Bijlagen document

Bijlagen document ruimtelijke onderbouwing Energiepark Tolhuislanden

Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden

720153 | v1.0

18-2-2025



Onderhavig document is het bijlagen document bij de ruimtelijke onderbouwing van Energiepark Tolhuislanden. De bijlagen waarnaar wordt verwezen in de ruimtelijke onderbouwing zijn hier onder elkaar te vinden. Het betreft de volgende bijlagen die volgordelijk hieronder zijn te vinden:

- Bijlage 1: Selectie visualisaties
- Bijlage 2: Milieunormenonderzoek
- Bijlage 3: Onderzoek geluid en slagschaduw
- Bijlage 4: Onderzoek externe veiligheid
- Bijlage 5: Natuurtoets
- Bijlage 6: Bureauonderzoek Archeologie
- Bijlage 7: Watertoets
- Bijlage 8: Toetsing LVNL
- Bijlage 9: TNO radartoets
- Bijlage 10: Verklaring van geen bedenkingen (VVGB) Defensie
- Bijlage 11: Variantenonderzoek
- Bijlage 12: Participatie- en communicatieplan
- Bijlage 13: AERIUS-berekening stikstofdepositie
- Bijlage 14: Compensatieplan weidevogelleefgebied
- Bijlage 15: Landschappelijke inpassing zonnepark
- Bijlage 16: Plan Kwaliteitsimpuls Groene Omgeving (KGO)
- Bijlage 17: Plankaart

Bijlage 1

Visualisaties windturbines Tolhuislanden

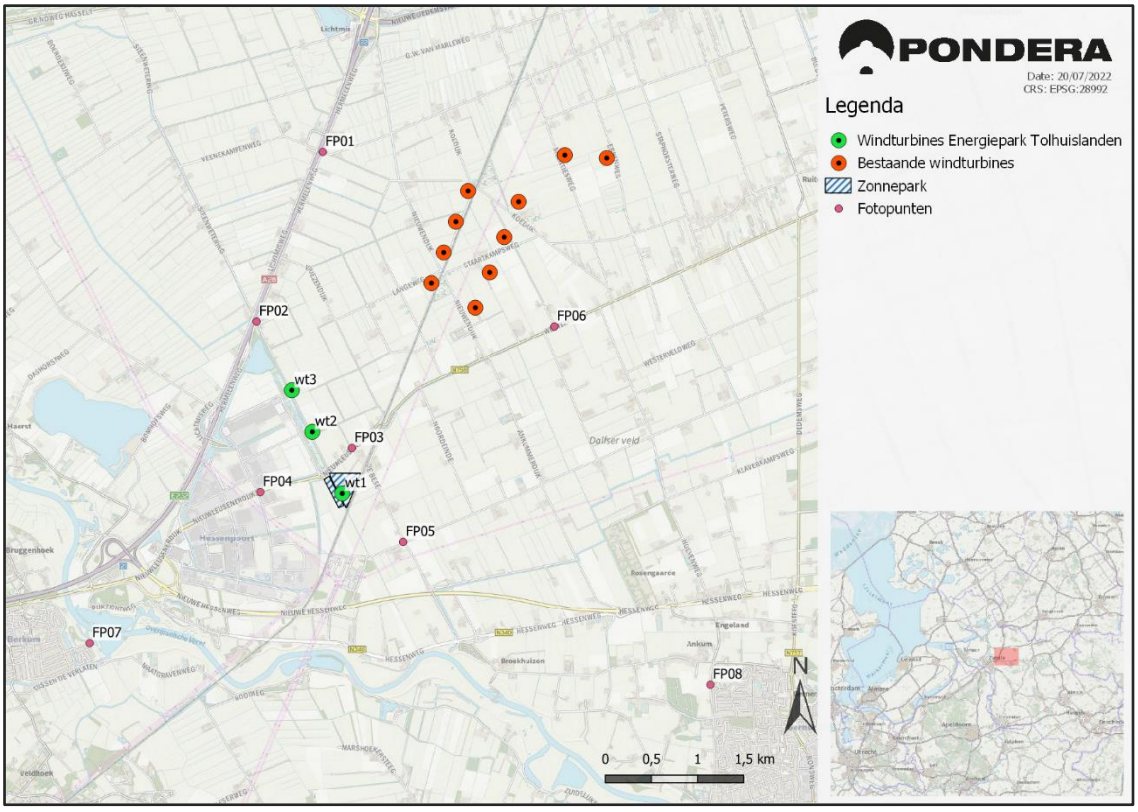
720153 | V1.0

28-7-2022



In deze bijlage is een selectie aan visualisaties weergegeven die rondom de windturbines van Energiepark Tolhuislanden zijn gemaakt. De visualisaties zijn gemaakt door ter plekke 360 graden bolfoto's te maken vanaf verschillende punten rondom de beoogde windturbines om vervolgens de windturbines er in te visualiseren. Hierdoor is een beeld te geven van hoe de windturbines zich verhouden tot de omgeving. In de visualisaties is uitgegaan van windturbines met rotordiameter van 172m, ashoogte 166m en tiphoogte 252m. In Figuur1 is een overzicht weergegeven van alle fotopunten. Hieronder zijn achtereenvolgens van alle fotopunten (FP) een visualisatie weergegeven van de bestaande situatie en van de situatie met de windturbines van Energiepark Tolhuislanden.

Figuur1: Overzicht van alle fotopunten



Fotopunt 1 – Bestaande situatie



Fotopunt 1 – met windturbines Energiepark Tolhuislanden



Fotopunt 2 – Bestaande situatie



Fotopunt 2 – met windturbines Energiepark Tolhuislanden



Fotopunt 3 – Bestaande situatie



Fotopunt 3 – met windturbines Energiepark Tolhuislanden



Fotopunt 4 – Bestaande situatie



Fotopunt 4 – met windturbines Energiepark Tolhuislanden



Fotopunt 5 – Bestaande situatie



Fotopunt 5 – met windturbines Energiepark Tolhuislanden



Fotopunt 6 – Bestaande situatie



Fotopunt 6 – met windturbines Energiepark Tolhuislanden



Fotopunt 7 – Bestaande situatie



Fotopunt 7 – met windturbines Energiepark Tolhuislanden



Fotopunt 8 – Bestaande situatie



Fotopunt 8 – met windturbines Energiepark Tolhuislanden



Onderzoek milieunormen windenergie

Windturbines Energiepark Tolhuislanden

Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden

720153 | v2.0

15-8-2023



Pondera

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

Postadres
Postbus 919
6800 AX Arnhem

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

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

Colofon

Soort document
Onderzoek milieunormen windenergie

Projectnaam
Windturbines Energiepark Tolhuislanden

Versienummer
v2.0

Datum
15-8-2023

Project nummer
720153

Opdrachtgever
Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden

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.

PONDERA

Inhoudsopgave

1 Inleiding 1

1.1 Achtergrond: uitspraak Afdeling Bestuursrecht Raad van State 30 juni 2021 1
1.2 Aanpak om te komen tot een normstelling 3
1.3 Leeswijzer rapportage 4

2 Opzet en locatie 6

2.1 Beschrijving locatie 6
2.2 Coöperatief initiatief 6
2.3 Beschrijving omgeving 8
2.4 Milieubelasting in de huidige situatie 10

3 Geluid van windturbines 14

3.1 Inleiding 14
3.2 Achtergrond Europese systematiek geluidsdosismaat L_{den} en L_{night} 14
3.3 Effecten van geluidbelasting 15
3.4 Karakterisering van windturbinegeluid 20
3.5 Alternatieven voor toetsingskader windturbinegeluid vanuit wetenschappelijk perspectief 22
3.6 Gepaste geluidnorm voor Energiepark Tolhuislanden 23
3.7 Beoordeling van windturbinegeluid 24
3.8 Lokale situatie in project Energiepark Tolhuislanden 25
3.9 Beoordeling normstelling voor geluid 33

4 Slagschaduw en lichtschittering van windturbines 36

4.1 Inleiding 36
4.2 Achtergrond: inzichtelijk maken van slagschaduw 36
4.3 Gespaste slagschaduwnorm voor Energiepark Tolhuislanden 41
4.4 Beoordelingskader voor slagschaduw 43
4.5 Lokale situatie in project Energiepark Tolhuislanden 44
4.6 Beoordeling normstelling voor slagschaduw en gevolgen voor windpark 51
4.7 Lichtschittering 54

5 Externe veiligheid 55

5.1 Inleiding: plaatsgebonden risico als beoordelingsmaat 55
5.2 Achtergrond: veiligheid en kansen 55
5.3 Rekenmethodiek 57
5.4 Resultaten 60
5.5 Beoordeling normstelling voor externe veiligheid 64
5.6 Interne veiligheid windturbines (bouw- en ontwerpnormen) 65

Bijlage 1 Eigenschappen windturbines i.r.t. externe veiligheid en toetspunten 67
Bijlage 2 Geluidgegevens windturbines 70
Bijlage 3 Instellingen geluidmitigatie 71
Bijlage 4 Aantal (ernstig) gehinderden 72
Bijlage 5 Geluidcontouren Energiepark Tolhuislanden 73
Bijlage 6 Geluidcontouren ref. situatie en cumulatief 79
Bijlage 7 Slagschaduw voorbeeldgrafieken 86
Bijlage 8 Slagschaduwkalenders selectie kantoorpanden (incl. zomertijd 2021) 88

1 Inleiding

1.1 Achtergrond: uitspraak Afdeling Bestuursrecht Raad van State 30 juni 2021

De coöperatie Duurzaam Tolhuislanden (DTHL) is voornemens om drie windturbines te realiseren in het gebied Tolhuislanden, in de gemeente Zwolle.

Op 30 juni 2021 heeft de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State (de ABRvS) een uitspraak gedaan in de zaak Windpark Delfzijl Zuid Uitbreiding (DZU) over -samengevat - de vraag of voor het vastleggen van milieunormen voor windturbines in het Activiteitenbesluit milieubeheer en de Activiteitenregeling milieubeheer een plan-MER-plicht bestaat op grond van de Europese SMB-richtlijn[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. Die beoordeling zal in eerste instantie door het Rijk worden opgesteld. Totdat die beoordeling is gemaakt zijn de windturbinebepalingen (zie Kader 1.3) uit het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling buiten toepassing. De ABRvS geeft echter ook aan dat in de tussentijd het bevoegd gezag voor een concreet windproject eigen normen kan stellen ter vervanging van de normstelling uit het Activiteitenbesluit en de -regeling[2].

Kader 1.1 Bescherming tegen hinder versus ruimtelijke ontwikkelingen: ALARA

Het primaire doel van de Wet milieubeheer (Wm), de bijbehorende uitvoeringsbesluiten en de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) is het beschermen van de leefomgeving tegen onaanvaardbare milieueffecten. Daarbij is het begrip milieu ruim gedefinieerd, maar wordt primair de focus gelegd op gevolgen voor mensen en hun directe leefomgeving. In een dichtbevolkt land waarin veel gebruiksfuncties op een beperkte oppervlakte samenkomen zijn enige gevolgen voor het milieu vaak niet volledig te vermijden. Daarom is het ALARA- (as-low-as-reasonably-achievable) beginsel opgenomen in de zorgplicht in artikel 1.1a Wm:*"…een ieder die weet of redelijkerwijs kan vermoeden* dat door zijn handelen of nalaten nadelige gevolgen voor het milieu kunnen worden veroorzaakt, verplicht is dergelijk handelen achterwege te laten voor zover zulks in redelijkheid kan worden gevergd, dan wel alle maatregelen te nemen die redelijkerwijs van hem kunnen worden gevergd teneinde die gevolgen te voorkomen of, voor zover die gevolgen niet kunnen worden voorkomen, deze *zoveel mogelijk te beperken of ongedaan te maken"* en volgens artikel 2.14 lid 1 c 1° Wabo neemt het bevoegd gezag bij die beslissing in ieder geval in acht: "dat in de inrichting of het mijnbouwwerk ten minste de voor de inrichting of het mijnbouwwerk in aanmerking komende beste beschikbare technieken moeten *worden toegepast"*.

Het doel van het ALARA-beginsel is dan ook een adequaat beschermingsniveau te bieden, waarbij duurzame energie projecten nog kunnen worden gerealiseerd. Die projecten hebben – als onderdeel van de energietransitie - per saldo namelijk positieve effecten, zo stelt het RIVM in het recente rapport: "Klimaatakkoord; effecten op veiligheid, gezondheid en natuur" (2019). Ook als die ontwikkelingen een beperkte, doch aanvaardbare mate van hinder, opleveren voor de omgeving. Uit jurisprudentie blijkt ook dat - gelet op het ALARA-beginsel - geen nul-hinder als uitgangspunt genomen hoeft te worden (zie o.a. ECLI:NL:RVS:2018:616; ECLI:NL:RVS:2015:1702); ECLI:NL:RVS:2010:BL6187).

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

Op 12 april 2023 heeft de ABRvS de uitspraak[3] gedaan in de zaak Windpark DZU waaruit volgt dat het nieuwe windpark mag worden gebouwd. In deze uitspraak heeft de afdeling geconcludeerd dat de getoetste project-specifieke normen voor geluid, slagschaduw en externe veiligheid actueel en deugdelijk zijn, op zichzelf staan en op de lokale situatie zijn toegepast. Kader 1.2 geeft aanvullende informatie over de uitspraak van ABRvS en de totstandkoming van lokale normen van Windpark DZU.

Kader 1.2 Toelichting uitspraak ABRvS van 12 april 2023 in de zaak Windpark DZU

In de uitspraak van de ABRvS op 12 april 2023 is beoordeeld dat de project-specifieke normen voor geluid, slagschaduw en externe veiligheid voor Windpark DZU actueel, op zichzelf staand en toegespitst op de lokale situatie zijn. De project-specifieke normen zijn door de gemeente Eemsdelta en de provincie Groningen bepaald op basis van wetenschappelijke kennis en de milieueffecten van bepaalde normstellingen, die voortkomen uit wetenschappelijk onderzoek, op de omgeving. Voor het verkrijgen van deze inzichten is een milieunormenonderzoek uitgevoerd door Pondera.

De afdeling is betreft de geluidnormen tot de conclusie gekomen dat bezwaren die appellanten hebben gemaakt over, onder andere, de gehanteerde rekenmethode, de gehanteerde dosismaat, de in aanmerking genomen dosishinderrelatie, het in aanmerking nemen van gebied-specifieke normering, de beschouwing van laagfrequent geluid, amplitudemodulatie en de gevolgen van windturbinegeluid op de gezondheid, niet kunnen leiden tot het oordeel dat de raad niet had mogen kiezen voor de geluidnorm van 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night}. In de keuze voor deze geluidnorm heeft de raad op basis van het onderzoek van Pondera een afweging gemaakt tussen het aantal omwonenden dat bij een bepaalde geluidsnorm ernstige hinder zal ondervinden van het windpark enerzijds, en de energieproductie die met het windpark kan worden gerealiseerd anderzijds.

Ook voor de project-specifieke normen voor slagschaduw en externe veiligheid heeft de afdeling geoordeeld dat de betogen van de appellanten geen grond geven voor het oordeel dat de raad geen actuele, deugdelijke op zichzelf staande en op de lokale situatie toegesneden motivering heeft gegeven.

Omdat het planvoornemen Energiepark Tolhuislanden niet past in het geldende bestemmingsplan is een planologische procedure benodigd om het plan mogelijk te maken. De initiatiefnemers zijn voornemens om voor het bouwplan een aanvraag in te dienen voor ‘afwijking van het bestemmingsplan in de omgevingsvergunning’ (artikel 2.1 lid 1 aanhef en onder c Wabo). Omdat in de omgevingsvergunning en bijbehorende ruimtelijke onderbouwing niet meer rechtstreeks mag worden uitgegaan van de windturbinebepalingen uit het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling, is een project-specifieke afweging nodig. De initiatiefnemer van het project – Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden – heeft Pondera Consult gevraagd hiertoe inzichtelijk te maken wat de effecten zijn van een gepaste normstelling voor de drie nieuwe windturbines op de omgeving en of deze gepaste normstelling op basis van die effecten recht doet aan de belangen van de bescherming van het milieu enerzijds en de realisatie van het project anderzijds. De initiatiefnemer is voornemens om op basis van dit onderzoek het bevoegd gezag te verzoeken deze normen vast te leggen en als voorschrift te verbinden aan de omgevingsvergunning.

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. In adviezen van de Commissie voor de milieueffectrapportage over het milieueffectrapport van andere windprojecten (waaronder Windpark

[3] https://www.raadvanstate.nl/uitspraken/@136680/202003882-3-r3/

Eemshaven-West[4] en Windpark ZE-BRA[5]) wordt benadrukt om in een project-specifieke milieubeoordeling mogelijke normstellingen voor het gebied op te nemen, waarbij een beschouwing van het gebied een ondersteunende rol kan bieden. Op basis daarvan dient voor de milieuthema's een onderbouwde keuze te worden gemaakt voor een gepaste norm. De uitspraak van ABRvS van 12 april 2023 in de zaak Windpark DZU (Kader 1.2) leert dat bij de totstandkoming van actuele, deugdelijke, op zichzelf staande en op locatie toegespitste normen voor geluid, slagschaduw en externe veiligheid, de realisatie van windparken door kan gaan in de tijdelijke afwezigheid van landelijke normen voor deze milieuthema's waaraan getoetst zou moeten worden.

Dit rapport geeft een onderbouwing voor de vaststelling van een norm per milieuthema die geschikt wordt geacht voor de specifieke situatie en omgeving van Energiepark Tolhuislanden.

1.2 Aanpak om te komen tot een normstelling

Als gevolg van de uitspraak van de ABRvS inzake het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling als kader kan voor een beoordeling van de aanvaardbaarheid van een milieueffect van windturbines niet meer worden verwezen naar de in dit besluit daarover opgenomen normen (de windturbinebepalingen). Ter informatie zijn de windturbinebepalingen uit het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling opgenomen in Kader 1.3.

In onderhavige rapportage is voor de milieuthema's die eerder genormeerd zijn in het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling (geluid, slagschaduw, externe veiligheid en lichtschittering):

- inzichtelijk gemaakt welke effecten optreden als gevolg van de exploitatie van de windturbines van Energiepark Tolhuislanden;
- aangegeven aan de hand van welke criteria en (reken)methodieken deze effecten inzichtelijk zijn gemaakt en beoordeeld;
- inzichtelijk gemaakt hoe deze effecten zich lokaal manifesteren in het beoogde project en;
- welke normstelling, rekening houdend met alle relevante aspecten op deze specifieke locatie, voldoende bescherming biedt om onaanvaardbare milieugevolgen te voorkomen.

[4] Windpark Eemshaven-West, provincie Groningen: Voorlopig toetsingsadvies over het milieueffectrapport, 10 juni 2022, Commissie voor de milieueffectrapportage, https://www.commissiemer.nl/adviezen/3638.
[5] Windpark ZE-BRA: Toetsingsadvies over het milieueffectrapport en de aanvulling daarop, 28 spectember 2021, Commissie voor de milieueffectrapportage, https://www.commissiemer.nl/adviezen/3550.

Kader 1.3 Windturbinebepalingen uit Activiteitenbesluit en Activiteitenregeling in het kort

Milieunormen

- Een windturbine of een combinatie van windturbines voldoet ten behoeve van het voorkomen of beperken van geluidhinder aan de norm van ten hoogste 47 dB L_{den} en aan de norm van ten hoogste 41 dB L_{night} op de gevel van gevoelige gebouwen, tenzij deze zijn gelegen op een geluidgezoneerd industrieterrein, en bij gevoelige terreinen op de grens van het terrein, waarbij:
  - door middel van maatwerkvoorschriften normen met een lagere waarde vastgesteld kunnen worden ten aanzien een van de windturbines of een combinatie van windturbines;
  - bij maatwerkvoorschrift in verband met bijzondere lokale omstandigheden normen met een andere waarde vastgesteld kunnen worden;
  - geen rekening gehouden hoeft te worden met een windturbine of een combinatie van windturbines van voor 1 januari 2011.
- Ten behoeve van het voorkomen of beperken van slagschaduw en lichtschittering is de windturbine voorzien van een automatische stilstandvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten voor zover:
  - de afstand tussen de windturbine en de gevoelige objecten minder dan 12 maal de rotordiameter bedraagt, en;
  - gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw kan optreden, en;
  - voor zover zich in de door de slagschaduw getroffen uitwendige scheidingsconstructie van gevoelige gebouwen zich ramen bevinden.
- Het plaatsgebonden risico voor een buiten de inrichting gelegen kwetsbaar object, veroorzaakt door een windturbine of een combinatie van windturbines, is niet hoger dan 10^{-6} per jaar;
- Het plaatsgebonden risico voor een buiten de inrichting gelegen beperkt kwetsbaar object, veroorzaakt door een windturbine of een combinatie van windturbines, is niet hoger dan 10^{-5} per jaar.

Overige normen

- Een windturbine wordt ten minste eenmaal per kalenderjaar beoordeeld op de noodzakelijke beveiligingen, onderhoud en reparaties door een deskundige op het gebied van windturbines.
- Ten behoeve van het voorkomen of beperken van slagschaduw en lichtschittering wordt lichtschittering bij het in werking hebben van een windturbine zoveel mogelijk voorkomen of beperkt door toepassing van niet reflecterende materialen of coatinglagen op de betreffende onderdelen.
- Ten behoeve van het voorkomen van risico's voor de omgeving en ongewone voorvallen, dan wel voor zover dat niet mogelijk is het zoveel mogelijk beperken van de risico's voor de omgeving en de kans dat ongewone voorvallen zich voordoen en de gevolgen hiervan voldoet een windturbine aan de veiligheidseisen opgenomen in NEN-EN-IEC 61400-1, NEN-EN-IEC 61400-2 en NEN-EN-IEC 61400-3.

Voor de behandeling van bovenstaande punten wordt gebruik gemaakt van de actuele stand van wetenschappelijke kennis op de verschillende milieuthema's.

1.3 Leeswijzer rapportage

Dit rapport bestaat uit vijf hoofdstukken. In hoofdstuk 2 worden de locatie van de windturbines en de eigenschappen van de omgeving beschreven. Daarnaast wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de milieubelasting in de huidige situatie. In hoofdstuk 3, 4 en 5 wordt per milieuthema (geluid, slagschaduw en lichtschittering en (externe) veiligheid) ingegaan op de beoordeling en normstellingsystematiek. Aan de hand van de gebiedskenmerken van het plangebied, de huidige milieubelasting en de mogelijke milieunormen die worden aangedragen vanuit wetenschappelijke onderzoeken wordt per milieuthema een norm voorgesteld die geschikt wordt geacht voor het project. De effecten van deze norm op de omgeving worden inzichtelijk gemaakt. Ter onderbouwing van de voorgestelde norm worden tevens de effecten op de omgeving inzichtelijk gemaakt indien andere milieunormen zouden worden gehanteerd. Door deze

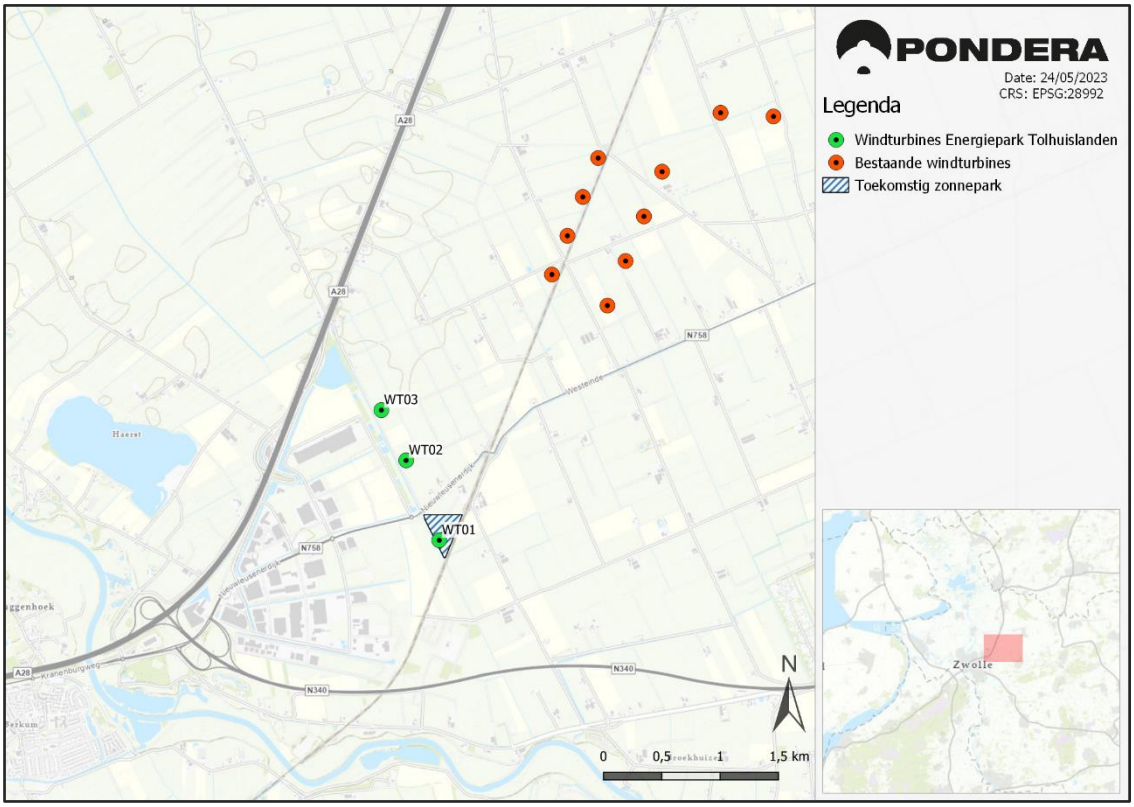
alternatieve normen te onderzoeken naast de voorgestelde norm, kan een afweging worden gemaakt of het hanteren van de voorgestelde normen voldoende bescherming biedt voor de omgeving.

2 Opzet en locatie

2.1 Beschrijving locatie

De initiatiefnemer Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden is voornemens 3 windturbines (verder: Energiepark Tolhuislanden) te realiseren in de gemeente Zwolle, aan de oostkant van het gezoneerde bedrijventerrein Hessenpoort. In Figuur 2.1 is een overzicht gegeven van de locatie van de nieuwe windturbines van Energiepark Tolhuislanden. Op zo'n 1,8 km afstand (gemeten tot de dichtstbijzijnde windturbines) zijn bestaande windturbines gelegen. Ter plaatse van de meest zuidelijke windturbine van Energiepark Tolhuislanden is de initiatiefnemer voornemens een zonnepark te realiseren.

Figuur 2.1 Ligging nieuwe windturbines Energiepark Tolhuislanden



2.2 Coöperatief initiatief

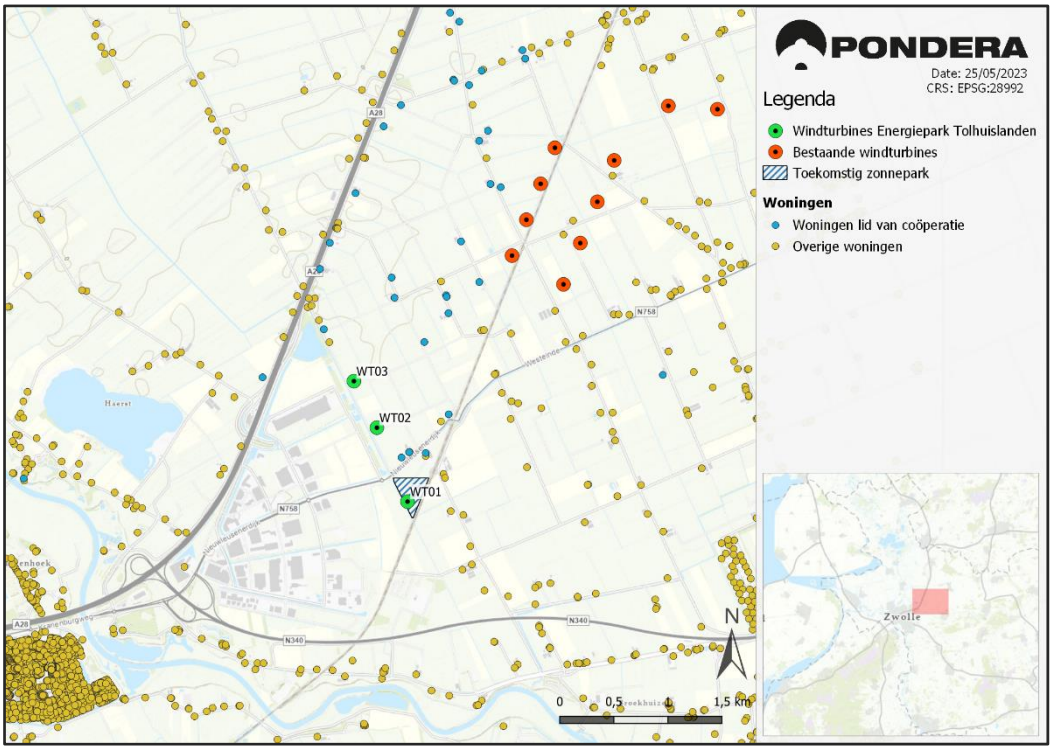
De initiatiefnemer van de drie nieuwe windturbines van Energiepark Tolhuislanden is de Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden. In het najaar van 2017 heeft een aantal bewoners van het gebied Tolhuislanden bij de gemeente aangegeven open te staan voor grootschalige duurzame opwekking van energie in het gebied Tolhuislanden, mits ze daarbij zelf het initiatief kunnen nemen en er wordt gestreefd naar een evenwichtige verdeling van lusten en lasten. Dit heeft geleidt tot de oprichting van de Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden. Veel woningeigenaren in het plangebied van Energiepark Tolhuislanden (zie Figuur 2.2), maar ook een aantal woningeigenaren buiten het plangebied, zijn lid van de coöperatie. Figuur 2.3 geeft een overzicht van woningen waarvan de bewoners lid zijn. De leden van de coöperatie zijn betrokken bij de besluitvorming van de eerste verkenningen in mogelijkheden van zon en wind binnen het plangebied tot de voorkeurskeuze van de drie windturbines en het zonnepark van Energiepark

Tolhuislanden. De leden van de coöperatie hebben na realisatie economisch profijt van de nieuwe windturbines doordat zij mede eigenaar zijn.

