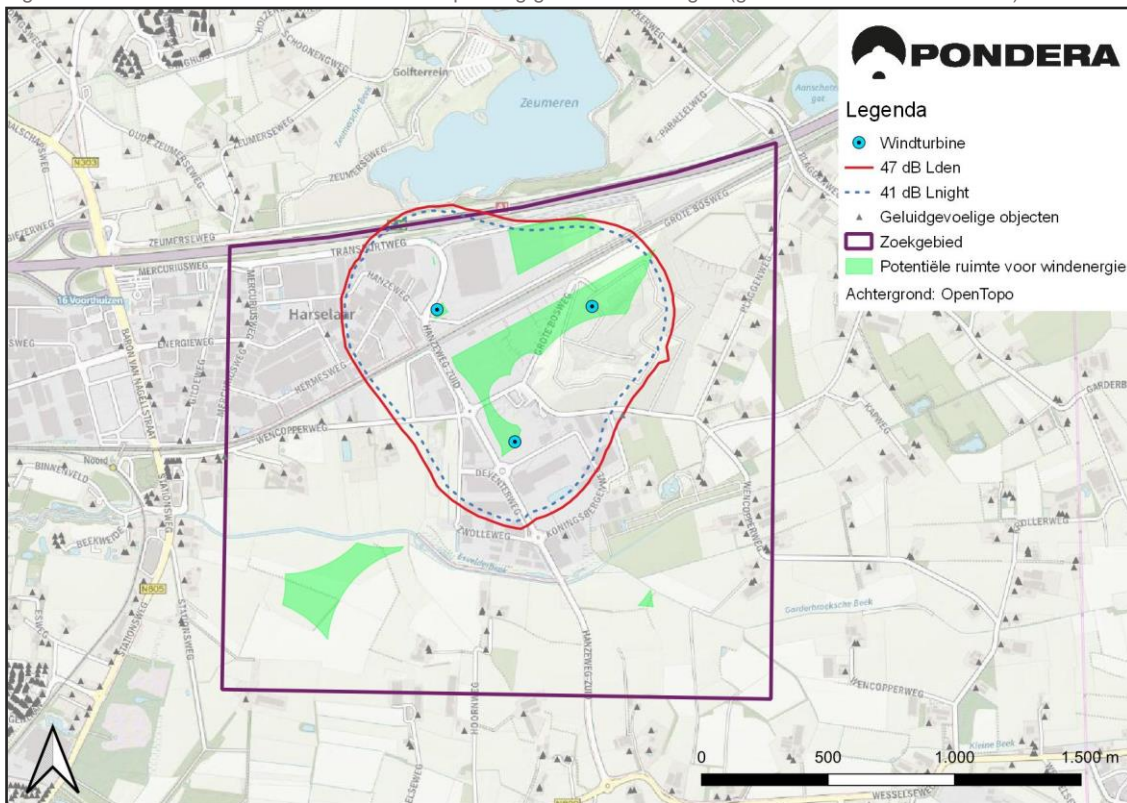
3.2.3 Geluidscontouren voor de landschappelijk geoptimaliseerde voorbeeldopstelling

Ter aanvulling op de eerste voorbeeldopstelling, waarbij de windturbines enigszins over het zoekgebied verdeeld staan, heeft Pondera het windturbinegeluid tevens voor een landschappelijk geoptimaliseerde

⁹ Het geluidmodel is niet gedetailleerd genoeg om met 100% zekerheid te kunnen vaststellen of aan normstelling kan worden voldaan, een uitgebreider akoestisch onderzoek zou dit beter vast kunnen stellen.

voorbeeldopstelling berekend. Deze voorbeeldopstelling is gebaseerd op de uitgangspunten in paragraaf 3.1.2. Voor deze opstelling is dezelfde bovengemiddeld luide windturbine gekozen om de geluidcontouren te berekenen, zie Figuur 3.3. In tegenstelling tot de eerste voorbeeldopstelling, zijn er op basis van de landschappelijk geoptimaliseerde versie echter beperkte geluidvoorzieningen nodig bij twee van de drie windturbines¹⁰ om aan de normstelling uit het Activiteitenbesluit te kunnen voldoen ter plaatse van geluidgevoelige objecten. Dit komt doordat de windturbines dichter op elkaar staan, er met relatief luide windturbines is gerekend en de geringere afstand tot één specifieke woning (in het oosten). Met beperkte geluidvoorziening voor de twee oostelijke turbines is aan de geluidnorm te voldoen. De woning waarvoor gemitigeerd moet worden ligt dan precies op de rode contour in onderstaand Figuur 3.4. In dit figuur zijn dan ook geen geluidgevoelige objecten meer aanwezig binnen de geluidcontour van 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night}. Het aantal woningen (in totaal en per windturbine) met een geluidbelasting tussen de 42 en 47 dB L_{den} en het aantal verwachte gehinderden is tevens weergegeven in Tabel 3.2.

Figuur 3.4 Geluidcontouren windturbines na toepassing geluidvoorzieningen (geluidnorm Activiteitenbesluit)



Tabel 3.2 Aantal woningen met een bepaalde geluidbelasting en aantal gehinderden (na toepassing geluidvoorzieningen)

Parameter	Aantal	Per windturbine
Aantal woningen > 47 dB L _{den}	0	0
Aantal woningen met geluidbelasting 42 > L _{den} >= 47 dB L _{den}	19	6

¹⁰ Het geluidmodel is niet gedetailleerd genoeg om met 100% zekerheid te kunnen vaststellen of aan normstelling kan worden voldaan, een uitgebreider akoestisch onderzoek zou dit beter vast kunnen stellen.

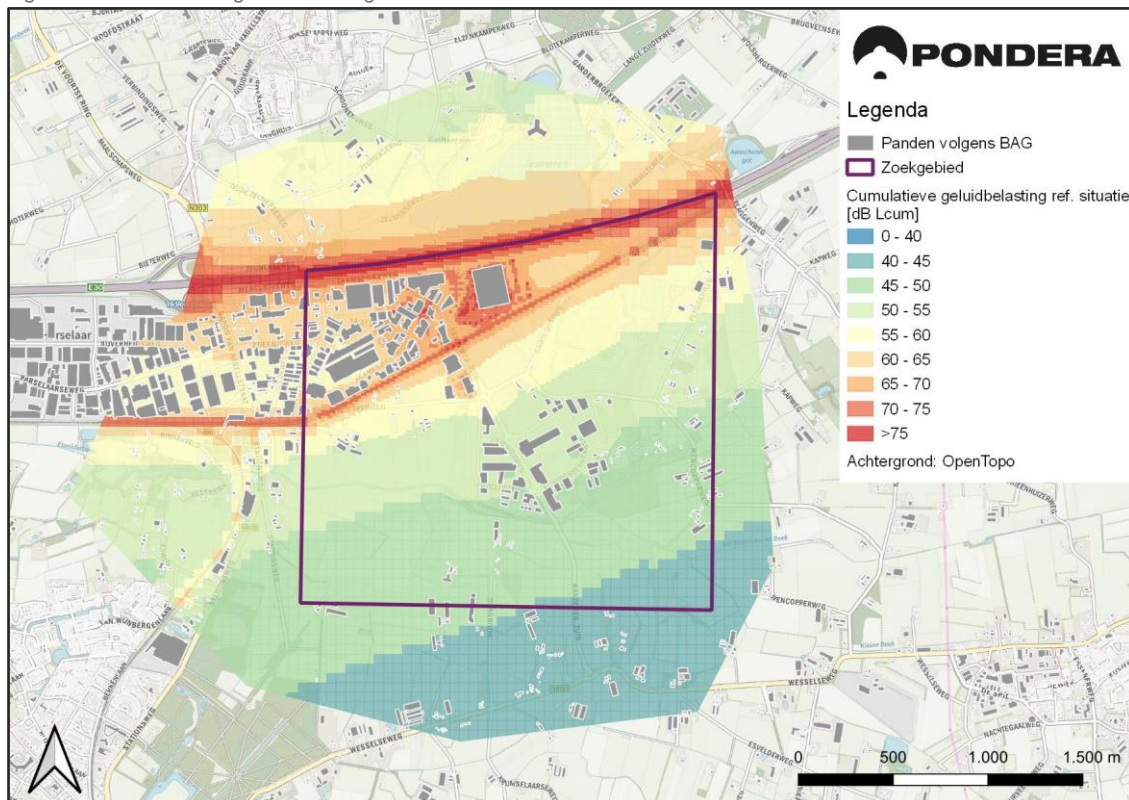
Parameter	Aantal	Per windturbine
Aantal ernstig gehinderden	12	4

3.2.4 Cumulatie met andere geluidbronnen

Indien het clusteren van geluidoverlast onderdeel is van het geluidbeleid, dienen zoveel als mogelijk is windturbines op of nabij geluidbronnen op het industrieterrein te worden gerealiseerd. Wanneer de cumulatieve geluidbelasting in en rond het industrieterrein al dusdanig hoog is vanuit een goede ruimtelijke ordening, dat er geen verhoging meer mogelijk is, dan dient er juist naar alternatieve locaties te worden gezocht.

Met behulp van aangeleverde gegevens van de omgevingsdienst/gemeente/provincie is de cumulatieve geluidbelasting van de huidige situatie in kaart gebracht. De snelwegen, spoorwegen en het gezoneerde industrieterrein Harselaar zijn beschouwd. Figuur 3.5 laat zien dat vooral in en rond het industrieterrein/bedrijventerrein veel omgevingsgeluid is (hoge cumulatieve geluidbelasting¹¹). Het toevoegen van windturbinegeluid op deze plek zorgt voor een relatief lage verhoging van de cumulatieve geluidbelasting. Zeker overdag en 's avonds, als er veel industrieelawaai en wegverkeerslawaai is, wordt het windturbinegeluid gemaskeerd. In de nachtperiode zal het windturbinegeluid beter hoorbaar zijn, vanwege de lagere geluidniveaus van andersoortige bronnen (zoals wegverkeer).

Figuur 3.5 Cumulatieve geluidbelasting referentiesituatie



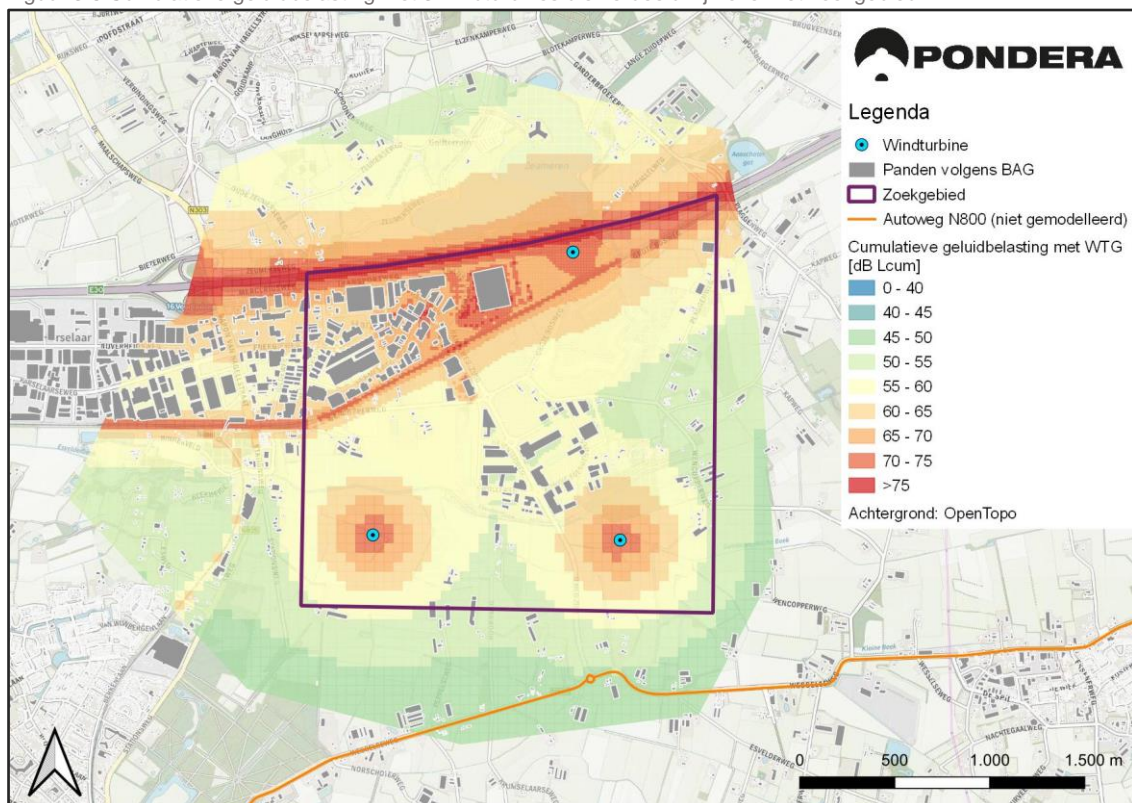
¹¹ Cumulatieve geluidbelasting waarbij de verschillende geluidbronnen zijn omgerekend naar een vergelijkbaar niveau aan verkeerslawaai qua hinderlijkheid. Zie bijvoorbeeld Hoofdstuk 4 in het Reken- en meetvoorschrift windturbines

Het windturbinegeluid is vervolgens voor beide voorbeeldopstellingen gecumuleerd met de reeds berekende cumulatieve geluidbelastingen zónder windturbinegeluid, om een inzicht te krijgen in het effect op de cumulatieve geluidbelasting. Dit is weergegeven in Figuur 3.6 t/m Figuur 3.9. Het verschil met de referentiesituatie (zonder windturbines) is per voorbeeldopstelling inzichtelijk gemaakt met stappen van 5 dB, hetgeen gangbaar is om de verslechtering van akoestische kwaliteit aan te geven (bijv. 'Methode Miedema').

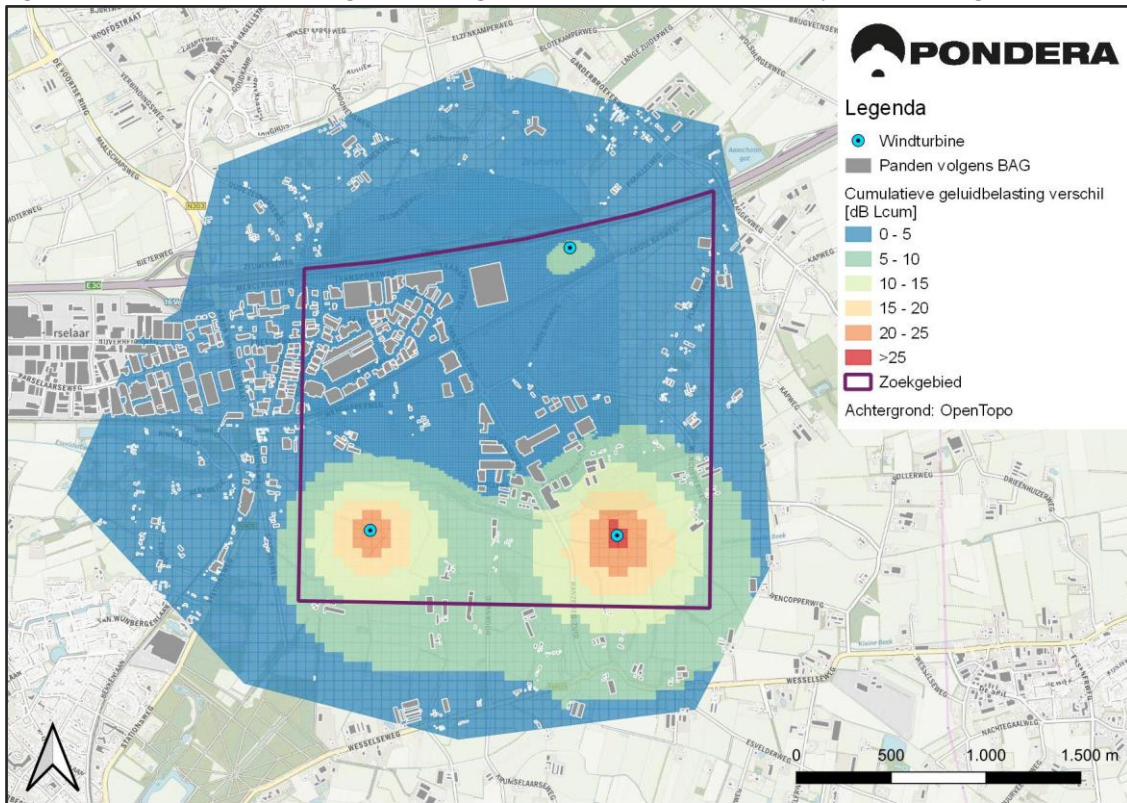
Voor beide voorbeeldopstellingen geldt dat de meest noordelijke windturbine voor weinig verslechtering van akoestische kwaliteit zorgt. Dit komt doordat geluid daar al aanwezig is in de vorm van onder andere het wegverkeerslawaai. Enkel in de directe omgeving van de windturbine is een verslechtering van meer dan 5 dB geconstateerd. Daar zijn echter geen geluidgevoelige objecten (zoals woningen) gesitueerd.

De twee zuidelijke windturbines zorgen bij beide opstellingen in een groter gebied voor verslechtering van de cumulatieve geluidbelasting, gezien de afwezigheid van andere geluidbronnen in dit zuidelijke deel. Bij de opstelling waarbij de drie windturbines over het zoekgebied verdeeld zijn, is de toename in cumulatieve geluidbelasting iets groter dan bij de landschappelijk geoptimaliseerde opstelling. In de huidige berekeningen is de geluidbelasting van wegverkeer gebaseerd op door de gemeente aangeleverde gegevens van de snelweg A1 en de spoorweg. Autowegen (anders dan de A1, bijvoorbeeld de gemeentelijke wegen) zijn echter buiten beschouwing gelaten. De N800, ten zuiden van het zoekgebied, zou lokaal voor een hoger geluidniveau in de referentiesituatie kunnen zorgen wat mogelijk kan leiden tot een beperktere verhoging.

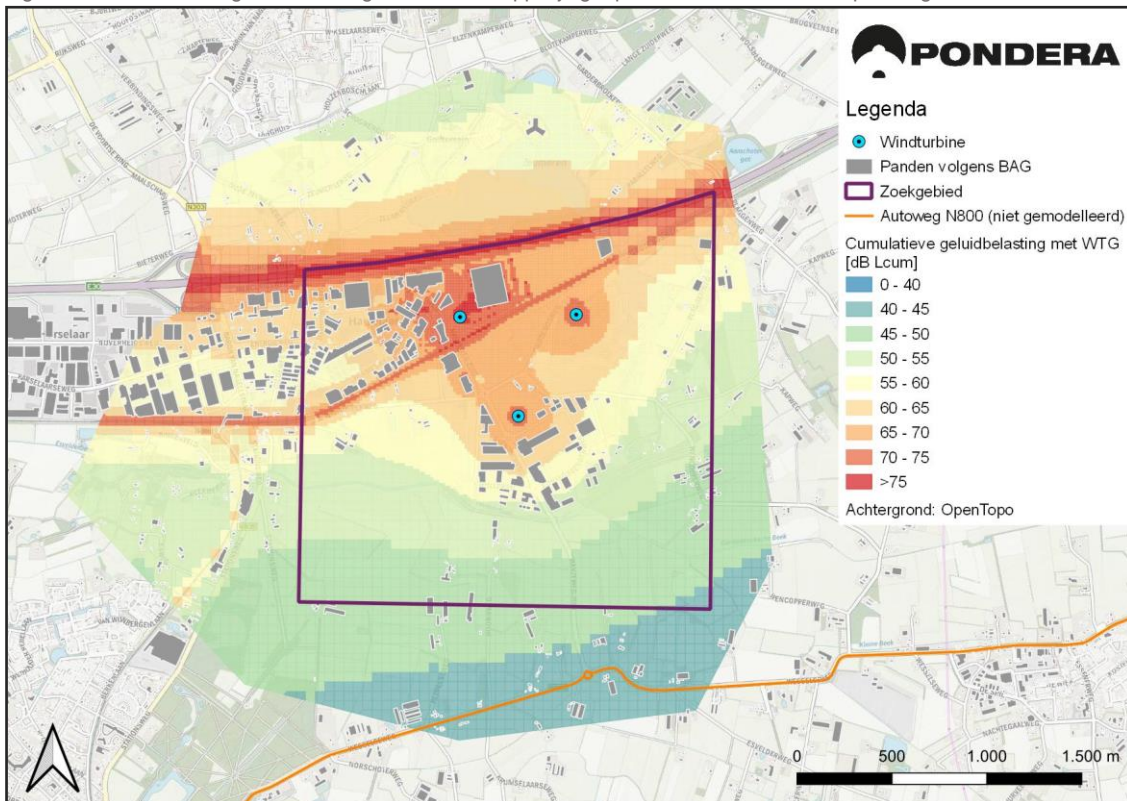
Figuur 3.6 Cumulatieve geluidbelasting met 3 windturbines die verdeeld zijn over het zoekgebied



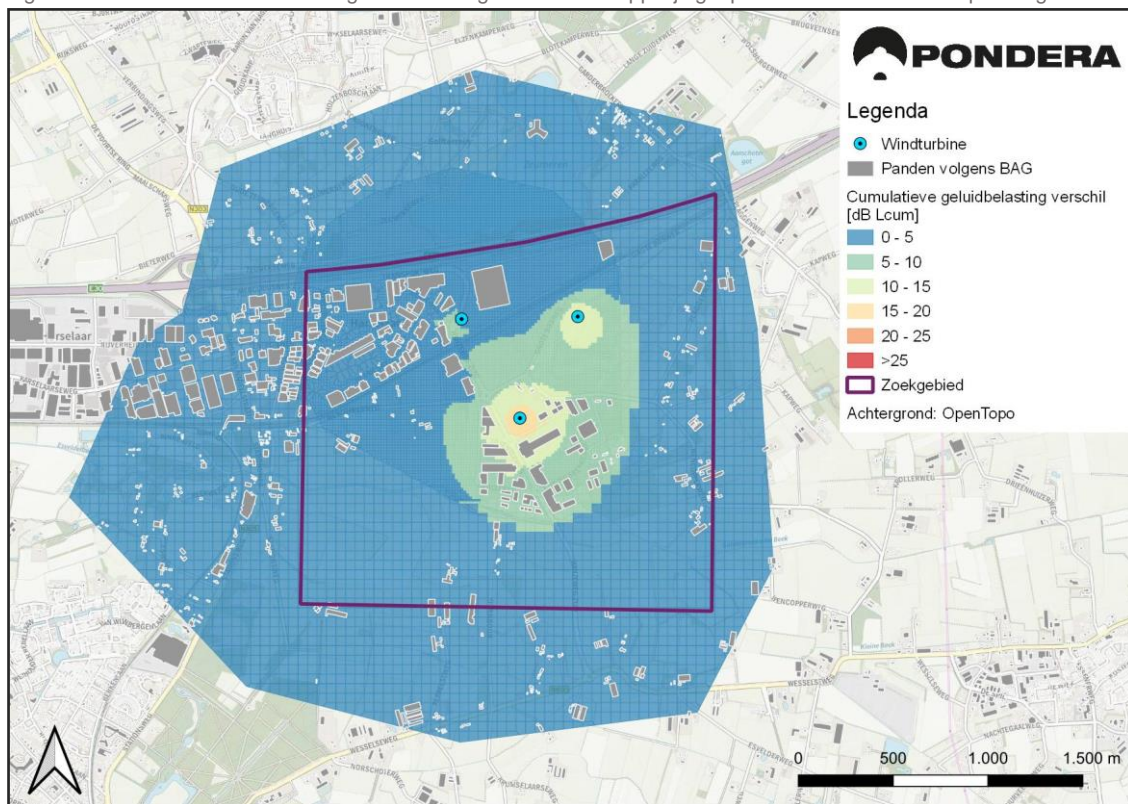
Figuur 3.7 Toename in cumulatieve geluidbelasting door 3 windturbines die verdeeld zijn over het zoekgebied



Figuur 3.8 Cumulatieve geluidbelasting door landschappelijk geoptimaliseerde voorbeeldopstelling



Figuur 3.9 Toename in cumulatieve geluidbelasting door landschappelijk geoptimaliseerde voorbeeldopstelling



3.2.5 Geluid ter plaatse van nabijgelegen campings

De voorgaande berekeningen laten voor beide voorbeeldopstellingen zien dat er ter plaatse van het nabijgelegen recreatiegebied Zeumeren, met zijn stranden en de nabijgelegen campings, het geluidniveau van de windturbines niet boven de Nederlandse geluidsnorm uitkomt (zie Figuur 3.3 en Figuur 3.4). Deze geluidsnorm richt zich echter op het toetsen van geluid op de gevel van gevoelige objecten, wat campings niet zijn. Om inzicht te krijgen in de geluideffecten ter plaatse van nabijgelegen campings is daarom een extra analyse uitgevoerd. Het betreft de campings Costa del Zeumeren, camping Zeumeren en De Kleine Stroet. Deze campings liggen op een afstand van circa 1 kilometer ten noorden van de twee noordelijke windturbines.

Het recreatiegebied Zeumeren en het zoekgebied voor de windturbines zijn door de snelweg A1 van elkaar gescheiden. Door het reeds aanwezige verkeers- en industrielawaai is er in het recreatiegebied en op de campings een toename in cumulatieve geluidbelasting als gevolg van de windturbines van minder dan 5 dB Lcum te verwachten (zie Figuur 3.7 en Figuur 3.9). In de avond- en nachtperiode valt echter een groot deel van het bestaande verkeers- en industrielawaai weg. Omdat het geluidniveau van de windturbines in de nachtperiode het hoogst is en dat van wegverkeer het laagst is, is er tevens gekeken naar specifiek de nachtperiode, ondanks dat de nachtperiode al impliciet wordt beschouwd in de L_{den} -beoordelingsmaat. L_{den} staat namelijk voor Day (D), Evening (E) en Night (N) en is een gewogen beoordelingsmaat voor deze 3 perioden, waarin de nachtperiode een straffactor krijgt. Daarnaast geldt er tevens een norm voor specifiek in de nachtperiode (L_{night}).

De jaargemiddelde geluidniveaus van de nachtperiode van het windturbinegeluid en het wegverkeerslawaaai zijn voor de landschappelijk geoptimaliseerde voorbeeldopstelling bepaald en weergegeven in Figuur 3.10. In Tabel 3.3 zijn deze geluidniveaus voor de drie nabijgelegen campings aangegeven. Hierbij is geen correctie voor hinderlijkheid door windturbinegeluid toegepast (zoals beschreven in Hoofdstuk 4 van het Reken- en meetvoorschrift windturbines). De dosis-hinderrelatie¹² is namelijk gebaseerd op een jaargemiddelde geluidbelasting voor permanente bewoners die in een woning verblijven. Er is echter niet bekend hoe hinderlijk windturbinegeluid is voor campinggasten. Door de lagere geveldemping van tenten, caravans en/of campers kunnen de binnenniveaus afwijken van gemiddelde woningen bij een vergelijkbare geluidbelasting. In deze analyse is daarom gekeken naar het verschil in dB(A) tussen het jaargemiddelde nachtelijke geluidniveau van verkeerslawaaai en windturbinegeluid.

Tabel 3.3 Geluidbelasting nachtperiode nabijgelegen campings

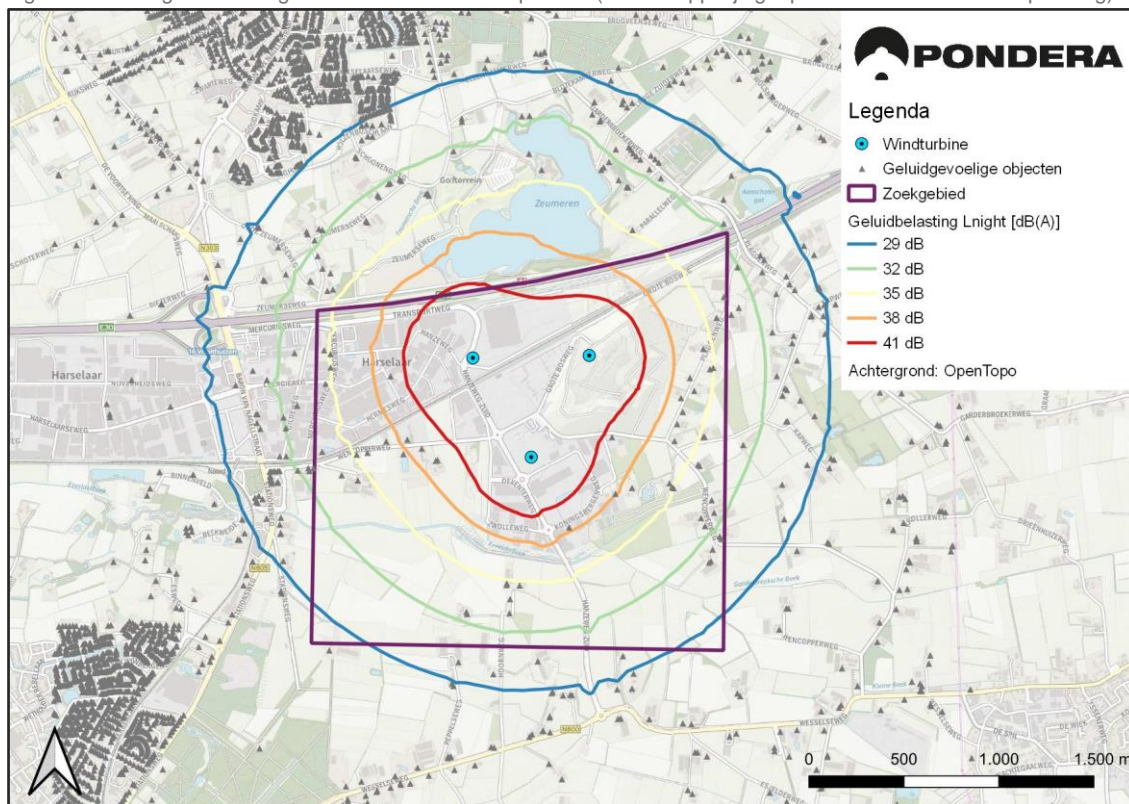
Toetspunt	Verkeerslawaaai L_{night} [dB(A)]	Windturbinegeluid L_{night} [dB(A)]	Vershil [dB(A)]
Costa del Zeumeren	51,2	35,0	16,2
De Kleine Stroet	45,4	32,9	12,5
Camping Zeumeren	49,1	31,3	17,8

Conclusie

De jaargemiddelde geluidbelasting in de nachtperiode van het wegverkeer is (ruim) meer dan 10 dB(A) hoger dan dat van de windturbines en het windturbinegeluid zal daarmee grotendeels worden gemaskeerd. Ondanks dat het windturbinegeluid ruim 10 dB(A) lager is, zou het kunnen dat het op bepaalde specifieke momenten alsnog hoorbaar is en van het wegverkeerslawaaai te onderscheiden valt omdat windturbinegeluid over het algemeen als hinderlijker wordt ervaren dan wegverkeerslawaaai. Door het doorgaans grote verschil in dB(A) is het echter aannemelijk dat het geluid van de windturbines ook 's nachts door het reeds aanwezige geluid van verkeer van de A1 gemaskeerd wordt. Vooral in de zomerperiode, waar over het algemeen lagere windsnelheden worden verwacht dan in de winter- of herfstperiode.

¹² In het Reken- en meetvoorschrift zijn formules gegeven om windturbinegeluidniveaus om te rekenen naar een geluidniveau voor verkeerslawaaai waarmee het percentage aantal (ernstig) gehinderden overeenkomt

Figuur 3.10 Jaargemiddelde geluidniveaus in de nachtperiode (landschappelijk geoptimaliseerde voorbeeldopstelling)



3.2.6 Laagfrequent geluid landschappelijk geoptimaliseerde opstelling

In Nederland bestaat er geen specifieke wet- en regelgeving voor laagfrequent geluid van windturbines. De huidige Nederlandse norm voor windturbinegeluid beslaat namelijk het hele geluidsspectrum, dus ook laagfrequent geluid.

Recentelijk is er in de Nederlandse media echter veel discussie over laagfrequent geluid van windturbines en heeft de gemeente in gesprekken met de omgeving veel zorgen over laagfrequent geluid opgehaald. Vanwege de actualiteit van dit onderwerp en de daarmee verbonden zorgen onder omwonenden is ervoor gekozen om ook een kwantitatieve toetsing aan laagfrequent geluid in deze notitie op te nemen.

Voor het beoordelen van laagfrequent geluid bestaan in Nederland twee richtlijnen (geen normen), namelijk de richtlijn Laagfrequent geluid van de Nederlandse Stichting Geluidhinder (NSG) en de Vercammen-curve. De zogeheten referentiecurve van de NSG-richtlijn is een middel om inzichtelijk te maken hoe waarneembaar de bron is (90% van doorsnee 55-jarigen hoort geluid onder deze referentiecurve niet). De Vercammen-curve kan gebruikt worden om de hinderlijkheid van de bron in kaart te brengen. Bij overschrijding van deze curve zou 3-10% van de doorsnee-bevolking hinder kunnen ondervinden. Bij beide richtlijnen wordt het geluidniveau binnenin een woning getoetst. Deze richtlijnen worden soms door de Nederlandse rechtbank gebruikt om uitspraak te doen over (hinder door) laagfrequent geluid.