Figuur 2.2 Ligging plangebied Energiepark Tolhuislanden



Figuur 2.3 Woningen lid van Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden



2.3 Beschrijving omgeving

De omgeving van het plangebied wordt gekenmerkt als agrarisch en open gebied. Het agrarische en open gebied ligt voornamelijk ten noorden, oosten en zuidoosten van de windturbines. Ten westen-zuidwesten van de te realiseren windturbines ligt het gezoneerde bedrijventerrein Hessenpoort. Gemeten van de dichtstbijzijnde windturbine ligt het bouwvlak van het bedrijventerrein op zo'n 160 m afstand. In de omgeving liggen meerdere auto(snel)wegen, waaronder de A28 ten westen van de windturbines (op 700 m afstand), de N340 ten zuiden van de windturbines (op 1.200 m afstand) en de N758 (Nieuwleusenerdijk) gelegen tussen de twee meest zuidelijke turbines van Energiepark Tolhuislanden en haaks op de windturbinelijn (op 300 m afstand). Ten oosten van de windturbines op 110 m afstand loopt tevens de spoorlijn tussen Zwolle en Meppel. Ten zuiden van de windturbines op 670 meter afstand ligt het transformatorstation Hessenweg. Het plangebied ligt ingeklemd tussen deze infrastructuur.

2.3.1 Aanwezige woningen en andere objecten

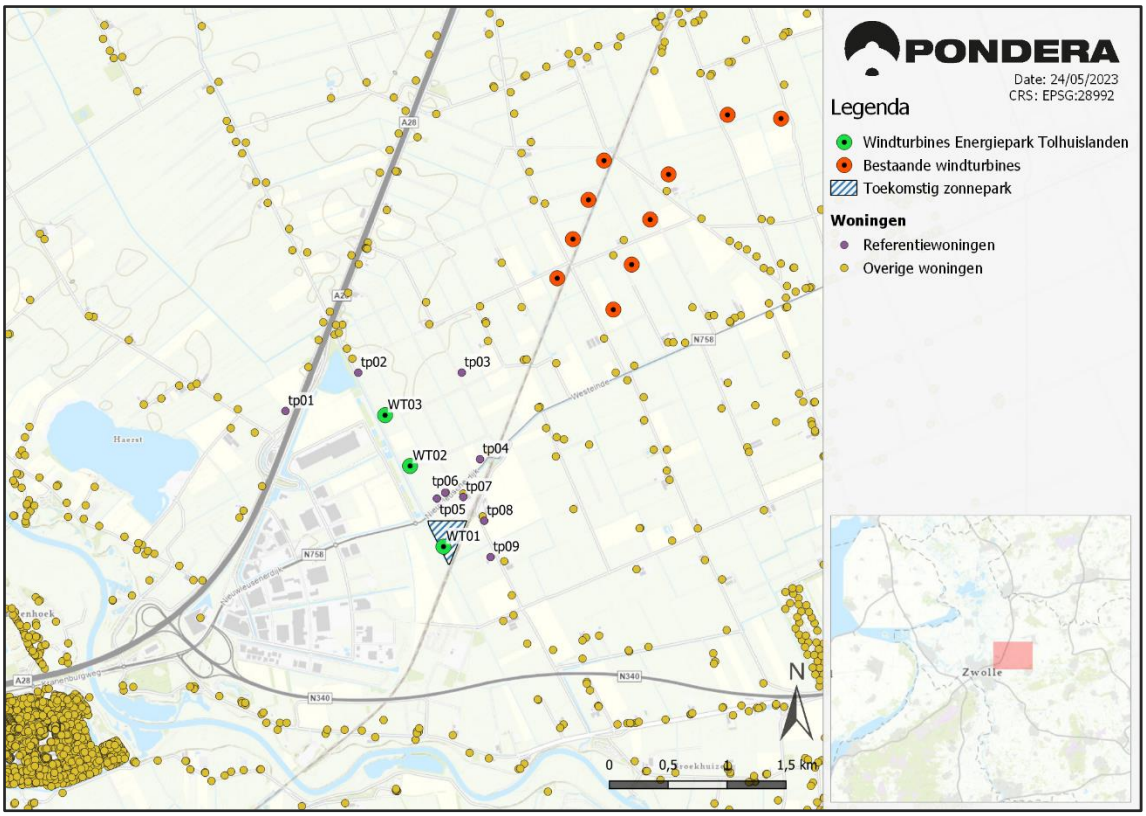
In de omgeving van Energiepark Tolhuislanden zijn diverse objecten gelegen, waaronder woningen, panden met kantoorfunctie en industriefunctie (op het bedrijventerrein Hessenpoort) en enkele objecten met logiesfunctie (hotel, camping en accommodatie). Voor deze objecten wordt toegelicht waar en op welke afstand van de nieuwe windturbines deze objecten zijn gelegen.

Woningen

In Figuur 2.4 is de ligging van woningen in de omgeving van de nieuwe windturbines afgebeeld. De meest nabijgelegen woningen in de omgeving van Energiepark Tolhuislanden liggen voornamelijk verspreid aan de noordwest- tot zuidoostkant van de windturbines. Direct ten zuidzuidwesten van de windturbines liggen geen woningen omdat hier het gezoneerde bedrijventerrein Hessenpoort gelegen is (waarop geen woningen gesitueerd zijn). Ten westen en zuiden van het bedrijventerrein ligt wel nog een aantal woningen. Er is een lage dichtheid van woningen (geen dichtbevolkte woonkernen) in de nabije omgeving van Energiepark Tolhuislanden. Op grotere afstanden van de nieuwe windturbines ligt de eerste woonkern van Zwolle op ongeveer 3,2 km afstand (zie in Figuur 2.4 het gele cluster ten zuidwesten van de windturbines) en de woonkern van Dalfsen op 4,5 km afstand (zie in Figuur 2.4 het gele cluster ten zuidoosten van de windturbines).

Voor een selectie nabijgelegen woningen is in Tabel 2.1 de afstand tot de dichtstbijzijnde windturbine van Energiepark Tolhuislanden opgenomen. In Figuur 2.4 zijn tevens de ligging van de selectie woningen (referentiewoningen) weergegeven.

Figuur 2.4 Ligging referentiewoningen en overige omliggende woningen



Tabel 2.1 Afstanden tot windturbine van referentiewoningen en toetspunten

Toetspunt	Adres	Afstand tot dichtstbijzijnde windturbine [m]	Dichtstbijzijnde windturbine*
tp01	Lichtmisweg 6	840	3
tp02	Steenwetering 2	430	3
tp03	Vriezendijk 2	740	3
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	600	2
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	360	2
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	370	2
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	450	1
tp08	De Bese 8	410	1
tp09	De Bese 17	410	1

* Het ID nummer verwijst naar de betreffende windturbine als aangegeven in Figuur 2.4

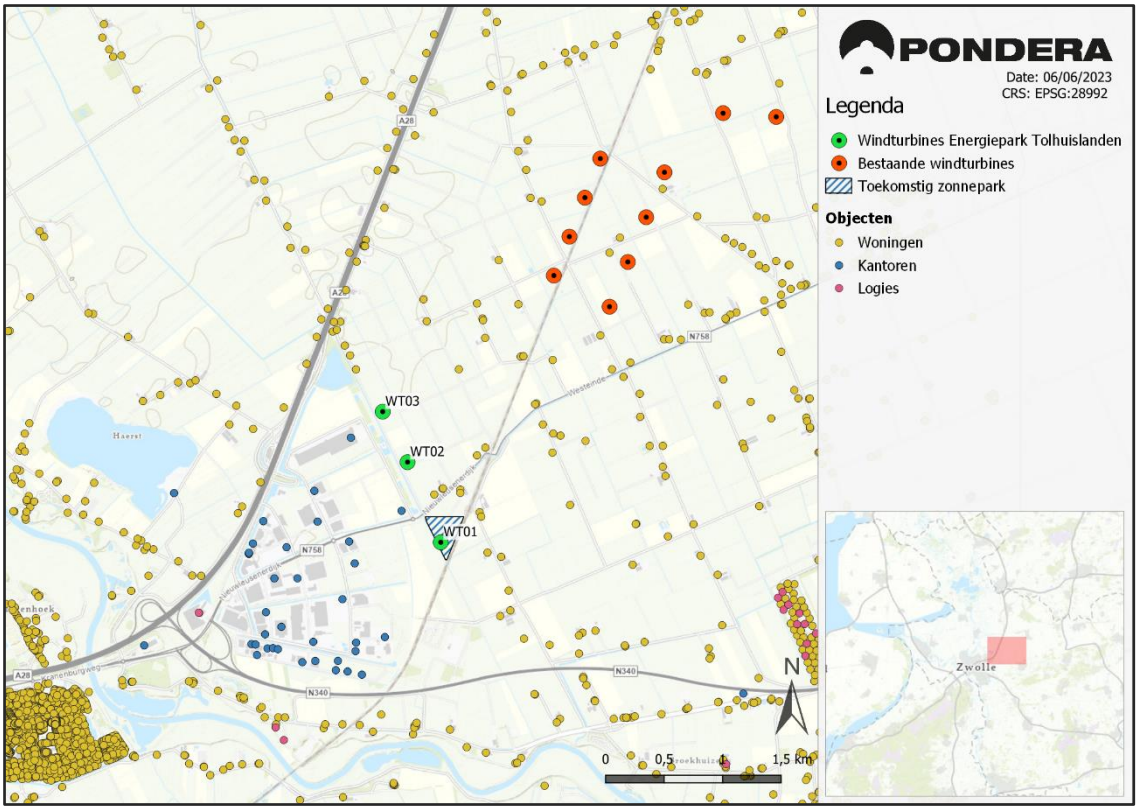
Uit Tabel 2.1 kan worden opgemaakt dat de meest dichtbijgelegen woning op een afstand van ongeveer 360 m van de windturbines ligt (toetspunt 5 met meest nabijgelegen windturbine nr 2). Deze woning ligt tevens nabij windturbine 1, namelijk op 410 m afstand. Voor toetspunt 6 en toetspunt 7 geldt dat deze ook nabij twee windturbines gelegen zijn. Toetspunt 6 ligt op 370 m van windturbine 2 en op 460 m van windturbine 1. Toetspunt 7 ligt op 520 m van windturbine 2 en 450 m van windturbine 1. Uit bovenstaande

tabel zijn de bewoners van de woningen van toetspunten 1, 3, 5, 6 en 7 lid van de Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden. Kortom, de meest nabijgelegen woningen zijn tevens lid van de coöperatie.

Andere objecten

In de omgeving liggen naast woningen tevens andere objecten. Op het bedrijventerrein Hessenpoort liggen panden met voornamelijk industriefunctie en kantoorfunctie. Op grotere afstanden van Energiepark Tolhuislanden liggen op 2,0 km afstand ten zuidzuidwesten een camping en op 2,2 km afstand ten zuidwesten een hotel. Daarnaast zijn op nog grotere afstand (> 2,5 km) in de omgeving enkele andere campings en recreatieverblijven gelegen. In Figuur 2.5 is de situering van de kantoorpanden en gebouwen met logiesfunctie weergegeven.

Figuur 2.5 Ligging kantoren en logies



2.4 Milieubelasting in de huidige situatie

Ook in de huidige situatie is er al sprake van een zekere milieubelasting, met name in de vorm van geluid. Deze milieubelasting wordt voornamelijk veroorzaakt door de geluidbronnen wegverkeer (A28, N340 en N758), railverkeer, industrie en de bestaande windturbines van windpark Tolhuislanden, windpark Westenwind en windpark Synergie. Naast geluidsproductie van bestaande windturbines, kunnen deze windturbines ook slagschaduw veroorzaken op woningen in de omgeving. In onderstaande paragrafen wordt de geluidbelasting van de bestaande geluidbronnen en slagschaduw van de bestaande windturbines inzichtelijk gemaakt. Hiermee kan een goed inzicht worden verkregen in de mate waarin de windturbines van Energiepark Tolhuislanden zorgen voor een verslechtering van de leefomgeving. Daarmee kan ook een passende normstelling worden gekozen voor het project.

2.4.1 Geluidbelasting in de huidige situatie

Rondom het plangebied wordt de akoestische omgeving in de huidige situatie (referentiesituatie) bepaald door wegverkeerslawaai (VL), railverkeerslawaai (RL), industrielawaai (IL) en windturbinelawaai (WT) van de bestaande windturbines. De kwaliteit van de akoestische omgeving kan worden bepaald aan de hand van de 'methode Miedema' die een classificering beschrijft aan de hand van de ondervonden geluidbelasting L_{den}, zie Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Classificering kwaliteit van akoestische omgeving in milieukwaliteitsmaat volgens 'Methode Miedema'

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

Om de kwaliteit van de akoestische omgeving in de huidige situatie te beoordelen, is voor de referentiewoningen zoals afgebeeld in Figuur 2.4 de cumulatieve geluidbelasting in de referentiesituatie bepaald. De cumulatieve geluidbelasting is berekend conform het Reken- en meetvoorschrift windturbines (Activiteitenregeling milieubeheer Bijlage 4)[6]. De cumulatieve rekenmethode berekent de gecumuleerde geluidbelasting rekening houdend met de verschillen in dosis-hinderrelaties 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 waarvoor de etmaalwaarde geldt.

De resultaten in bronsoort vervangende geluidbelasting L* van de geluidbronnen wegverkeer, railverkeer, industrie en bestaande windturbines, en de cumulatieve geluidbelasting in de referentiesituatie zijn gegeven in Tabel 2.3.

[6] https://wetten.overheid.nl/jci1.3:c:BWBR0022830&bijlage=4&z=2021-10-16&g=2021-10-16

Tabel 2.3 Cumulatieve geluidbelasting in de huidige situatie

Toetspunt	Adres	L VL = L* VL	L* RL	L* IL	L* WT ref	Lcum ref
tp01	Lichtmisweg 6	65	38	51	28	65
tp02	Steenwetering 2	56	40	51	30	58
tp03	Vriezendijk 2	47	48	45	39	52
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	59	62	48	32	63
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	55	52	53	27	59
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	56	53	52	28	59
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	53	60	50	28	61
tp08	De Bese 8	48	60	49	28	61
tp09	De Bese 17	45	52	49	25	54

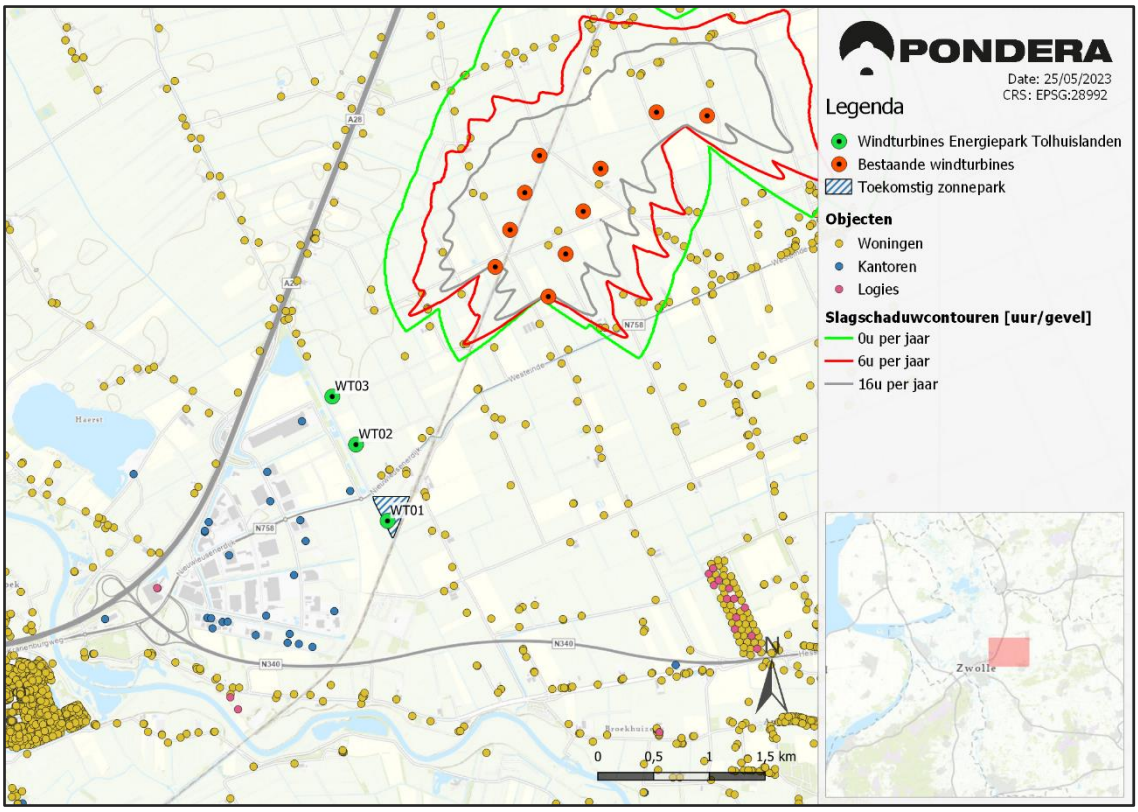
Uit de resultaten in Tabel 2.3 en de classificering ‘Methode Miedema’ uit Tabel 2.2 kan worden geconstateerd dat de kwaliteit van de akoestische omgeving voor 2 woningen wordt geclassificeerd als ‘Redelijk’, voor 3 woningen als ‘Matig’, voor 3 woningen als ‘Tamelijk slecht’ en voor 1 woning als ‘Slecht’. Op basis van de resultaten kan worden geconcludeerd dat er al een significante geluidbelasting is in de referentiesituatie, voornamelijk als gevolg van wegverkeer, railverkeer en industrie. Voor de selectie woningen is door de grote afstand met bestaande windturbines de geluidbelasting als gevolg van de bestaande windturbines laag. De bestaande windturbines hebben daarom geen significante bijdrage in de cumulatieve geluidbelasting bij de referentiewoningen.

In het hoofdstuk van milieuthema geluid (hoofdstuk 3) wordt de cumulatieve geluidbelasting van de bestaande geluidbronnen samen met de nieuwe windturbines van Energiepark Tolhuislanden bepaald om de impact van de nieuwe windturbines op de kwaliteit van de akoestische omgeving inzichtelijk te maken.

2.4.2 Slagschaduw in de huidige situatie

De bestaande windturbines op 1,8 km van de nieuwe windturbines van Energiepark Tolhuislanden kunnen slagschaduw veroorzaken op woningen in de omgeving. De slagschaduwcontouren van de bestaande windturbines zijn inzichtelijk gemaakt (zie paragraaf 4.5.2 in het hoofdstuk van milieuthema slagschaduw voor meer informatie over de windturbinetypes en dimensies op basis waarvan de slagschaduwcontouren zijn bepaald). In Figuur 2.6 zijn de slagschaduwcontouren van de bestaande windturbines weergegeven op kaart.

Figuur 2.6 Slagschaduwcontouren referentiesituatie



De slagschaduwcontouren laten de maximale effecten zien, dat wil zeggen dat er niet van uit is gegaan dat de slagschaduw van bestaande windturbines op woningen wordt beperkt (slagschaduwmitigatie). In de praktijk kan het zijn dat de windturbines op bepaalde momenten worden stilgezet om slagschaduw op woningen te beperken. In dat geval zal de jaarlijkse hoeveelheid slagschaduw op woningen lager kunnen zijn dan nu wordt weergegeven middels de contouren in Figuur 2.6.

Op basis van de contouren kan worden geconcludeerd dat een aantal woningen ten zuidwesten van de bestaande windturbines reeds slagschaduw kunnen ondervinden van de bestaande windturbines en dat de toevoeging van de nieuwe windturbines ertoe kan leiden dat bij deze woningen de hoeveelheid slagschaduw toeneemt. Het betreft woningen aan de Tolhuisweg, Midden Tolhuisweg, Langeweg en Blokweg. In hoofdstuk 4 wordt het slagschaduwgebied als gevolg van Energiepark Tolhuislanden inzichtelijk gemaakt op omliggende woningen. Hieruit kan worden bepaald of er woningen in het gebied zijn waarvoor wordt verwacht dat er van zowel bestaande windturbines als de nieuwe windturbines van Energiepark Tolhuislanden slagschaduw verwacht wordt.

3 Geluid van windturbines

3.1 Inleiding

Net als alle andere mechanische installaties produceren windturbines geluid. Dit geluid wordt deels veroorzaakt door de bewegende onderdelen in de gondel, maar is voornamelijk afkomstig van de bladen die door de lucht 'zoeven'. Het geluid van windturbines kan als hinderlijk worden ervaren. Net als voor andere geluidbronnen waaronder wegverkeersgeluid, industriegeluid, railverkeer- en luchtvaartgeluid is het wenselijk om normen vast te leggen voor de hoeveelheid geluid die mag optreden op de omgeving teneinde de hinder hiervan te beperken tot een aanvaardbaar niveau. Met het beperken van het geluid tot een aanvaardbaar niveau is tevens sprake van een beperking van gevolgen in het kader van de bescherming van het milieu. Om te komen tot een normstelling speelt het daadwerkelijk optredende geluidniveau, de betreffende omgeving en de hinderlijkheid van het specifieke geluid een rol.

3.2 Achtergrond Europese systematiek geluidsdosismaat L_{den} en L_{night}

Volgens richtlijn 2002/49/EG van het Europees Parlement dient omgevingsgeluid in alle lidstaten op dezelfde wijze behandeld te worden. De geluidbelasting op geluidbelastingskaarten dient daarbij in decibel (dB) L_{den} of dB L_{night} te worden uitgedrukt. De geluidbelasting in dB L_{den} wordt ook wel de dag-avond-nacht-geluidbelastingsindicator genoemd. L_{den} is een berekend gewogen jaargemiddelde van de geluidbelasting tijdens de dag-, de avond- en de nachtperiode. De avond- en nachtperiode krijgen een opslag van respectievelijk +5 dB en +10 dB omdat in deze periode geluid hinderlijker wordt ervaren en deze periodes worden derhalve zwaarder meegewogen. De geluidbelasting in dB L_{night} is de nacht-geluidbelastingsindicator. Voor het bepalen van de hinder wordt primair gebruik gemaakt van $L_{den.}$ L_{night} wordt gebruikt om effecten die kunnen leiden tot slaapverstoring inzichtelijk te maken. Voor bijzondere geluidbelasting situaties zijn aanvullende indicatoren tevens mogelijk. Redenen hiervoor kunnen bijvoorbeeld zijn:

- Combinatie van geluid uit verschillende bronnen;
- Relatief stille zones in het buitengebied;
- De lage frequentiecomponent (LFG) van het geluid is sterk;

Windturbinegeluid is, ten opzichte van andere geluidbronnen, relatief constant van karakter. De maximale optredende geluidniveaus die door een windturbine worden veroorzaakt zijn circa 2-4 dB(A) hoger dan de waarde van het optredende jaargemiddelde geluidniveau van een windturbine[7]. Dit betekent dat er in vergelijking met andere geluidbronnen relatief weinig verschil is tussen het gemiddelde geluidniveau en het momentaan optredende geluidniveau. Bij een geluidbelasting van 47 dB L_{den} op een punt is het daadwerkelijk optredende gemiddelde geluidniveau[8] op de gevel (bij maximale geluidproductie van de windturbine, wanneer het hard waait) circa 43-45 dB(A).

De hoeveelheid geluid die een windturbine produceert is afhankelijk van het geluidsbronvermogen van de windturbine. Het geluid van een windturbine kan desgewenst worden beperkt door toepassing van een voorziening op de bladen of door het vermogen te reduceren. Dit laatste leidt tot verlies van energieproductie. De hoeveelheid geluid heeft tevens een rechtstreeks verband met de optredende windsnelheid. Tot een bepaalde windsnelheid neemt de geluidsproductie toe, vanaf deze specifieke

[7] Nederlandse geluidsnormen in internationaal perspectief, E. Koppen, Arcadis, Windnieuws nr 4 2015
[8] De daadwerkelijk ervaren geluidniveaus zijn lager dan het gewogen Lden gemiddelde omdat de gewogen Lden waarde strafcorrecties heeft voor geluid in de avond en de nacht.

windsnelheid blijft de geluidsproductie gelijk. De windsnelheid is door het KNMI voor geheel Nederland op ashoogtes tussen 10 en 260 meter boven het maaiveld de windverdelingen beschikbaar gesteld. Met deze verdelingen kan een goede voorspelling per beoordelingsperiode worden gegeven van de te verwachten geluidbelasting op de omgeving.

Gezien het constante karakter van windturbinegeluid (de verschillen tussen dag-, avond- en nachtperiode zijn beperkt) is er op zichzelf geen aanleiding een L_{night} normering te stellen aanvullend op een L_{den}-normering. Bij constante geluidniveaus bedraagt het verschil tussen de geluidbelasting in dB L_{den} en dB L_{night} circa 6 dB en biedt een aparte norm voor L_{night} geen extra bescherming, tenzij deze 7 dB of meer lager is dan de L_{den}-normering. Daarnaast kan er op basis van onderzoeken nog geen conclusie worden getrokken over de samenhang tussen geluid van windturbines en slaapverstoring[9]. De WHO geeft in haar rapport van 2018 dan ook geen advies over een L_{night}-norm voor windturbines.

3.3 Effecten van geluidbelasting

3.3.1 Inleiding

Blootstelling aan geluid kan leiden tot hinder of stress gerelateerde klachten. Met name in de nachtperiode, wanneer dit kan leiden tot slaapverstoring. Een recent literatuuronderzoek van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)[10] concludeert hierover specifiek voor windturbines dat *"wonen in de buurt van een windturbine of het horen van geluid van windturbines kan leiden tot* chronische hinder onder o*mwonenden"*. Voor andere gezondheidseffecten (slapeloosheid en geestelijke gezondheidseffecten) ontbreekt consistent bewijs.

In 2018 heeft de Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO) een rapport uitgebracht ten aanzien van geluidrichtlijnen voor verschillende geluidbronnen binnen de Europese Unie[11]. In aansluiting op de bevindingen van het RIVM volgt uit dit rapport ook dat er geen andere gezondheidseffecten dan hinder optreden als gevolg van de aanwezigheid van windturbinegeluid. Op basis van diverse onderzoeken wordt gesteld dat op basis van een geluidniveau van 45 dB L_{den} ongeveer 10% van de omwonenden ernstige hinder buitenshuis ervaart. Het bewijs hiervoor wordt echter aangemerkt als van lage kwaliteit. Er wordt geen percentage binnenshuis genoemd, noch wordt aangegeven welke percentages verwacht worden bij andere geluidbelastingen. Omdat de kwaliteit van dit bewijs als laag wordt beschouwd, is het advies wat hieruit voortkomt, door de WHO, aangeduid als voorwaardelijk (conditional)[12]. Zie ook kader 2.2. In het rapport wordt verder opgemerkt dat effecten veroorzaakt door de houding tegenover windturbines moeilijk zijn los te koppelen van de beleving van geluid, dat het percentage van de bevolking dat wordt gehinderd door windturbinegeluid beperkt is ten opzichte van gehinderden door andere geluidbronnen en dat wordt verwacht dat zorg voor communicatie, betrokkenheid en raadpleging van omwonenden tijdens het planningsproces een positieve invloed kan hebben op de beleving van de milieueffecten van windturbines.

[9] Resultaten uit wetenschappelijke onderzoeken zijn niet eenduidig en dus kan er geen conclusie worden getrokken over de directe relatie tussen het geluidniveau van windturbinegeluid en slaagverstoring. Wel is er een indirect verband aangetoond tussen de hinderbeleving als gevolg van windturbinegeluid en slaapverstoring.
Factsheet gezondheidseffecten van windturbinegeluid, RIVM, augustus 2021.
[10] RIVM-rapport 2020-0214, Gezondheidseffecten van windturbinegeluid, I. van Kamp & G.P. van den Berg
[11] Environmental Noise Guidelines for the European Region, WHO, 2018,
[12] In tegenstelling tot andere geluidbronnen, zoals wegverkeer, railverkeer en luchtvaart; voor deze bronnen is een veel sterker bewijs gevonden voor hinder en wordt de aanbevolen maximale geluidbelasting 'sterk aanbevolen' (strong recommendation)

Met name dit laatste punt is relevant in de casus Energiepark Tolhuislanden. Er is in dit project namelijk sprake van een coöperatief project dat opgezet en gedragen is door (een groot deel van) de inwoners van het plangebied.

Kader 3.1 WHO advise, RIVM review review en jurisprudentie Raad van State

De WHO heeft in 2018 een advies richtlijnen gepubliceerd voor milieugeluid, waaronder windturbinegeluid. Op basis van wetenschappelijk onderzoek naar blootstellingseffectrelaties adviseert de WHO een voorlopige drempelwaarde van 45 dB L_{den}. De blootstellingseffectrelaties zijn door de WHO bepaald op basis van wetenschappelijk onderzoek tot en met eind 2014. Gezondheidseffecten worden bij deze waarde, maar ook bij hogere waarden, niet verwacht. Voor gezondheidseffecten vanwege windturbinegeluid werd op basis van het onderzoek geconcludeerd dat (i) er nog onvoldoende bewijs bestaat, (ii) het bewijsmateriaal van lage kwaliteit is en (iii) hierdoor geen betrouwbare algemene blootstelling-effectrelatie kan worden vastgesteld. Desondanks heeft de WHO een conditioneel advies met drempelwaarde uitgebracht.

Het RIVM constateert in haar recente update van onderzoek naar gezondheidseffecten van windturbinegeluid "Health effects related to wind turbine sound: an update" (november 2020) het volgende: *"Bij de voor de WHO* uitgevoerde review van Guski et al (2017) werd gekeken naar studies die tot aan eind 2014 waren gepubliceerd. In hun literatuuronderzoek hebben Van Kamp et al (2020a, 2020b) een update gegeven van de WHO-review op basis van publicaties die waren verschenen tot aan eind 2019. Hierin kwamen 9 nieuwe publicaties over windturbinegeluid en hinder naar voren (die betrekking hadden op 5 onderzoeken) die aan de inclusiecriteria *voldeden. Enkele van deze onderzoeken waren al besproken in onze review uit 2017."* Samengevat: de door de WHO gestelde voorlopige drempelwaarde is gebaseerd op het bewijsmateriaal van lage kwaliteit (beperkt en tot eind 2014) en niet alle actuele onderzoeken zijn meegenomen. Het RIVM heeft geconcludeerd dat er geen nieuwe informatie naar voren is gekomen uit latere onderzoeken die tot inzichten hebben geleid die tot andere conclusies zouden leiden.

De Raad van State stelt vast dat de Afdeling in verschillende uitspraken heeft geoordeeld dat een geluidniveau van maximaal 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night} als gevolg van windturbines bij woningen uit een oogpunt van een goede ruimtelijke ordening aanvaardbaar is (onder meer de uitspraken van de Afdeling van 17 januari 2018, ECLI:NL:RVS:2018:141 en 19 september 2018, ECLI:NL:RVS:2018:3067). Onder meer in de uitspraak van 21 februari 2018, ECLI:NL:RVS:2018:616, is de Afdeling ingegaan op betogen over het percentage ernstig gehinderden. Daarover is geoordeeld dat gelet op de Nota van toelichting het regelgevend bevoegd gezag bij de vaststelling van artikel 3.14a, eerste lid, van het Activiteitenbesluit een percentage ernstig gehinderden bij windturbines van 9% binnenshuis en 20% buitenshuis onder afweging van alle betrokken belangen aanvaardbaar heeft kunnen achten. Daarbij heeft de Afdeling gewezen op de vermelding in de Nota van toelichting dat dergelijke niveaus van ernstige hinder goed vergelijkbaar zijn met hetgeen bij de normering voor wegverkeer, railverkeer en industrielawaai als maximaal toelaatbaar wordt beschouwd en dat het maatschappelijk belang dat is gediend bij de uitvoering van dergelijke projecten het volgens het vermelde in de parlementaire stukken noodzakelijk maakt om een bepaalde mate van hinder aanvaardbaar te achten.

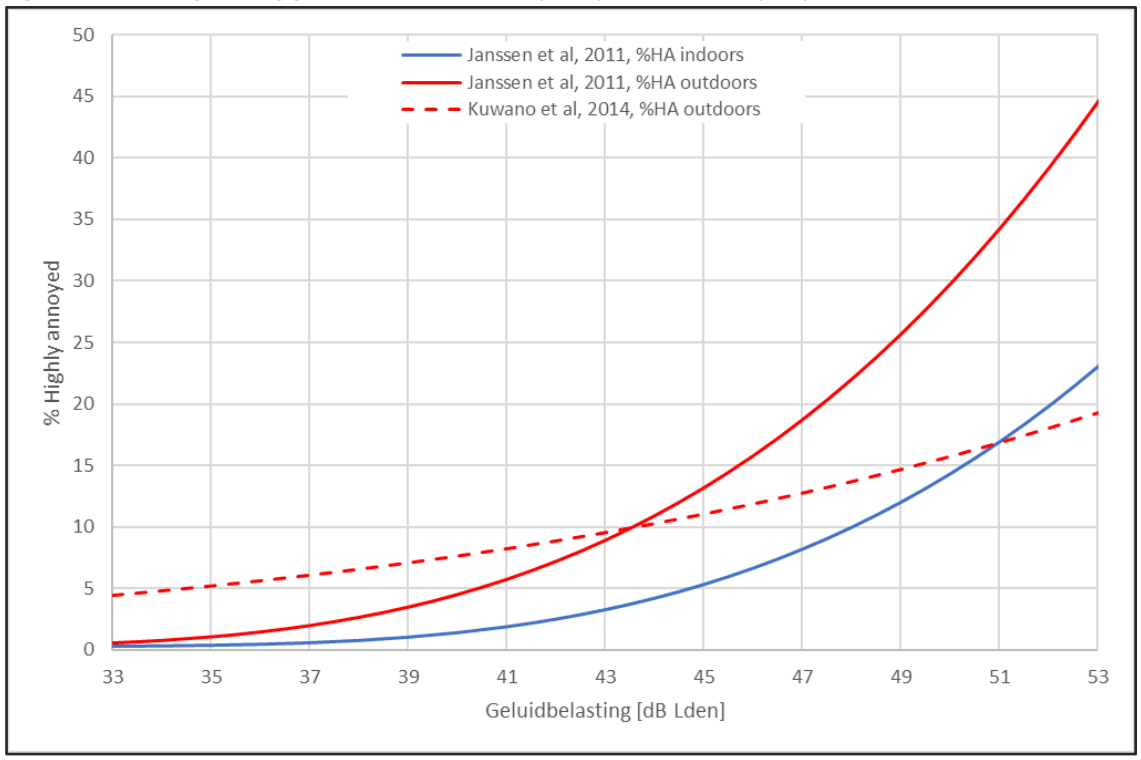
3.3.2 Hinderlijkheid van windturbinegeluid

Dosis-hinderrelatie voor windturbinegeluid

In de wetenschappelijke literatuur zijn twee dosis-hinderrelaties gevonden die de geluidbelasting in dB L_{den} relateren aan een percentage personen dat ernstige hinder ondervindt. De dosis-hinderrelaties zijn gericht op windturbinegeluid zoals dit wordt ervaren. Dat betreft daarmee het hele spectrum en alle karakteristieken van windturbinegeluid. Deze twee bekende dosis-hinderrelaties zijn ook beschreven in het

WHO-rapport uit 2018 (zie ook Kader 3.1), Janssen[13] et al uit 2011 en Kuwano[14] et al uit 2014. De dosis-hinderrelatie van Janssen et al uit 2011 is dezelfde als het TNO-rapport uit 2008[15] en is vastgesteld voor zowel hinder als ernstige hinder binnenshuis als buitenshuis. Tot op heden is deze dosis-hinderrelatie de enige die de ernstige hinder[16] binnenshuis beschrijft. De dosis-hinderrelatie uit Kuwano et al, 2014 is gegeven voor de situatie “here at home”, wat door de WHO wordt geassocieerd met (ernstige) hinder buitenshuis[1718]. In onderstaande grafiek zijn de dosis-hinderrelaties (ernstige hinder, binnenshuis en buitenshuis) van Janssen et al (2011) en (ernstige hinder, buitenshuis) van Kuwano (2014) weergegeven voor geluidbelasting op de gevel tussen 33 en 55 dB L_{den}.

Figuur 3.1 Percentage ernstig gehinderden binnenshuis (blauw) en buitenshuis (rood)



[13] Janssen SA, Vos H, Eisses AR, Pedersen E (2011). A comparison between exposure–response relationships for wind turbine annoyance and annoyance due to other noise sources. J Acoust Soc Am. 130(6):3746–53
[14] Kuwano S, Yano T, Kageyama T, Sueoka S, Tachibanae H (2014). Social survey on wind turbine noise in Japan. Noise Control Eng J. 62(6):503–20
[15] S.A. Janssen, H. Vos en A.R. Eisses, TMP-rapport, Hinder door geluid van windturbines: Dosis—effectrelaties op basis van Nederlandse en Zweedse gegevens, 2008-D-R1051/B
[16] Volgens het TNO-rapport: “De verdeling van de hinderscores bij een gegeven geluidsniveau kan op verschillende manieren worden weergegeven. Vaak wordt het percentage antwoorden dat een zekere grens overschrijdt gerapporteerd. Als de grens 72 is op een 0-10*0 schaal, wordt het resultaat het percentage “ernstig gehinderde” personen (%HA: % Highly Annoyed) genoemd, de grens van 50 geeft het percentage “gehinderde” personen (%A: %* Annoyed).”
[17] Guski et al, 2017, Int. J. Environ. Res. Public Health 2017,: WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Annoyance, 1539; doi:10.3390/ijerph14121539
[18] Guski, R., Schreckenberg, D., & Schuemer, R. (2017). Supplementary Materials: WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Annoyance. Int. J. Environ. Res. Public Health, 14. https://www.mdpi.com/1660-4601/14/12/1539/s1

Er zijn latere onderzoeken gedaan naar de dosis-hinderrelatie van windturbines[19]. De uitkomsten van die onderzoeken bevestigen de uitkomst van het onderzoek van TNO uit 2008 en vormen hiermee een actualisatie en validatie van het onderzoek uit 2008. Dit wordt bevestigd met de WHO richtlijnen (onderzoek tot en met 2015) en het RIVM literatuuronderzoek uit 2020 (actualisatie literatuur vanaf de WHO onderzoeksbasis).

De ontwikkeling van de windturbinetechnologie heeft door de jaren niet stilgestaan. Belangrijke kenmerken die zijn veranderd zijn de toegenomen afmetingen, het optimaliseren van windturbinebladen om windkracht maximaal en zo efficiënt mogelijk te benutten en het optimaliseren van de controle van de windturbinebladen/-rotor (zoals het individueel pitchen van bladen). Uit de literatuur volgen geen aanwijzingen dat er een verandering is opgetreden in de dosis-hinderrelatie van windturbinegeluid ondanks voornoemde ontwikkelingen in de windturbinetechnologie. Zo toonde onderzoek van Hongisto et al[20] aan dat voor geluidbelastingen tot 40 dB $L_{A,eq}$ de mate van ernstige hinder van een vergelijkbaar geluidniveau van windturbines tussen de 3 en 5 megawatt (hierna: MW) opgesteld vermogen overeenkomt met die van kleinere windturbines (0,15 – 3 MW)[21]. Deze conclusie wordt bevestigd in een recent literatuuronderzoek van Van Den Berg (2021)[22], waarin wordt ingegaan op windturbines tot een vermogen van zo'n 6 MW. Daarmee is er geen aanleiding dat met het toenemen van het vermogen en omvang van windturbines een andere mate van hinder zou optreden bij dezelfde geluidniveaus. De relatie uit TNO onderzoek (2008) kan dan ook nog steeds als basis worden gehanteerd.

Vergelijking met andere geluidbronnen – bescherming binnenshuis

Er zijn in Nederland ook voor andere vormen van geluidproducerende activiteiten geluidnormen van toepassing. Bijvoorbeeld voor weg- en railverkeer, industrie en luchtvaart. Bij de vaststelling van de geluidnormen voor andere bronnen wordt vaak de maximaal toegestane geluidbelasting gerelateerd aan een percentage personen die bij deze geluidbelasting ernstige hinder ondervindt[23]. In Nederland wordt voor het beoordelen van geluidbronnen en gevolgen daarvan voor de omgeving altijd de situatie binnenshuis beoordeeld. Achterliggende reden is dat een bewoner in zijn eigen woning een goed- woon- en leefklimaat mag verwachten en daar ook optimale bescherming verdient. Ook voor windturbinegeluid wordt daarom gekeken naar de situatie binnenshuis. De volgende tabel geeft het percentage potentieel ernstig gehinderden aan bij de normstelling in Nederland voor verschillende geluidbronnen. Voor windturbines ligt het verwachte percentage ernstig gehinderden bij een geluidbelasting van L_{den} 47 dB op circa 9%[24].

Tabel 3.1 Verwacht percentage ernstig gehinderden voor verschillende geluidsbronnen[25]

Geluid veroorzakende activiteit/geluidsbron	Verwacht percentage ernstig gehinderden*

[19] Naast Pedersen (2009) en Janssen et al. (2011) betreft dit bijvoorbeeld Kuwano et al. (2014), Michaud et al. (2016), Pawlaczyk-Łuszczyńska, M. et al. (2014 en 2018), Hongisto et al. (2017 en 2022). Deze onderzoeken zijn (m.u.v. Hongisto 2022 die zeer recent is) ook betrokken door WHO (2018) en/of RIVM (2020/2021) bij het beoordelen van de meest recente inzichten.
[20] Hongisto, V., Oliva, D., & Keränen, J. (2017). Indoor noise annoyance due to 3–5 megawatt wind turbines—An exposure–response relationship. The Journal of the Acoustical Society of America, 142(4), 2185-2196
[21] Vanwege het gebrek aan hoeveelheid data van hogere geluidniveaus kan dit voor geluidniveaus boven 40 dB $L_{A,eq}$ niet bevestigd worden
[22] Van Den Berg, G.P. (2021). Maken grote windturbines > 3 MW meer lawaai dan kleinere < 3 MW,. Mundonovo Sound Research.
[23] Brief van de minister van VROM, 31 209, nr 135, 28-9-2010
[24] Zie o.a. Kamerbrief Staatssecretaris van EZK, 9 juni 2021; DGKE-WO / 21119163
[25] Brief van de minister van VROM, 31 209, nr 135, 28-9-2010

snelwegverkeer	14 %
railverkeer	16 %
industrie/bedrijvigheid	9 %
grote luchthavens	54 %
windturbines	9%

* bij het maximale toelaatbare geluidniveau

In absolute aantallen gaat het in Nederland naar verwachting bij wegverkeer om ca. 970.000 ernstig gehinderden, bij luchtvaartverkeer ruim 260.000, bij railverkeer om bijna 100.000 en windturbines ruim 7.000 ernstig gehinderden[26]. Volgens het ALARA principe (zie Kader 1.1) kunnen deze aantallen gehinderden als acceptabel worden gezien als het belang van de veroorzakende activiteit groot genoeg is. Dit geeft aan dat het niet enkel een vergelijking is van de totale aantallen gehinderden maar ook van de afweging van het belang van de activiteit.

Niet-akoestische factoren en hinderbeleving

Wat geluidbelasting voor een individuele bewoner betekent, kan sterk verschillen: de meesten zullen weinig tot geen hinder ervaren, maar anderen kunnen er om meerdere redenen veel last van hebben. De aard van ondervonden hinder kan daarbij ook worden veroorzaakt door niet-akoestisch factoren. In het kennisbericht Geluid van windturbines uit 2015 wordt hierover nog het volgende gesteld:

"Het is niet goed mogelijk de beoordeling van geluid los te zien van andere factoren. Bijvoorbeeld het zien van windturbines en de schaduwwerping kunnen invloed hebben op de mate van geluidhinder. Ook heeft de manier waarop een project tot stand is gekomen, invloed op de houding *en waarneming van omwonenden. Dit is bij andere geluidsbronnen niet anders."*

In de factsheet van RIVM (2021) worden niet-fysieke factoren die invloed kunnen hebben op de hinderbeleving van windturbines als volgt gecategoriseerd:

- Demografische factoren (o.a. leeftijd, geslacht, opleidingsniveau)
- Persoonlijke factoren (o.a. angst, geluidgevoeligheid)
- Situationele factoren (o.a. aanwezigheid andere geluidbronnen, type gebied)
- Contextuele (maatschappelijke/economische) factoren (o.a. betrokkenheid bij het proces, procedurele rechtvaardigheid)

Hoewel de invloed van deze factoren niet alleen een rol spelen windturbinegeluid, maar tevens bij andersoortige geluidbronnen, spelen bepaalde aspecten van persoonlijke en contextuele factoren naar verhouding een grote rol bij windturbinegeluid. Lokale betrokkenheid bij het planningsproces en gedeeld eigenaarschap zijn voorbeelden van belangrijke factoren voor de sociale acceptatie van het windpark en de hinderbeleving van omwonenden. Ook in diverse literatuur (bijv. TNO rapport uit 2008, Janssen et al., 2011) wordt beschreven dat in geval er sprake is van (economisch) profijt van de windturbines door bewoners (contextuele factor), deze minder of in het geheel geen hinder ondervinden.

[26] Brief van de StaS van Economische Zaken en Klimaat d.d. 9 juni 2021, DGKE-WO/21119163,

3.4 Karakterisering van windturbinegeluid

3.4.1 Laagfrequent geluid en infrasoon geluid

Een terugkerend thema in de discussie rond de normen voor windturbinegeluid is laagfrequent geluid (LFG) en infrageluid. Dit betreft geluidemissie in het spectrum beneden de circa 100 Hz (laagfrequent) en beneden de 20 Hz (infrasoon). In het kennisbericht Geluid van windturbines (2015) is het volgende opgenomen:

"Omwonenden zijn bezorgd dat door een toename van de hoogte van windturbines meer laagfrequent geluid zal ontstaan. Op basis van metingen wordt dit verschil echter gering geacht. Daarnaast wordt de nadruk op het laagfrequente aandeel onterecht genoemd omdat het normaal geaccepteerde geluid van *wegverkeer meer laagfrequent geluid bevat dan wat wettelijk is toegestaan bij windturbines."*

Windturbines produceren geluid over het hele spectrum van lage en hoge tonen, net als andere geluidbronnen. Wanneer gekeken wordt naar de spectrale verdeling van de geluidemissie van windturbines is er geen sprake van een specifiek groot aandeel in de frequenties lager dan 100 Hz. In het onderzoek van Soendergaard (2015)[27].wordt opgemerkt dat 'nieuwere' grote turbines naar verwachting een beperkter aandeel LFG hebben dan 'oudere' grote turbines als gevolg van de techniekontwikkeling van de windturbine (het pitchen van de bladen en optimalisatie van bladontwerp).

Ook het RIVM stelt in haar recente literatuurstudie uit 2020 dat laagfrequent geluid en infrageluid van windturbines niet voor andere effecten zorgt dan 'normaal' geluid. Er ontbreekt bewijs dat laagfrequent geluid en infrageluid ver onder de gehoordrempel tot enig effect kan leiden. Bij blootstelling aan windturbinegeluid vormt voornamelijk het geluidniveau en de amplitudemodulatie (zie paragraaf 3.4.2) van het algehele windturbinegeluid de oorzaak van de hinder.

Kortom: het aandeel laagfrequent geluid is niet onevenredig groot bij windturbines (in tegenstelling tot bijvoorbeeld compressoren of transformatoren), het aandeel LFG is niet significant toegenomen met het formaat van de windturbine en er is geen aanleiding om te veronderstellen dat specifiek LFG en infrageluid een effect op de volksgezondheid veroorzaken of tot additionele hinder leiden ten opzichte van dat wat reeds wordt beoordeeld. Bekend is de beoordeling van het RIVM dat een geluidsnorm van 47 dB L_{den} ook voldoende bescherming biedt voor het laagfrequente deel als dit bijvoorbeeld wordt vergeleken met de Deense norm. In 2014 concludeert de Staatsecretaris van I&M[28] dan ook: 'De Deense norm voor laagfrequent windturbinegeluid in het binnenmilieu van een woning biedt geen extra bescherming ten opzichte van de Nederlandse norm voor de gevelbelasting in geval van een standaard geïsoleerde woning.'

Het specifiek toevoegen van een norm voor LFG van windturbines leidt daarmee dus niet tot een betere beoordeling en bescherming van de optredende effecten van geluid. Bovengenoemde bevindingen worden eveneens bevestigd in een recente review door de Expertgroep gezondheid van de gemeente Amsterdam pag. 35 uit Advies expertgroep gezondheidseffecten Windturbines, 4 april 2022):

[27] Soendergaard, B. (2015). Low frequency noise from wind turbines: do the Danish regulations have any impact? An analysis of noise measurements. Int. Journal of Aeroacoustics volume 14.
[28] Tweede Kamer brief Structuurvisie wind op land, 31 maart 2014 (kamerstuk 33612, nr 22)

"Windturbines produceren niet meer laagfrequent geluid en infrageluid dan andere geluidbronnen: een drukke weg die op een woning 55 dB L_{den} veroorzaakt, bevat meer laagfrequent geluid dan een windturbine bij 40 dB L_{den}. Ook wijst onderzoek uit dat grotere windturbines niet meer laagfrequent geluid en infrageluid produceren dan kleinere windturbines. De gemeten toename van laagfrequent geluid bij windturbines is evenredig met de toename van het totale geluidniveau van windturbines. De controle op laagfrequent geluid is derhalve verdisconteerd in de huidige normering voor (het volledige spectrum van) windturbi*negeluid."*

In een recent onderzoek van Woolcock Institute of Medical Research[29] is onderzocht of infrageluid invloed heeft op de psychologische en fysiologische toestand van mensen, zoals het veroorzaken van duizeligheid, misselijkheid, hartklachten of slaapverstoring. Uit dit onderzoek is geen invloed gevonden van infrageluid op de onderzochte psychologische en fysiologische aspecten.

Met bovenstaande kennis wetenschappelijk onderzoek kan worden geconcludeerd dat het hanteren van een L_{den} en eventueel een L_{night} norm volstaat ter bescherming van laagfrequent geluid en infrasoon geluid van windturbines.

3.4.2 Amplitudemodulatie

Uit onderzoek dat in de voorgaande paragrafen is beschreven volgt dat windturbinegeluid bij gelijke geluidniveaus hinderlijker wordt ervaren dan ander geluid, zoals wegverkeergeluid, bij hetzelfde geluidniveau. Het ritmische karakter van het windturbinegeluid wordt daarbij als één van de oorzaken benoemd.[30] Het ritmische karakter van windturbinegeluid wordt aangeduid als 'amplitudemodulatie' (hierna: AM). Dit is een verschil in geluidniveau (sterkte of diepte) over een terugkerende periode (frequentie), overeenkomend met de draaisnelheid van de rotorbladen vermenigvuldigd met het aantal rotorbladen (ook wel de blade pass frequency). Deze vorm van AM wordt ook wel normale AM genoemd. De mate van geluidsverschil en de snelheid van de herhaling zijn elementen die de hinderlijkheid bepalen.

Onder specifieke voorwaarden is de amplitudemodulatie soms duidelijker hoorbaar. Dit kan bijvoorbeeld optreden als er een groter verschil dan normaal is in windsnelheid tussen verschillende luchtlagen op verschillende hoogtes. In dat geval zal het blad tijdens de omwenteling te maken krijgen met verschillende windsnelheden. Hierdoor kan het karakter van het geluid veranderen. Deze vorm of sterkte van AM heeft verschillende benamingen (other AM (OAM) of extreme AM (EAM), ook wel enhanced AM genoemd). Conrady et al. (2019)[31] beschrijft dat extreme AM kan leiden tot een impulsiever, dreunend geluidskarakter dat is verschoven naar de lagere geluidsfrequenties.

[29] Mashall et al. (2022). The Health Effects of 72 Hours of Simulated Wind Turbine Infrasound: A Double-Blind Randomized Crossover Study in Noise-Sensitive, Healthy Adults. Environmental Health Perspectives.
[30] Interessant is de conclusie uit de literatuurreview van het RIVM (2020): A number of studies showed that especially the rhythmic character of the sound (technically: Amplitude Modulation or AM) was experienced as annoying. We concluded that AM appeared to aggravate already existing annoyance, but AM did not lead to annoyance in people who were positive about or benefitted from wind turbines.
[31] Conrady, K., Bolin, K., Sjöblom, A., & Rutgersson, A. (2019). Amplitude modulation of wind turbine sound in cold climates. Applied Acoustics, 158, 107024.

In onderzoek naar de metingen van AM in de VS[32] wordt geconcludeerd dat het optreden van AM niet voorspelbaar is. Deze conclusie wordt bevestigd in een studie uit 2016[33] in opdracht van het Britse ministerie van Energie en Klimaatverandering. AM varieert met verschillende meteorologische parameters en kan niet worden voorspeld. Er wordt wel aan een meetnorm gewerkt, maar die is momenteel nog niet beschikbaar. Ook is niet volledig bekend wanneer extreme AM kan optreden. Het onderzoek van Conrady et al. (2019) beschrijft dat plaatselijke luchtstroom en versterkte instroomturbulentie de mate van extreme AM beïnvloeden. Vaak is bij extreme AM de variatie in het geluidsdrukniveau hoger dan bij normale AM. Hoewel er factoren bekend zijn die extreme AM beïnvloeden, is de exacte oorzaak van extreme AM nog niet geheel duidelijk. Dit betekent ook dat maatregelen om extreme AM te voorkomen of te beperken onduidelijk zijn en dit bemoeilijkt tevens onderzoek naar extreme AM.

Onderzoeken naar de dosis-hinderrelatie richten zich op het waargenomen windturbinegeluid en daarmee ook het aspect van de AM. Indien extreme AM ook aanwezig was bij bestaande windturbines ten tijde van het dosis-hinderonderzoek, kan ook extreme AM reeds betrokken zijn in dosis-hinderrelaties en daarmee in de normstelling. De kennisbasis laat zien dat vooralsnog de aanknopingspunten ontbreken om specifiek voor AM een separate norm te stellen naast de algemene normstelling in L_{den}/L_{night}. Het normeren van het windturbinegeluid bevat daarmee ook een beperking van het optreden van AM. Bij de uitspraak van ABRvS bij Windpark DZU was geconcludeerd dat er, met de beschikbare kennis over AM, geen aanleiding is voor het oordeel dat de raad vanwege AM had moeten uitgaan van andere normering dan L_{den} en L_{night}.

3.5 Alternatieven voor toetsingskader windturbinegeluid vanuit wetenschappelijk perspectief

Nu de windturbinebepalingen uit het Activiteitenbesluit en -regeling niet meer zonder meer toegepast kunnen worden, wordt eerst gekeken naar verschillende redelijkerwijs te beschouwen alternatieven voor de normen die voor windturbinegeluid kunnen worden gehanteerd. Feitelijk zijn er weinig onderbouwde (advies)normen beschikbaar welke wetenschappelijk goed gemotiveerd zijn in relatie tot het doel van hinderbeperking. De aangegeven grenzen die voor Energiepark Tolhuislanden relevant worden geacht zijn:

- 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night} uit de windturbinebepalingen uit het Activiteitenbesluit en -regeling;
- Adviesnorm van 45 dB L_{den} van de World Health Organisation (WHO).

Voor het stellen van een andere soort van beschermingsmaat van de geluidnorm (bijv. een bescherming bieden via het beperken van een geluidniveau omschreven als L95, L_{aeq}, o.a.) dan de L_{den}-methodiek is er in deze geen aanleiding. Andere beschermingsmaten van de geluidnorm zijn namelijk niet voldoende vastgelegd / onderzocht in (wetenschappelijke) studies of onderbouwingen voor toepassing bij windturbinegeluid. Er is daardoor weinig bewijslast of onderzoek ten aanzien van de relatie met ervaren hinder aanwezig.

[32] RSG et al, “Massachusetts Study on Wind Turbine Acoustics,” Massachusetts Clean Energy Center and Massachusetts Department of Environmental Protection, 2016. (https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/RSG-2016-Report.pdf) – summary: https://www.cesa.org/resource-library/resource/summary-of-massachusetts-study-on-wind-turbine-acoustics/

[33] Wind turbine AM Review, phase 2 report, Department of Energy & Climate Change (UK), WSP | Parsons Brinckerhoff, Project No 3514482A, August 2016 (https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/562186/Phase_2_Report_-_Wind_Turbine_AM_Review_Issue_3__FINAL_.pdf):

In recent onderzoek[34] worden de mogelijkheden en meerwaarde onderzocht voor het stellen van een afstandsnorm voor windturbines tot woningen, in plaats van of additioneel aan een geluidnorm. Dit gebeurt op basis van een beoordeling van bestaand onderzoek en de praktijk in een aantal landen. Het onderzoek betreft een literatuuronderzoek (er komen geen nieuwe inzichten of nieuwe literatuur naar boven). Het literatuuronderzoek laat zien dat de achtergrond achter de (voormalige) Nederlandse geluidsnorm als enige is gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek naar hinderbeleving. De inhoud van de rapportage geeft daarom geen aanwijzingen die aanleiding geven een andere afweging te maken.