Voor de landschappelijk geoptimaliseerde voorbeeldopstelling zijn berekeningen uitgevoerd voor toetsing aan zowel de NSG- als de Vercammen-curve. Voor de maatgevende woning, waar de geluidbelasting met

het voorbeeld windturbintype na toepassing van geluidvoorzieningen 47 dB L_{den} bedraagt, is een inschatting gegeven voor geluidniveaus in het laagfrequente spectrum (10 – 160 Hz) binnenin de woning en vergeleken met de Vercammen-curve (hinderlijkheid) en de NSG-curve (waarneembaarheid).

Uitgangspunten

Er is gerekend met een Siemens SWT-DD-130. In tegenstelling tot de gehanteerde voorbeeld windturbine (Enercon E147) zijn er van deze windturbine uitgebreide gegevens beschikbaar met betrekking tot laagfrequent geluid¹³. Voor diverse windsnelheden zijn tertsgegevens bekend vanaf 10 Hz. Voor reguliere geluidberekeningen zijn enkel octaafbandgegevens vanaf 31 Hz benodigd. Daarnaast is dit een relatief luide windturbine waardoor de effecten niet worden onderschat. Zonder het toepassen van geluidvoorzieningen kan dit windturbintype op deze locatie niet gerealiseerd worden en bedraagt de geluidbelastingen op de gevel 48 dB L_{den} (vergelijkbaar met de Enercon E147 uit de eerdere berekeningen). Uit de octaafbandgegevens blijkt dat de Enercon E147 EP5 E2 minder laagfrequent geluid produceert dan de Siemens SWT-DD-130.

De geluidniveaus (octaafbanden van 31 t/m 125 Hz) zijn berekend op de gevel (overdracht conform Reken- en meetvoorschrift windturbines). Vervolgens zijn de octaafbanden teruggerekend naar tertsniveaus en is een geveldemping per terts toegepast.

De geveldemping, waarmee de gevelbelasting wordt omgerekend naar een binnenniveau, gaat uit van een 15 dB reductie bij 100 Hz en loopt af naar lagere frequenties met 3 dB per octaaf¹⁴. De reductie is hieronder weergegeven. De hier gehanteerde geveldemping wordt als een conservatieve/lage geveldemping verondersteld¹⁵. Dit betekent dat er ook woningen zijn met een afwijkende geveldemping waarbij de binnenniveaus hoger of lager kunnen zijn.

De geluidbelasting wordt berekend voor een windsnelheid op ashoogte van 12 m/s. Dit is circa 2 dB(A) hoger dan het jaargemiddelde, en zorgt voor een worst-case benadering. Volgens de geluidgegevens van de fabrikant neemt daarnaast het aandeel laagfrequent geluid toe met oplopende windsnelheid op ashoogte. Het geluidniveau bij een windsnelheid op ashoogte van 12 m/s ter plaatse van de woning (gevel) bedraagt 44 dB(A).

Tabel 3.4 Gehanteerde geveldemping

Frequentie [Hz]	10	12	16	20	25	31	40	50	63	80	100	125	160
Reductie [dB]	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	15	16

De geluidbelasting van de laagfrequente frequentiebanden ter plaatse van Wencopperweg 70, de maatgevende woning voor deze opstelling en windturbines, per octaafband bij een windsnelheid van 12 m/s is hieronder weergegeven. Ook de omrekening naar de geluidbelasting per terts is weergegeven.

¹³ Van de eerder gehanteerde Enercon E-147 EP5 E2 TES 5500 kW zijn geen gegevens beschikbaar voor laagfrequent geluid.

¹⁴ Laagfrequent geluid in de omgeving van industrieterrein Lage Weide ten behoeve van mogelijke ontwikkeling windturbines. Peutz, FA 20267-3-RA-002, 15-5-2013

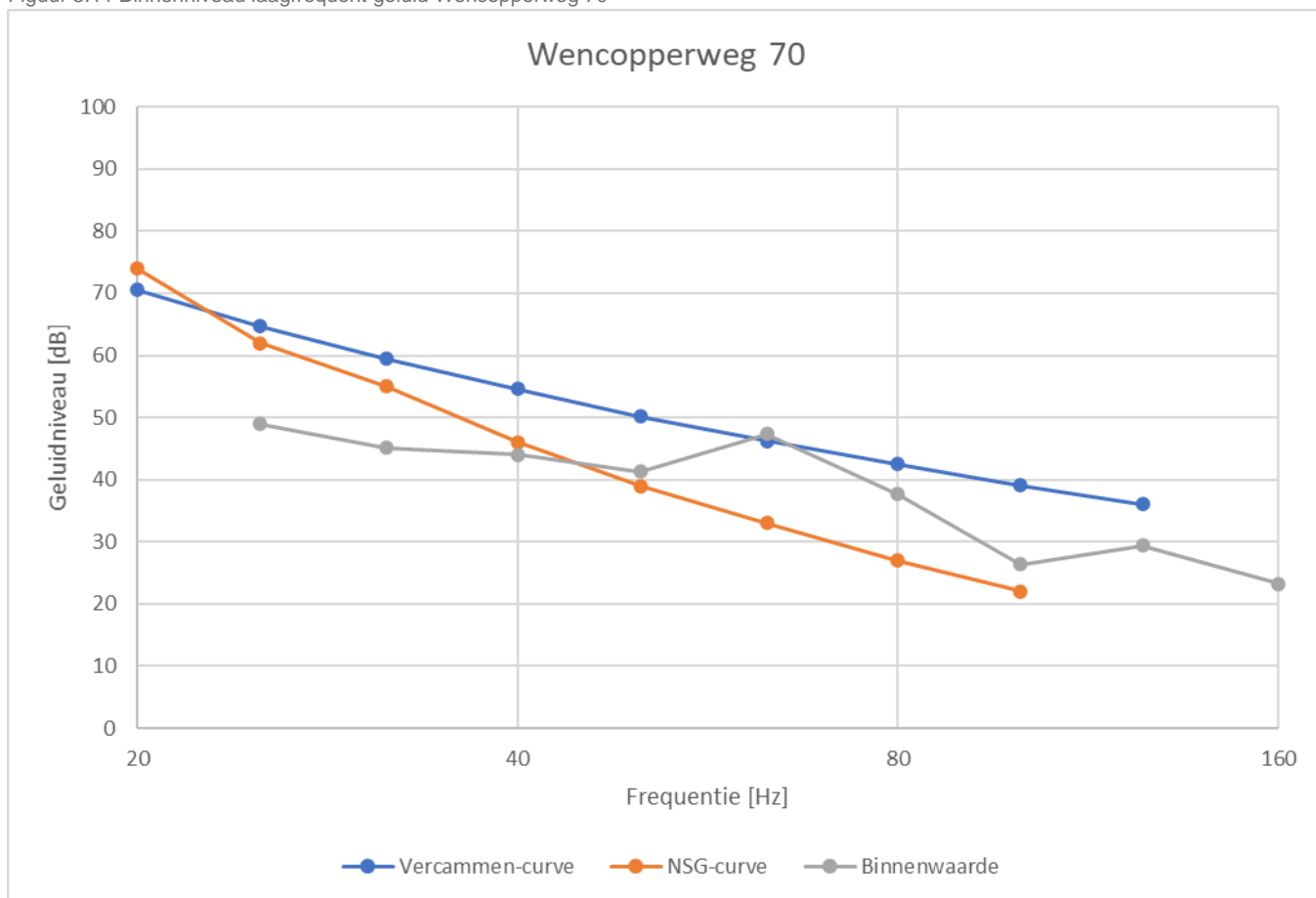
¹⁵ In andere bronnen worden hogere geveldempingen geconstateerd, zoals in bijv. "Laagfrequent geluid Oriënterende studie naar de ontwikkeling van laagfrequent geluid in Nederland", LBP SIGHT, R056087aa.00001.tc, 21-7-2017 of "Bekendtgørelse om støj fra vindmøller", Deense overheid, 7-2-2019

Tabel 3.5 Binnenniveaus met Siemens SWT-DD-130 windturbines

Freq (octaaf) [Hz]	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
Geluidniveau [dB(A)] (per octaaf)	22,24			35,62			30,91			
Geluidniveau [dB(A)] (per tert)	13,28	15,68	20,38	23,08	34,18	29,18	22,32	28,32	25,82	
Geveldemping [dB]	9	10	11	12	13	14	15	15	16	
Binnenniveau [dB(A)]	4,28	5,68	9,38	11,08	21,18	15,18	7,32	13,32	9,82	

Het A-gewogen binnenniveau is vervolgens omgerekend naar ongewogen binnenniveau en vergeleken met de Vercammen-curve en de NSG-curve, waarvan het resultaat is weergegeven in Figuur 3.11. De waarden van deze twee curves zijn weergegeven in Tabel 3.5.

Figuur 3.11 Binnenniveau laagfrequent geluid Wencopperweg 70



Uit de berekeningen blijkt dat binnen de woning aan Wencopperweg 70, waar zonder geluidmitigatie een geluidbelasting van 48 dB L_{den} wordt verwacht, de NSG-curve en de Vercammen-curve onder de geschetste worst-case omstandigheden worden overschreden. Dit betekent dat het geluid waarneembaar is, maar ook hinder kan veroorzaken. Bij een geluidbelasting van 48 dB L_{den} aan windturbinegeluid

ondervindt circa 10% van de mensen ernstige hinder binnenshuis¹⁶. Deze hinder wordt veroorzaakt door het totaal aan hoorbare geluid, dus ook door het laagfrequente deel van windturbinegeluid, waar de Vercammen-curve wordt overschreden en 3-10% van de mensen hinder ondervindt. De resultaten zijn hieronder weergegeven in Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Resultaten laagfrequent geluid – vet = hoorbaar (NSG), onderstreept = mogelijk hinderlijk (Vercammen)

Freq (octaaf) [Hz]	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
Vercammen-curve [dB]	64,7	59,4	54,6	50,2	46,2	42,5	39,1	36,1	--
NSG-curve [dB]	62	55	46	39	33	27	22	--	--
Binnenniveau [dB(A)]	4,3	5,7	9,4	11,1	21,2	15,2	7,3	13,3	9,8
Weging dB(A) naar dB*	44,7	39,4	34,6	30,2	26,2	22,5	19,1	16,1	13,4
Binnenniveau [dB]	49,0	45,1	44,0	41,3	<u>47,4</u>	37,7	26,4	29,4	23,2

* De A-weging corrigeert de geluidniveaus voor de gevoeligheid van het menselijk oor. Hele lage frequenties zijn bijv. veel minder goed hoorbaar. Doorgaans worden geluidniveaus A-gewogen gepresenteerd, echter zijn de Vercammen-curve en de NSG-curve ongewogen en dient er een omrekening plaats te vinden.

Conclusie

Uit de berekening blijkt dat er plaats is van de maatgevende woning de NSG-curve kan worden overschreden. Dit betekent dat een deel van de doorsnee bevolking deze geluidniveaus waar kan nemen bij de geschetste omstandigheden (windturbine met veel laagfrequent geluid, hoge windsnelheid op ashoogte, korte afstand tot windturbine en conservatieve inschatting voor geveldemping).

Ook de Vercammen-curve kan (onder dezelfde omstandigheden) net overschreden worden. Bij lagere windsnelheden, wanneer zowel het totale geluidniveau als het aandeel laagfrequent geluid lager is, zal er geen overschrijding zijn van de Vercammen-curve. Ook zal de benodigde mitigatie ervoor zorgen dat er minder vaak sprake zal zijn van overschrijding van de Vercammen-curve. Voor de Vercammen-curve geldt dat wanneer het geluidniveau rondom deze curve ligt er 3-10% van de doorsnee bevolking hinder kan ondervinden van dit laagfrequente geluid. Voor windturbinegeluid is het aannemelijk dat een deel van de hinder bij de 10% ernstig gehinderden bij een geluidbelasting van 48 dB L_{den} (8% ernstig gehinderden bij 47 dB L_{den}) wordt veroorzaakt door het laagfrequente component van windturbinegeluid. Omdat er een verschil van 2 dB is tussen het jaargemiddelde geluidniveau in de nacht-periode en het maximale geluidniveau (resultaten in Tabel 3.6), ligt het jaargemiddelde geluidniveau van deze (luide) windturbine onder de Vercammen-curve, maar kan bij hoge windsnelheden op ashoogte het geluidniveau boven de Vercammen-curve komen.

¹⁶ "Hinder door geluid van windturbines", TNO, 2008-D-R1051/B, oktober 2008

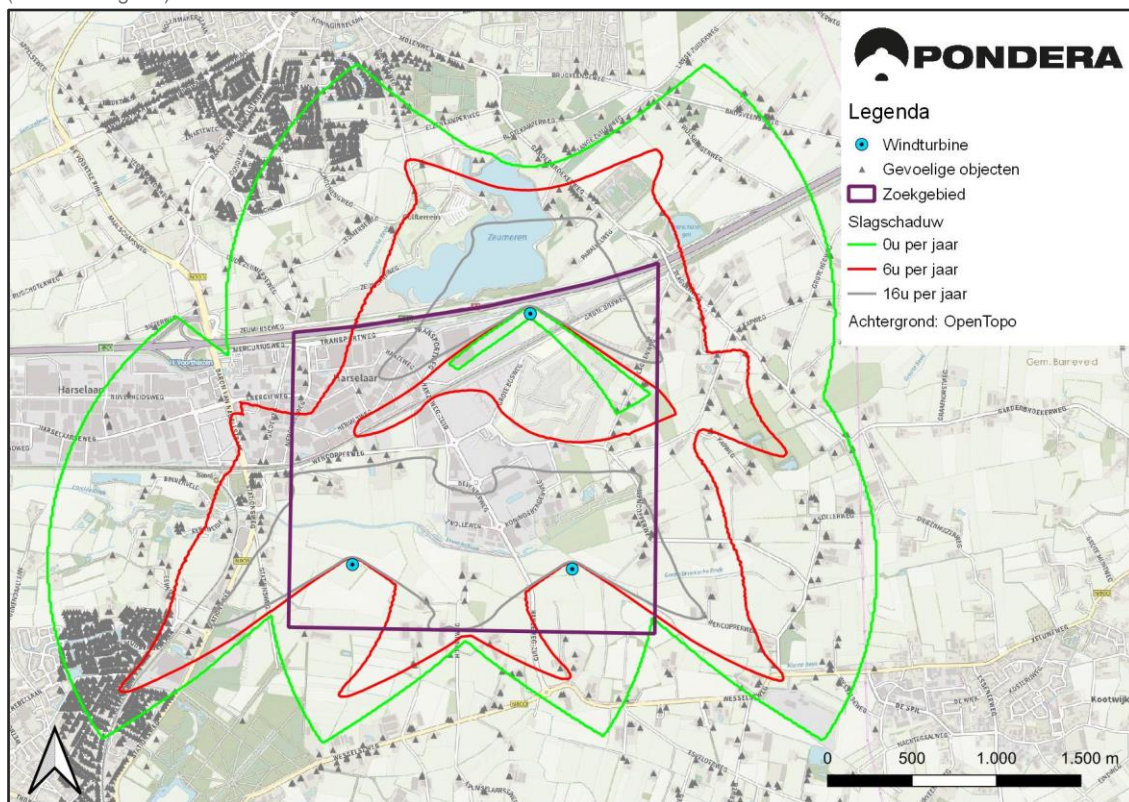
3.3 Slagschaduw

De draaiende rotorbladen van windturbines kunnen een bewegende schaduw op hun omgeving werpen als de zon schijnt. Deze zogenaamde slagschaduw kan onder bepaalde omstandigheden hinderlijk zijn doordat ze ervaren wordt als flikkering. De mate van hinder wordt onder meer bepaald door de frequentie en de intensiteit van de flikkering en de blootstellingduur. De afstand van de blootgestelde locatie tot de windturbine, de stand van de zon en het al dan niet draaien van de windturbine zijn daarbij bepalende aspecten.

3.3.1 Altijd mitigatie nodig voor slagschaduw in het zoekgebied

Ongeacht de locatie van windturbines in het zoekgebied zijn stilstandvoorzieningen benodigd om aan de normstelling voor slagschaduw volgens de 'Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer' te kunnen voldoen. Om tot deze conclusie te komen heeft Pondera de slagschaduwcontouren van de eerder gepresenteerde voorbeeldopstellingen berekend (zie Figuur 3.12 en Figuur 3.13). De figuren geven voor de twee voorbeeldopstellingen weer waar geluidgevoelige objecten overlappen met de berekende slagschaduwcontouren. Ook zijn het aantal woningen met slagschaduw en het aantal woningen met gemiddeld meer dan 6u per jaar aan slagschaduw (totaal en per windturbine) berekend en weergegeven in Tabel 3.7 en Tabel 3.8.

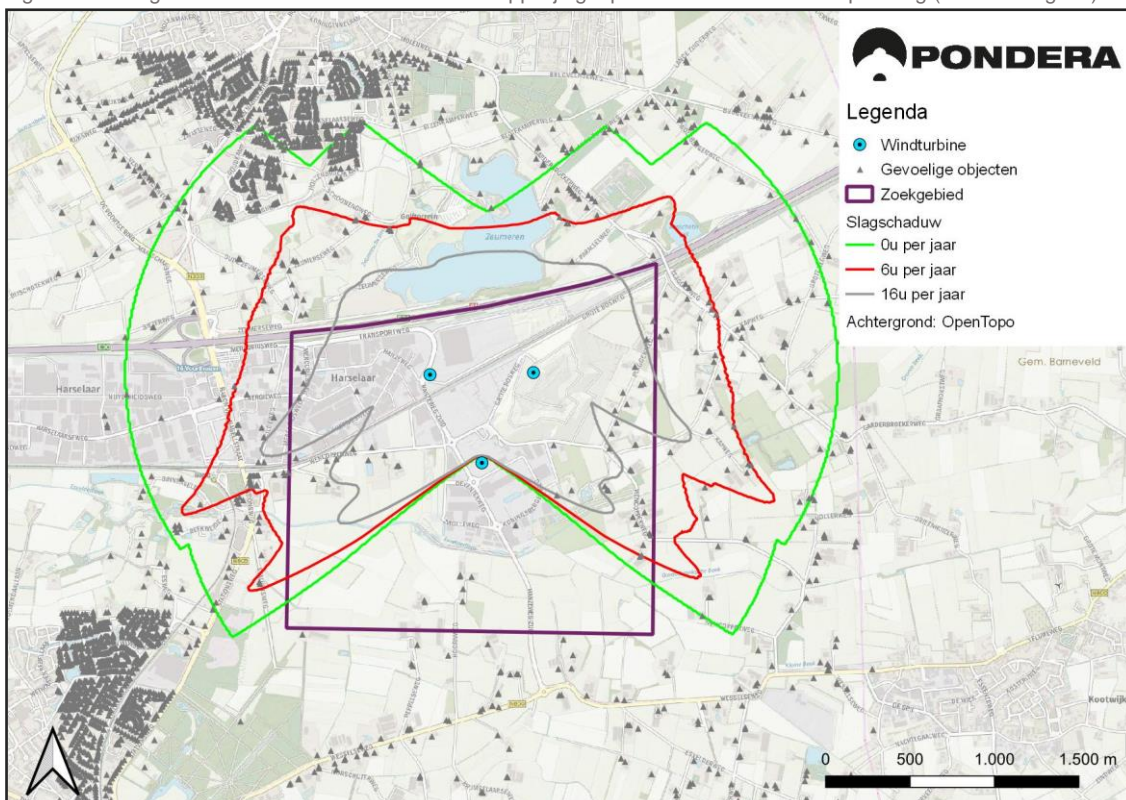
Figuur 3.12 Slagschaduwcontouren voor de voorbeeldopstelling met 3 windturbines verdeeld over het zoekgebied (zonder mitigatie)



Tabel 3.7 Aantal woningen met slagschaduw voor de voorbeeldopstelling met 3 windturbines verdeeld over het zoekgebied (zonder mitigatie)

Parameter	Totaal	Per windturbine
Aantal woningen met slagschaduw	1085	362
Aantal woningen met >6u per jaar aan slagschaduw	164	55

Figuur 3.13 Slagschaduwcontouren voor de landschappelijk geoptimaliseerde voorbeeldopstelling (zonder mitigatie)



Tabel 3.8 Aantal woningen met slagschaduw voor de landschappelijk geoptimaliseerde voorbeeldopstelling (zonder mitigatie)

Parameter	Totaal	Per windturbine
Aantal woningen met slagschaduw	258	86
Aantal woningen met >6u per jaar aan slagschaduw	110	37

In tegenstelling tot een aan te houden afstand tussen turbine en object zoals bij geluid, is bij slagschaduw de aan te houden afstand niet goed aan te geven met één afstand. Dat heeft te maken met de stand van de zon: pal ten zuiden van de turbine is er geen slagschaduw, aangezien de zon nooit in het noorden staat. Bij een laagstaande zon (in het oosten en westen als de zon opkomt of ondergaat) is de slagschaduw langer dan een hoogstaande zon uit het zuiden. Zo is op 500 meter ten zuiden van een windturbine locatie geen slagschaduw mogelijk, maar 500 meter ten westen bijvoorbeeld wel. Er kan dus niet met een generieke afstand tot woningen worden volstaan om de belemmeringen als gevolg van slagschaduw inzichtelijk te maken. De contouren moeten altijd voor een individuele turbineopstelling en de daarbij horende turbineafmetingen berekend worden.

Binnen de invloedssafstand van slagschaduw liggen naar verwachting altijd gevoelige objecten in het zoekgebied. Omdat slagschaduw in de praktijk goed gemitigeerd kan worden (zonder relatief veel elektriciteitsverlies door stilstand) door het toepassen van een stilstandsvoorziening, is slagschaduw in het algemeen geen beperkende factor waar bij de positionering van windturbines rekening mee gehouden hoeft te worden. Daarmee is het aanhouden van de afstanden voor geluid in eerste aanleg ook voldoende voor slagschaduw, aangezien daarmee de grootste slagschaduw effecten al worden ondervangen.

3.3.2 Maximaal 17 dagen per jaar slagschaduw

De “Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer” meldt dat windturbines een automatische stilstandsvoorziening moeten bezitten indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten, voor zover de afstand tussen de woningen of andere geluidsgevoelige bestemmingen minder dan 12 maal de rotordiameter bedraagt en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw kan optreden¹⁷. Deze norm wordt vertaald in 17 dagen x 21 minuten per jaar = 5 uur en 57 minuten, afgerond 6 uur per jaar. Dit is een conservatieve vertaling van de norm, aangezien hierbij ook alle dagen met minder dan 20 minuten schaduw worden meegerekend die conform de norm buiten beschouwing gelaten mogen worden.

3.3.3 Hoe lang moet de turbine stil staan?

De ervaring leert dat het beperken van de slagschaduw (het terugbrengen tot een hoeveelheid slagschaduw per jaar waarbij aan normstelling wordt voldaan) ten koste gaat van relatief weinig energieopbrengst. De mate van stilstand (en bijbehorend opbrengstverlies) is afhankelijk van de grootte en de posities van de windturbines.

Voor de twee voorbeeldopstellingen heeft Pondera de verwachte stilstandstijd berekend die nodig zal zijn om aan de normen voor slagschaduw te kunnen voldoen. Hiervoor is voor objecten waarbij meer dan 6 uur slagschaduw per jaar wordt verwacht, de slagschaduwduur teruggebracht naar jaarlijks 0 uur¹⁸. In het geval van de objecten waarvoor jaarlijks 6 uur of minder dan 6 uur slagschaduw verwacht wordt, voldoen de windturbines aan de norm en behoeven geen mitigatie.

De verwachte stilstandstijd conform het voorgaande zou voor de voorbeeldopstelling waarbij de windturbines over het zoekgebied verdeeld zijn, jaarlijks gemiddeld 4 % van de tijd per turbine bedragen. Dit is een conservatieve schatting. Wanneer tot 6 uur (ipv 0 uur) per jaar wordt gemitigeerd zal de stilstand minder zijn. De verwachte stilstandstijd (uur: minuten) is in Tabel 3.9 uitgesplitst per windturbine.

¹⁷ Na de uitspraak van de Raad van State op 30 juni 2021 over windpark Delfzijl Zuid Uitbreiding/Nevele-arrest (ECLI:NL:RVS:2021:1395) mogen de in het Activiteitenbesluit en -regeling (hierna: windturbinebepalingen) opgenomen normen voor slagschaduw van windturbines niet meer zonder meer worden gebruikt als toetsnorm voor windparken tot er een planMER is uitgevoerd voor de windturbinebepalingen in het Activiteitenbesluit en -regeling. Het is nog niet duidelijk wat de gevolgen hiervan zijn voor de ‘huidige’ normen.

¹⁸ Mitigeren naar 0 uur per jaar is verder dan de vertaling van de norm van 6 uur per jaar, maar het is praktisch lastig om stilstand te berekenen tot 6 uur per jaar.

Tabel 3.9 Verwachte stilstand per windturbine voor de opstelling met 3 windturbines verdeeld over het zoekgebied

Windturbine	Verwachte stilstand per jaar [uu:mm]	Verwachte stilstand per jaar [%]
1	235:25	2,7%
2	403:51	4,6%
3	423:41	4,8%
Gemiddeld	354:19	4,0%

De verwachte stilstand voor de landschappelijk geoptimaliseerde voorbeeldopstelling zou jaarlijks gemiddeld 3% van de tijd per turbine bedragen. Dit is een conservatieve schatting. Wanneer tot 6 uur (ipv 0 uur) per jaar wordt gemitigeerd zal de stilstand minder zijn. De verwachte stilstandstijd (uur: minuten) is in Tabel 3.9 uitgesplitst per windturbine.

Tabel 3.10 Verwachte stilstand per windturbine voor de landschappelijk geoptimaliseerde voorbeeldopstelling

Windturbine	Verwachte stilstand per jaar [uu:mm]	Verwachte stilstand per jaar [%]
1	265:00	3,03%
2	289:05	3,30%
3	256:46	2,93%
Gemiddeld	270:17	3,09%

3.3.4 Slagschaduw ter plaatse van nabijgelegen recreatie en campings

Aanvullend op de slagschaduwcontouren zijn er voor het strand van Zeumeren en de drie nabijgelegen campings (gelijk aan de geluidberekeningen) berekeningen uitgevoerd om te bepalen tijdens welke maanden er slagschaduw op kan treden. Deze berekeningen zijn er voor de landschappelijk geoptimaliseerde voorbeeldopstelling uitgevoerd.

Ter plaatse van het strand treedt er volgens de berekeningen geen slagschaduw op in de periode tussen maart en oktober. In de zomermaanden staat de zon namelijk hoger boven de horizon en reikt de slagschaduw minder ver dan in de wintermaanden. Ook het punt waar de zon opkomt varieert gedurende het jaar en is van invloed op de maanden waarop slagschaduw op kan treden. Tussen eind oktober en medio februari treedt slagschaduw in het recreatiegebied in de ochtend en in de middag op. Ter plaatse van de campings treedt tussen medio oktober en begin maart slagschaduw op. Er is variatie tussen de verschillende campings en ook de tijden waarop slagschaduw op kan treden is locatie-afhankelijk. In het toeristische seizoen (maart tot oktober) treedt geen slagschaduw op op de campings en op het strand van de Zeumerse plas.

De grafische kalenders, waarop weergegeven wordt wanneer op de verschillende toetspunten in het jaar er slagschaduw op kan treden, zijn bijgevoegd als bijlage bij deze notitie.

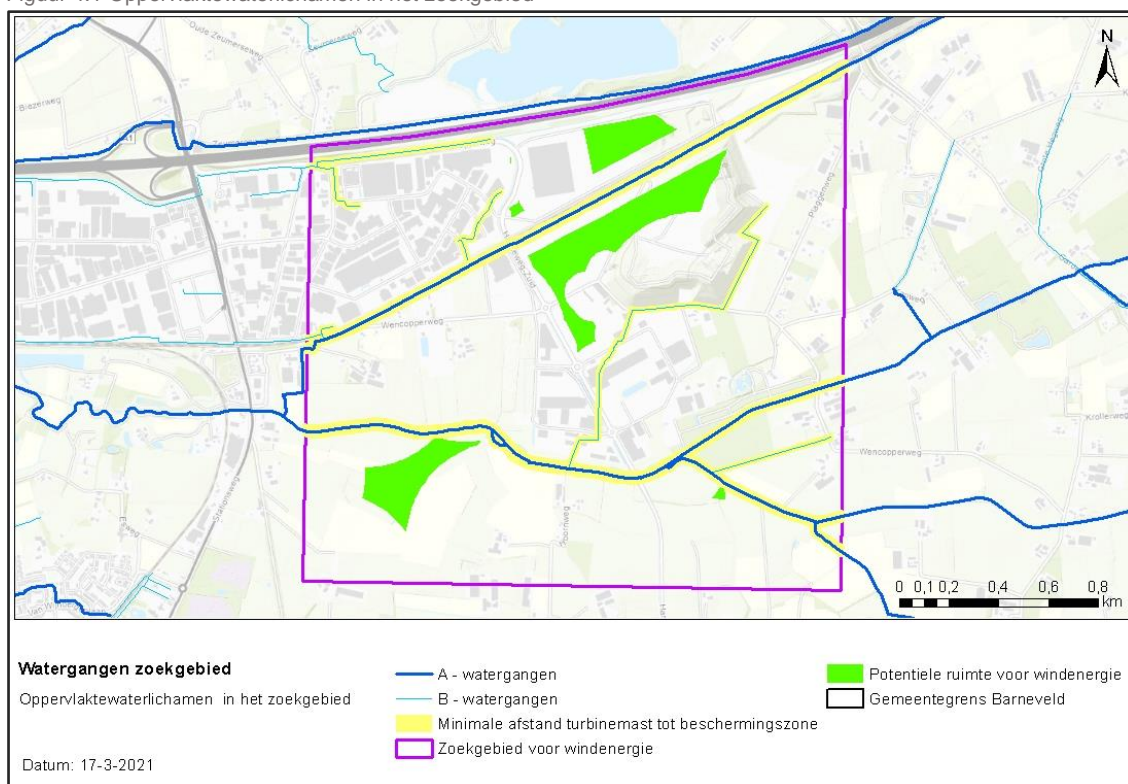
4 Waterhuishouding en bodem

4.1 Afstand windturbines tot waterstaatswerken

In het zoekgebied bevinden zich geen primaire waterkeringen. Wel liggen er watergangen in het zoekgebied, die onderdeel zijn van waterstaatswerken. Figuur 4.1 geeft deze (A- en B-) watergangen weer. Volgens de Keur van het waterschap Vallei en Veluwe (2013), is het niet toegestaan om zonder watervergunning een bouwwerk (in dit geval windturbines en hun fundaties) in deze watergangen en hun beschermingszones te plaatsen of de watergang aan te passen.

Windturbinefundaties dienen naar mogelijkheid buiten watergangen gepositioneerd te worden. Figuur 4.1 geeft de afstand van minimaal de halve rotordiameter van een fundatiediameter van 25 meter tot de beschermingszone van A- en B-watergangen in het zoekgebied weer. Indien de turbinemast buiten deze afstandscontour wordt geplaatst, overlapt het fundatieoppervlak van de windturbine niet met de watergang. Figuur laat zien dat de potentiële ruimte voor windturbines uit de GIS-analyse geen overlap toont met de beschermingszones van A- en B- watergangen in het zoekgebied.

Figuur 4.1 Oppervlaktewaterlichamen in het zoekgebied



4.2 Bodemkwaliteit

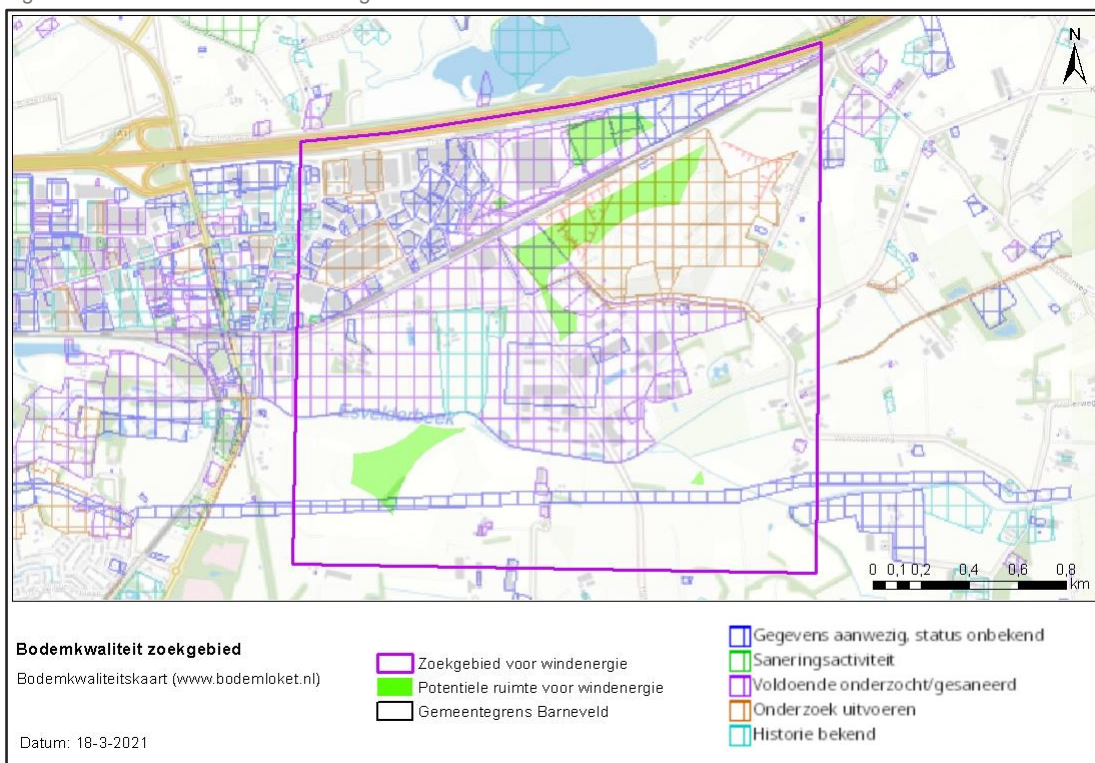
Het bodemloket¹⁹ adviseert voor delen van het zoekgebied (verder) onderzoek naar bodemverontreinigingen en sanering. In het zoekgebied is een gedeelte van de bodem verontreinigd door

¹⁹ <https://www.bodemloket.nl>

een afvalstortplaats (zie Figuur 4.2). Hier moet nader onderzoek worden uitgevoerd om de omvang en de ernst van de vastgestelde verontreiniging te bepalen. Een groot deel van het zoekgebied is reeds gesaneerd. De potentieel geschikte locaties voor windenergie (de groene gebieden in figuur 7.2 hebben een verschillende status:

- De locatie tussen het spoor en de snelweg ligt in gebied dat deels al gesaneerd is en deels in gebied waarvoor gegevens aanwezig zijn, maar de status onbekend is;
- De locatie ten zuiden van het spoor ligt voor het grootste deel in gebied waarvoor bodemonderzoek uitgevoerd moet worden. Het betreft hier een stortplaats. Het westelijke deel van de locatie ligt in gebied dat al gesaneerd is;
- De locatie in het zuidwesten van het zoekgebied overlapt voor een klein deel met een gebied waarvoor gegevens aanwezig zijn, maar de status onbekend is.