Naast bovenstaande argumentatie geeft de omgeving van het windpark (zie hoofdstuk 2) geen specifieke aanleiding om een andere norm systematiek als maat te hanteren bij dit project. Een bescherming tegen de geluidhinder op de omgeving via een maximale L_{den} maat wordt als meest effectief, geschikt en toepasbaar gezien.

3.6 Gepaste geluidnorm voor Energiepark Tolhuislanden

Zoals beschreven in paragraaf 3.5 worden op basis van wetenschappelijk onderzoek de normen 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night} van het Activiteitenbesluit en -regeling en de adviesnorm 45 dB L_{den} van WHO relevant geacht. Daarbij zal vanzelfsprekend een tussenliggende waarde (46 dB L_{den}) ook relevant zijn. Voor Energiepark Tolhuislanden dient afgewogen te worden welke norm geschikt is, overwegende de gebiedskenmerken en huidige milieubelasting. Vervolgens dient te worden onderzocht of de norm voldoende bescherming biedt voor de omgeving in vergelijking met de baten van Energiepark Tolhuislanden.

Uit de gebiedsomschrijving van hoofdstuk 2 kan het gebied worden gekarakteriseerd als agrarisch, open gebied met voornamelijk vrij liggende (woon)bebouwing. Er is geen sprake van woonconcentraties in de nabijheid van de nieuwe windturbines. In de huidige situatie is er een significante geluidbelasting, met name als gevolg van wegverkeer, railverkeer en industrie. Deze belasting is het grootste gedurende de dag- en avondperiode.

Op basis van kenmerken van het gebied en de mogelijke geluidnormen die voortkomen uit wetenschappelijk onderzoek, wordt de geluidnorm van 47 dB L_{den} als geschikt geacht voor Energiepark Tolhuislanden. Uit onderzoeken leidt een geluidbelasting van 47 dB L_{den} niet tot onaanvaardbare hinder of gezondheidseffecten. Tevens biedt een geluidnorm van 47 dB L_{den} voldoende bescherming voor alle karakteristieken van windturbinegeluid (bijv. laagfrequent geluid en amplitudemodulatie, zie paragraaf 3.4). Gezien de aanwezige geluidbelasting in de huidige situatie van andersoortige geluidbronnen wordt niet verwacht dat een strengere norm voor de nieuwe windturbines (zoals 45 dB L_{den}) veel meer bescherming zal bieden in de kwaliteit van de akoestische omgeving dan een norm van 47 dB L_{den}. Tot slot zullen de woningen die meest nabij (meerdere) windturbines van Energiepark Tolhuislanden gelegen zijn de hoogste geluidbelasting ervaren. De meest nabijgelegen woningen zijn lid van de coöperatie en ondervinden economisch profijt van de windturbines. Uit wetenschappelijk onderzoek (zie paragraaf 3.3) blijk dat bewoners met economisch profijt in de praktijk minder hinder ondervinden van de windturbines. Het valt daarmee te verwachten dat bewoners van deze (veelal maatgevende) woningen met een maximale geluidbelasting van 47 dB L_{den} in de praktijk minder hinder zullen ondervinden dan van uitgegaan wordt in dosis-hinderrelaties uit wetenschappelijk onderzoek.

[34] Koppen, E. (2022). Onderzoek afstandsnormen windturbines, Arcadis.

Op basis van bovenstaande argumentatie wordt verwacht dat de geluidnorm 47 dB L_{den} genoeg bescherming biedt in hinderbeleving in de omgeving van Energiepark Tolhuislanden.
Naast een L_{den} norm is er in principe geen aanleiding een L_{night} normering te stellen aanvullend op een L_{den} normering (zoals beschreven in paragraaf 3.2), tenzij deze tenminste 7 dB lager is dan de L_{den} normering.

In het gebied van Energiepark Tolhuislanden is er al een significante geluidbelasting door de aanwezigheid van andersoortige geluidbronnen. Gedurende de nachtperiode zal er nog steeds aanwezige geluidproductie van bepaalde andersoortige geluidbronnen zijn (er zal bijvoorbeeld nog steeds wegverkeer op de A28 zijn en op het bedrijventerrein Hessenpoort vinden bij bepaalde panden 24/7-werkzaamheden plaats), echter het geluidniveau zal in de nachtperiode wel afnemen. Bij het gedeeltelijk wegvallen van geluid van andere geluidbronnen, kan het windturbinegeluid meer gaan overheersen. Voor dit gebied zou het daarom toepasselijk kunnen zijn om toch een L_{night} normering vast te leggen, zodat de omgeving een gepaste bescherming ontvangt gedurende de nachtperiode. In dat geval zou deze normering L_{night} 40 dB of lager moeten zijn om ook daadwerkelijk een extra bescherming te bieden in de nachtperiode.

Op basis van bovenstaande wetenschappelijke en locatiespecifieke criteria worden de volgende normstellingen redelijkerwijs in beschouwing genomen voor Energiepark Tolhuislanden:

- 47 dB L_{den} en 41 dB Lnight;
- 47 dB L_{den} en 40 dB Lnight (strengere bescherming in de nachtperiode);
- 46 dB L_{den} (zonder aanvullende L_{night} bescherming);
- 45 dB L_{den} (zonder aanvullende L_{night} bescherming);

De effecten van deze milieunormen op de omgeving worden in de volgende paragrafen inzichtelijk gemaakt. Door deze alternatieve normen te onderzoeken, kan worden afgewogen welke normstelling voldoende bescherming biedt voor de omgeving enerzijds, waarbij anderzijds het Energiepark Tolhuislanden een economisch uitvoerbaar project blijft.

3.7 Beoordeling van windturbinegeluid

Toepassing rekenmethodiek

Om de geluidbelasting te berekenen is een rekenmethodiek vereist die rekening houdt met de specifieke eigenschappen van windturbinegeluid. De bijlage meten en rekenen uit de Activiteitenregeling Milieubeheer is specifieke opgesteld voor het berekenen van windturbinegeluid. De overdrachtsberekeningen van deze rekenmethode zijn integraal overgenomen van de ”Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai“ (HMRI), uitgave 1999 van het Ministerie van VROM, methode II.8. Het HMRI is op zijn beurt op vele fronten vergelijkbaar[35] met ISO 9613-2, de volgens de EU-richtlijn aanbevolen methode voor overdrachtsberekeningen voor industriegeluid (windturbinegeluid wordt niet genoemd in de EU-richtlijn). Het Reken- en meetvoorschrift windturbines is gebaseerd op het HMRI, maar is aangevuld met onderdelen die specifiek voor windturbines van belang zijn. Zo komt de beschreven methode om geluidbronmetingen uit te voeren grotendeels overeen met de methode die in IEC 61400-11 wordt beschreven. Daarnaast worden, om de jaargemiddelde geluidemissie van een windturbine te bepalen, windsnelheidsverdelingen beschikbaar gesteld[36] op ashoogtes tussen 10 en 260 meter.

[35] CNOSSOS and industrial noise, R. Witte, DGMR, Euronoise 2018
36 https://rekentool.mp.nl/informatie.php

Het Reken- en meetvoorschrift windturbines is daarmee de best beschikbare methode voor het bepalen van windturbinegeluid. Het windturbinegeluid is berekend met het rekenprogramma Geomilieu® versie 2021.1, module IL-WT. Dit rekenprogramma volgt het Reken- en meetvoorschrift windturbines[37]. Bij de beoordeling van geluid wordt primair gekeken naar de effecten op geluidgevoelige objecten zoals die zijn gedefinieerd in artikel 1 van de Wet geluidhinder. Overige objecten en terreinen worden niet beschermd tegen andersoortige geluidbronnen en worden daarom voor windturbinegeluid eveneens buiten beschouwing en normering gelaten.

Op basis van voorgenoemde redenen wordt het Reken- en meetvoorschrift windturbines toepasbaar geacht om geluidberekeningen uit te voeren voor windturbinegeluid. De methodiek in het Reken- en meetvoorschrift is de best beschikbare methode waarmee de gevolgen voor het milieu inzichtelijk kunnen worden gemaakt.

Rekenmodel

Er is gebruik gemaakt van een akoestisch rekenmodel in Geomilieu® versie 2021.1. De modellering en de overdrachtsberekening zijn uitgevoerd conform het Reken- en meetvoorschrift windturbines. Het rekenmodel bevat informatie over de bodemgebieden voor het berekenen van de geluidoverdracht en toetspunten ter plaatse van gevoelige objecten zoals gedefinieerd in de wet geluidhinder. De geometrie van de omgeving is vastgesteld aan de hand van kaartmateriaal (BAG, TOP10NL), luchtfoto's en bestemmingsplannen. In het gebied zijn bodemgebieden standaard aangeduid als akoestisch absorberend (B=0,9). 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. Bebouwing (bedrijventerrein) is aangeduid met een bodemfactor van B=0,3. De geluidgevoelige objecten zijn verkregen op basis van BAG (geraadpleegd in mei 2023) en gemodelleerd als gebouwen met 5,5 meter hoogte boven het maaiveld. Op elke gevel(oriëntatie) van de gebouwen zijn toetspunten geplaatst op een beoordelingshoogte +5 meter hoogte boven het maaiveld[38].

3.8 Lokale situatie in project Energiepark Tolhuislanden

3.8.1 Referentiesituatie

In de referentiesituatie zijn er meerdere bestaande windturbines in de omgeving van Energiepark Tolhuislanden. Er zijn vier bestaande windturbines van Windpark Tolhuislanden op ong. 1,8 km afstand en vier bestaande windturbines van Windpark Westenwind op ong. 2,2 km afstand van Energiepark Tolhuislanden. Beide windparken hebben windturbines van het type Enercon E-82 op 85 m ashoogte, waarbij beide windparken bestaan uit drie windturbines van 2,3 MW en één van 3 MW. Op ong. 3,9 km afstand liggen de windturbines van Windpark Synergie van het type Enercon E-138 EP3 E2 op 131 m ashoogte.

Om de geluideffecten van de drie nieuwe windturbines van Energiepark Tolhuislanden inzichtelijk te maken, wordt naast enkel het initiatief ook het effect ten opzichte van de referentiesituatie bepaald. Naast de bovengenoemde bestaande windturbines, zijn er nog bestaande windturbines op grotere afstand van Energiepark Tolhuislanden gelegen (>4 km). Vanwege de grote afstand zal het aandeel van deze windturbines in cumulatieve geluidbelasting verwaarloosbaar zijn, zeker in relatie tot de eerdergenoemde

37 Bijlage 4 bij Activiteitenregeling milieubeheer, https://wetten.overheid.nl/jci1.3:c:BWBR0022830&bijlage=4&z=2020-07-08&g=2020-07-08

38 https://www.rvo.nl/onderwerpen/windenergie-op-land/geluid/geluidsberekening-windturbines

bestaande windturbines die op kortere afstand tot Energiepark Tolhuislanden gelegen zijn. Dergelijke bestaande windturbines op >4 km afstand worden derhalve niet meegenomen in de referentiesituatie en in de bepaling van de cumulatieve geluidbelasting.

In paragraaf 2.4.1 is geluid als gevolg van de bestaande windturbines reeds aangehaald in combinatie met andersoortige geluidbronnen. In de volgende paragrafen wordt geluid van bestaande windturbines los van de andersoortige geluidbronnen meegenomen om onder andere de effecten als gevolg van windturbinegeluid op de omgeving inzichtelijk te maken.

3.8.2 Gevolgen Energiepark Tolhuislanden

Uitgangspunten berekening

Bij het bepalen van de gevolgen is gekeken naar geluidgevoelige objecten die een geluidbelasting ervaren van 37 dB L_{den} als gevolg van Energiepark Tolhuislanden. Volgens het TNO-rapport is het percentage ernstig gehinderden bij een geluidbelasting lager dan 37 dB L_{den} nog slechts 0,5%. Dit wordt derhalve als ondergrens beschouwd (zie Kader 1.1). Bovendien zijn de daadwerkelijk optredende geluidniveaus binnenshuis bij een geluidbelasting op de buitengevel van L_{den} 37 dB zodanig laag (uitgaande van een gevelwering van 15-20 dB) dat deze niet meer redelijkerwijs waarneembaar zijn en daarmee geen relevante bijdrage aan de akoestische kwaliteit van de omgeving meer opleveren.

Voor Energiepark Tolhuislanden is gerekend met de Nordex N163-5.X met serrated edges[39]. Dit turbinetype heeft een gemiddelde geluiduitstraling in vergelijking tot andere windturbines binnen dezelfde bandbreedte. Doordat een aantal woningen nabij meerdere nieuwe windturbines van Energiepark Tolhuislanden gelegen zijn (zie paragraaf 2.3.1) zouden in het geval van een luid turbinetype relatief vergaande maatregelen nodig zijn om geluid te mitigeren, waardoor de hoeveelheid duurzame energie die per jaar opgewekt kan worden met een luid turbinetype fors wordt beperkt. Een dergelijk luid type windturbine zal om die reden niet rendabel zijn waardoor er vanuit gegaan kan worden dat die ook niet wordt gerealiseerd. Om deze reden is in de onderzoeken nu uitgegaan van een turbine met gemiddelde geluiduitstraling, die wel realiseerbaar is op deze locatie. Van de turbinetypes met gemiddelde geluiduitstraling is het gekozen turbinetype (Nordex N163-5.X met serrated edges) nog wel relatief luid, zodat de bovenkant van de bandbreedte in beeld is gebracht. De geluidgegevens van de Nordex N163-5.X zijn gegeven in Bijlage 2.

In het plangebied en de omgeving zijn de gevoelige objecten bepaald als gedefinieerd in de Wet geluidhinder waarbij de geluidbelasting als gevolg van Energiepark Tolhuislanden 37 dB L_{den} of meer bedraagt (het onderzoeksgebied). In dit onderzoeksgebied bevinden zich 62 woningen.

Maximale en minimale geluidniveaus en reductieopties

De maximale geluidbelasting bij woningen in dB L_{den} als gevolg van Energiepark Tolhuislanden (zonder toepassing van geluidemissie-reducerende voorzieningen) bedraagt 51 dB L_{den} en 45 dB L_{night}. Een hogere geluidbelasting wordt daarmee dus ook niet onderzocht. Door een stiller windturbinetype te realiseren of door de windturbines van Energiepark Tolhuislanden in een stillere modus te laten draaien is het mogelijk om de geluidbelasting van Energiepark Tolhuislanden te reduceren tot waardes van 47 dB L_{den} of lager.

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

Cumulatie met bestaande windturbines: Energiepark Tolhuislanden maatgevend

In de referentiesituatie is sprake van de aanwezigheid van de bestaande windturbines. Ter plaatse van de woningen binnen het onderzoeksgebied (37 dB L_{den} contour van Energiepark Tolhuislanden) bedraagt de maximale geluidbelasting in de referentiesituatie 46 dB L_{den}. In Bijlage 6 zijn de geluidcontouren L_{den} op kaart afgebeeld voor de referentiesituatie. Het toevoegen van de drie nieuwe windturbines inclusief het toekomstige zonnepark leidt tot een maximale cumulatieve geluidbelasting van 51 dB L_{den} bij de meest maatgevende woning. Hieruit kan worden opgemaakt dat de maximale geluidbelasting als gevolg van Energiepark Tolhuislanden zowel afzonderlijk als cumulatief met de bestaande windturbines uitkomen op 51 dB L_{den}. Het geluid van de bestaande windturbines heeft door de grote afstand tot de nieuwe windturbines dus geen significante invloed op het cumulatieve windturbinegeluid bij de meest maatgevende woningen van Energiepark Tolhuislanden.

Lagere normwaardes

Zoals beschreven in paragraaf 3.6 wordt een viertal normstellingen onderzocht, waaronder de normen 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night} en de mogelijke geluidnormen 46 dB L_{den} en 45 dB L_{den}. Daarnaast wordt de 40 dB L_{night} norm onderzocht. Omdat de L_{den} waarde gekoppeld is aan de L_{night} waarde, zal bij het mitigeren tot 47 dB L_{den}, 46 dB L_{den} en 45 dB L_{den} de L_{night} waarde afnemen (ervan uitgaande dat de windturbines in de nachtperiode worden gemitigeerd). In eerste instantie wordt daarom bij het mitigeren tot 47 dB L_{den}, 46 dB L_{den} en 45 dB L_{den} gekeken wat de resulterende L_{night} waarde is. Indien aan de onderzochte L_{den} normen wordt voldaan, maar nog niet aan de normen 41 dB L_{night} en 40 dB L_{night} wordt voldaan, zal de windturbine gedurende de nachtperiode verder teruggeregeld worden om aan deze L_{night} normen te voldoen.

Door bepaalde windturbines van Energiepark Tolhuislanden gedurende de avond- en/of nachtperiode in een gereduceerde modus te laten draaien, wordt de geluidbelasting op de omliggende woningen gereduceerd tot een geluidbelasting van maximaal 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night}, en tot een lagere geluidbelasting van de overige onderzochte normen. De configuratie van de windturbines om de geluidbelasting te reduceren tot de onderzochte normen is gegeven in Bijlage 3. Het toepassen van deze maatregel gaat echter wel ten koste van de energieproductie. Een alternatieve oplossing zou kunnen zijn om te kiezen voor een stiller windturbinetype waar geen of minder mitigatie voor benodigd is.

3.8.1 Geluidbelasting ter plaatse van woningen

Voor de woningen binnen het onderzoeksgebied is de geluidbelasting als gevolg van de windturbines van Energiepark Tolhuislanden bepaald: zonder geluidmitigatie (maximaal 51 dB L_{den}) en wanneer geluidmitigatie wordt toegepast om te voldoen aan de onderzochte milieunormen. Voor de verschillende scenario's is voor de 62 woningen de geluidbelasting in dB L_{den} bepaald en gecategoriseerd weergegeven in onderstaande tabel. In Bijlage 5 zijn tevens de geluidcontouren L_{den} als gevolg van Energiepark Tolhuislanden gegeven op kaart.

Tabel 3.2 Aantal woningen per geluidbelasting in dB L_{den}

Geluidbelasting dB L_{den}	**Geen mitigatie (max 51 dB L_{den})**	**Mitigatie naar 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night}**	**Mitigatie naar 47 dB L_{den} / 40 dB L_{night}**	**Mitigatie naar 46 dB L_{den}**	**Mitigatie naar 45 dB L_{den}**
< 37	0	9	11	14	23
37	1	7	5	11	5
38	9	11	11	4	8

39	5	7	8	8	4
40	10	3	2	4	4
41	9	5	7	4	5
42	6	4	2	4	2
43	6	4	4	2	4
44	2	2	2	4	3
45	1	3	3	3	4
46	3	3	3	4	0
47	2	4	4	0	0
48	1	0	0	0	0
49	4	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0
51	3	0	0	0	0
Totalen	62	62	62	62	62

Uit Tabel 3.2 kan worden opgemaakt dat als gevolg van Energiepark Tolhuislanden zonder geluidmitigatie er 8 van de 62 woningen zijn met een geluidbelasting van meer dan 47 dB L_{den}. Het hanteren van de normen 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night} leidt tot een extra bescherming van deze woningen. In dit scenario hebben de meeste woningen binnen het onderzoeksgebied een geluidbelasting tussen 37 en 43 dB L_{den} (of een geluidbelasting van minder dan 37 dB L_{den}). In het scenario van de geluidnormen 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night} zijn er vier woningen een maximale geluidbelasting van 47 dB L_{den}. Drie van deze woningen zijn lid van de coöperatie.

In ditzelfde scenario is er één woning (aan Steenwetering 2) met een geluidbelasting L_{night} van 41 dB. Deze woning is vooralsnog geen lid van de coöperatie. Alle andere woningen binnen het onderzoeksgebied hebben in dit scenario een geluidbelasting van 40 dB L_{night} of lager. Door verder te mitigeren naar 40 dB L_{night} zou de woning aan Steenwetering 2 extra worden beschermd. Uit Tabel 3.2 kan worden opgemaakt dat bij het scenario van 47 dB L_{den} / 40 dB L_{night} er geen verschuiving plaatsvindt bij het aantal woningen met een geluidbelasting tussen 43 dB en 47 dB L_{den}.

Het verder mitigeren naar de normen 46 dB L_{den} en 45 dB L_{den} leidt ertoe dat de eerdergenoemde vier woningen worden blootgesteld aan een maximale geluidbelasting van respectievelijk 46 dB L_{den} en 45 dB L_{den}.

3.8.2 Bepaling aantal ernstig gehinderden binnenshuis

Op basis van de dosis-hinderrelatie uit het TNO-rapport is het aantal ernstig gehinderden[40] binnenshuis (Highly annoyed) bepaald bij de exploitatie van Energiepark Tolhuislanden met de onderzochte geluidnormen. Volgens CBS[41] bedraagt de gemiddelde huishoudensgrootte in 2022 in de gemeente Zwolle 2,1 personen per huishouden en in de gemeente Dalfsen 2,4 personen per huishouden. Voor het

[40] TNO-rapport: Hinder door geluid van windturbines, 2008-D-R1051/B, TNO, 2008
[41] CBS Statline, geraadpleegd op 27-6-2022, onderwerp: Regionale kerncijfers Nederland, https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/70072ned/table?dl=9077A

onderzoeksgebied is uitgegaan dat een huishouden hiermee gemiddeld 2,3 personen telt. Per huishouden/woning is de geluidbelasting in de referentiesituatie en de cumulatieve geluidbelasting (bestaande windturbines samen met nieuwe windturbines van Energiepark Tolhuislanden) bepaald. Op basis van de dosis-hinderrelatie is het aantal ernstig gehinderden bepaald door het percentage te vermenigvuldigen met 2,3 (personen per huishouden). Als voorbeeld: een woning ervaart een cumulatieve geluidbelasting van 47 dB L_{den}. Het percentage ernstig gehinderden dat hiermee correspondeert is 8,09%[42]. Als 8,09% van 2,3 personen ernstige hinder ervaart van het windturbinegeluid, resulteert dat in een verwachting van 0,18 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 Energiepark Tolhuislanden. Het aantal ernstig gehinderden dat per normstelling wordt vermeld geldt dus altijd als het totaal aantal ernstig gehinderden voor het gehele onderzoeksgebied.

Het onderzoeksgebied bevat 62 woningen. Vermenigvuldigd met het gemiddeld aantal personen per huishouden betekent dit dat er circa 140 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 3.3. Daarnaast zijn de resultaten gegeven na toevoeging van Energiepark Tolhuislanden 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). Daarbij dient tevens te worden vermeld dat de meest maatgevende woningen lid zijn van de coöperatie en economisch profijt hebben van de windturbines. Door dit profijt kan de hinderbeleving in de praktijk bij dergelijke woningen lager uitvallen dan de getallen op basis van de dosis-hinderrelatie van TNO (zie ook paragraaf 3.3.2). De daadwerkelijke hinderbeleving en resulterend aantal personen dat ernstige hinder ondervindt kan daarom in de praktijk lager uitvallen dan nu wordt aangeduid in Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Verwacht aantal ernstig gehinderden binnenshuis na realisatie van Energiepark Tolhuislanden

Situatie	**Ernstig gehinderd (binnenshuis)**	
	Aantal	**% van de populatie (140 personen)**
Referentiesituatie	0,5	0,4%
Zonder geluidmitigatie (max. 51 dB L_{den})	5,9	4,2%
Mitigeren tot 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night}	3,7	2,6%
Mitigeren tot 47 dB L_{den} / 40 dB L_{night}	3,5	2,5%
Mitigeren tot 46 dB L_{den}	3,0	2,2%
Mitigeren tot 45 dB L_{den}	2,6	1,8%

[42] 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.

Uit bovenstaande tabel blijkt dat in de referentiesituatie het aantal personen binnen de invloedssfeer van Energiepark Tolhuislanden dat ernstige hinder ervaart van bestaande windturbines 0,5 bedraagt. Bij toevoeging van Energiepark Tolhuislanden zonder toepassing van geluidvoorzieningen (met toepassing van een windturbine met gemiddelde geluiduitstraling) neemt het verwachte aantal personen met ernstige hinder toe tot 5,9. Bij het hanteren van de normen 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night} daalt het aantal ernstig gehinderden naar 3,7 personen (2,6% van de populatie). Een strengere norm voor de nachtperiode van 40 dB L_{night} resulteert in 3,5 ernstig gehinderden (afname van 0,2 personen). 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 3,0 en 2,6 personen.

In Bijlage 4 is een vergelijkbare berekening gedaan voor het aantal gehinderden.

3.8.3 Cumulatie met andersoortige geluidbronnen

In de omgeving van het plangebied van Energiepark Tolhuislanden zijn meerdere andersoortige geluidbronnen gesitueerd zoals beschreven in hoofdstuk 2. Het betreft de geluidbronnen wegverkeer, railverkeer, industrie en bestaande windturbines. In paragraaf 2.4.1 was de cumulatieve geluidbelasting in de referentiesituatie bepaald op een selectie referentiewoningen (maatgevende woningen rondom Energiepark Tolhuislanden). Hieruit werd opgemaakt dat er reeds sprake is van een significante geluidbelasting in de referentiesituatie, met name gedurende dagperiode. De toevoeging van Energiepark Tolhuislanden zal door de aanwezigheid van de andere geluidbronnen gedurende dagperiode een gering effect kunnen hebben. Echter, in de avond- en nachtperiode zouden de effecten van Energiepark Tolhuislanden meer merkbaar kunnen zijn wanneer geluid van andere geluidbronnen (gedeeltelijk) wegvalt.

Voor de referentiewoningen is de cumulatieve geluidbelasting bepaald met toevoeging van Energiepark Tolhuislanden (zonder mitigatie en met mitigatie tot wordt voldaan aan de onderzochte geluidnormen). De effecten van Energiepark Tolhuislanden op de kwaliteit van de akoestische omgeving worden hiermee inzichtelijk gemaakt. De resultaten zijn gegeven in Tabel 3.4. Ten behoeve van de leesbaarheid van de tabel is Energiepark Tolhuislanden afgekort tot ‘EPT’.

Tabel 3.4 Cumulatieve geluidbelasting in de referentiesituatie en nieuwe situatie

Toets-punt	Adres	Lcum ref	+ EPT* geen miti	+ EPT* 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night}	+ EPT* 47 dB L_{den} / 40 dB L_{night}	+ EPT* 46 dB L_{den}	+ EPT* 45 dB L_{den}
tp01	Lichtmisweg 6	65	65	65	65	65	65
tp02	Steenwetering 2	58	61	60	60	60	59
tp03	Vriezendijk 2	52	57	55	55	55	54
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	63	64	64	64	64	64
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	59	65	61	61	61	60
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	59	65	62	61	61	60
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	61	64	62	62	62	62
tp08	De Bese 8	61	64	62	62	62	61
tp09	De Bese 17	54	61	57	57	56	56

* ‘EPT’ = Energiepark Tolhuislanden

Tevens is nogmaals de tabel van de classificering volgens ‘methode Miedema’ hieronder weergegeven.

Tabel 3.5 Classificering kwaliteit van akoestische omgeving in milieukwaliteitsmaat volgens ‘Methode Miedema’

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

Bij realisatie van Energiepark Tolhuislanden zonder geluidmitigatie zal bij 2 van de beschouwde referentiewoningen de kwaliteit van de akoestische omgeving met één klasse (volgens ‘methode Miedema’) verslechteren en zullen 3 woningen met 2 klassen verslechteren ten opzichte van de referentiesituatie. Wanneer wordt voldaan aan 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night} verslechtert de kwaliteit van de akoestische omgeving van 5 woningen met één klasse (volgens ‘methode Miedema’) ten opzichte van de referentiesituatie. De toename in dB’s in cumulatieve geluidbelasting ten opzichte van de referentiesituatie ligt tussen de 0 en 4 dB bij de norm 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night}.

Ook wanneer wordt voldaan aan 47 dB L_{den} / 40 dB L_{night} en 46 dB L_{den} zullen er 5 woningen met één klasse verslechteren ten opzichte van de referentiesituatie. De toename in dB’s voor deze geluidnormen liggen ten opzichte van de referentiesituatie ligt tussen de 0 en 3 dB.

Bij verdere mitigatie tot 45 dB L_{den} zal de toename in cumulatieve geluidbelasting ten opzichte van de referentiesituatie tussen de 0 en 2 dB liggen. Er zijn 3 woningen die bij deze geluidnorm één klasse verslechteren in kwaliteit van de akoestische omgeving ten opzichte van de referentiesituatie.

3.8.4 Geluidbelasting ter plaatse van overige objecten

Aan de zuidwestkant Energiepark Tolhuislanden ligt het gezoneerde bedrijventerrein Hessenpoort. Aan de hand van de opgelegde geluidzone voor het bedrijventerrein kan worden opgemaakt dat op dit terrein ‘lawaaimakers’ zijn gesitueerd waarvoor bescherming is geboden voor de omgeving middels de geluidzone. Op het bedrijventerrein is een aantal kantoorpanden gesitueerd (zie Figuur 2.5 in paragraaf 2.3.1) waar mogelijke hinder kan worden ondervonden van geluid. Door het reeds aanwezige geluid van bedrijvigheid en wegverkeer op het bedrijventerrein wordt verwacht dat toevoeging van windturbinegeluid gedurende werktijden niet tot overmatige hinder zal leiden. Op het moment wanneer windturbinegeluid meer overheersend kan zijn (wanneer geluid van andere geluidbronnen afneemt in de avond- en nachtperiode) zal in de kantoren tevens geen of slechts heel sporadisch bezetting zijn waardoor op deze momenten ook geen significante hinder van windturbinegeluid wordt verwacht. Om deze redenen wordt verondersteld dat de bedrijfs- en kantoorpanden op het bedrijventerrein geen bescherming behoeven van de drie nieuwe windturbines.

3.8.5 Energieopbrengstverliezen als gevolg van mitigerende maatregelen

Om aan de onderzochte geluidnormen te voldoen, moeten bepaalde windturbines van Energiepark Tolhuislanden in een gereduceerde modus draaien gedurende de avond- en/of nachtperiode, uitgaande van het gehanteerde windturbinetype. Het toepassen van deze maatregel gaat ten koste van de energieopbrengst. Om de opbrengstverliezen te bepalen[43], is eerst de energieopbrengst van het windpark zonder toepassing van geluidmitigatie bepaald aan de hand van de powercurve van de windturbines en de windverdeling op ashoogte per turbinetype. Vervolgens is de energieopbrengst van het windpark bepaald met de configuratie waarmee wordt voldaan aan de onderzochte geluidnormen. Het procentuele productieverlies om te voldoen aan de geluidnormen is gegeven in Tabel 3.6. Tevens is de L_{night} waarde gegeven wanneer wordt gemitigeerd tot de geluidnormen 47 dB L_{den}, 46 dB L_{den} en 45 dB L_{den}. Bij mitigatie naar 47 dB L_{den} is de L_{night} waarde 41 dB. Aangezien het tevens wenselijk is de effecten 40 dB L_{night} inzichtelijk te maken, zijn de windturbines verder gemitigeerd tot een L_{night} waarde van 40 dB verkregen is. Bij het mitigeren naar 46 dB L_{den} en 45 dB L_{den} zijn de L_{night} waarden respectievelijk 40 dB en 38 dB. Hiermee wordt al voldaan aan de onderzochte L_{night}-normen van 41 dB en 40 dB en is dus geen extra mitigatie benodigd.

Tabel 3.6 Verwachte productieverlies veroorzaakt door geluidmitigatie van Energiepark Tolhuislanden

Scenario	**Hoogste L_{night} waarde**	**Opbrengstverlies veroorzaakt door geluidmitigatie**
Geen geluidmitigatie (max 51 dB L_{den})	46 dB	0%
Mitigeren tot 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night}	41 dB	5,9%
Mitigeren tot 47 dB L_{den} / 40 dB L_{night}	40 dB	6,0%
Mitigeren tot 46 dB L_{den}	40 dB	9,4%
Mitigeren tot 45 dB L_{den}	39 dB	12,4%

[43] Dit is een indicatie, resultaten dienen als zodanig te worden geïnterpreteerd.

3.9 Beoordeling normstelling voor geluid

Windturbinegeluid kan hinderlijk zijn en dat maakt dat het wenselijk is geluidniveaus bij geluidgevoelige objecten te beperken tot een aanvaardbaar niveau, teneinde een goed woon- en leefklimaat voor omwonenden te kunnen garanderen en daarmee effecten op het welbevinden te kunnen minimaliseren. Uit de beschikbare wetenschappelijke onderzoeken van onder andere RIVM, WHO en TNO komen inzichten naar voren over de hinderlijkheid van windturbinegeluid bij verschillende geluidniveaus. In de huidige situatie vooraf aan de ontwikkeling van de windturbines van Energiepark Tolhuislanden is reeds sprake van een geluidbelasting op de omgeving en geluidgevoelige objecten als gevolg van bestaande windturbines (maximaal 46 dB L_{den}). Daarnaast is reeds sprake van een significante geluidbelasting in de huidige situatie als gevolg van andere geluidbronnen, zoals wegverkeer, railverkeer en industrie.

Met de gebiedskenmerken en kennis uit beschikbare wetenschappelijke onderzoeken worden voor Energiepark Tolhuislanden de geluidnormen 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night} geschikt geacht en zijn de effecten van deze normen op de omgeving inzichtelijk gemaakt. Daarnaast zijn voor de alternatieve normen 46 dB L_{den}, 45 dB L_{den} en 40 dB L_{night} tevens de effecten inzichtelijk gemaakt om te beoordelen of de voorgestelde normen voldoende bescherming bieden voor de omgeving in vergelijking met de baten van Energiepark Tolhuislanden.

Na toevoeging van Energiepark Tolhuislanden– zonder het nemen van mitigerende maatregelen – wordt een maximale geluidbelasting van 51 dB L_{den} veroorzaakt op omliggende geluidgevoelige objecten. Gezien de wetenschappelijke inzichten op dit punt is dat een niet aanvaardbaar geluidniveau en is er daarom de noodzaak om een gepaste geluidnorm op te nemen ter bescherming van de omgeving. Als gevolg van deze toevoeging neemt het verwachte aantal personen met ernstige hinder toe tot 5,9 in de beschouwde populatie in de invloedssfeer van Energiepark Tolhuislanden (zie Tabel 3.7 hieronder herhaald zoals eerder gegeven in Tabel 3.1 in paragraaf 3.8.2). De toename in percentage ernstig gehinderd van de beschouwde populatie ten opzichte van de referentiesituatie bedraagt ~3,8 procentpunt.

Tabel 3.7 Aantal ernstig gehinderden als gevolg van mitigerende maatregelen bij verschillende normstelling

Situatie	**Ernstig gehinderd (binnenshuis)**	
	Aantal	**% van de populatie (140 personen)**
Referentiesituatie	0,5	0,4%
Zonder geluidmitigatie (max. 51 dB L_{den})	5,9	4,2%
Mitigeren tot 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night}	3,7	2,6%
Mitigeren tot 47 dB L_{den} / 40 dB L_{night}	3,5	2,5%
Mitigeren tot 46 dB L_{den}	3,0	2,2%
Mitigeren tot 45 dB L_{den}	2,6	1,8%

Om een lagere geluidbelasting op de gevel van omliggende woningen te kunnen realiseren om te voldoen aan 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night} (en strengere geluidnormen) zijn mitigerende maatregelen nodig. Die kunnen bestaan uit enerzijds het realiseren van een stiller windturbinetype of anderzijds het in een andere geluidmodus laten draaien van één of meerdere windturbines gedurende de dag-, avond- en/of nachtperiode. Het toepassen van geluidmodi leidt tot een lagere MWh productie van de betreffende windturbines. In onderstaande tabel is opnieuw weergegeven welke gevolgen er optreden voor de

verwachte energieproductie van de windturbines bij de beschouwde geluidnormen. Deze verliezen zijn specifiek voor het gehanteerde windturbinetype.

Tabel 3.8 Energieopbrengstverlies als gevolg van mitigerende maatregelen bij verschillende normstelling

Scenario	Opbrengstverlies veroorzaakt door geluidmitigatie
Geen geluidmitigatie (max 51 dB L_{den})	0%
Mitigeren tot 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night}	5,9%
Mitigeren tot 47 dB L_{den} / 40 dB L_{night}	6,0%
Mitigeren tot 46 dB L_{den}	9,4%
Mitigeren tot 45 dB L_{den}	12,4%

Tabel 3.7 toont dat bij toevoeging van Energiepark Tolhuislanden zonder geluidvoorzieningen (51 dB L_{den}) het gebied circa 5,4 extra ernstig gehinderde personen telt ten opzichte van de referentiesituatie. In totaal zijn er bij deze maximale geluidbelasting 5,9 personen met ernstige hinder, een aandeel van 4,2% van de populatie. Dit geeft weer dat het gros van de personen in de populatie op grotere afstanden van de windturbines wonen waar een lagere geluidbelasting wordt ondervonden en daarmee de hinderbeleving lager is. Er kan hiermee worden gesteld dat het aandeel ernstig gehinderden binnen de populatie relatief laag is gezien de indeling van de woningen ten opzichte van de posities van de windturbines.

Bij het hanteren van de normen 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night} neemt het aantal ernstig gehinderden af met 2,2 tot een totaal van 3,7 personen. Het aandeel ernstig gehinderden is 2,6% van de populatie. Het mitigeren tot 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night} gaat ten koste van circa 5,9% van de energieopbrengst. Door verder te mitigeren tot een strengere norm in de nachtperiode van 40 dB L_{night} neem het aantal ernstig gehinderden af met 0,2 tot een totaal van 3,5 personen. Het aandeel ernstige gehinderden is hierbij 2,5%, een afname van 0,1 procentpunt ten opzichte van het hanteren van de normen 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night}. Hoewel de milieuwinst gering is, vraagt dit ook een geringe toename in het energieopbrengstverlies van 0,1 procentpunt (tot een totaal procentueel opbrengstverlies van 6,0%). Met de strengere L_{night} normering in de nachtperiode, wanneer andere geluidbronnen niet of minder maatgevend zijn, kan hinder in de nacht worden beperkt.

Verder mitigeren naar 46 dB L_{den} en 45 dB L_{den} leidt tot enige milieuwinst van minder ernstig gehinderden (respectievelijk 3,0 en 2,6 personen, of respectievelijk 2,2% en 1,8% van de populatie). Echter is de milieuwinst van het hanteren van de normen 46 dB L_{den} en 45 dB L_{den} beperkt ten opzichte van de gepaard gaande energieopbrengstverliezen van respectievelijk 9,4% en 12,4%.

Conclusies

Vanuit wetenschappelijk perspectief (zie paragraaf 3.3) leidt een geluidbelasting van 47 dB L_{den} niet tot onaanvaardbare hinder of gezondheidseffecten. Zonder toepassing van mitigerende maatregelen leiden de windturbines van Energiepark Tolhuislanden tot een geluidbelasting van 51 dB L_{den} en 45 dB L_{night}. Om aan een normstelling van 47 dB L_{den} te kunnen voldoen zijn, afhankelijk van het uiteindelijk te kiezen windturbinetype, geluidvoorzieningen benodigd. Mitigeren tot 47 dB L_{den} resulteert met de toegepaste geluidmodi in een geluidbelasting L_{night} van 41 dB.

Bij een geluidnorm van 47 dB L_{den} neemt het percentage ernstig gehinderden af met 1,6 procentpunt ten opzichte van een de ongemitigeerde situatie van 51 dB L_{den}. Het energieopbrengstverlies met het

gehanteerde turbinetype bedraagt hierbij 5,9%. Het verder terugdringen naar een strengere L_{den}-norm van 46 dB en 45 dB leidt tot geringe milieuwinst ten opzichte van de toename in energieopbrengstverlies op basis van het gehanteerde turbinetype. Een strengere norm voor de nachtperiode naar 40 dB L_{night} (bij de geluidnormen 47 dB L_{den} / 40 dB L_{night}) leidt tot de bescherming van één extra woning en resulteert in een afname het percentage ernstig gehinderden van 0,1 procentpunt, ten opzichte van het hanteren van de normen 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night}. Hoewel de milieuwinst gering is, is het effect op de toename in energieopbrengstverlies tevens gering met 0,1 procentpunt.

Uit wetenschappelijk onderzoek is geen advies voortgekomen voor de noodzaak om een strengere L_{night} norm te hanteren voor de bescherming van de omgeving. Wel is het te beargumenteren een strengere norm gedurende de nacht te hanteren, wanneer het geluid van andersoortige geluidbronnen grotendeels wegvalt. De woning die extra wordt beschermd door het hanteren van een L_{night} norm van 40 dB is geen lid van de coöperatie, waardoor het effect van economisch profijt (en de daaraan gerelateerde ondervinding van minder hinder van windturbines zoals beschreven in paragraaf 3.3) hier mogelijk niet opgaat. Door deze argumentatie en het beperkte effect op de toename in het energieopbrengstverlies bij het hanteren van een strengere L_{night} norm van 40 dB, wordt deze strengere normering in de nachtperiode geschikt bevonden voor dit project.

Wanneer de cumulatieve geluidbelasting met andersoortige geluidbronnen wordt beschouwd (paragraaf 3.8.3), kan worden gesteld dat het hanteren van strengere normen dan 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night} voor Energiepark Tolhuislanden beperkt effect heeft op de kwaliteit van de akoestische omgeving in de nieuwe situatie. Wel zal een strengere norm van 40 dB L_{night} hinder in de nachtperiode verder kunnen beperken wanneer het geluid van andersoortige geluidbronnen wegvallen.

Tot slot is besproken dat veel woningen in de directe omgeving lid zijn van de coöperatie. Deze woningen zijn betrokken in het gehele proces van besluitvorming over duurzame energie in de omgeving en de voorkeurskeuze van de drie windturbines van Energiepark Tolhuislanden. De leden zullen na realisatie tevens economisch profijt hebben van de windturbines. Door de betrokkenheid in besluitvorming en het economisch profijt van het project zal de hinderbeleving in de praktijk lager kunnen uitvallen bij deze woningen dan nu is bepaald op basis van de dosis-hinderrelatie uit wetenschappelijk onderzoek.

Op basis van de gebiedskenmerken, beschikbare kennis uit wetenschappelijk onderzoek en de uitgevoerde analyses naar de effecten op de omgeving worden de geluidnormen 47 dB L_{den} en 40 dB L_{night} geschikt geacht voor het plangebied van Energiepark Tolhuislanden.

4 Slagschaduw en lichtschittering van windturbines

4.1 Inleiding

De draaiende rotorbladen van windturbines kunnen een bewegende schaduw op hun omgeving werpen op het moment dat de zon schijnt. Deze zogenaamde ‘slagschaduw’ kan onder bepaalde omstandigheden als hinderlijk worden ervaren door personen in de omgeving. Daarnaast kan (zon)licht reflecteren van onderdelen van de windturbine, dit wordt ‘lichtschittering’ genoemd. Beide fenomenen kunnen zich alleen voordoen indien er sprake is van zonneschijn. In bewolkte weersomstandigheden treden deze effecten niet op. De impact van slagschaduw op de omgeving verschilt sterk, afhankelijk van de locatie van de windturbine, de locatie van de plek waar een waarnemer verblijft, de afmetingen van de windturbine en de windrichting en zonneschijnduur.

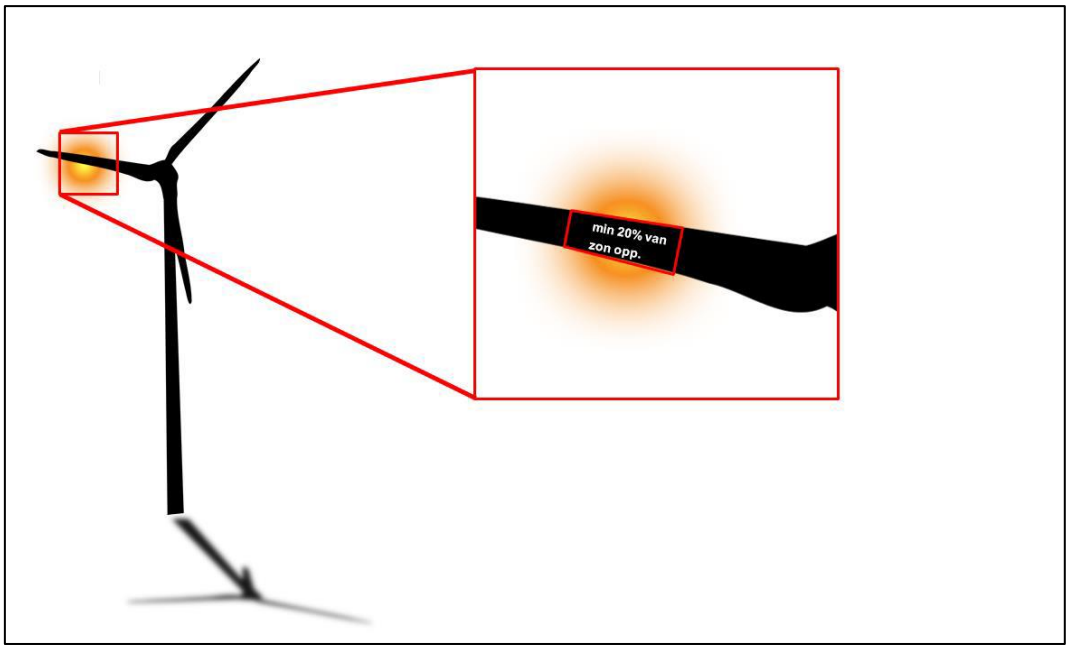
4.2 Achtergrond: inzichtelijk maken van slagschaduw

4.2.1 Wanneer is sprake van slagschaduw?

Om te kunnen spreken van slagschaduw(hinder) op de omgeving moet aan een paar voorwaarden worden voldaan:

1. er is sprake van een minimale afdekking van de lichtbron (in dit geval de zon) van 20% van het oppervlak van bron (zie figuur 3.1). Indien dit minder is, zal zoveel licht rond het object – in dit geval het windturbineblad - buigen dat van een effectieve schaduw geen sprake is. Hoe kleiner de afdekking, hoe ‘diffuser’ de schaduw[44];

Figuur 4.1 Minimale afdekking als voorwaarde voor optreden ‘schaduw’



[44] De afstand waarbij 20% afscherming van de zon optreedt kan berekend worden met: Max. distance = (5*w*150.000.000) / 1.097.780 waarbij w staat voor de gemiddelde dikte van een rotorblad gebaseerd op de maximale dikte en de dikte op 90% rotorbladlengte. Alternatief kan ook = w / bgtan((0,2*π*(0,531/2)^2)/0,531) gebruikt worden.

2. Er moet sprake zijn van een minimale stralingsintensiteit van 120 Watt/m2 om het voor een hindererervaring benodigde contrast (schaduw) te kunnen laten optreden[45];
3. De windturbine moet in bedrijf zijn (draaien) om te kunnen spreken van hinderlijke slagschaduw;
4. Er dient sprake te zijn van een ruimte met een beperkt aantal lichtbronnen die significant kunnen worden afgeschermd door een bewegende slagschaduw. De ervaring van een bewegende schaduw in de buitenruimte wordt niet als hinderlijk ervaren.
5. De schaduw moet daadwerkelijk de gevel van het gevoelige object kunnen bereiken en dus niet afgeschermd worden door obstakels zoals gebouwen of bomen (‘line of sight’).

4.2.2 Wanneer is een object of terrein ‘slagschaduwgevoelig’?

Niet op alle plekken waar slagschaduw theoretisch kan optreden is er sprake van een milieu- of hindereffect. In een weiland of op open water, waar geen of zeer weinig mensen aanwezig (kunnen) zijn leidt de slagschaduw immers niet tot een waarneembare hinder. In zoverre is dit vergelijkbaar met geluid, waar de beoordeling plaatsvindt op geluidgevoelige objecten (zie paragraaf 3.7). Voor slagschaduw is er echter aanleiding dit te verfijnen, omdat er ook verschillen bestaan tussen de effecten van geluid en slagschaduw. Bijvoorbeeld in een gebouw zonder ramen in de gevel in de richting van de windturbine kan geluid nog steeds een effect veroorzaken, echter een effect van slagschaduw is per definitie uitgesloten omdat er geen licht door een dichte gevel kan dringen. Ook kan afscherming door bijvoorbeeld beplanting of bebouwing ervoor zorgen dat er geen schaduw op kan treden.

Het Activiteitenbesluit gaat ervan uit dat een slagschaduwgevoelig object hetzelfde is als een geluidgevoelig object, conform art.1 van de Wet geluidhinder. In de praktijk blijkt echter dat dit niet helemaal toereikend is. Voor de definitie van een slagschaduwgevoelig object of terrein maken we in dit onderzoek daarom onderscheid tussen objecten of terreinen bedoelt voor permanent verblijf van personen (o.a. woningen) en objecten of terreinen waar gedurende een langere tijdsduur (bijvoorbeeld een werkdag) mensen aanwezig zijn, maar niet permanent wonen. Daarvoor hanteren we de volgende definities:

<u>Een slagschaduwgevoelig object of terrein:</u>
Ieder object bedoeld voor bewoning of anderszins voor permanent verblijf van personen (woningen, woonboten of woonwagens en zorginstellingen) en voor zover de gevel of het dakvlak voorzien is van één of meerdere lichtdoorlatende vlakken in de richting van de windturbine(s).

<u>Overige slagschaduwgevoelige objecten of terreinen:</u>
Overige objecten of terreinen voor zover personen in een ruimte binnen dit object of op dit terrein gedurende langere aaneengesloten tijd verblijven tijdens de daglichtperiode, en voor zover dit een gebouw of bouwwerk betreft, de gevel of het dakvlak voorzien is van één of meerdere lichtdoorlatende vlakken in de richting van de windturbine(s).

Voorbeelden van overige slagschaduwgevoelige objecten (anders dan woningen en zorginstellingen) zijn dan onder andere: scholen, kantoorgebouwen, horecagelegenheden en kampeerterreinen. Een stal, opslagloods, landbouwgrond, sportveld of parkeerterrein zijn voorbeelden van niet-slagschaduwgevoelige objecten of terreinen. Voor zover slechts een deel van een object als slagschaduwgevoelig kan worden aangemerkt (bijvoorbeeld een bedrijfspand met bijbehorend kantoorgedeelte), hoeft alleen dat deel als slagschaduwgevoelig te worden beschouwd.

[45] World Meteorological Organization, 2021; Chapter 8 Measurement of sunshine duration: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3154

Kader 4.1 Slagschaduwgevoeligheid terrassen en balkons (buitenruimte)

Bescherming is primair gericht op locaties waar personen gedurende langere tijd verblijven. Daarom zijn onder andere woningen en zorginstellingen als slagschaduwgevoelig aangemerkt. Buitenruimte behorende bij deze gebouwen (zoals terrassen of balkons) is niet afzonderlijk als slagschaduwgevoelig aangemerkt. Reden hiervoor is tweeledig: enerzijds is het voor een persoon die zich in een binnenruimte bevindt waarop slagschaduw optreedt niet eenvoudig mogelijk om naar een andere plek te vertrekken om daarmee de schaduwhinder te voorkomen. Dat is in de buitenruimte wel eenvoudig(er) mogelijk. Bovendien is buiten het aanwezige licht per definitie afkomstig van een grote hoeveelheid bronnen (reflecties, omgevingslicht) waardoor de hinderlijkheid van de slagschaduw in een buitenruimte zeer beperkt is. Anderzijds wordt door het gebouw zelf te beschermen tegen eventuele hinder de aangrenzende buitenruimte in de nabijheid van een gebouw al automatisch meegenomen in een groot deel van de stilstandvoorziening. De schaduw zal in de praktijk namelijk verplaatsen en dus niet alleen op het gebouw of alleen op de aangrenzende buitenruimte plaatsvinden, maar vrijwel altijd in combinatie. Er is daarom geen reden om de buitenruimte rondom een slagschaduwgevoelig object als afzonderlijk schaduwgevoelig aan te merken.

4.2.3 Hinderlijkheid van slagschaduw

Gevolgen van slagschaduw

Het menselijk oog is gevoelig voor optredende verschillen tussen licht en donker en voor snelle bewegingen. Dit trekt aandacht en leidt af, waardoor dit als hinderlijk kan worden ervaren door de waarnemer. De mate van hinder van een passerende schaduw wordt onder meer bepaald door de frequentie van het passeren (rotortoerental), door de blootstellingsduur en door de intensiteit van de wisselingen in lichtsterkte.

Uit onderzoek dat in 1999 in Duitsland is verricht blijkt dat omwonenden van windturbines die een netto slagschaduwduur van meer dan 15 uur per jaar ervaren een hogere mate van dagelijkse hinder ervaren in hun leefomgeving[46]. Herhaaldelijke of langdurige blootstelling hieraan kan bovendien leiden tot stress en concentratieverlies. Onderzoekers van de Universiteit van Kiel vonden in dezelfde laboratoriumstudie een duidelijke relatie tussen blootstellingsduur aan slagschaduw en de ervaren hinder voor de testpersonen. Uit het laboratoriumonderzoek komt specifiek naar voren dat in de eerste 20 minuten dat contrastrijke slagschaduw optreedt een fysieke reactie worden veroorzaakt, die bij langere blootstelling daarna door het lichaam wordt gecompenseerd. De onderzoekers hebben aanbevolen de slagschaduwduur te beperken om effecten op langere termijn te voorkomen vanwege de energie die deze compensatie kost.

Bij frequenties hoger dan 2,5 Hz (aantal passeringen per seconde) kan als gevolg daarvan sprake zijn een fysiologisch effect in de vorm van een kans op een epileptische aanval bij personen die gevoelig zijn voor licht[47]. Bij grote moderne windturbines treedt dit niet op aangezien de frequentie veel lager dan 2,5 Hz (veelal beneden de 1 Hz) is, omdat de rotorbladen relatief weinig omwentelingen per minuut maken.

Er is geen bewijs gevonden dat directe blootstelling aan slagschaduw bij frequenties beneden de 2,5 Hz an sich gezondheidseffecten veroorzaakt. In de periode sinds dit onderzoek zijn in Europa vele duizenden windturbines gerealiseerd waaruit geen wetenschappelijk vastgestelde gevallen van gezondheidseffecten als gevolg van slagschaduw bekend zijn en er zijn ook geen andere onderzoeken gepubliceerd die een andere conclusie geven op dit punt. Directe gevolgen voor de gezondheid als gevolg van blootstelling aan slagschaduw – mits frequenties beneden 2,5 Hz blijven - zijn daarmee niet aannemelijk. Slagschaduw wordt echter wel als hinderlijk beschouwd en dit is aanleiding de slagschaduw te normeren.

[46] Pohl, J, Faul, F, & Mausfeld, R; Belästigung durch periodischen schattenwurf von Windenergieanlagen, 1999.
[47] Parsons Brinckerhoff, 2006; Update of UK Shadow flicker Evidence Base

Kader 4.2 Toegenomen afmetingen windturbines in relatie tot bruikbaarheid onderzoeksresultaten

Hoewel het uitgevoerde laboratoriumonderzoek uit 1999 stamt gaat het in op de effecten van slagschaduw op het menselijke welbevinden. Hoewel windturbines sinds die tijd veel groter zijn geworden heeft dat geen effect op de bruikbaarheid van de resultaten van het onderzoek, omdat de slagschaduw op zichzelf van een kleine windturbine niet anders is dan die van een grote windturbine. Alleen de afstand waarop het fenomeen zich kan voordoen en de eventuele duur ervan wordt groter met de toenemende afmetingen van de windturbines.

Hinder beperken in de tijd

Uit een vergelijkende literatuurstudie uit 2017 van Koppen et al[48], blijkt dat in veel landen een maximale slagschaduwduur op een slagschaduwgevoelig object wordt gehanteerd van 8 uur per jaar, in sommige gevallen aangevuld met een maximum per dag van 30 minuten. Jaarlijks schijnt de zon, volgens het KNMI, gemiddeld zo'n 1.550 uur in Nederland (minimaal circa 1.400 uur en maximaal circa 1.700 uur). Een jaar telt 8.760 uren en de daglichtperiode is ongeveer de helft daarvan (4.380 uur). Dit betekent dat ongeveer 18% van het jaar de zon schijnt. Er is dus slechts een beperkt deel van het jaar dat slagschaduw kan optreden. In onderstaande tabel is deze verhouding tussen de totale zonneschijn en daglichtduur per jaar afgezet tegen een bepaalde slagschaduwduur.

Tabel 4.1 Percentage tijd i.r.t. slagschaduwduur

Netto slagschaduw duur per jaar	Percentage van de totale daglichtperiode per jaar	Percentage van het totaal aantal zonuren per jaar
25 uur	0,57%	1,61%
20 uur	0,46%	1,29%
15 uur	0,34%	0,97%
10 uur	0,23%	0,65%
8 uur	0,18%	0,52%
6 uur	0,14%	0,39%
2 uur	0,05%	0,13%

In het Activiteitenbesluit is opgenomen dat maximaal 17 dagen per jaar meer dan 20 minuten slagschaduw mag optreden. Dit werd in de praktijk veelal vertaald naar een maximale slagschaduwduur van 6 uur per jaar op een slagschaduwgevoelig object. Als uitgegaan wordt van maximaal 6 uur slagschaduw per jaar, dan bedraagt dit circa 0,4% van het gehele maximale percentage aan zonuren per jaar. Vervolgens wordt er ook vanuit gegaan dat gedurende deze 6 uur slagschaduw daadwerkelijk iemand zich bevindt in een ruimte waarop de slagschaduw optreedt. In praktijk kan iemand op dat moment niet thuis zijn of zich ergens in huis bevinden waar de slagschaduw niet merkbaar is. Blootstelling aan slagschaduw volgens deze beoordelingssystematiek is op jaarbasis dus zeer beperkt.