Figuur 4.2 Bodemkwaliteit in het zoekgebied



5 Externe veiligheid

In het zoekgebied zijn risicovolle inrichtingen, kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten en weg- en spoorinfrastructuur aanwezig. Voor deze objecten en infrastructuur moet voor het plaatsen van windturbines voldaan worden aan de veiligheidsnormen die in het Activiteitenbesluit milieubeheer²⁰ en het Besluit wijziging milieuregels windturbines (2011) gesteld worden.

5.1 Afstanden windturbines tot externe veiligheidsobjecten en infrastructuur

De normen uit het Activiteitenbesluit en het Besluit wijziging milieuregels windturbines zijn te vertalen in afstanden die een windturbine aan moet houden tot infrastructuur en overige externe veiligheidsobjecten. Voor het bepalen van deze afstanden gaat Pondera uit van de richtlijnen uit de Handreiking Risicozonering Windturbines²¹ (HRW) en bijbehorende Handleiding Risicoberekening Windturbines. De afstanden betreffen generieke toetsafstanden. Buiten de genoemde afstand is er in principe geen sprake van een (aanvullend) veiligheidsrisico. De praktijk leert dat windturbines soms geplaatst kunnen worden op kortere afstand dan de toetsingsafstand van objecten op basis van nader (veiligheids)onderzoek, mitigerende maatregelen en overleg met de eigenaar of beheerder van het object of de infrastructuur.

Tabel 5.1 geeft de toetsafstanden voor de referentieturbines weer die in het plan-MER (120 meter ashoogte en rotordiameter) en in deze notitie (150 meter ashoogte en rotordiameter) onderzocht zijn. Zoals uit de tabel af te lezen is, zorgt het vergroten van de windturbines voor veranderingen in de toetsingsafstanden. Figuur 5.1 geeft de ligging van externe veiligheidsobjecten en infrastructuur en de aan te houden afstanden voor een turbine met 150 meter ashoogte en rotordiameter in het zoekgebied weer. Figuur 5.2 geeft zones met aandachtspunten in verband met externe veiligheid weer. Onder de kaarten volgt per aspect een toelichting voor zowel de harde belemmeringen als de zones met aandachtspunten.

Tabel 5.1 Toetsingsafstanden externe veiligheid die relevant zijn in het zoekgebied

Aspect	Toetsingsafstand referentieturbine 120 meter ashoogte & rotordiameter	Toetsingsafstand referentieturbine 150 meter ashoogte & rotordiameter
Kwetsbare objecten	Eis PR 10^{-06} = 180 meter	Eis PR 10^{-06} = 225 meter
Beperkt kwetsbare objecten	Eis PR 10^{-05} = 60 meter	Eis PR 10^{-05} = 75 meter
	Beoordeling PR 10^{-06} = 180 meter	Beoordeling PR 10^{-06} = 225 meter
Wegen	Eis $\frac{1}{2}$ RD = 60 meter	Eis $\frac{1}{2}$ RD = 75 meter
Spoorwegen	Toetsafstand $\frac{1}{2}$ RD+7,85 m = 67,5m	Toetsafstand $\frac{1}{2}$ RD+7,85 m = 82,9m
	Beoordeling binnen 180 meter	Beoordeling binnen 225 meter
Industrie en risicovolle inrichtingen	Risicovolle inrichtingen dienen na plaatsing van windturbines te blijven	Risicovolle inrichtingen dienen na plaatsing van windturbines te blijven

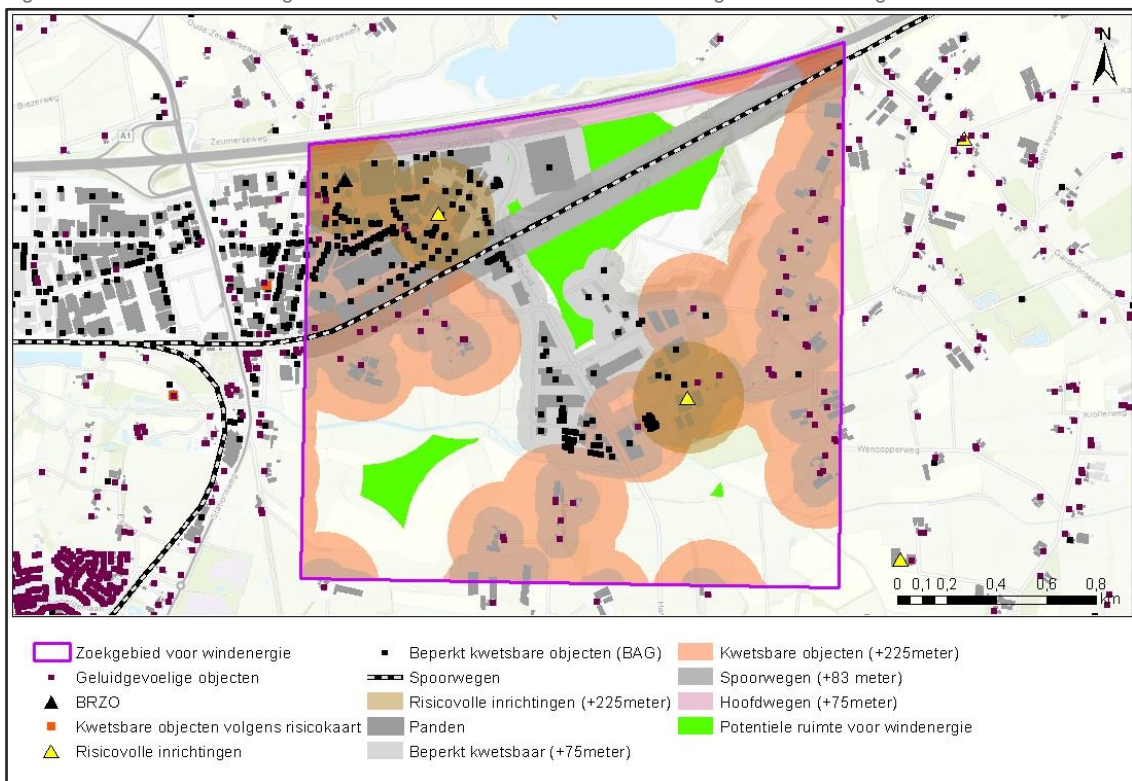
²⁰ Activiteitenbesluit milieubeheer, van 19 oktober 2007, met wijzigingen, te raadplegen via:
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0022762/>

Na de uitspraak van de Raad van State op 30 juni 2021 over windpark Delfzijl Zuid Uitbreiding/Nevele-arrest (ECLI:NL:RVS:2021:1395) mogen de in het Activiteitenbesluit en -regeling (hierna: windturbinebepalingen) opgenomen normen voor externe veiligheid van windturbines niet meer zonder meer worden gebruikt als toetsnorm voor windparken tot er een planMER is uitgevoerd voor de windturbinebepalingen in het Activiteitenbesluit en -regeling. Het is nog niet duidelijk wat de gevolgen hiervan zijn voor de 'huidige' normen.

²¹ Handleiding risicoberekeningen windturbines versie oktober 2020 en de nieuwe Handreiking risicozonering windturbines v1.1 (HRW2020)

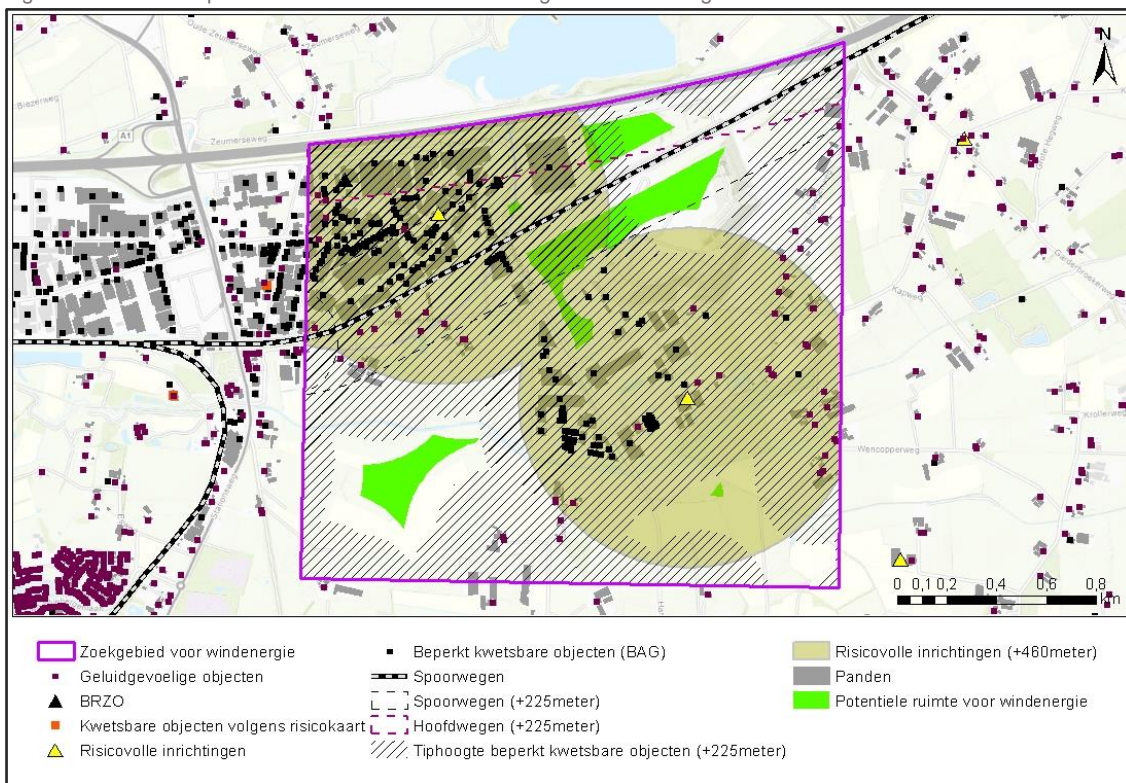
Aspect	Toetsingsafstand referentieturbine 120 meter ashoogte & rotordiameter	Toetsingsafstand referentieturbine 150 meter ashoogte & rotordiameter
	voldoen aan de normen voor Bevi- inrichtingen	voldoen aan de normen voor Bevi- inrichtingen
	Beoordeling van het toegevoegde risico aan risicovolle inrichtingen binnen circa 440 meter ²²	Beoordeling van het toegevoegde risico aan risicovolle inrichtingen binnen circa 460 meter

Figuur 5.1 Harde belemmeringen en afstanden in verband met externe veiligheid in het zoekgebied



²² Risicovolle installaties kunnen geraakt worden binnen de zone van bladworp bij overtoeren bij het wegvliegen van een rotorblad. De kans op het optreden van dit scenario is relatief klein en de bijbehorende trefkansen van een zwaartepunt van een rotorblad per vierkante meter binnen deze cirkel zijn in de orde van grote van gemiddeld $5,0 \times 10^{-11}$ tot $8,0 \times 10^{-12}$ per vierkante meter.

Figuur 5.2 Aandachtspunten in verband met externe veiligheid in het zoekgebied



5.2 (Beperkt) kwetsbare objecten

In het zoekgebied bevinden zich zowel kwetsbare als beperkt kwetsbare objecten. Figuur 5.1 geeft de ligging van deze objecten met de aan te houden afstanden voor de referentieturbine aan. De definitie van kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten wordt in de paragrafen hieronder toegelicht.

5.2.1 Afstandscontouren voor (beperkt) kwetsbare objecten

In het Activiteitenbesluit en Besluit wijziging milieuregels windturbines wordt onder meer geregeld dat zich geen kwetsbare objecten mogen bevinden binnen de PR 10^{-6} -contour en geen beperkt kwetsbare objecten binnen de PR 10^{-5} -contour. PR staat voor het Plaatsgebonden Risico. Dit is de kans per jaar dat iemand overlijdt als gevolg van een ongeval van een falende windturbine, als deze persoon permanent en onbeschermd op een bepaalde afstand tot de turbine aanwezig zou zijn. Een PR-norm van 10^{-5} betekent een maximale kans van maximaal 1 op 100.000 per jaar, PR 10^{-6} een kans van 1 op 1.000.000 per jaar.

Beperkt kwetsbare objecten

Alle bedrijfsgebouwen en overige gebouwen zijn minstens beperkt kwetsbare objecten en dienen zodoende een maximaal risico kleiner dan een Plaatsgebonden Risico (PR) van 1×10^{-5} per jaar te ondervinden als direct gevolg van de windturbine. De PR 10^{-5} contour ligt nooit verder dan een halve rotordiameterafstand vanaf de windturbine (maar kan wel kleiner zijn dan deze vuistregel). Voor de referentieturbine van 150 meter rotordiameter en ashoogte, betekent dit een afstand van 75 meter.

Kwetsbare objecten

Objecten die meer bescherming verdienen zijn objecten bedoeld voor bewoning, bestemd voor het verblijf van minderjarigen, ouderen, zieken of andere kwetsbare personen of gebouwen waarin gedurende een groot deel van de dag grote aantallen mensen in verblijven. Deze en vergelijkbare objecten worden kwetsbare objecten genoemd. Als kwetsbare objecten beschouwt Pondera in deze analyse de objecten die de Risicokaart Nederland als kwetsbaar aanwijst en daarnaast woningen, onderwijs- en gezondheidszorginstellingen (vergelijkbaar met geluidgevoelige objecten).

Voor kwetsbare objecten geldt dat het plaatsgebonden risico (PR) vanaf een windturbine niet hoger mag zijn dan $PR10^{-06}$. De Handleiding risicobeoordeling windturbines geeft met een vuistregel aan dat deze afstand nooit verder ligt dan de maximale afstand van de tiphoogte of de werpafstand bij nominaal toerental indien deze groter is. Voor de referentieturbine van 150 meter rotordiameter en ashoogte, betekent dit een afstand van 225 meter als uitgegaan wordt van tiphoogte. De werpafstand bij nominaal toerental is meestal minder dan 225 meter, vandaar dat uit wordt gegaan van 225 meter.

5.2.2 Ruimte voor windturbines ten opzichte van (beperkt) kwetsbare objecten

Buiten de $PR10^{-05}$ en $PR10^{-06}$ contouren is er in principe geen sprake van een (aanvullend) veiligheidsrisico. Binnen de aangehouden afstanden tot kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten in Figuur 5.1 kan een windturbine alleen worden geplaatst, indien nader veiligheidsonderzoek voor een specifieke windturbine of windpark aantoont dat het risico toelaatbaar is, mogelijk in combinatie met mitigerende maatregelen.

Daarnaast geeft het Activiteitenbesluit aan dat de bovenstaande regels enkel gelden voor 'buiten de inrichting gelegen objecten'. Dit betekent dat voor objecten die behoren bij de gelijke inrichting als waar de windturbine onderdeel van is, er geen norm geldt voor het maximaal optredende risico op deze objecten in relatie tot de risico's afkomstig van een windturbine. Het verdient voor de eigen interne bedrijfsvoering wel aanbeveling om een veiligheidsprotocol of risicoanalyse te doen om de mogelijke gevaren voor de eigen bedrijfsvoering inzichtelijk te maken.