Er is internationaal beperkt onderzoek beschikbaar naar de relatie tussen blootstellingsduur aan slagschaduw effecten hiervan op personen. In 2016 heeft Health Canada[49] aanvullend onderzoek gedaan naar variabelen die de hoogte van de ervaren hinder beïnvloeden. Hieruit is gebleken dat wanneer de aaneengesloten blootstellingsduur van slagschaduw onder de 10 minuten is, de mate van ernstige hinder beperkt is tot 3,8% van de blootgestelde personen. Indien de blootstellingsduur meer dan 30 aaneengesloten minuten bedraagt, ervaart 21,1% van de personen ernstige hinder. Deze en de

[48] Koppen, E, et al, 2017; International Legislation and Regulations for Wind Turbine Shadow Flicker Impact
[49] https://asa.scitation.org/doi/pdf/10.1121/1.4942403

tussenliggende waardes zijn uiteengezet in Tabel 4.2. Dit is voor zover bekend de enige dosis-hinderrelatie studie die bekend is in relatie tot slagschaduw van windturbines[50].

Tabel 4.2 Mate van ernstige hinder bij verschillende aangesloten blootstellingsduren[51]

Blootstelling slagschaduw	≥ 0 min en <10 min	≥ 10 min en <20 min	≥ 20 min en <30 min	≥ 30 min
Mate van ernstige hinder	3,8%	5,2%	13,5%	21,1%

Bovenstaande verwachte hinder wordt alleen ervaren indien de blootgestelde persoon ook daadwerkelijk aanwezig is in de betrokken kamer met ramen aan de schaduwkant van de windturbine ten tijde van het optreden van de slagschaduwduur. Het beperken van de totale slagschaduwduur per jaar gaat in verhouding met het beperken van het aantal dagen waarop meer dan een bepaalde slagschaduwduur per dag kan optreden. In Bijlage 7 is een aantal voorbeeldsituaties weergegeven die passen bij de verschillende eerder gehanteerde normstellingen in Nederland. Hierbij is te zien dat door het stellen van een jaarlijkse maximale slagschaduwduur het aantal dagen met meer dan 20 minuten ook automatisch wordt beperkt. Het stellen van een maximale grens aan optredende slagschaduwduur per dag resulteert in een extra beperking van de draaiuren van een windturbine (wat leidt tot extra energieopbrengstverlies). Het effect van de reductie van het dagelijks aantal hindermomenten voor omwonenden die reeds een jaarbeperking aan slagschaduw hebben, is zeer beperkt. Om de maximale hinderbeperking voor een slagschaduwgevoelig object te realiseren wordt een hinderbeperking in de vorm van een maximale slagschaduwduur per jaar het meest effectief geacht in het beperken van de hinderbeleving.

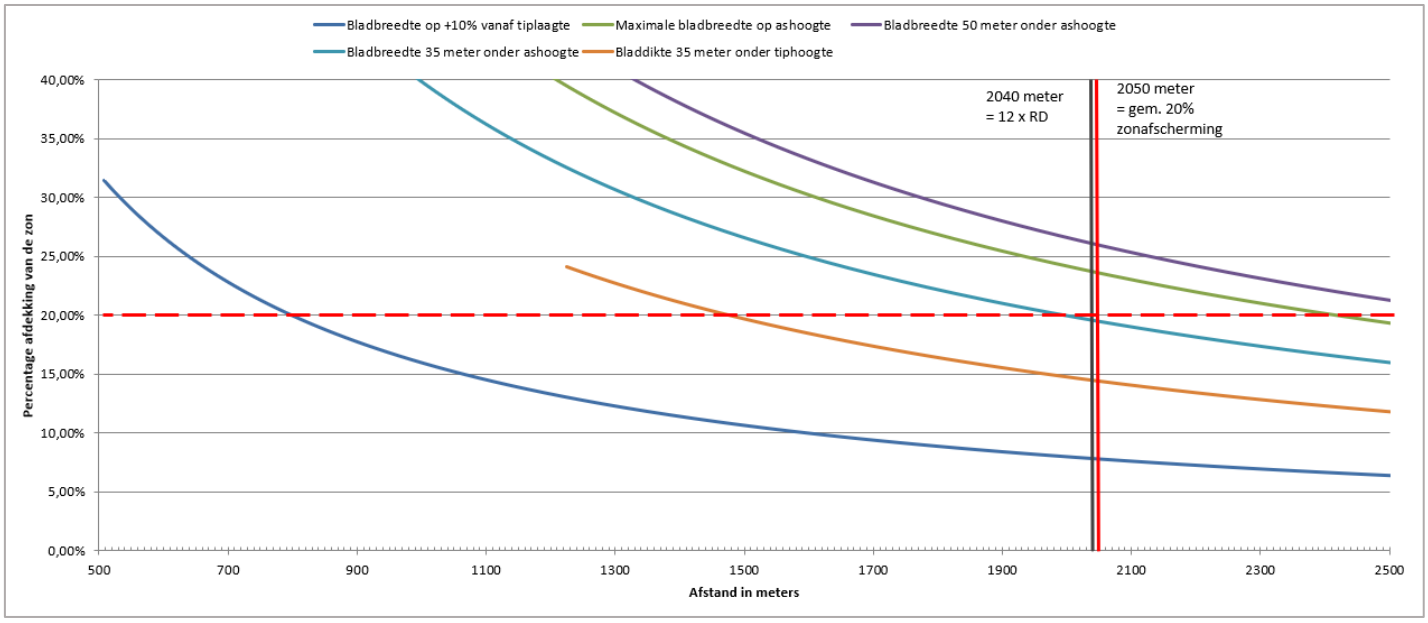
Tot slot wordt opgemerkt dat verscheidene landen een bruto slagschaduwnorm[52] hanteren. Omdat de dosis-hinderrelatie gaat over de daadwerkelijke blootstelling aan slagschaduw wordt een netto blootstellingsduur als een betere beoordelingsmaat gezien. Bij een bruto beoordelingsmaat is namelijk nog steeds onduidelijk welke netto belasting en dus welke effecten op de omgeving dit daadwerkelijk oplevert.

Hinder beperkt tot afstand

In theorie kan slagschaduw bij een heel lage zonnestand en een vrij blikveld zeer ver reiken. Echter, er is een beperking aan de afstand waarop nog gesproken kan worden van enige mate van invloed[53]. Specifiek voor slagschaduw geldt dat de schaduw minder scherp wordt naarmate de afstand toeneemt, omdat op grotere afstanden de afdekking van de zon door het windturbineblad nog maar beperkt is. In Figuur 4.1 is eerder weergegeven dat een minimale afdekking moet bestaan van 20% om te spreken van enige waarneembare schaduw. Bij moderne windturbines is dit – afhankelijk van de afmeting van de windturbine - op afstanden van circa 2.000 – 2.300 meter niet meer aan de orde (zie Figuur 4.2 voor een voorbeeld windturbine). De afstand geldt van een punt op ashoogte van de windturbine tot de gevel van het slagschaduwgevoelige object.

[50] De onderzoekers geven aan dat de gepresenteerde dosis effectrelatie minder significant is, wanneer enkel naar slagschaduw onafhankelijk van geluidbelasting wordt gekeken.
[51] Voicescu, et al. 2016; Estimating annoyance to calculated wind turbine shadow flicker is improved when variables associated with wind turbine noise exposure are considered, The Journal of the Acoustical Society of America 139, 1480 (2016); doi: 10.1121/1.4942403
[52] In dit geval wordt de maximale theoretische slagschaduwduur bedoeld, gebaseerd op een situatie dat de zon altijd schijnt gedurende de daglichtperiode, de windturbine altijd draait en de wind vanuit een (on)gunstige richting waait.
[53] ECLI:NL:RVS:2018:616, waarin wordt gesproken van tien keer de tiphoogte als afstand waarop in beginsel geen gevolgen van enige betekenis zijn te verwachten van een windpark.

Figuur 4.2 Grafiek afstand en schaduwafdekking bij voorbeeldwindturbine met 170 meter rotor op 166 meter ashoogte[54]



4.3 Gespaste slagschaduwnorm voor Energiepark Tolhuislanden

Doordat de windturbinebepalingen uit het Activiteitenbesluit en -regeling niet meer zonder meer toegepast kunnen worden, wordt gekeken naar verschillende redelijkerwijs te beschouwen alternatieven voor de normen die voor slagschaduw kunnen worden gehanteerd. Voor slagschaduw zijn weinig wetenschappelijk onderbouwde adviesnormen beschikbaar. Er is geen wetenschappelijk bewijs gevonden dat directe blootstelling aan slagschaduw (bij frequenties beneden de 2,5 Hz) an sich gezondheidseffecten veroorzaakt. Wel kan hinder worden ondervonden als gevolg van slagschaduw en is bekend dat het percentage ernstig gehinderden toeneemt naarmate de blootstellingsduur per dag toeneemt. Wanneer de toegestane slagschaduwduur per jaar wordt beperkt, zal ook het aantal dagen waarop een lange blootstellingsduur van slagschaduw plaatsvindt worden beperkt.

Uit de gebiedsomschrijving in hoofdstuk 2 kan worden opgemaakt dat de omgeving van Energiepark Tolhuislanden een agrarisch en open gebied betreft. Er zal in de praktijk daardoor weinig afscherming zijn (anders dan bijv. een bosrijke of duinachtige omgeving) waardoor er weinig sprake zal zijn van de beperking van ontvangen slagschaduw op de gevel door afscherming van dergelijke obstakels. In de huidige situatie zijn bestaande windturbines aanwezig in de omgeving van het plangebied. Er kan daarom reeds slagschaduw opreden ter plaatse van woningen in de omgeving. Vanwege de positionering van de bestaande windturbines (ten noordoosten van Energiepark Tolhuislanden) zal eventueel optredende slagschaduw nooit gelijktijdig op dezelfde plek optreden. Dit betekent dat Energiepark Tolhuislanden zal zorgen voor een (beperkte) toevoeging van de hoeveelheid slagschaduw bij woningen waar nu al sprake is van slagschaduw van bestaande windturbines.

Op basis van de kennis uit wetenschappelijk onderzoek en karakteristieken van het gebied wordt voor het plangebied van Energiepark Tolhuislanden een beperking van de jaarlijkse netto slagschaduwduur tot

[54] De afstand waarbij 20% afscherming van de zon optreedt kan berekend worden met: Max. distance = (5*w*150.000.000) / 1.097.780 waarbij w staat voor de gemiddelde dikte van een rotorblad gebaseerd op de maximale dikte en de dikte op 90% rotorbladlengte. Alternatief kan ook = w / bgtan((0,2*π*(0,531/2)^2)/0,531) gebruikt worden.

maximaal 6 uur per jaar voor slagschaduwgevoelige objecten geschikt geacht. Dit betreft een beperking van de jaarlijkse netto slagschaduwduur als gevolg van de nieuwe windturbines van Energiepark Tolhuislanden. Bij deze netto slagschaduwduur (maar ook bij lagere of hogere slagschaduwduren) worden op basis van wetenschappelijk onderzoek geen directe gezondheidseffecten verwacht. Dit is mits de frequentie van slagschaduw onder 2,5 Hz blijft (bij grote moderne windturbines zal de frequentie veelal beneden 1 Hz blijven). Aangezien in veel landen een slagschaduwnorm van maximaal 8 uur per jaar geldt (Koppen et al., 2017), vormt een norm van maximaal 6 uur per jaar al een strengere beperking van veroorzaakte slagschaduw ten opzichte van wat is toegestaan in andere landen. Door een beperking van de netto jaarlijkse slagschaduwduur tot 6 uur per jaar, zal tevens voor omliggende woningen het aantal dagen waarop meer dan 20 minuten slagschaduw optreedt beperkt zijn.

De normstelling van de Activiteitenregeling van maximaal 17 dagen per jaar met meer dan 20 minuten slagschaduw werd in de praktijk dan ook veelal vertaald naar een maximale jaarlijkse slagschaduwduur van 6 uur per jaar. Het wordt verwacht dat het stellen van een maximale grens op de slagschaduwduur per dag, bovenop een grens van maximaal 6 uur per jaar, zeer beperkt effect heeft op het dagelijks aantal hindermomenten voor omwonenden ten opzichte van de extra beperking van draaiuren van de windturbines (wat leidt tot extra energieopbrengstverlies). Om de maximale hinderbeperking voor een slagschaduwgevoelig object te realiseren, wordt een hinderbeperking in de vorm van een maximale slagschaduwduur per jaar het meest effectief geacht in de overweging van de effecten op de omgeving en de baten van Energiepark Tolhuislanden. Ook is een maximale jaarlijkse duur eenvoudig meetbaar en instelbaar in de software van de windturbines waarmee de maximale slagschaduwduur gewaarborgd kan worden. Met bovenstaande argumentatie wordt daarom een norm van een maximale netto slagschaduwduur van 6 uur per jaar geschikt geacht.

De effecten op de omgeving van het hanteren van een slagschaduwnorm van maximaal 6 uur slagschaduw per jaar worden inzichtelijk gemaakt. Tevens worden de effecten op de omgeving van het hanteren van een strengere en minder strenge slagschaduwnorm inzichtelijk gemaakt. Op basis van de resultaten wordt onderzocht of de voorgestelde norm voldoende bescherming biedt voor de omgeving in vergelijking met de gevolgen voor de exploitatie van Energiepark Tolhuislanden.

Belangrijk om op te merken is dat er reeds in de referentiesituatie slagschaduw kan opreden ter plaatse van een aantal slagschaduwgevoelige objecten binnen het plangebied als gevolg van de bestaande windturbines. In de hierop volgende analyses wordt het slagschaduwgebied van Energiepark Tolhuislanden bepaald en kan worden herleid bij welke objecten slagschaduw kan optreden van zowel de bestaande windturbines als voor de nieuwe windturbines. Het bevoegd gezag kan overwegen dat door de reeds aanwezige slagschaduwbelasting een beperking van de cumulatieve slagschaduwduur afkomstig van alle windturbines samen een geschikte manier is om de totale optredende jaarlijkse hinderduur te beperken.

De bovengenoemde voorgestelde norm van maximaal 6 uur slagschaduw per jaar geldt voor slagschaduwgevoelige objecten. Op basis van de gebiedsomschrijving in paragraaf 2.3.1 kan worden geconstateerd dat er tevens andere objecten in de omgeving aanwezig zijn welke worden gecategoriseerd als overige slagschaduwgevoelige objecten. Het gaat hier om kantoorpanden, een hotel, campings en recreatieverblijven. Doordat dergelijke objecten vaak een tijdsgebonden en/of seizoensgebonden functie en bezettingsgraad hebben, zal de hinderbeleving van slagschaduw bij deze objecten aanzienlijk anders zijn dan bij slagschaduwgevoelige objecten waar mensen permanent verblijven. Bij overige slagschaduwgevoelige objecten zou daarom een hogere toegestane maximale jaarlijkse slagschaduwduur

acceptabel kunnen zijn. Daarbij moet bij panden van overige slagschaduwgevoelige objecten de ramen of andere licht doorlatende oppervlakken dusdanig georiënteerd zijn in de richting van de windturbines om überhaupt slagschaduw en de daaraan gerelateerde eventuele hinder te ondervinden. Daarnaast zijn in veel gevallen gemakkelijker plaatselijke maatregelen beschikbaar om slagschaduwhinder te beperken (bijv. zonwering). Aangezien de hinderbeleving van slagschaduw per type overig slagschaduwgevoelig object zeer kan variëren (afhankelijk van o.a. tijds- en seizoensgebonden bezetting, aanwezigheid en oriëntatie van licht doorlatende oppervlakken) en de hoeveelheid hinderbeleving zeer afhankelijk is van de momenten waarop slagschaduw op de objecten kan optreden, is het niet mogelijk vooraf een eventuele toepasselijke beperking van de hoeveelheid slagschaduw op overige slagschaduwgevoelige objecten vast te leggen. Dit behoeft een analyse van de verwachte slagschaduwduren per type overig slagschaduwgevoelig object en een beoordeling van de verwachte hinder bij deze objecten, overwegende de tijds- en/of seizoensgebonden functie van het object en overige relevante karakteristieken van het object. Deze analyse en beoordeling worden in verricht in paragraaf 4.5.3. Op basis van deze lokale omstandigheden kan besloten worden al dan niet een normstelling voor specifieke overige slagschaduwgevoelige objecten op te nemen.

4.4 Beoordelingskader voor slagschaduw

Blootstellingsduur

Zoals onder paragraaf 4.2 is aangegeven is met name de blootstellingsduur de belangrijkste parameter om de effecten van optredende slagschaduw te beoordelen. Daarom wordt in slagschaduwonderzoeken de optredende slagschaduw op gevoelige objecten of terreinen in de referentiesituatie en als gevolg van van Energiepark Tolhuislanden inzichtelijk gemaakt. Dit kan visueel worden verbeeld in slagschaduwduurcontouren (in uren per jaar) op kaart. De uiterste contour waarbuiten slagschaduw als verwaarloosbaar kan worden beschouwd (de ‘0 uur per jaar contour’) ligt maximaal op een afstand waarbij de zon voor minimaal 20% (of meer) kan worden afgeschermd. Daarnaast wordt per individueel schaduwgevoelig object inzichtelijk gemaakt wat de verwachte jaarlijks optredende slagschaduwduur zal zijn.

Afscherming

In de rekenmodellen die worden gehanteerd om slagschaduw te bepalen wordt ervan uitgegaan dat er altijd een ‘line of sight’ bestaat tussen de windturbine en de gevel van een gevoelig object of het schaduwgevoelige terrein. Dit betekent dat afscherming door bijvoorbeeld andere gebouwen of bomen niet wordt meegenomen. Met name op grotere afstanden en lage zonnestanden zal dit in het algemeen snel optreden. Aangezien door het open karakter van de omgeving van Energiepark Tolhuislanden weinig sprake zal zijn van afscherming, zal afscherming een beperkte invloed hebben op de daadwerkelijk ondervonden slagschaduw. Door de afstand waarop slagschaduw wordt beoordeeld te begrenzen is tevens al deels rekening gehouden met dit effect.

4.5 Lokale situatie in project Energiepark Tolhuislanden

4.5.1 Onderzoeksopzet

De slagschaduwberekeningen zijn uitgevoerd met het softwareprogramma windPRO versie 3.6.361[55]. Voor de windturbines van Energiepark Tolhuislanden is uitgegaan van fictieve windturbines met een rotordiameter van 172 m op een ashoogte van 166 m (worst-case). De tiphoogte bedraagt 252 m. Met een maximale rotatiesnelheid van 10,4[56] is de frequentie van slagschaduw (lichtflikkering) maximaal 0,5 Hz.

Voor de slagschaduwberekeningen is de slagschaduw meegenomen die optreedt bij een zonnestand van minimaal 5 graden boven de horizon. Dit betekent dat resultaten met een zonnestand onder de 5 graden niet worden opgenomen in de beoordeling. De achterliggende argumentatie is dat de schaduweffecten onder deze zonnestand te veel gereduceerd zijn om hinderlijke effecten te veroorzaken. Er zijn vier redenen waarom slagschaduweffect bij zonnestanden onder de 5 graden een beperkte vorm van slagschaduw veroorzaken:

- Schaduwafstand bij laagstaande zon (zie paragraaf 4.2.3);
- Slagschaduwcontrast door percentuele afdekking van de zon (zie paragraaf 4.4);
- Intensiteit van de zon bij lage zonnestanden;
    - Bij lage zonnestanden is de instralingsintensiteit veelal zodanig laag dat er geen sprake is van een contrastrijke slagschaduw.
- Invloed van obstakels bij lagere zonnestanden (zie paragraaf 4.4).

Bij de beoordeling van slagschaduwhinder ter plaatse van toetspunten wordt uitgegaan van de worst-case aanname dat de gehele gevel van een woning boven een hoogte van 50 cm uit lichtdoorlatend materiaal (glas) bestaat. Daarbij is aangenomen dat de gevelhoogte bij woningen 5 meter bedraagt en voor de geprojecteerde breedte van het gevelvlak is 8 meter aangehouden. Woningen worden gezien als ‘slagschaduwgevoelige objecten’.

De overige slagschaduwgevoelige objecten zijn gebaseerd op de data beschikbaar in de BAG-database (geraadpleegd in mei 2023). Daarnaast zijn de overige slagschaduwgevoelige objecten (specifiek: panden of delen van panden met kantoorfunctie) geïdentificeerd aan de hand van Google Streetview beelden (geraadpleegd in juni 2022, Google Streetview beelden van maart 2022). Alleen de kantoorruimten met licht doorlatende oppervlakken georiënteerd in de richting van de windturbines (waar dus daadwerkelijk slagschaduwhinder ondervonden kan worden) zijn geselecteerd. Voor de overige slagschaduwgevoelige objecten zijn dezelfde uitgangspunten in de modellering gehanteerd als voor de woningen.

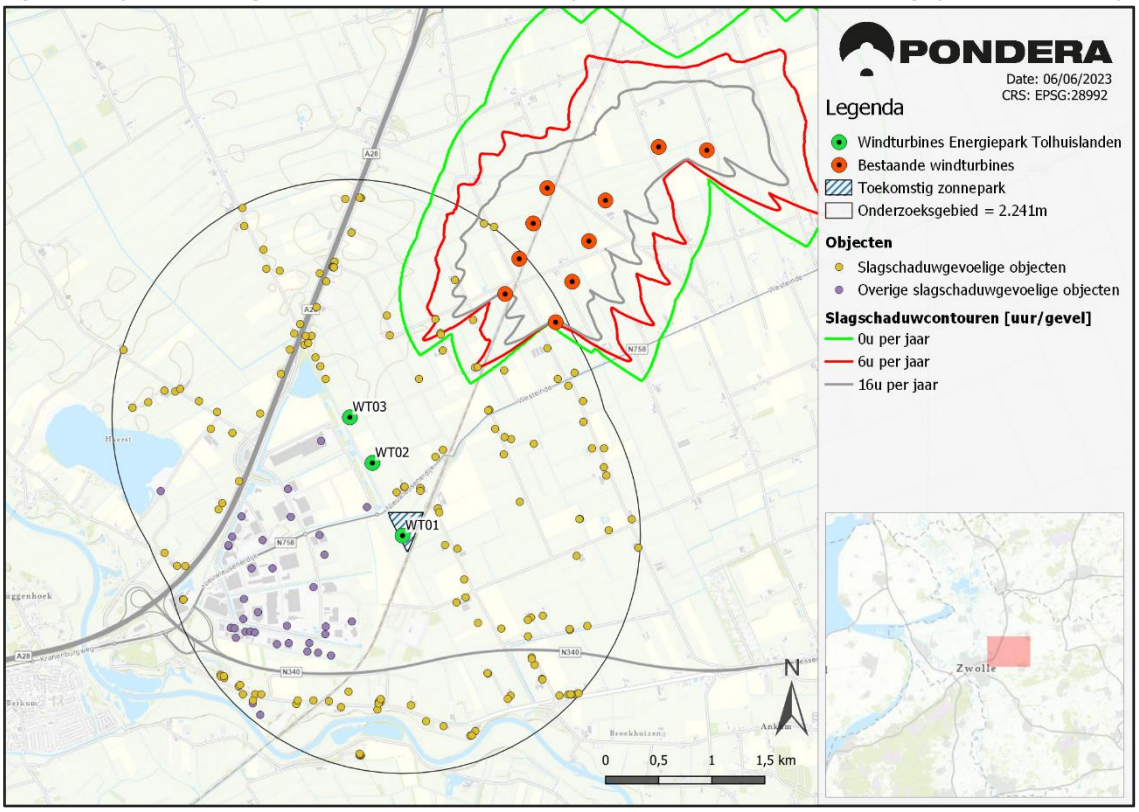
De berekende slagschaduwduren zijn gegeven in netto gemiddelde slagschaduwduur per jaar. Voor de meteocorrecties (zonneschijn en windrichting) wordt gebruik gemaakt van gegevens van het nabijgelegen KNMI-meteostation Heino.

[55] Dit programma wordt wereldwijd gehanteerd voor slagschaduwberekeningen en bevat een nauwkeurig model voor het voorspellen van de optredende slagschaduw, gebaseerd op de baan van de aarde om de zon, de locatie van de windturbines (op coördinaat niveau) ten opzichte van de slagschaduwgevoelige objecten en langjarige weerdata.
[56] Op basis van de Vestas V150-4.2MW (worst-case aanname binnen de bandbreedte voor maximale rotatiesnelheid): 4MW RPM Curves V117 – 4.0/4.2 MW, V136 – 4.0/4.2/4.5 MW, V150 – 4.0/4.2/4.5 MW, Document no.: 0068-0935 VER 06, 2021-11-03.

4.5.2 Referentiesituatie

In de referentiesituatie is er sprake van slagschaduw van de vier bestaande windturbines van Windpark Tolhuislanden (Enercon E-82 op 85 m ashoogte), vier windturbines van Windpark Westenwind (Enercon E-82 op 85 m ashoogte) en twee windturbines van Windpark Synergie beschouwd (Enercon E-138 EP3 E2 op 131 m ashoogte. Deze bestaande windturbines zorgen voor slagschaduw ter plaatse van 9 van de 153 slagschaduwgevoelige objecten binnen het onderzoeksgebied (de definitie van het onderzoeksgebied wordt toegelicht in paragraaf 4.5.3). In de referentiesituatie bedraagt de netto jaargemiddelde slagschaduwduur ter plaatse van deze slagschaduwgevoelige objecten in totaal ongeveer 97 uur, indien er geen slagschaduwmitigatie wordt toegepast (de hoogste slagschaduwbelasting in de bestaande situatie bij één van deze objecten is ongeveer 31 uur per jaar). De slagschaduwcontouren in de referentiesituatie zijn gegeven in Figuur 4.3.

Figuur 4.3 Optredende slagschaduw in de referentiesituatie (zonder 3 nieuwe windturbines Energiepark Tolhuislanden)



4.5.3 Resultaten berekeningen Energiepark Tolhuislanden

Het gebied waarin slagschaduw, veroorzaakt door Energiepark Tolhuislanden, als hinderlijk waarneembaar kan zijn, ligt binnen een afstand van 2.241 meter (hierna: onderzoeksgebied). Bij de bepaling van het onderzoeksgebied is uitgegaan van een VENSYS 170 5.8MW windturbine[57]). In totaal liggen in dit onderzoeksgebied 153 objecten die als slagschaduwgevoelig worden aangemerkt. In deze situatie gaat het hier om 153 woningen.

[57] De VENSYS 170 5.8MW heeft een maximale bladbreedte van 5,1 m en bladbreedte op 90% radius van 1,5 m.

Binnen een afstand van 2.241 meter liggen 38 overige slagschaduwgevoelige objecten. Hiervan hebben 21 een kantoorfunctie volgens BAG. Daarnaast zijn middels Google Streetview 13 panden gevonden (op bedrijventerrein Hessenpoort) die op het oog tevens een kantoorruimte bevatten. Van de overige slagschaduwgevoelige objecten zijn er daarmee in totaal 34 (13+21=34) met kantoorfunctie. Voor de kantoren waar slagschaduw van de windturbines van Tolhuislanden kan optreden, worden de slagschaduwduren apart inzichtelijk gemaakt om de effecten van de nieuwe windturbines op deze objecten te kunnen beoordelen.

Er zijn 3 overige slagschaduwgevoelige objecten binnen het onderzoeksgebied met logiesfunctie. Hiervan behoren 2 objecten (Hessenweg 14A en 14B) bij Buitenplaats de Luwte, bestaande uit een accommodatie en een camping. Deze objecten bevinden zich echter buiten de slagschaduwcontouren van Energiepark Tolhuislanden en zullen dus geen slagschaduw ontvangen van de windturbines. Het derde object met logiesfunctie betreft een Van der Valk hotel, waarin naast verblijfsvertrekken tevens een restaurant en bijeenkomstzalen gesitueerd zijn. Het Van der Valk hotel bevindt zich in het slagschaduwgebied van de windturbines. Over het algemeen zal een dergelijk hotel niet een sterk tijds- en seizoensgebonden bezetting hebben (anders dan bijvoorbeeld objecten met logiesfunctie in een vakantiepark). De slagschaduwduren worden voor het Van der Valk hotel apart inzichtelijk gemaakt om de effecten van de windturbines op dit object te kunnen beschouwen.

Tot slot is er van de overige slagschaduwgevoelige objecten één object met gezondheidszorgfunctie, namelijk de orthopedagogische praktijk Kindsucces. Dit object ligt buiten de slagschaduwcontouren van de Energiepark Tolhuislanden en zal daarom geen slagschaduw ontvangen van de windturbines.