5.2.3 Mogelijk zijn er aanvullende kwetsbare objecten in het zoekgebied

Als kwetsbare objecten beschouwt Pondera in deze analyse de objecten die de Risicokaart Nederland als kwetsbaar aanwijst en daarnaast woningen, onderwijs- en gezondheidszorginstellingen (vergelijkbaar met geluidgevoelige objecten). Maar er kunnen zich situaties voordoen waarbij een beperkt kwetsbaar object in deze analyse door bijvoorbeeld aanwezigheid van meerdere personen zich toch kwalificeert als kwetsbaar object en er dus een grotere afstand aangehouden dient te worden. Dit is op voorhand moeilijk voor alle gebouwen te bepalen en vereist dus maatwerk. De delen van het zoekgebied waarbinnen nader onderzocht moet worden of beperkt kwetsbare objecten mogelijk toch kwetsbaar zijn, geeft Figuur 5.2 weer als zwart gearceerd vlak. Dit vlak symboliseert de afstand van 225 meter tiphoogte rondom alle beperkt kwetsbare objecten in het zoekgebied.

5.3 Infrastructuur

In het zoekgebied bevinden zich een spoorweg en de snelweg A1. Figuur 5.1 toont de ligging van deze infrastructuurelementen.

5.3.1 Afstand tot de spoorweg

De Handreiking risicozonering windturbines hanteert een plaatsingsadvies van een afstand van minstens 7,85 meter plus een halve rotordiameter afstand vanaf de rand van een spoorweg tot aan de windturbine. Voor de referentieturbine van 150 meter rotordiameter en ashoogte betekent dit een afstand van 83 meter. Daarnaast geldt een toetsingseis van het Individueel Passanten Risico (IPR) en het Maatschappelijk Risico (MR) voor de betrokken spoorweg omdat het een hoofdspoorweginfrastructuur betreft.

Veiligheidsonderzoek binnen tiphoogte afstand nodig

Spoortrajectnummer 30EO.6 is onderdeel van het basisnet spoorwegen en er vinden daarom significante hoeveelheden gevaarlijke transporten plaats. Indien de windturbines worden geplaatst binnen circa 225 meter (tiphoogte) van de spoorweg, dient nader onderzoek plaats te vinden over de kans op treffen van gevaarlijke transporten en/of het optredend risico voor passanten en de maatschappij. De ervaring uit voorgaande analyses bij andere spoorwegen met gevaarlijke transporten leert echter dat plaatsing buiten een halve rotordiameter afstand goed mogelijk is.

5.3.2 Afstand tot de snelweg A1

De Handreiking risicozonering windturbines hanteert een plaatsingsadvies van een afstand van minstens een halve rotordiameter afstand vanaf de rand van de snelweg tot aan de windturbine. Voor de referentieturbine van 150 meter rotordiameter en ashoogte betekent dit een afstand van 75 meter.

Veiligheidsonderzoek binnen tiphoogte afstand nodig

De snelweg A1 (wegvak G63) is onderdeel van het basisnet wegen en er vinden daarom significante hoeveelheden risicovolle transporten plaats. Voor de snelweg geldt daarom dat er, naast de adviesafstanden uit het Handboek risicozonering windturbines, nader onderzoek plaats dient te vinden over de kans op treffen van gevaarlijke transporten en/of het optredend risico voor passanten en de maatschappij, indien de windturbines worden geplaatst binnen circa 225 meter (tiphoogte) van de snelweg. De ervaring uit voorgaande analyses bij andere snelwegen met gevaarlijke transporten leert echter dat plaatsing buiten een halve rotordiameter afstand goed mogelijk is.

5.4 Industriële installaties en risicovolle inrichtingen

Op bedrijventerrein Harselaar zijn aan de noordwestkant van het zoekgebied twee risicovolle inrichtingen aanwezig, bestaande uit respectievelijk een ammoniakinstallatie en een propaanopslag. Ook aan de zuidoostkant is nog een propaanopslag gelegen. Bij plaatsing binnen circa 460 meter vanaf terreinen zijn trefkansanalyses benodigd om de risico's op schade aan de risicovolle installaties te onderzoeken. Uitvoering van nadere analyses dient inzichtelijk te maken welke risico's de windturbines eventueel toevoegen aan de bestaande installaties.

Hierdoor zijn mogelijk beperkte delen van het geselecteerde gebied minder geschikt voor de plaatsing van windturbines. Deze delen zijn op Figuur 5.2 weergegeven. De ervaring uit trefkansanalyses leert echter

dat de risicotename als gevolg van het mogelijk geraakt worden in het scenario bladworp bij overtoeren doorgaans verwaarloosbaar klein is (kleiner dan 10% toevoeging) voor kleinere risicovolle installaties.

5.5 Transportleidingen en hoogspanningslijnen

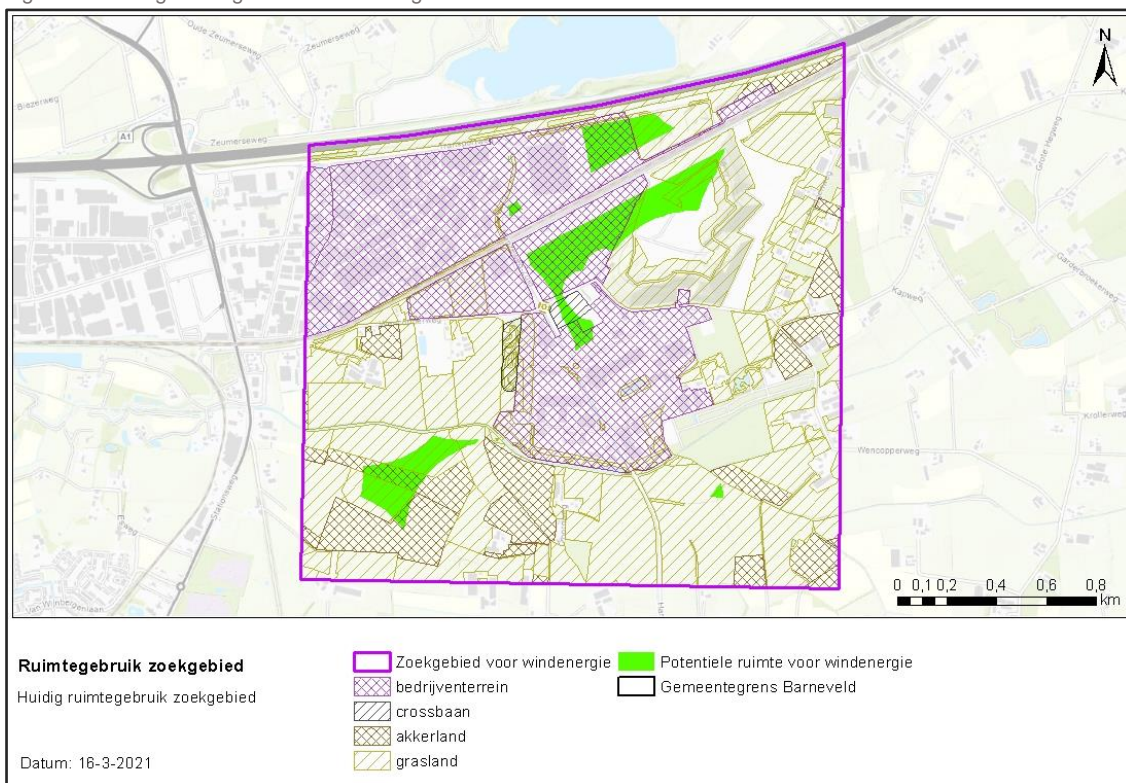
Op basis van de Risicokaart en Top 10 NL zijn er in het zoekgebied geen transportleidingen en/of hoogspanningslijnen aanwezig.

6 Ruimtegebruik

6.1 Ruimtegebruik in het zoekgebied in combinatie met windturbines

Het huidige ruimtegebruik²³ in het zoekgebied bestaat voornamelijk uit bedrijventerreinen, akkerland en grasland. Deze functies zijn in principe goed te combineren met windturbines. Figuur 6.1 geeft de ligging van deze functies in het zoekgebied weer.

Figuur 6.1 Huidig ruimtegebruik in het zoekgebied



6.1.1 Combinatie landbouw en windturbines

De functie landbouw is goed te combineren met de plaatsing van windturbines. Door het relatief kleine primaire ruimtegebruik van een windturbine blijft er veel ruimte over voor de landbouwfunctie. Daarnaast kunnen de verschillende opstelplaatsen en transportwegen van het nieuwe windpark dienen als routes voor landbouwwerktuigen. Wel zorgt de realisatie van funderingen, wegen en opstelplaatsen voor een

²³ Volgens geodata beschikbaar uit Top 10 NL, 2 maart 2021

beperking van de hoeveelheid aanwezige landbouwgrond. Buiten de verharde infrastructuur en de masten van de windturbines kan het gebied blijvend worden gebruikt voor landbouw en wordt de huidige gebruiksfunctie van de ruimte slechts minimaal beïnvloed. Dit komt voornamelijk doordat in de regel de toename in verhard oppervlak relatief klein is in vergelijking met het totale oppervlakte van landbouwgrond.

6.1.2 Combinatie bedrijventerreinen en windturbines

Windturbines zijn in de regel goed te combineren met de functies van bedrijventerreinen, indien er rekening wordt gehouden met externe veiligheid. Op bedrijventerreinen zijn vaak installaties met een hoge energiebehoefte aanwezig die kunnen worden gevoed door de opgewekte elektriciteit van de windturbines.

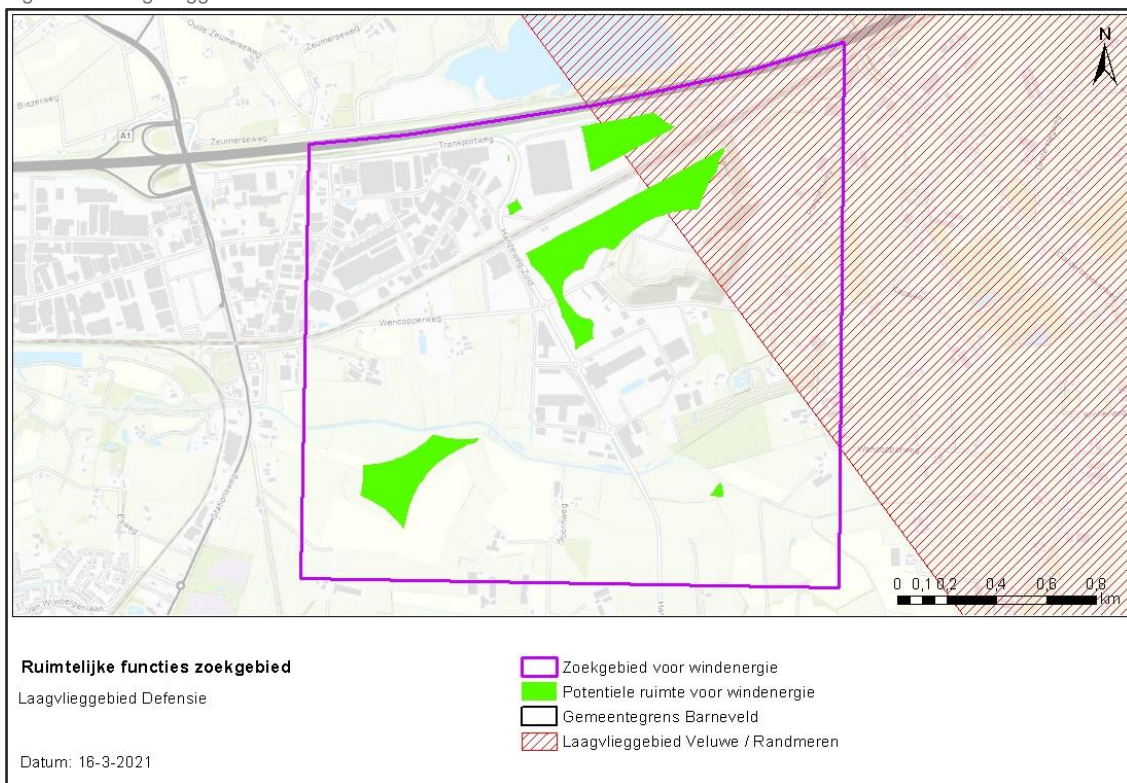
Windturbines kunnen echter op een aantal vlakken invloed hebben op de bedrijfsvoering en mogelijkheden van nabijgelegen bedrijven. Voor bedrijven gelden de normen voor geluid en slagschaduw van windturbines niet, maar zeker voor bedrijfslocaties waar veel mensen werken zijn geluid en met name slagschaduw van windturbines in de nabijheid wel aandachtspunten. Met name het aspect externe veiligheid is ook relevant voor de plaatsing van windturbines op of in de nabijheid van bedrijventerreinen, omdat bedrijven die als (beperkt) kwetsbare objecten kunnen worden aangemerkt alleen op afstand van windturbines aanwezig mogen zijn. Zo is het bijvoorbeeld niet toegestaan als zich een kantoorlocatie bevindt direct onder de rotor van de windturbine.

6.2 Laagvlieggebied Defensie

Een deel van het onderzoeksgebied overlapt met de rand van het laagvlieggebied Veluwe/ Randmeren van Defensie. Het betreft geen planologisch beschermd laagvlieggebied²⁴. In afstemming met Defensie is hier de combinatie met windturbines bespreekbaar. Dit vormt een aandachtspunt voor windenergie.

²⁴ Bij de twee voorbeeldopstelling die gehanteerd worden voor de berekeningen voor geluid en slagschaduw bevindt zich respectievelijk één van de windturbines binnen (aan de rand van) de laagvliegroute van Defensie.

Figuur 6.2 Laagvlieggebied Defensie



6.3 Straalverbindingen

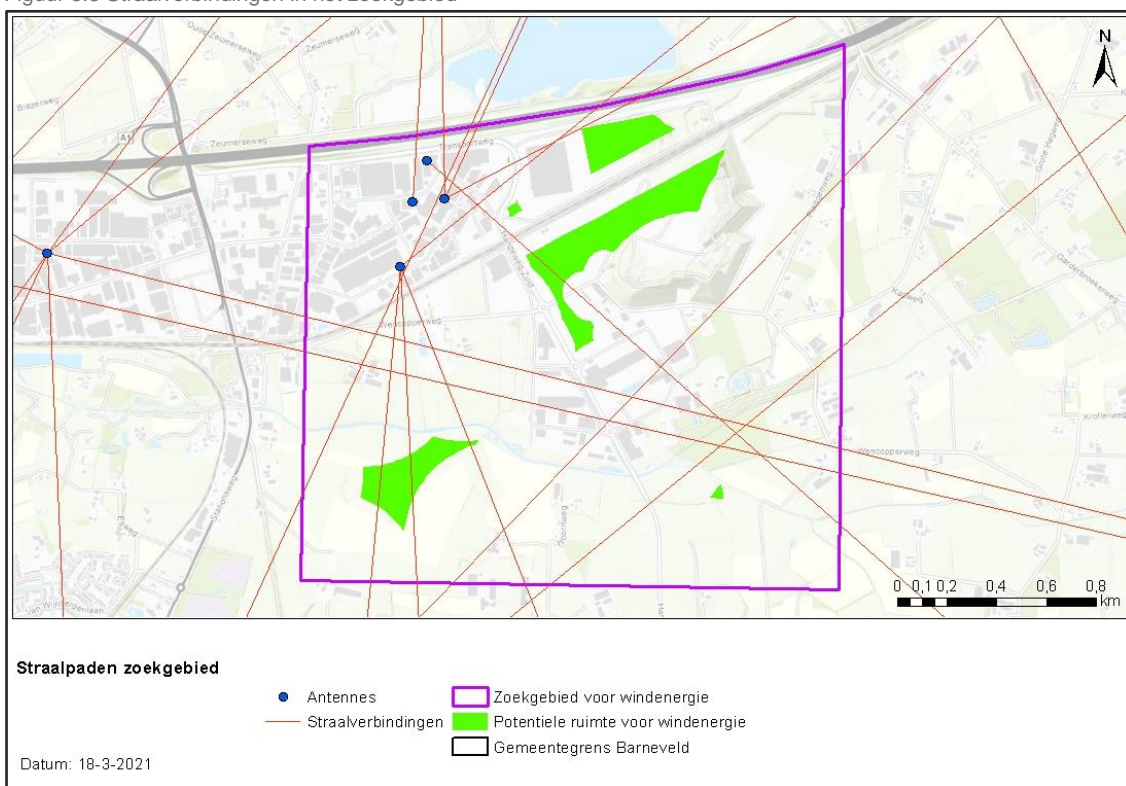
Het zoekgebied wordt gekruist door straalverbindingen (zie Figuur 6.3), waaronder ook de potentiële ruimte voor windturbines uit de GIS-analyse. Afhankelijk van de positie in het zoekgebied, kunnen windturbines daarom een straalverbinding in principe verstoren. In het geval van de onderzochte referentieturbine kan verstoring naar verwachting alleen optreden, indien de mast van de turbine binnen een straalverbinding wordt geplaatst.