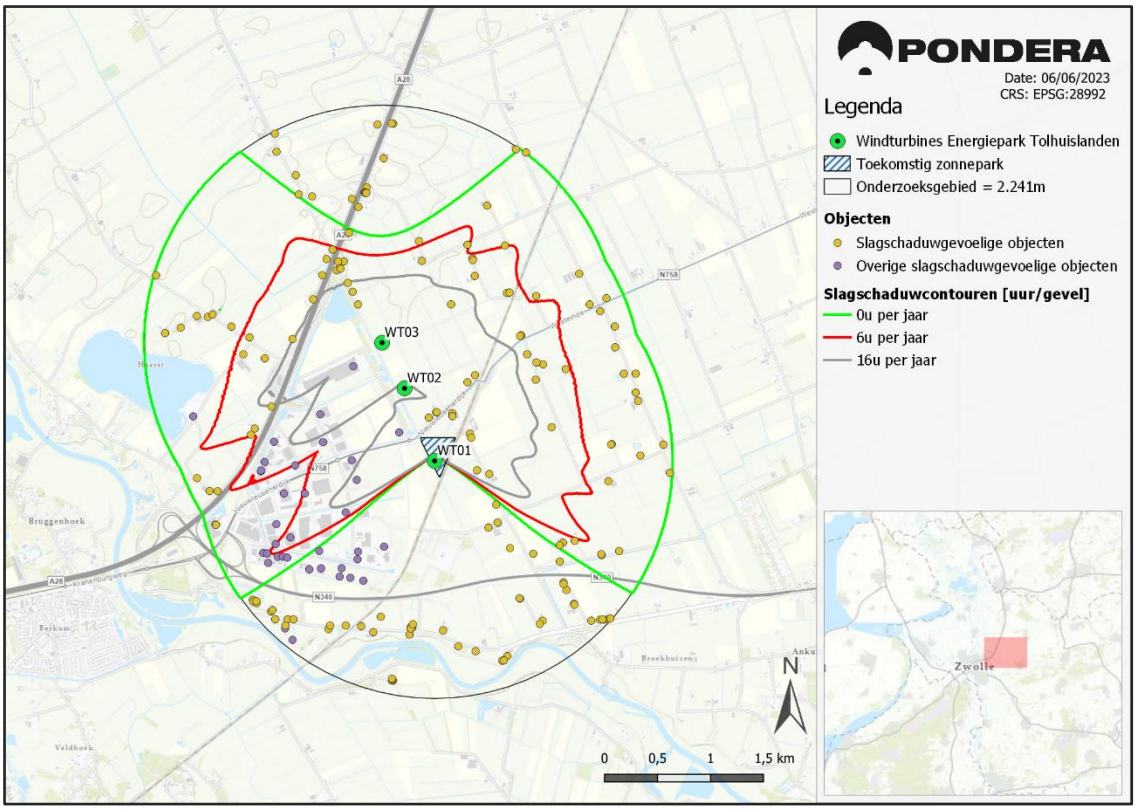
Onderstaande tabel geeft een overzicht van het aantal objecten per type object binnen een afstand van 2.241 meter van de nieuwe windturbines (het onderzoeksgebied). Dit betekent niet dat al deze objecten ook daadwerkelijk slagschaduw ontvangen. Dit wordt in een volgende stap bepaald.

Tabel 4.3 Aantal slagschaduwgevoelige objecten naar aard in het plangebied

Type	Aantal
Slagschaduwgevoelige objecten (woningen)	153
Overige slagschaduwgevoelige objecten:	38
Waarvan: kantoren	34
Waarvan: objecten met logiesfunctie	3
Waarvan: gezondheidszorgfunctie	1

In Figuur 4.4 zijn met isolijnen de contouren aangegeven wat de toevoeging in jaargemiddelde slagschaduwduur per gevel is als gevolg van de 3 nieuwe windturbines van Energiepark Tolhuislanden.

Figuur 4.4 Toevoeging jaargemiddelde slagschaduwduren Energiepark Tolhuislanden t.o.v. referentiesituatie



Gevolgen voor slagschaduwgevoelige objecten (woningen)

Als gevolg van Energiepark Tolhuislanden wordt bij 83 van de 153 woningen in de omgeving daadwerkelijk slagschaduw ondervonden[58]. Dit is een toevoeging van 74 ten opzichte van de referentiesituatie. De maximale toevoeging van totale jaarlijkse slagschaduwduur (zonder toepassing van mitigerende maatregelen) opgeteld voor alle slagschaduwgevoelige objecten bedraagt ongeveer 878 uur.

In onderstaande tabel is het aantal woningen gegeven waar een bepaalde toename in slagschaduwduur wordt verwacht als gevolg van Energiepark Tolhuislanden.

[58] Aan de noordzijde wordt het schaduwgebied begrensd omdat de zon in het zuiden tijdens de middaguren altijd hoog staat. Direct aan de zuidzijde treedt nooit schaduw op omdat de zon nooit in het noorden staat.

Tabel 4.4 Aantal woningen binnen 2.241 meter met bepaalde toename in verwachte netto slagschaduwduur per jaar

Aantal uur slagschaduw per jaar	Aantal woningen
Geen slagschaduw	70
0-1 uur	10
1-2 uur	11
2-3 uur	8
3-4 uur	5
4-5 uur	3
5-6 uur	4
6-7 uur	6
7-8 uur	2
8-9 uur	4
9-10 uur	0
10-11 uur	4
11-12 uur	7
12-13 uur	1
13-14 uur	0
14-15 uur	1
15-16 uur	2
16-17 uur	1
17-18 uur	0
18-19 uur	0
19-20 uur	0
> 20 uur	14
Totalen	153

Uit deze tabel blijkt dat 73% van de woningen (111 van de 153) jaarlijks gemiddeld minder dan 6 uur slagschaduw ontvangt als gevolg van Energiepark Tolhuislanden, zonder dat een stilstandvoorziening in werking is. Voor 42 woningen is de verwachting dat er jaarlijks meer dan gemiddeld 6 uur slagschaduw optreedt als gevolg van Energiepark Tolhuislanden. Indien een slagschaduwnorm van maximaal gemiddeld 6 uur per jaar wordt gehanteerd, leidt dit daarmee tot een extra bescherming van deze 42 woningen.

Gevolgen voor overige slagschaduwgevoelige objecten

Overige slagschaduwgevoelige objecten: kantoren

Bij 25 van de van de 38 overige slagschaduwgevoelige objecten wordt slagschaduw ondervonden als gevolg van Energiepark Tolhuislanden. Van deze objecten zijn er 24 met kantoorfunctie. De totale jaarlijkse slagschaduwduur bij deze 24 objecten bedraagt ongeveer 244 uur. Dit is de totale slagschaduwduur gedurende het hele jaar opgeteld voor alle betrokken objecten. De maximale

slagschaduwduur dat optreedt bij één van deze objecten is ongeveer 37 uur per jaar. Dit is 0,8% van de daglichtperiode per jaar.

Afhankelijk van de ligging van het object kan slagschaduw optreden in de ochtend tussen 6:00 en 11:00 uur. Een deel van de slagschaduw die in de ochtenden optreedt, zal optreden op momenten dat er niemand aanwezig is op de betreffende locatie. Dit is het geval buiten reguliere werktijden, oftewel doordeweeks in de vroege ochtend en gedurende ochtenden in het weekend. Indien er geen mensen aanwezig zijn in de kantoren, wordt op deze momenten bij de kantoren geen hinder ervaren als gevolg van slagschaduw. Hierdoor zal de daadwerkelijke totale slagschaduwduur bij kantoren die als hinderlijk wordt ervaren aannemelijk lager zijn dan de hierboven genoemde 244 uur.

In Tabel 4.5 is het aantal kantoren in het onderzoeksgebied gegeven met een bepaalde jaarlijkse slagschaduwduur als gevolg van Energiepark Tolhuislanden.

Tabel 4.5 Aantal overige slagschaduwgevoelige objecten (kantoren) binnen 2.241 meter met bepaalde verwachte netto slagschaduwduur per jaar

Aantal uur slagschaduw per jaar	Aantal objecten
Geen slagschaduw	10
0-1 uur	0
1-2 uur	0
2-3 uur	2
3-4 uur	6
4-5 uur	1
5-6 uur	3
6-7 uur	0
7-8 uur	1
8-9 uur	2
9-10 uur	2
10-11 uur	2
11-12 uur	0
12-13 uur	0
13-14 uur	1
14-15 uur	0
15-16 uur	0
16-17 uur	0
17-18 uur	0
18-19 uur	0
19-20 uur	0
> 20 uur	4
Totalen	34

Tabel 4.5 laat zien dat bij de meeste overige slagschaduwgevoelige objecten waar slagschaduw optreedt, een slagschaduwduur tussen de gemiddeld 2 en 11 uur per jaar optreedt. Er zijn 4 objecten waarbij een slagschaduwduur van meer dan gemiddeld 20 uur per jaar optreedt. Dit betreft het pand van Wehkamp aan de Paderbornstraat 21, het pand van Kruitbosch Zwolle B.V. aan de Ravensburgstraat 8, een op moment van schrijven te realiseren distributiecentrum[59] aan de Steinfurtstraat 3 en een te realiseren pand aan de Paderbomstraat 1 (eigenaar of gebruiker onbekend). Van de twee laatstgenoemde, nog te realiseren panden is niet bekend waar op het perceel het kantoordeel zal liggen en is dus niet bekend of de kantoordelen dusdanig gelegen en georiënteerd zijn zodat er slagschaduw op de kantoordelen kan worden ondervonden. Daarom wordt in dit onderzoek er van uitgegaan dat de kantoordelen van deze panden wel slagschaduw kunnen ontvangen van de windturbines. In de praktijk kan het echter zijn dat de kantoren dusdanig georiënteerd zijn dat hier geen slagschaduw kan worden ondervonden.

In Tabel 4.6 is een overzicht gegeven van de jaarlijkse slagschaduwduur en de hoeveelheid slagschaduw die zal optreden tijdens kantoortijden. Voor deze berekening is uitgegaan van werktijden tussen 7:30 uur en 17:30 uur, de zomertijd-periode van het jaar 2022 en 5/7e kans dat de slagschaduw op een weekdag optreedt. In Bijlage 8 zijn tevens de slagschaduwkalenders van de betreffende panden opgenomen waarop de momenten gedurende het kalenderjaar zijn weergegeven wanneer slagschaduw kan optreden.

Tabel 4.6 Slagschaduwduren bij een selectie kantoorpanden

Naam	**Adres**	**Jaarlijkse slagschaduwduur [u:mm]**	**Jaarlijkse slagschaduwduur dat optreedt tijdens kantoortijden [u:mm]**
Wehkamp	Paderbornstraat 21, Zwolle	26:19	18:45
Kruitbosch Zwolle B.V.	Ravensburgstraat 8, Zwolle	28:46	5:49
Distributiecentrum	Steinfurtstraat 3, Zwolle	37:19	14:34
Onbekende eigenaar/gebruiker	Paderbornstraat 1, Zwolle	27:17	19:13

Uit de tabel kan worden opgemaakt dat bij Kruitbosch Zwolle B.V. en het te realiseren distributiecentrum de hoeveelheid slagschaduw dat tijdens kantoortijden kan optreden significant lager ligt dan de totale jaarlijkse slagschaduw. Bij het pand van Wehkamp en het pand aan Paderbornstraat 1 zal het merendeel van de jaarlijkse slagschaduw optreden tijdens kantoortijden. De hoeveelheid slagschaduw dat tijdens kantoortijden kan optreden is bij beide panden ongeveer 19 uur per jaar bij, gelijk aan 0,4% van de daglichtperiode per jaar.

Overige slagschaduwgevoelige objecten: hotel

Van de 24 overige slagschaduwgevoelige objecten die slagschaduw ondervinden van Energiepark Tolhuislanden is er 1 object met logiesfunctie, namelijk het Van der Valk hotel. Er wordt verwacht dat dit hotel niet een sterk seizoensgebonden bezetting heeft en dat daarom gedurende het gehele kalenderjaar hinder kan worden ondervonden wanneer bij dit object slagschaduw optreedt. In totaal wordt bij het Van der Valk hotel minder dan 1 uur slagschaduw per jaar verwacht als gevolg van Energiepark Tolhuislanden.

[59] Het pand is in de BAG database opgenomen als pand met gedeelde industrie- en kantoorfunctie. Op basis van luchtfotobeelden is het pand momenteel in aanbouw. Er is een vergunning verleend voor de bouw van een distributiecentrum op dit adres: https://zoek.officielebekendmakingen.nl/gmb-2021-247953.html

Bij een dergelijk lage waarde zijn geen nadere maatregelen nodig, aangezien de optredende slagschaduwduur in vergelijking met de daglichtperiode per jaar verwaarloosbaar is (<0,05%).

4.6 Beoordeling normstelling voor slagschaduw en gevolgen voor windpark

Slagschaduwgevoelige objecten (woningen)

Uit de (beperkt) beschikbare wetenschappelijke onderzoeken blijkt dat – hoewel er geen directe gevolgen voor de gezondheid te verwachten zijn als gevolg van slagschaduw van Energiepark Tolhuislanden – het wel wenselijk is de totale optredende hoeveelheid slagschaduw ter plaatse van slagschaduwgevoelige objecten te beperken. Er is voorgesteld om voor slagschaduwgevoelige objecten de jaarlijkse netto slagschaduwduur te beperken tot maximaal 6 uur per jaar.

In de referentiesituatie wordt er in het onderzoeksgebied reeds slagschaduw ondervonden van bestaande windturbines ter plaatse van 9 woningen. Na realisatie van de 3 nieuwe windturbines– zonder het nemen van mitigerende maatregelen – samen met de bestaande nabijgelegen windturbines kan bij 83 van de 153 slagschaduwgevoelige objecten slagschaduw optreden. Bij ongeveer de helft van de objecten dat slagschaduw ontvangt (41 van 83) is de slagschaduw minder dan 6 uur per jaar (zonder mitigatie). Er zijn 42 woningen die in de ongemitigeerde situatie meer dan 6 uur slagschaduw per jaar ondervinden. Het hanteren van een slagschaduwnorm van maximaal 6 uur per jaar leidt tot een extra bescherming van deze objecten.

In Tabel 4.7 is inzichtelijk gemaakt welke gevolgen het beperken van de maximale blootstellingsduur naar maximaal 6 uur per jaar heeft voor Energiepark Tolhuislanden. Hierbij is telkens een maximale blootstellingsduur per woning als uitgangspunt gehanteerd. Tevens zijn de gevolgen gegeven indien een minder strenge norm (16 uur per jaar) en een strengere norm (ongeveer 0 uur per jaar[60], hierna: 0-1 uur per jaar) wordt gehanteerd. De tabel laat alleen de slagschaduwduur zien die het resultaat is van de nieuwe windturbines, de effecten van de bestaande windturbines zijn niet meegenomen.

Uit deze tabel kan worden afgeleid dat voor het mitigeren naar maximaal 6 uur per jaar, er voor 542 uur veroorzaakte slagschaduw moet worden gemitigeerd. Dit resulteert in een energieopbrengstverlies van circa 2,1%. Het energieopbrengstverlies ligt ongeveer 0,7 procentpunt hoger dan wanneer een minder strenge norm wordt gehanteerd (16 uur per jaar). Het verschil met het maximaal reduceren van de optredende slagschaduwduur per jaar naar 0-1 uur leidt tot een relatief beperkt verschil in opbrengstverlies ten opzichte van mitigeren naar 6 uur per jaar (verschil van ongeveer 0,1 procentpunt).

[60] In de praktijk is terug regeling naar 0 uur per jaar niet mogelijk. Tijdens afwisselende zonnige momenten kan er gedurende kortstondige duur slagschaduw aanwezig zijn en er is enige tijd nodig om de windturbine uit te schakelen indien slagschaduw optreedt. Deze perioden zijn nooit zodanig langdurend dat er sprake kan zijn van een significante hinderbeleving. Deze categorie dient dus gelezen te worden als ‘zoveel reductie als mogelijk’.

Tabel 4.7 Toename in jaargemiddelde slagschaduwduur ter plaatse van woningen en energieopbrengstverliezen

Situatie (grens aantal uren per object per jaar)	Toename totale jaargemiddelde slagschaduwduur t.o.v. referentie-situatie [u:mm]	Energieopbrengst-verlies in uren bij volledige stilstand	Percentage verlies draaiuren in % van 1x jaar[61] en in % t.o.v. windpark
+ Energiepark Tolhuislanden zonder mitigatie	877:32	0 u	0%
+ Energiepark Tolhuislanden – 16 uur/jaar	603:50	358 u	1,4%
+ Energiepark Tolhuislanden – 6 uur/jaar	347:11	542 u	2,1%
+ Energiepark Tolhuislanden – 0-1* uur/jaar	~0:00*	574 u	2,2%

* In de praktijk is terug regeling naar 0 uur per jaar niet mogelijk doordat bij afwisselende zonnige momenten enige tijd nodig is de windturbine af te schakelen. Mitigeren naar 0-1 uur/jaar dient gelezen te worden als 'zoveel reductie als mogelijk'.

Overige schaduwgevoelige objecten: kantoren

De slagschaduw bij kantoren treedt op in de ochtenden, waarvan een deel zal optreden op momenten dat er niemand aanwezig is op de betreffende locatie (doordeweeks vroeg in de ochtend en de ochtenden in het weekend). Hinderbeleving bij deze objecten is daarmee aanzienlijk anders dan bij woningen. Daarbij kunnen plaatselijke maatregelen zoals zonwering worden getroffen om hinder te beperken. Het is vanuit het oogpunt van hinderbestrijding dan ook te beargumenteren om geen norm te stellen voor de optredende slagschaduwduur op kantoorpanden.

In de afweging van de effecten van Energiepark Tolhuislanden op de omgeving en de baten van het project, zijn toch de gevolgen van een eventuele normstelling voor slagschaduw op kantoorpanden en kantoorruimten inzichtelijk gemaakt. Tabel 4.8 weergeeft de gevolgen van een normstelling van 16, 6 en 0-1 uur per jaar voor de kantoorruimten.

Na realisatie van Energiepark Tolhuislanden zullen de nieuwe windturbines– zonder het nemen van mitigerende maatregelen –bij 24 overige slagschaduwgevoelige objecten (kantoren) enige vorm van slagschaduw veroorzaken. Bij de meeste kantoren waar slagschaduw optreedt, is dit tussen de 2 en 11 uur per jaar. Bij 4 kantoorpanden treedt jaarlijks meer dan 20 uur slagschaduw op (zonder mitigatie), met een maximum van 37 uur per jaar. Dit is maximaal 0,8% van de daglichtperiode per jaar. De jaarlijkse slagschaduwduur dat tijdens kantoortijden optreedt, ligt lager dan totale jaarlijkse slagschaduwduur.

Bij het pand van Wehkamp en het pand aan Paderbornstraat 1 treedt het merendeel van de jaarlijkse slagschaduw op tijdens kantoortijden. De totale hoeveelheid slagschaduw dat tijdens kantoortijden kan optreden bij deze panden bedraagt 19 uur per jaar, een gering aandeel van 0,4% van de daglichtperiode per jaar. Met toepassing van plaatselijke maatregelen zoals zonwering kan hinderbeleving bij deze panden eenvoudig beperkt worden.

[61] Uitgaande dat afhankelijk van de zonneschijn stilstand van circa 25% van de brutokalender benodigd is. En dat de opbrengst evenredig is verdeeld over het beschikbare aantal uren per jaar van 8.760 uur.

Tabel 4.8 Toename in jaargemiddelde slagschaduwduur ter plaatse van overige slagschaduwgevoelige objecten (kantoren) en energieopbrengstverliezen

Situatie (grens aantal uren per woning per jaar)	Toename totale jaargemiddelde slagschaduw-duur t.o.v. referentiesituatie [u:mm]	Energie-opbrengst-verlies in uren bij volledige stilstand	Percentage verlies draaiuren in % van 1x jaar[62] en in % t.o.v. windpark
+ Energiepark Tolhuislanden zonder mitigatie	243:44	0 u	0%
+ Energiepark Tolhuislanden – 16 uur/jaar	188:03	127 u	0,5%
+ Energiepark Tolhuislanden – 6 uur/jaar	119:15	170 u	0,6%
+ Energiepark Tolhuislanden – 0-1 uur/jaar	0:00	175 u	0,7%

* In de praktijk is terug regeling naar 0 uur per jaar niet mogelijk doordat bij afwisselende zonnige momenten enige tijd nodig is de windturbine af te schakelen. Mitigeren naar 0-1 uur/jaar dient gelezen te worden als ‘zoveel reductie als mogelijk’.

Conclusies

In het Activiteitenbesluit Milieubeheer werd uitgegaan van ‘gemiddeld niet meer dan 17 dagen met meer dan 20 minuten’ aan slagschaduw per jaar. In de praktijk komt dit overeen met een gemiddelde slagschaduwduur per jaar van circa 14 uur tot 16 uur. In veel projecten in Nederland is er echter in het verleden een strengere en makkelijker uitlegbare maximale netto slagschaduwduur gehanteerd van 6 uur per jaar op slagschaduwgevoelige objecten. Bij een maximale slagschaduwduur van 6 uur per jaar (maar ook bij hogere of lagere waarden) zijn geen directe gezondheidseffecten bekend indien de frequentie van slagschaduw onder de 2,5 Hz blijft. Voor de nieuwe windturbines van Energiepark Tolhuislanden is vastgesteld dat de slagschaduwfrequentie ver beneden deze waarde blijft (0,5 Hz). Bij uurwaarden tussen en onder de 6 tot 8 uur per jaar wordt de kans op dagen in een jaar waarop meer dan 20 minuten op een dag aan slagschaduw kan optreden reeds geminimaliseerd. In acht nemend dat de kans klein is dat een bewoner ook daadwerkelijk altijd aanwezig is in de ruimte wanneer deze slagschaduwduur optreedt is de slagschaduwhinder bij een maximale norm van 6 uur per jaar beperkt. Op basis van bovengenoemde kennis uit wetenschappelijke literatuur wordt voor Energiepark Tolhuislanden een normstelling van maximaal 6 uur slagschaduw per jaar op slagschaduwgevoelige objecten geschikt geacht.

Voor de omgeving van Energiepark Tolhuislanden een normstelling van 6 uur per jaar leiden tot een aanvullende bescherming van 42 woningen. Van de overige 41 woningen is de afstand tot de windturbines al dusdanig groot dat deze ook zonder maatregelen minder dan 6 uur per jaar slagschaduw ontvangen. In Tabel 4.7 waren de gevolgen gegeven van een maximale slagschaduwduur van 6 uur per jaar. Dit resulteert in een verlies in draaiuren van 2,1%. Uit dezelfde tabel kan worden opgemaakt dat het mitigeren naar ongeveer 0 uur slagschaduw per jaar voor slagschaduwgevoelige objecten, dit resulteert in een zeer geringe toename van het verlies in draaiuren van 0,1 procentpunt ten opzichte van mitigeren naar 6 uur per jaar. De totale opbrengstverlies bij mitigeren naar ongeveer 0 uur bedraagt 2,2%. Dit gaat gepaard met de bescherming van alle woningen binnen het onderzoeksgebied waar anders slagschaduw wordt ontvangen van Energiepark Tolhuislanden (83 woningen).

[62] Uitgaande dat afhankelijk van de zonneschijn stilstand van circa 25% van de brutokalender benodigd is. En dat de opbrengst evenredig is verdeeld over het beschikbare aantal uren per jaar van 8.760 uur.

Uit de resultaten blijkt dat de stap van mitigeren tot 6 uur per jaar naar 0-1 uur per jaar relatief veel milieuwinst oplevert ten opzichte van de zeer geringe toename in energieopbrengstverlies. Vanuit het oogpunt van hinderbestrijding in de omgeving ten overstaande van de baten van het project, wordt een slagschaduwnorm van 0-1 uur per jaar voor slagschaduwgevoelige objecten geschikt geacht voor Energiepark Tolhuislanden.

Belangrijk is om op te merken dat de voorgestelde slagschaduwnorm van 0-1 uur alleen betrekking heeft op slagschaduw als gevolg van Energiepark Tolhuislanden. Ter plaatse van 9 woningen binnen het slagschaduwgebied van Energiepark Tolhuislanden kan reeds slagschaduw optreden als gevolg van bestaande windturbines. De toevoeging van Energiepark Tolhuislanden met een slagschaduwnorm van 0-1 uur heeft verder geen invloed op de slagschaduw veroorzaakt door bestaande windturbines.

De slagschaduwduur die optreedt op bedrijven dan wel kantoorpanden en -ruimten die gevoelig voor slagschaduw kunnen zijn (overige slagschaduwgevoelige objecten) heeft een aanzienlijk andere vorm van hinderbeleving als slagschaduw die optreedt op woningen of zorginstellingen met permanent verblijf van personen (slagschaduwgevoelige objecten). De aanwezigheid van personen in kantoorruimten tijdens momenten waarop slagschaduw kan optreden is beperkt. De benodigde bescherming tegen de slagschaduweffecten bij deze objecten zal lager zijn dan bij woningen, gezien de werkzaamheden en bezettingsgraad in vergelijking met leven en wonen. Er zijn in veel gevallen gemakkelijker maatregelen beschikbaar bij kantoren om optredende effecten te beperken (zoals zonwering). Het wordt vanuit het oogpunt van hinderbestrijding bij deze objecten dan ook voorgesteld om geen norm te stellen voor de optredende slagschaduwduur op kantoorpanden en kantoorruimten.

4.7 Lichtschittering

Gladde en glimmende oppervlakken (bijvoorbeeld glas, maar ook geschilderde oppervlakken) kunnen invallend zonlicht reflecteren. Wanneer dit licht bij de ontvanger aankomt kan dit een hinderlijk (verblindend) effect hebben of tot gevaarlijke situaties leiden, bijvoorbeeld voor wegverkeer. Dit effect kan echter eenvoudig worden voorkomen door de betreffende objecten en oppervlakken te voorzien van een anti-reflecterende coating of gebruik te maken van niet reflecterende materialen. Voor windturbines is dit standaardpraktijk en wordt dit geborgd door reflectiewaarden te controleren via de certificering en de NEN-EN-ISO 2813 of een daaraan ten minste gelijkwaardige meetmethode.

Er is daarmee geen noodzaak tot het opnemen van nadere voorschriften of normen, anders dan hierboven beschreven om gevolgen van lichtschittering te beperken.

5 Externe veiligheid

5.1 Inleiding: plaatsgebonden risico als beoordelingsmaat

Hoewel het risico zeer klein is, kunnen windturbines omvallen of kunnen er onderdelen afbreken. Het risico van de windturbines op de omgeving wordt beoordeeld aan de hand van een aantal criteria, die zijn afgeleid uit wet- en regelgeving en adviezen voor toetsing van beheerders van infrastructurele werken[63].

Een risicocontour (ofwel plaatsgebonden risico) geeft aan hoe groot de overlijdenskans is in de omgeving door een ongeval met een risicobron: binnen de contour is het risico groter, buiten de contour is het risico kleiner. Voor windturbines is buiten de identificatieafstand (werpafstand bij overtoeren) risico in het geheel uit te sluiten.

Het plaatsgebonden risico is de berekende kans per jaar dat een persoon overlijdt als rechtsreeks gevolg van een ongeval bij een risicobron, aangenomen dat hij op die locatie permanent en onbeschermd verblijft (24 uur voor 365 dagen). Het plaatsgebonden risico rekent daarmee de maximale trefkans uit voor een individueel persoon die permanent aanwezig is en is daarmee niet geschikt voor beoordeling van voorbijgangers / passanten. Het risico wordt uitgedrukt in een kans op overlijden waarbij de conservatieve aanname wordt gedaan dat treffen door een windturbineonderdeel gelijk staat aan 100% kans op overlijden. De kans wordt tevens conservatief berekend zonder rekening te houden met vluchtgedrag of actieve actie van de te raken persoon om risico's te vermijden of uit de weg te gaan. Het plaatsgebonden risico is daarmee een conservatieve maat voor het maximale risico wat in de omgeving kan worden ervaren op een bepaalde locatie.

5.2 Achtergrond: veiligheid en kansen

Omgaan met risico's in een drukbevolkt land

De doelstelling van het externe veiligheidsbeleid op rijksniveau luidt: "Het uitvoeren van een veiligheids- en risicobeleid om mens en milieu te beschermen tegen maatschappelijk onaanvaardbaar geachte gezondheids- en milieurisico's"[64]. Het beleid is erop gericht een zogenaamd basisbeschermingsniveau voor externe veiligheid te bieden aan personen die wonen, werken of recreëren in de omgeving van risicovolle activiteiten.

Uitgangspunt van het landelijke risicobeleid in zijn algemeenheid is dat het gevaar van een activiteit acceptabel is wanneer op een bepaalde plaats een daar aanwezig individu geen hogere kans op overlijden heeft dan maatschappelijk is geaccepteerd. Deze basisbescherming, die veelal een limiet kent van 10^{-6} tot 10^{-4} per jaar[65], wordt uitgedrukt in het plaatsgebonden risico [66,6768]. Dit geldt voor onder andere

[63] Handreiking Risicozonering Windturbines (HRW2020)
[64] Beleid externe veiligheid: https://www.infomil.nl/onderwerpen/ruimte/omgevingsthema/externe-veiligheid/beleid/
[65] Deze risico's komen overeen met een kans op overlijden van 1 op 1.000.000 en 1 op 10.000 per jaar.
[66] Nota Modernisering omgevingsveiligheid (Tweede Kamer, vergaderjaar 2013-2014, 29517, nr. 92)
[67] Roels, J.M, et al, 2018; Bewust Omgaan met Veiligheid: doelen en effectmaten in het risico- en veiligheidsbeleid, RIVM Rapport 2018-0029
[68] In A framework for risk evaluation (1994) J.K. Vrijling, W. van Hengel, R.J. Houben - Journal of Hazardous Materials 43 (1995) en in An overview of quantitative risk measures for loss of life and economic damage - S.N. Jonkman, P.H.A.J.M. van Gelder, J.K. Vrijling - Journal of Hazardous Materials A99 (2003) worden overzichten gegeven van bruikbare methodieken om optredende risico's in kaart te brengen (zoals: plaatsgebonden risico, groepsrisico, maatschappelijk risico).

industrie, transport en opslag van gevaarlijke stoffen zoals toxische of brandbare stoffen maar is ook toepasbaar voor windturbines.