De straalverbindingen in het zoekgebied zijn relatief laag (15 tot 55 meter²⁵), waardoor verstoring van het signaal door de wieken van de onderzochte referentieturbine van 150 meter ashoogte en rotordiameter geen reële kans is. De tiplaatte van de referentieturbine ligt namelijk bij 75 meter. De straalverbinding is daarmee lager dan de tiplaatte van de wieken. Ook bij een windturbine met een rotordiameter en ashoogte van 120 meter, bevindt zich de tiplaatte met 60 meter naar verwachting buiten (boven) de straalverbinding.

In hoeverre de windturbines een verstrend effect op deze straalverbindingen hebben, is uiteindelijk afhankelijk van de specifieke turbine-afmetingen en turbinepositie. Indien een windturbine zich dichtbij een straalverbinding bevindt, moeten effecten op de verbinding in detail worden onderzocht tijdens de uitwerking van een concreet windenergieproject. Indien de verstoring van significante mate is, kan er worden gekozen om maatregelen te nemen. Zo kan bijvoorbeeld de straalverbinding zelf omgeleid worden of kunnen de betrokken antennes op andere hoogten geplaatst worden.

²⁵ Volgens het door Agentschap Telekom aangeleverde geodata-bestand met straalverbindingen in de gemeente Barneveld

Figuur 6.3 Straalverbindingen in het zoekgebied



7 Netcapaciteit

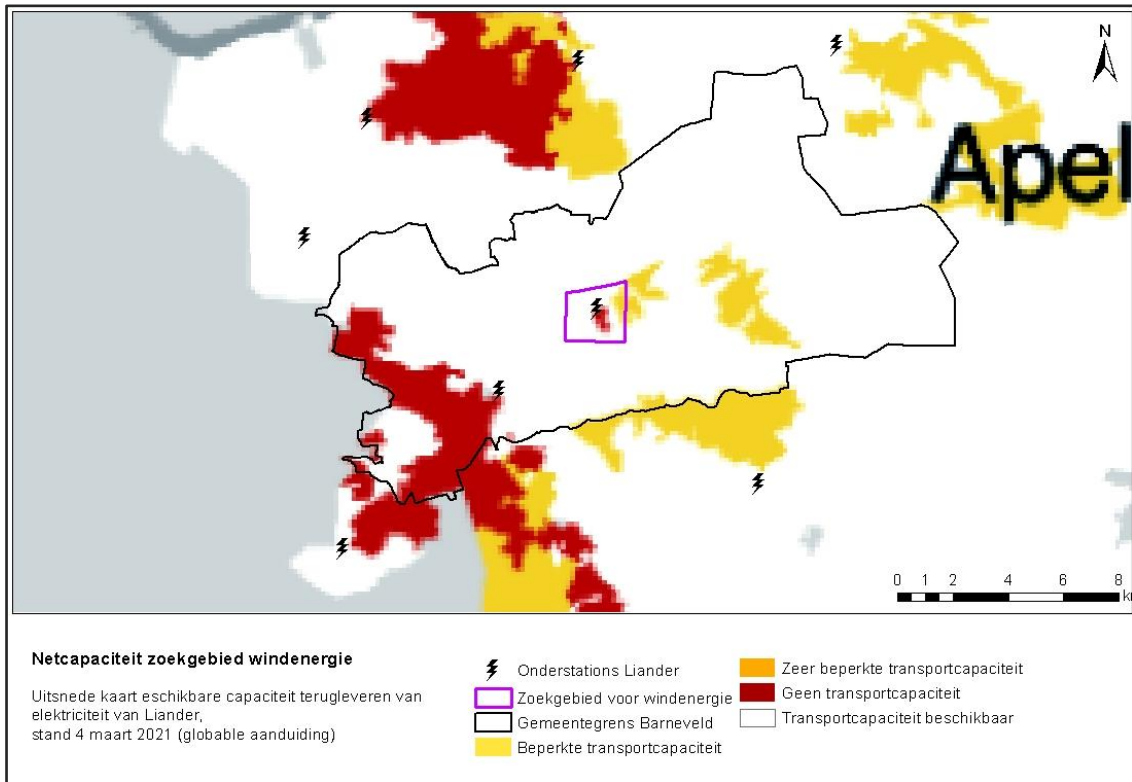
Figuur 7.1 en Figuur 7.2 tonen aan dat in het overwegende deel van het zoekgebied in principe transportcapaciteit beschikbaar is (stand Liander, 4 maart 2021). Volgens de netbeheerder Liander is er in “transparant gebied” namelijk voldoende ruimte op het elektriciteitsnet voor het afnemen en/of terugleveren van elektriciteit. In het oostelijke deel van het zoekgebied is op dit moment nog capaciteit beschikbaar maar op basis van voorspellingen en uitstaande aanvragen zou er binnen afzienbare tijd echter een transport schaarste kunnen ontstaan. Dit gebied is geel weergegeven op de kaarten (Figuur 7.1 en Figuur 7.2).

Voor het centrale deel van het zoekgebied geeft Liander aan dat er geen extra capaciteit meer op het elektriciteitsnet beschikbaar is. Dit gebied is rood weergegeven op de kaarten (Figuur 7.1 en Figuur 7.2). Het capaciteitstekort in de rode gebieden is volgens Liander ook niet door congestiemanagement²⁶ op te lossen. Liander adviseert echter op haar website dat er ook in rood gebied aansluiting soms toch mogelijk is. Dit is afhankelijk van het type aansluiting. Daarnaast geeft Liander aan dat het ook kan voorkomen dat een gebied van rood naar transparant gaat: dan is er een knelpunt opgelost, waardoor er weer capaciteit beschikbaar is op het net. Voor Barneveld geeft Liander op haar website aan op diverse plekken in de verzwaring van stations te investeren en zowel extra vermogen als aansluitmogelijkheden erbij te plaatsen.

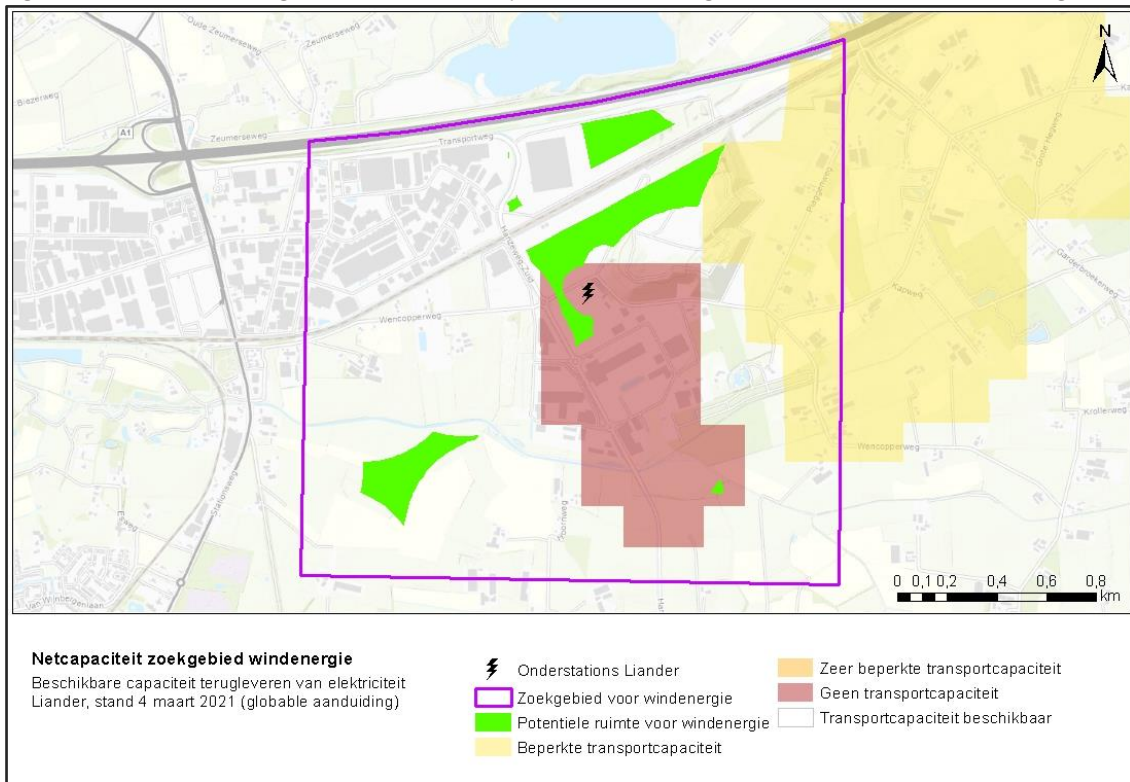
²⁶ Bij congestiemanagement verdeelt de netbeheerder de beperkte ruimte op het elektriciteitsnet op momenten dat de vraag naar transport van elektriciteit hoger is dan wat het elektriciteitsnet aan kan. Zakelijke grootverbruiker verbruiken of leveren dan tijdelijk en tegen betaling minder elektriciteit terug.

De situatie weergegeven in Figuur 7.1 en Figuur 7.2 is daarom een momentopname. Voor een concreet windenergie project moet daarom aan de hand van de verwachte jaarlijks opgewekte stroom een offerte bij Liander aangevraagd worden.

Figuur 7.1 Beschikbare capaciteit voor het terugleveren van elektriciteit in Barneveld (Liander, 4 maart 2021)



Figuur 7.2 Globale aanduiding van de beschikbare capaciteit voor het terugleveren van elektriciteit²⁷ in het zoekgebied



²⁷ <https://www.liander.nl/Transportcapaciteit/gelderland/kaart-terugleveren>

8 Bijlage - Grafische kalenders slagschaduwberekening Zeumeren

Project:
717123

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372

Calculated:
19-5-2021 10:30/3.4.415

SHADOW - Main Result

Calculation: 5 - 1B - 150/150 strand

Assumptions for shadow calculations

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

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

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,26	0,33	0,39	0,47	0,45	0,43	0,42	0,42	0,42	0,38	0,25	0,23

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
449	614	575	430	453	613	884	1.464	1.363	764	588	557	8.754

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 2000



WTGs

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	WTG type			Shadow data				
					Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM
WT1	171.301	464.360	23,5	Pondera R150 4000 150,0 !O! hu...	Yes	Pondera	R150-4.000	4.000	150,0	150,0	1.800	0,0
WT2	170.995	463.825	10,0	Pondera R150 4000 150,0 !O! hu...	Yes	Pondera	R150-4.000	4.000	150,0	150,0	1.800	0,0
WT3	170.688	464.347	15,1	Pondera R150 4000 150,0 !O! hu...	Yes	Pondera	R150-4.000	4.000	150,0	150,0	1.800	0,0

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
camping-1	171.430	465.163	20,0	8,0	4,5	0,5	90,0	"Green house mode"	5,0
camping-2	170.586	465.436	11,7	8,0	4,5	0,5	90,0	"Green house mode"	5,0
camping-3	169.817	464.999	10,0	8,0	4,5	0,5	90,0	"Green house mode"	5,0
strand-1	170.661	465.022	18,3	8,0	4,5	0,5	90,0	"Green house mode"	5,0
strand-2	170.787	465.137	20,0	8,0	4,5	0,5	90,0	"Green house mode"	5,0
strand-3	170.930	465.243	20,0	8,0	4,5	0,5	90,0	"Green house mode"	5,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	
camping-1	54:20	88	0:47	9:19	
camping-2	21:17	52	0:30	3:03	
camping-3	35:13	114	0:35	6:05	
strand-1	88:35	108	1:10	14:04	
strand-2	66:40	80	1:16	10:08	
strand-3	26:40	46	0:54	4:03	

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
WT1	Pondera R150 4000 150,0 !O! hub: 150,0 m (TOT: 225,0 m) (39)	139:43	21:27
WT2	Pondera R150 4000 150,0 !O! hub: 150,0 m (TOT: 225,0 m) (40)	8:14	1:10
WT3	Pondera R150 4000 150,0 !O! hub: 150,0 m (TOT: 225,0 m) (41)	122:55	20:53

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

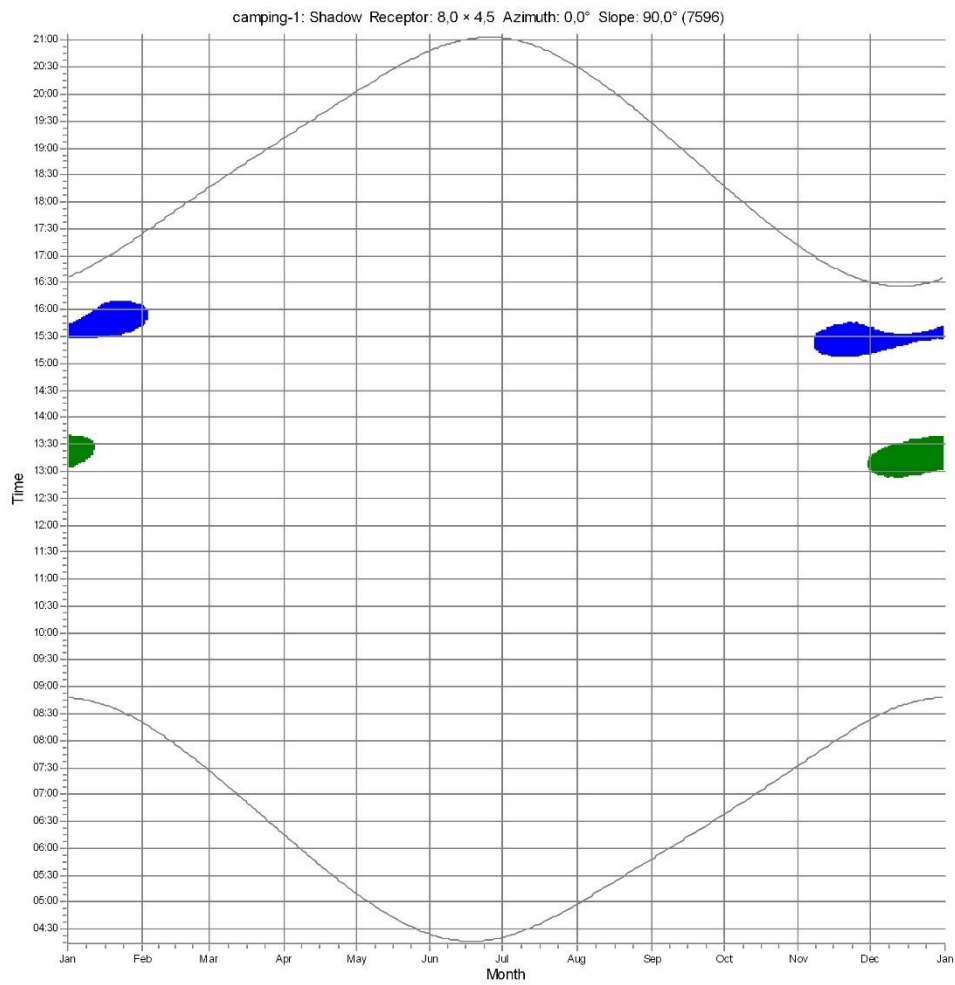
Project:
717123

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372

Calculated:
19-5-2021 10:30/3.4.415

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: 5 - 1B - 150/150 strandShadow receptor: camping-1 - Shadow Receptor: 8,0 × 4,5 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (7596)



WTGs

- WT1: Pondera R150 4000 150.0 IOI hub: 150,0 m (TOT: 225,0 m) (39)
- WT3: Pondera R150 4000 150.0 IOI hub: 150,0 m (TOT: 225,0 m) (41)

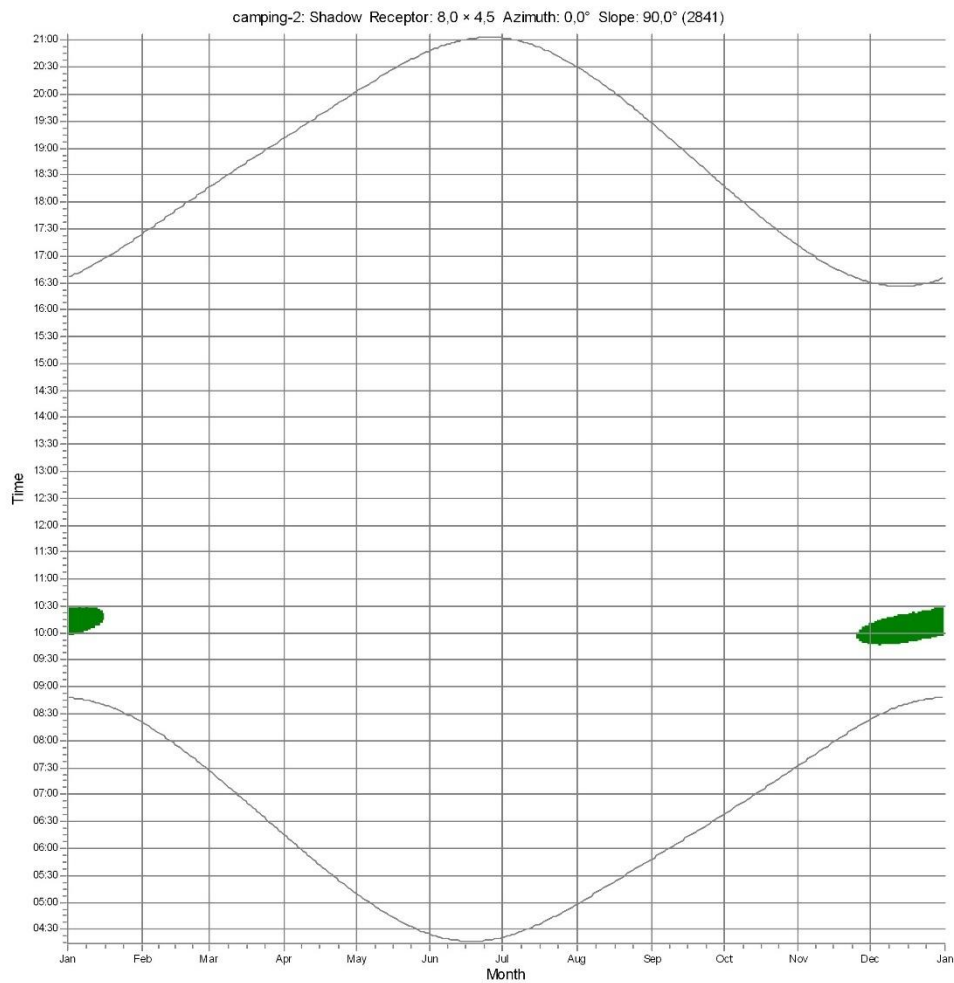
Project:
717123

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372

Calculated:
19-5-2021 10:30/3.4.415

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: 5 - 1B - 150/150 strandShadow receptor: camping-2 - Shadow Receptor: 8,0 × 4,5 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (2841)



WTGs

 WT1: Pondera R150 4000 150.0 IO! hub: 150,0 m (TOT: 225,0 m) (39)

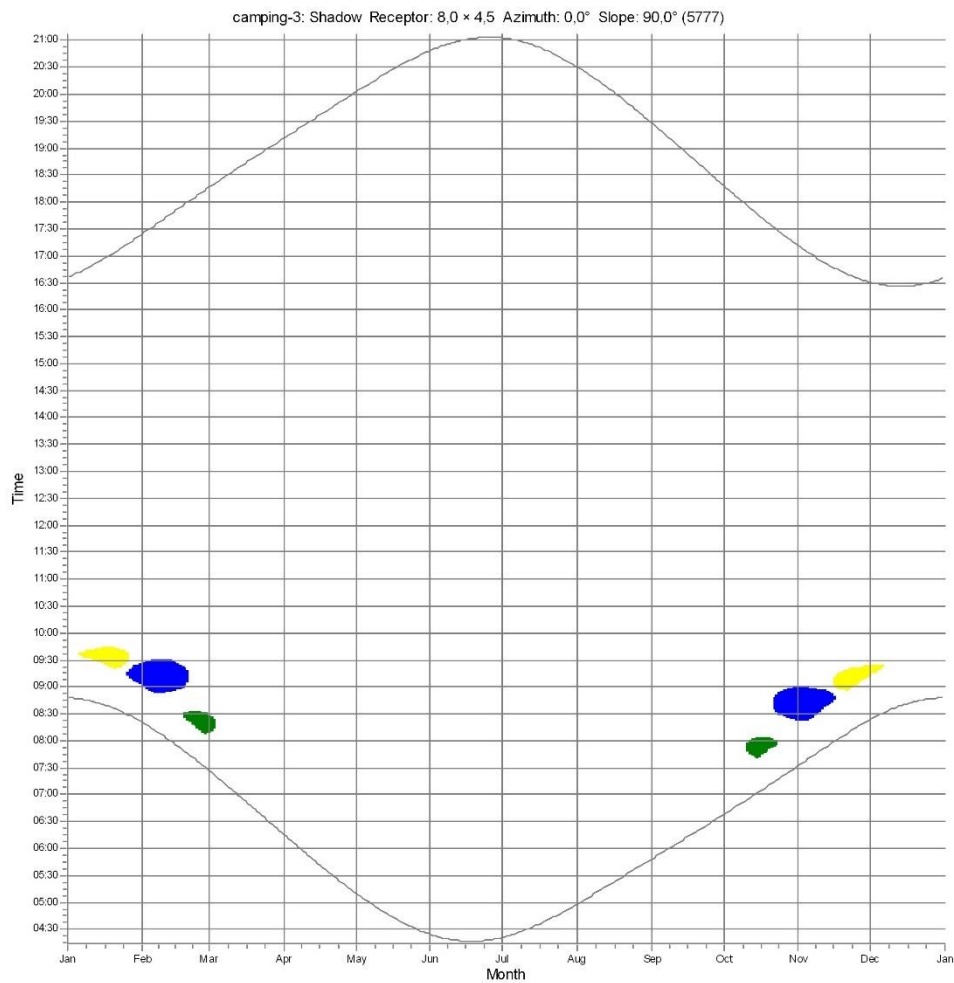
Project:
717123

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372

Calculated:
19-5-2021 10:30/3.4.415

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: 5 - 1B - 150/150 strandShadow receptor: camping-3 - Shadow Receptor: 8,0 × 4,5 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (5777)



WTGs

- WT1: Pondera R150 4000 150.0 IO! hub: 150,0 m (TOT: 225,0 m) (39)
- WT2: Pondera R150 4000 150.0 IO! hub: 150,0 m (TOT: 225,0 m) (40)
- WT3: Pondera R150 4000 150.0 IO! hub: 150,0 m (TOT: 225,0 m) (41)

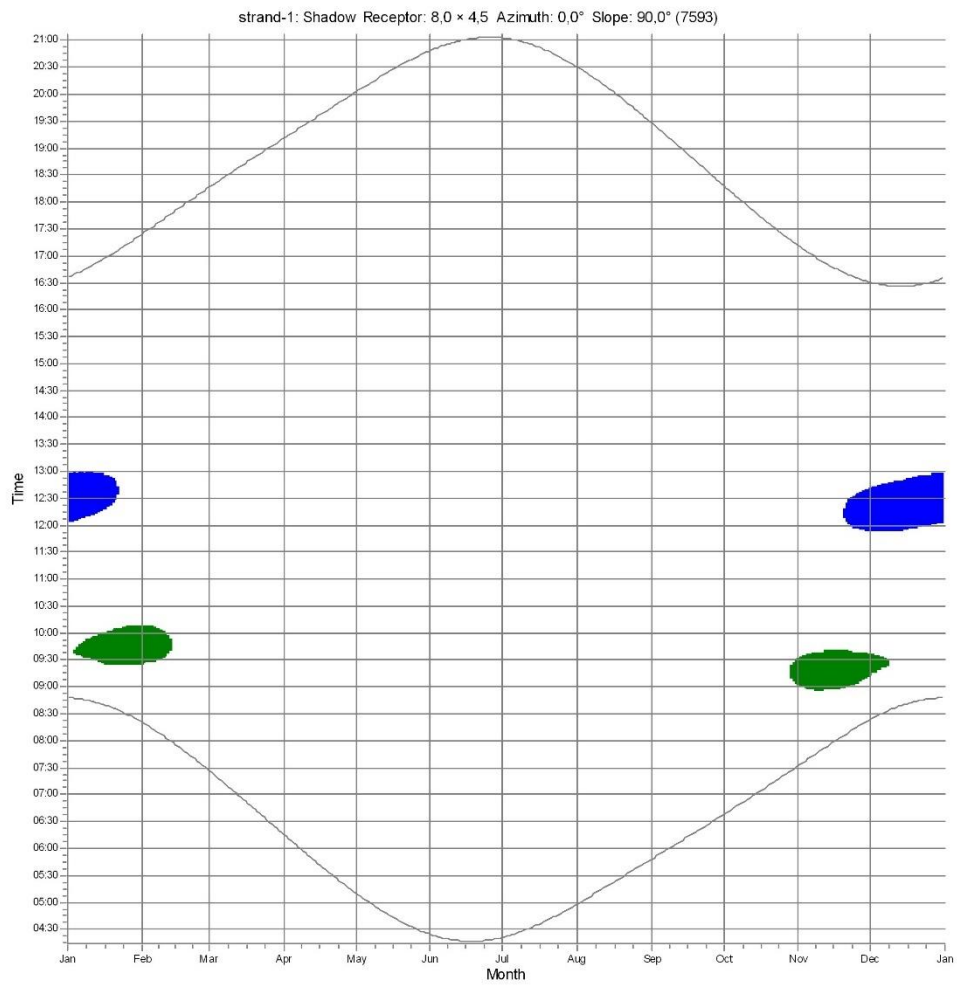
Project:
717123

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372

Calculated:
19-5-2021 10:30/3.4.415

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: 5 - 1B - 150/150 strandShadow receptor: strand-1 - Shadow Receptor: 8,0 × 4,5 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (7593)



WTGs

- WT1: Pondera R150 4000 150.0 IOI hub: 150,0 m (TOT: 225,0 m) (39)
- WT3: Pondera R150 4000 150.0 IOI hub: 150,0 m (TOT: 225,0 m) (41)

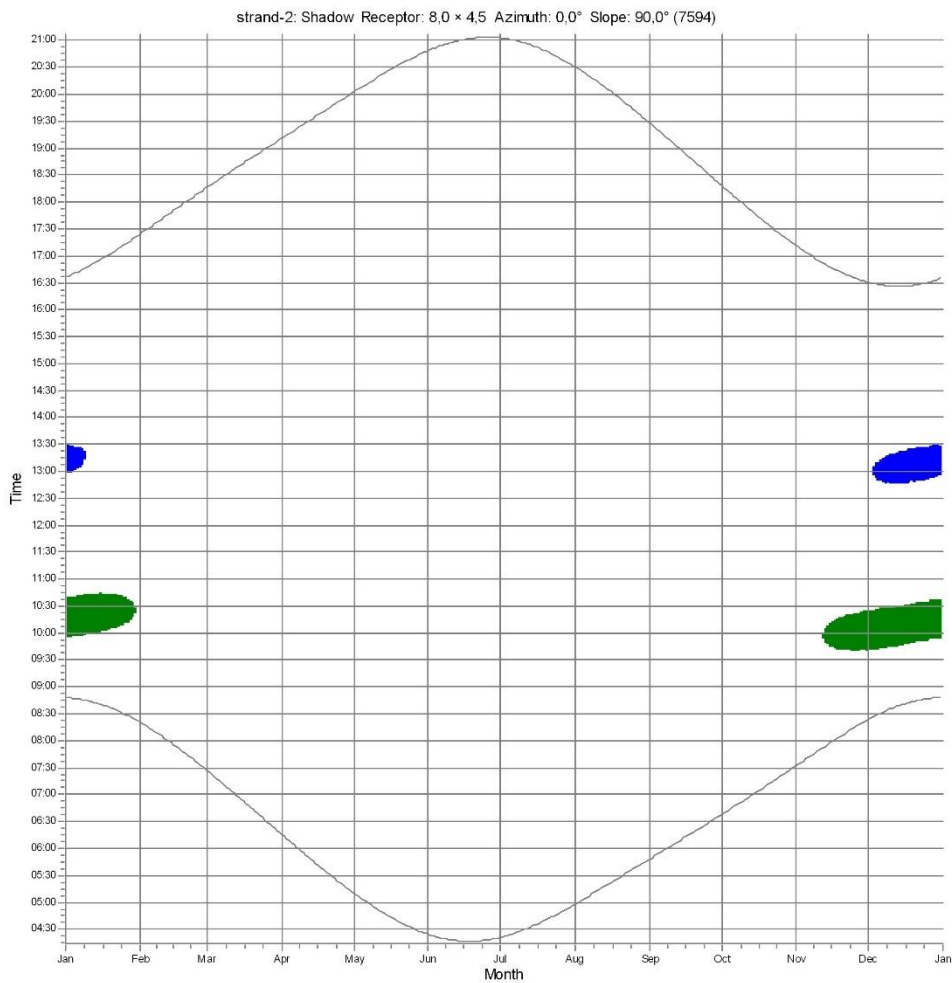
Project:
717123

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372

Calculated:
19-5-2021 10:30/3.4.415

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: 5 - 1B - 150/150 strand Shadow receptor: strand-2 - Shadow Receptor: 8,0 × 4,5 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (7594)



WTGs

- WT1: Pondera R150 4000 150.0 IOI hub: 150,0 m (TOT: 225,0 m) (39)
- WT3: Pondera R150 4000 150.0 IOI hub: 150,0 m (TOT: 225,0 m) (41)

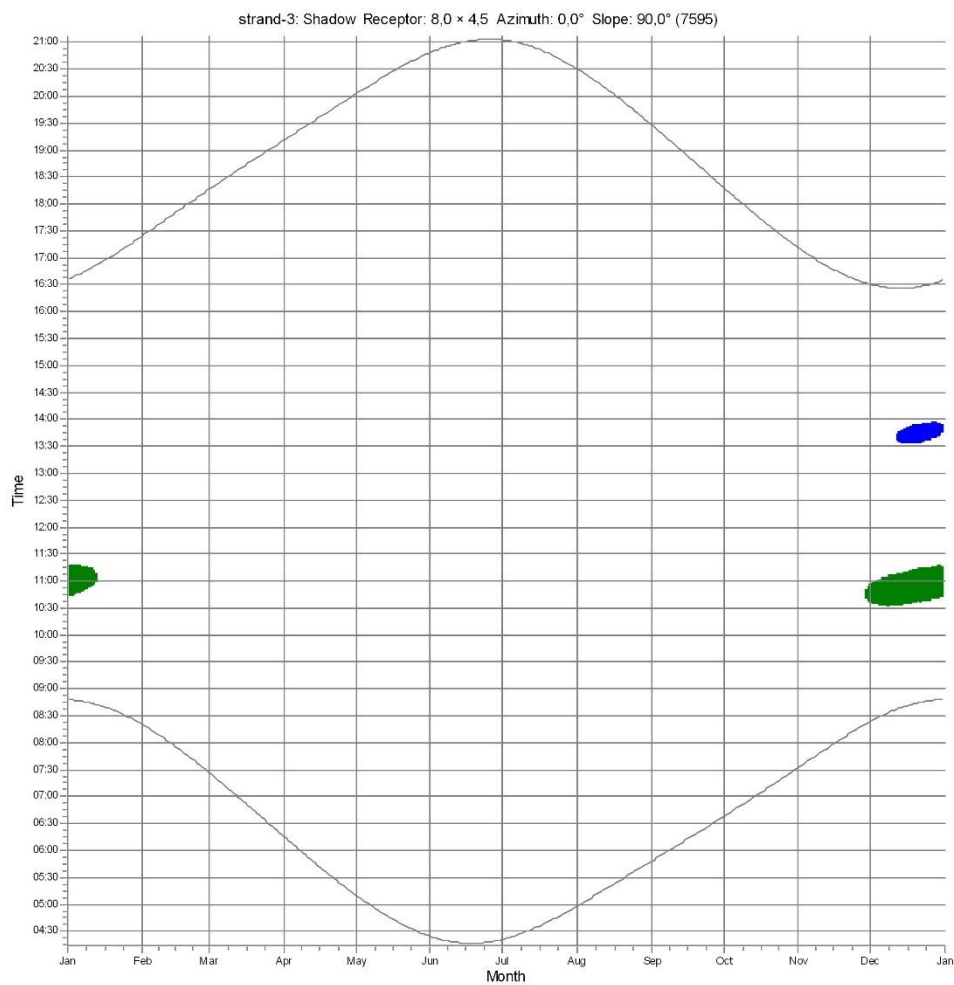
Project:
717123

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372

Calculated:
19-5-2021 10:30/3.4.415

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: 5 - 1B - 150/150 strandShadow receptor: strand-3 - Shadow Receptor: 8,0 × 4,5 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (7595)



WTGs

- WT1: Pondera R150 4000 150.0 IOI hub: 150,0 m (TOT: 225,0 m) (39)
- WT3: Pondera R150 4000 150.0 IOI hub: 150,0 m (TOT: 225,0 m) (41)

Project:
717123

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
+31 (0)88 7663372

Calculated:
19-5-2021 10:30/3.4.415

SHADOW - Map

Calculation: 5 - 1B - 150/150 strand



Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:10.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2000 East: 170.624 North: 464.632
 New WTG Shadow receptor
 Flicker map level: Height Contours: CONTOURLINE_ONLINEDATA_1.wpo (3)

windPRO 3.4.415 by EMD International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk

19-5-2021 11:03 / 8