Het externe veiligheidsbeleid van alle risicobronnen is al met introductie van het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) in 2004 gelijkgetrokken (vóór het in werking treden van de regels voor windturbines in het Activiteitenbesluit). Het hanteren van 10^{-5} en 10^{-6} voor een aanvaardbaar risico dateert al van eerder, zo wordt het onder andere genoemd in het Nationaal milieubeleidsplan 4 (juni 2001) maar ook daarvoor werd deze norm als aanvaardbaar gehanteerd. In het kader van de vuurwerkramp in Enschede (2000) en het daaropvolgende rapport van de commissie Oosting heeft er toe geleidt dat het gehele externe veiligheidsbeleid in Nederland tegen het licht is gehouden en er uiteindelijk maatschappelijk aanvaardbare normen in het Bevi zijn vastgelegd.

Er is geen aanleiding om te twijfelen aan de ruimtelijke aanvaardbaarheid op basis van het hanteren van het plaatsgevonden risico's niveau van respectievelijke 10^{-5} en 10^{-6} die optreden voor andere risicobronnen. Ook zijn de gevolgen voor het milieu hiermee beperkt. Weliswaar is er een kans op een effect, maar het hanteren van een andere kans als beoordelingsniveau leidt niet tot een afname van het gevolg maar alleen van de kans dat dit effect kan optreden. Het feit dat een zekere mate van risico, alhoewel zeer beperkt, wordt geaccepteerd is inherent aan het feit dat Nederland een drukbevolkt land is en multifunctioneel ruimtegebruik toegepast wordt.

Aanvaardbaar beschermingsniveau

In 2014 heeft het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties een rapport laten opstellen over het in perspectief zetten van risico's[69]. Uit dit rapport kunnen geen cijfermatige conclusies worden getrokken maar het geeft wel aan waarom een mate van bescherming voor windturbines leidt tot maatschappelijk aanvaardbare risico's in vergelijking met risico's bij andere activiteiten. Op stadsniveau (generieke stad van 50.000 personen) is de kans op een vergelijkbaar aantal verloren levensjaren voor reizen met het vliegtuig vergeleken met een windturbineongeluk circa 1.000x hoger, het wonen in laaggelegen gebieden (overstromingsrisico) geeft circa een 10x hogere kans en voor autorijden ligt de kans op een vergelijkbaar aantal verloren levensjaren bijna 10.000x hoger dan bij een windturbineongeluk. Een overzicht van de optredende risico's in een moderne maatschappij zijn ook inzichtelijk gemaakt in de "Catalogue of risks" door D. Proske uit 2008[70] en geüpdatet tot in 2022.

Hieruit kan worden geconstateerd dat het toepassen van risicocriteria in de orde van grote van $PR10^{-05}$ en $PR10^{-06}$ bij windturbines een maatschappelijk geaccepteerd risico kan opleveren. Overigens blijkt uit literatuur en ook navraag bij een externe veiligheidsdeskundige dat wereldwijd[71] het geaccepteerde plaatsgebonden risico over het algemeen ligt op een niveau tussen 10^{-4} en 10^{-6}. Zo geeft in het Verenigd Koninkrijk de Health and Safety Executive (HSE)[72] aan dat de jaarlijkse acceptabele letaliteitskans voor een lid van de maatschappij circa 1 : 100.000 (= 10^{-5}) is als gevolg van een nucleaire installatie en bij een niveau van 1 : 1.000.000 (= 10^{-6}) is er ook geen verdere verbetering van de situatie meer benodigd.

[69] Risico's in perspectief – Risicovergelijking, HaskoningDHV Nederland B.V, november 2014 i.o.v. Ministerie BZK
[70] Catalogue of Risks: Natural, Technical, Social and Health Risks, January 2008 DOI:10.1007/978-3-540-79555-1 ISBN: 978-3-540-79554-4 en aanvullende updates.
[71] Zoals: Denemarken: Vejledning om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller, België: Wind turbine manual - Guidelines for the risk calculations of wind turbines Version 1.1 of 01/10/2019, Zweden: Vindkraftshandboken - Handbook for Planning and testing of wind turbines on land and in coastal waters, De Verenigde Staten en Duitsland hebben lokale regels per staat, regio of county: Duitsland: Expert Opinion - WTGs Near objects to be protected determination of minimum distances (2011)
[72] Reducing risks, HSE's decision-making process, Health and Safety Executive, 2001.

Bescherming van objecten

In het Besluit externe veiligheid Inrichtingen (Bevi) worden mogelijk te beschermen objecten onderverdeeld in beperkt kwetsbare objecten en kwetsbare objecten, waarbij bij de indeling rekening is gehouden met de mogelijke verblijfsduur van personen, de hoeveelheid aanwezige personen en de zelfredzaamheid van personen die normaliter in het type vermelde objecten kunnen voorkomen. Er is geen aanleiding van deze indeling af te wijken bij de beoordeling van risico's door windturbines, omdat de aanwezigheid en zelfredzaamheid relevant is voor ieder optredend risico, ongeacht de risicobron.

Groepsrisico en maatschappelijk risico

De bescherming van personen is naast het hanteren van een maximale eis per persoon ook afhankelijk van de hoeveelheid personen die een bepaald risico ondervinden. Hoe meer personen een risico kunnen ondervinden hoe minder geaccepteerd het risico wordt. Dit komt tot uiting in beoordeling van normen die worden omschreven voor het groepsrisico (GR) alsook het totale maatschappelijk risico (MR) dat kan optreden. Voor andere risicovolle inrichtingen en risicovolle transporten geldt voor het groepsrisico geen harde normstelling maar wordt wel een oriëntatiewaarde gebruikt om de totale effecten te kunnen beoordelen[73]. Het maatschappelijk risico is een maat die aangeeft wat het 'totale cumulatieve risico voor de maatschappij' bedraagt. Dit is de optelsom van de plaatsgebonden risico's voor alle potentiële personen in het gebied.

5.3 Rekenmethodiek

5.3.1 Rekenmodellen en uitgangspunten

De risico's van de windturbines op de omgeving worden berekend met behulp van het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid module IV – De Handleiding risicobeoordeling windturbines (versie oktober 2020). Deze handreiking en handleiding hebben in 2020 een uitgebreide actualisatie ondergaan en voldoen aan de actuele stand van de wetenschappelijke kennis op dit punt. Ze zijn daarmee goed bruikbaar voor het berekenen en bepalen van risico's van moderne grote windturbines. Voor het leesgemak wordt naar beide rapportages verwezen als "HRW".

Voor de beoordeling worden alle objecten waar mensen zich in kunnen bevinden binnen de maximale effectzone in kaart gebracht. Buiten de maximale effectzone (bladworp bij overtoeren) kunnen geen onderdelen van de windturbine meer terechtkomen, waardoor hier ook geen effecten meer kunnen optreden. Daarnaast wordt het maximale plaatsgebonden risico (PR) dat binnen een object kan optreden per windturbine berekend. De maximale PR-waarden binnen het object wordt bepaald om het maximale optredende PR in een object te berekenen. Eén adreslocatie kan uit meerdere gebouwen (objecten) bestaan. Om het aantal aanwezige personen in te schatten wordt gerekend met een aanwezigheidsfactor of relatieve verblijfstijden. De gebruikte aanwezigheidsfactoren zijn weergegeven in Tabel 5.1. Het aantal personen dient om een inschatting te maken van de groepsrisico's en het maatschappelijk risico.

[73] Zie Besluit externe veiligheid Transporten, artikel 1 lid 1 en Besluit externe veiligheid Inrichtingen artikel 12 lid 1 b

Tabel 5.1 Aanwezigheidsfactor per gebruiksdoel van gebouw.

Gebruiksdoel	Personen	Uren per week	Aanwezigheidsfactor.
Woonfunctie	2,2	168	2,2
Bedrijfsfunctie (kleinschalig)	5	40	1,19
Industriefunctie (agrarische activiteit)	2	40	0,476
Geen toegewezen functie (i.e. agrarische schuren)	1	21	0,125

Passanten op infrastructurele transportroutes (wegen, waterwegen en spoorwegen) kunnen ook risico's ondervinden door de aanwezigheid van windturbines. De verblijfstijden van passerende personen binnen de risicozones van de windturbines zijn echter zodanig klein dat dit geen significante risico's oplevert in vergelijking met permanent aanwezige personen. Voor wegen met significante hoeveelheden personenverkeer (bijv. snelwegen of provinciale hoofdwegen) kunnen de cumulatieve risico's significant worden. De risico's voor passanten kunnen worden uitgerekend in een Individueel Passanten Risico (IPR) en een Maatschappelijk Risico (MR). Naast een direct risico op personen in de omgeving kunnen windturbineonderdelen bij een calamiteit terechtkomen op risicovolle buisleidingen en risicovolle inrichtingen in de omgeving. Door dit treffen kan er schade ontstaan en kunnen er gevaarlijke stoffen vrijkomen of kunnen er risico's optreden die op zichzelf weer een gevaar vormen voor de omgeving. Dit wordt een indirect risico of domino-effect genoemd. Daarbij is altijd de toevoeging van het risico door de windturbine(s) van belang bij de beoordeling. De beoordeling van risico's voor infrastructuren en overige installaties zijn vastgelegd in beleidsregels van betrokken instanties zoals Rijkswaterstaat, Gasunie en TenneT en/of regels geldend in het Besluit externe veiligheid Inrichtingen of het Besluit externe veiligheid Buisleidingen. Deze regels en toetsmaten blijven gelden en zijn reeds beschouwd in de externe veiligheidanalyses voor Energiepark Tolhuislanden[74]. Dit rapport onderzoekt enkel de normstellingen bedoeld voor beperkt kwetsbare of kwetsbare objecten als gevolg van windturbinerisico's en geeft geen analyse van de situatie rondom de externe veiligheid van waterkeringen, infrastructuren of risicovolle installaties van derden, omdat de normen uit het Activiteitenbesluit daar niet op toezien. Er treden in de beoordelingen van deze infrastructuren en installaties daarnaast geen wijzigingen op als gevolg van de uitspraak over de windturbinebepalingen in het Activiteitenbesluit.

5.3.2 Faalscenario's

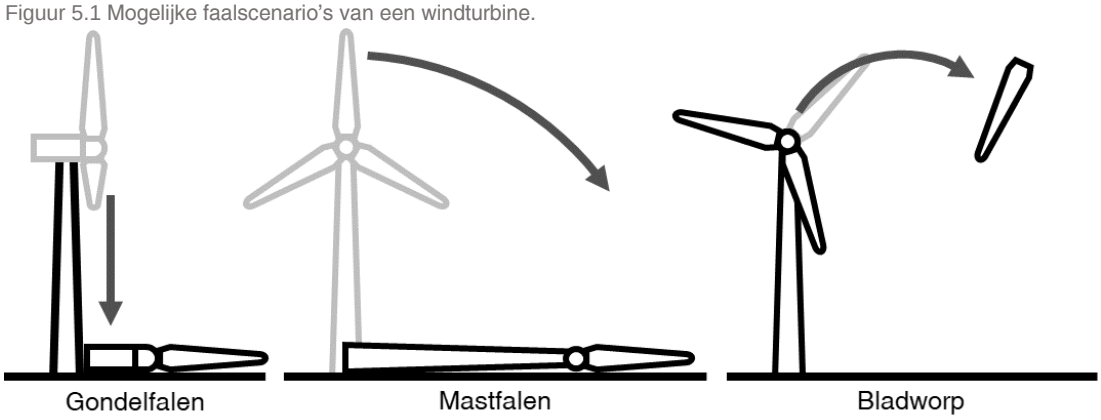
Conform het HRW zijn er drie mogelijke faalscenario's van windturbines: gondelfalen, mastfalen en bladworp. De faalscenario's zijn weergegeven in
Figuur 5.1. In geval van gondelfalen breekt de gondel los van de mast en valt langs de mast naar beneden, vervolgens breekt ook een blad los. Bij mastfalen breekt de mast onderaan af en valt de gehele windturbine naar beneden. Bij bladworp breekt een blad los en wordt geworpen als gevolg van de rotatie van de rotor. Bij bladworp wordt vervolgens nog onderscheid gemaakt tussen bladworp bij nominaal toerental en bladworp bij overtoeren. Bij bladworp bij overtoeren wordt er gerekend met een toerental gelijk aan twee keer het nominale toerental. De faalfrequenties van de verschillende faalscenario's conform het HRW zijn in Tabel 5.2 weergegeven.

[74] Rapportage analyse Externe Veiligheid Energiepark Tolhuislanden - 720153 v2.0 van Pondera Consult van 28-07-2023

Tabel 5.2 Faalfrequenties van de verschillende faalscenario's, conform het HRW.

Faalscenario	Faalfrequentie per jaar
Gondelfalen	4,0E-05
Mastfalen	1,3E-04
Bladworp bij nominale toeren	8,4E-04
Bladworp bij overtoeren	5,0E-06

Figuur 5.1 Mogelijke faalscenario's van een windturbine.



5.3.3 Bepaling van het plaatsgebonden risico

Het PR wordt per faalscenario berekend. Dit levert een PR als functie van afstand tot de windturbine op. Dit PR profiel wordt vervolgens geconverteerd in een data-image (geotiff), waarin elke pixel het PR weergeeft van de betreffende pixel. Het PR dat een object ondervindt is de maximale waarde van alle pixels van de data-image (geotiff) binnen het betreffende object.

5.3.4 Effectbeoordeling via groepsrisico benadering

Naast de bescherming van het maximaal optredende risico per object kan de situatie rondom de externe veiligheid van een windpark ook beoordeeld worden aan de verhouding van de hoeveelheid personen die een bepaald risico kunnen ondervinden. Een dergelijke beoordeling kan plaatsvinden door te kijken naar de berekenmethodiek van het optredende groepsrisico (GR). Een groepsrisicoberekening is opgesteld door de te verwachtte persoonsbezetting per pand en het maximaal optredende plaatsgebonden risico in kaart te brengen. Voor de bepaling van de persoonsbezetting van de verschillende gebruiksfuncties wordt hierbij wederom aangesloten bij de kengetallen zoals genoemd aan het begin van dit hoofdstuk.

5.4 Resultaten

Om inzicht te geven in de mogelijkheden en risico's wordt gebruik gemaakt van een bandbreedte voor de toe te passen afmetingen van de windturbines. De toegepaste bandbreedte staan vermeld in Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Toepassing onderzochte maximale bandbreedte windturbines

Eigenschap	Bandbreedte
Tiphoogte	230 – 252 m
Rotordiameter	149 – 172 m
Ashoogte	149 – 167 m

Op basis van bovenstaande dimensies is een niet limitatieve lijst met windturbines opgesteld die mogelijk gerealiseerd zouden kunnen worden binnen de aangegeven bandbreedtes, om daarmee de maximale effecten op het gebied van externe veiligheid te kunnen bepalen. Uitgangspunt hierbij is dat de analyse wordt uitgevoerd aan de hand van de combinatie van potentieel meest nadelige eigenschappen zodat elke uiteindelijke te plaatsen windturbine veiliger is dan (of gelijk aan) de onderzochte worst-case situatie. De windturbines waarvan de effecten zijn bepaald staan in Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Windturbines onderzocht op potentiële effecten.

Windturbinetype	Rotordiameter (in m)	Nominaal toerental (in RPM)	Toegepaste ashoogte (in m)
Enercon-160 EP5 E3	160	9,6	166,6
GE 6.1-158	158	9,7	161
GE 6.0-164	164	8,9	167
Nordex N149/4.X	149,1	11	154,9
Nordex N163/5.X	163	10,7	164
Siemens Gamesa 6.6-155	155	9,31	165
Siemens Gamesa 6.2-170	170	8,83	165
Vestas V150-6.0MW	150	10,12	155
Vestas V162-6.2MW	162	6,7	166
Vestas V172-7.2MW	172	9,5	166

NB. Het kan zijn dat windturbinetypen variëren in vermogen t.o.v. deze lijst. Het vermogen is geen eigenschap die direct invloed heeft op de te bepalen veiligheidseffecten. De hier genoemde vermogens zijn ter indicatie.

PR contouren

De PR-contouren zijn berekend met behulp van de formules 2.18 tot en met 2.25b en 3.1 tot en met 3.3 uit de Handleiding risicobeoordeling windturbines (versie oktober 2020). Op basis van vuistregels liggen de de PR 10^{-5} en 10^{-6} contouren op maximaal op een halve rotordiameter afstand en tiphoogte afstand. De specifieke PR 10^{-5} en 10^{-6} contouren zijn bepaald aan de hand van alle afmetingen van de turbine. Resultaten van deze contouren zijn weergeven in Tabel 5.5. De gebruikte uitgangspunten voor de fictieve worst-case turbine zijn te vinden in de tabellen in Bijlage 1.

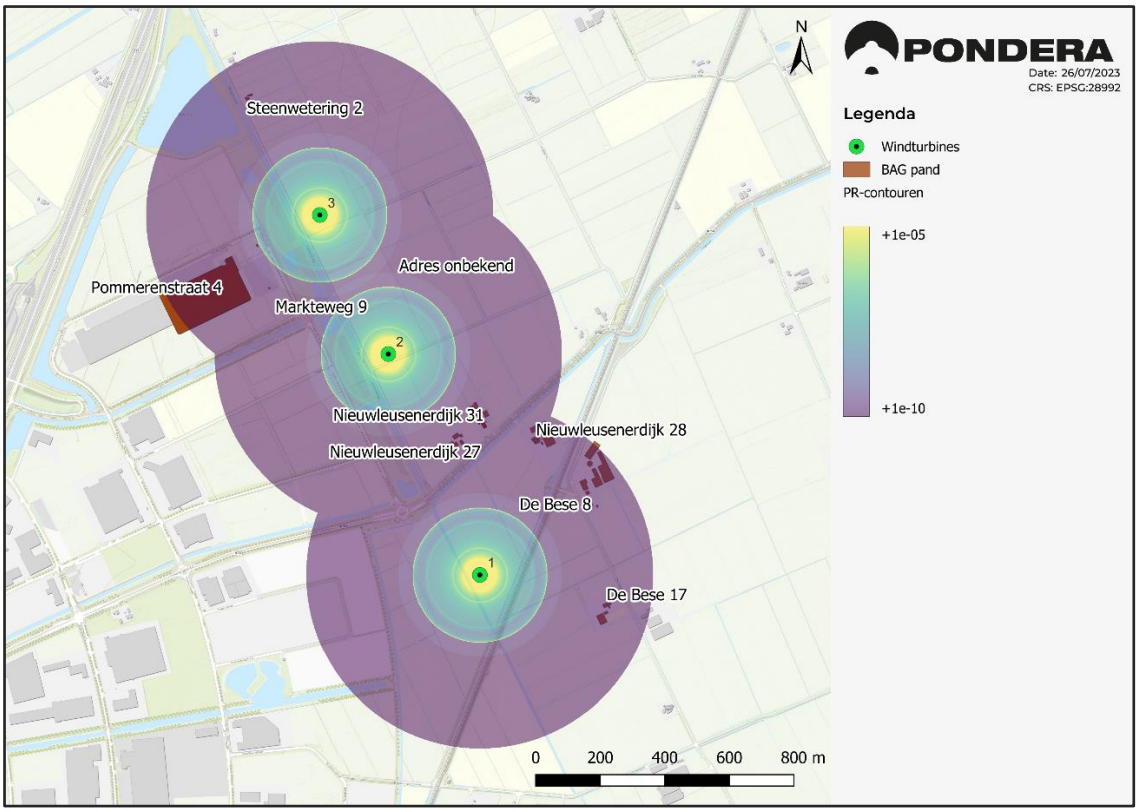
Tabel 5.5 PR contouren per turbine type en maximale effectafstand.

Turbine type	Contouren op basis van vuistregels		Specifieke contouren		Maximale effectafstand
	PR 10^{-5}	PR 10^{-6}	PR 10^{-5}	PR 10^{-6}	
Enercon-160 EP5 E3	80 m	246,6 m	52 m	177 m	412,0 m
GE 6.1-158	79 m	240 m	42 m	173 m	424 m
GE 6.0-164	82 m	249 m	45 m	176 m	398,9 m
Nordex N149/4.X	74,6 m	229,5 m	49 m	184 m	464,5 m
Nordex N163/5.X	81,5 m	250 m	51 m	203 m	518,0 m
Siemens Gamesa 6.6-155	77,5 m	245,5 m	55 m	173 m	350,2 m
Siemens Gamesa 6.2-170	85 m	242,5 m	60 m	173 m	368,0 m
Vestas V150-6.0MW	75 m	250 m	51 m	168 m	413,8 m
Vestas V162-6.2MW	81 m	230 m	50 m	176 m	367,4 m
Vestas V172-7.2MW	86 m	252 m	49 m	189 m	471 m
Fictieve worst -case turbine	**86 m**	**252 m**	**60 m**	**203 m**	**518 m**

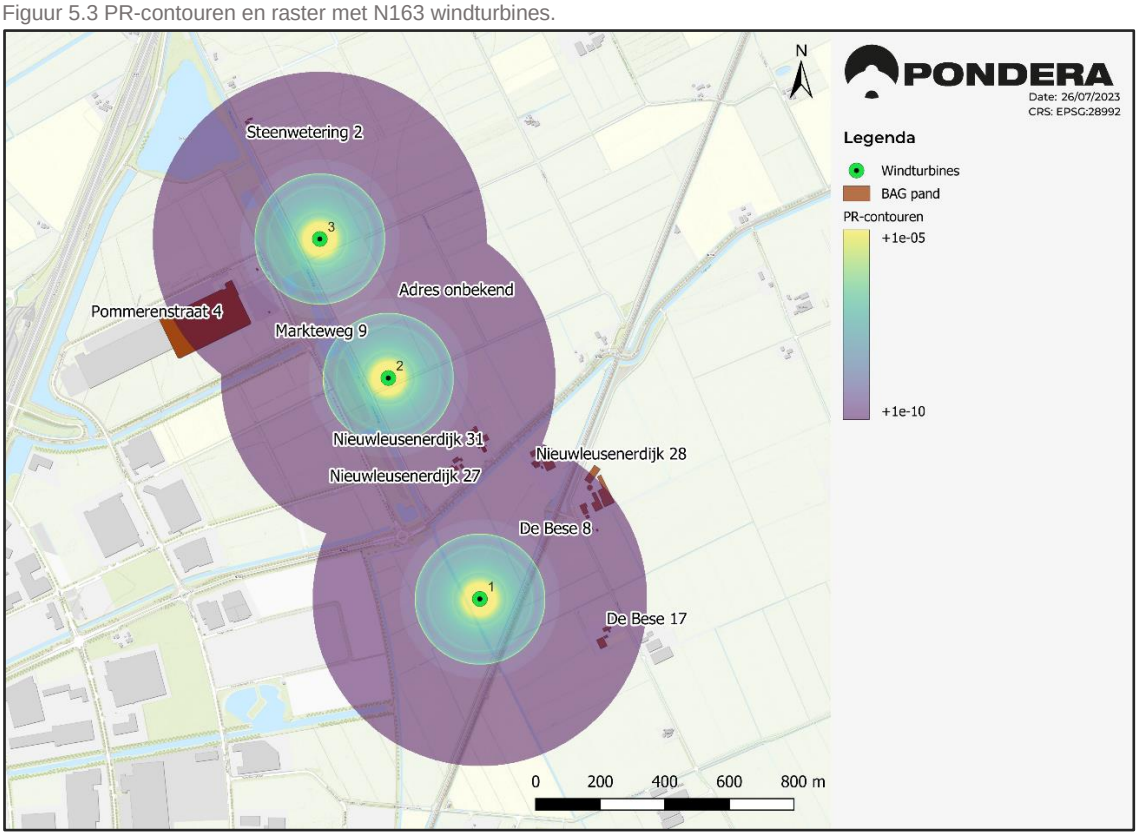
Het onderzoeksgebied voor externe veiligheid is vastgesteld op een zone rondom de windturbines met een maximale afstand van 518,0 meter voor de fictieve worst-case windturbine. Dit is gebaseerd op de maximale effectafstand van het faalscenario bladworp bij overtoeren. Binnen deze afstand zijn 34 panden aanwezig; 11 met een woonfunctie, 15 met een industriefunctie en 8 met geen/overige gebruiksfunctie. Één object met een overige gebruiksfunctie is gelegen binnen de PR 10^{-6} van de fictieve worst-case windturbine. Dit object is voornamelijk in gebruik als overdekte fietsenstalling. Er worden geen langdurige aanwezigheid van groepen personen in verwacht. Dit object kan geen kwetsbaar object zijn; een plaatsgebonden risico van tussen de PR10^{-05} en PR10^{-06} voor een dergelijk object is acceptabel. In onderstaande Figuur 5.2 zijn de contouren op kaart weergegeven.

In Figuur 5.3 en Figuur 5.4 is voor twee daadwerkelijk leverbare windturbinetypes inzichtelijk gemaakt waar de risicocontouren liggen voor deze types. Uit deze figuren valt af te leiden dat de contouren veelal kleiner zijn dan die van de fictieve worst case windturbine.

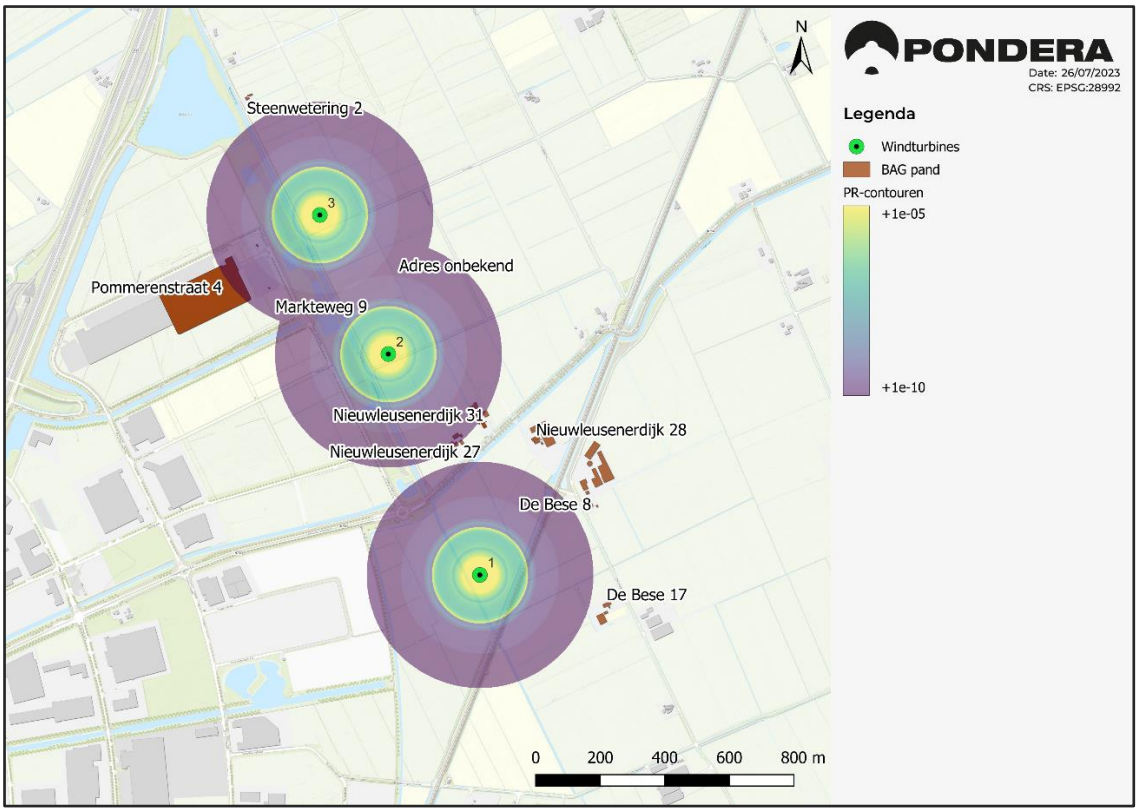
Figuur 5.2 PR-contouren en raster in worst-case scenario.



Figuur 5.3 PR-contouren en raster met N163 windturbines.



Figuur 5.4 PR-contouren en raster met Siemens Gamesa 6.6-155 windturbines.



Beperking PR1E-06 contour windturbine 2 en 3

In het onderzoek richting externe veiligheid uit 28-07-2023[75] is onderzoek gedaan naar de mogelijke belemmeringen voor nieuwe ontwikkelingen van het vigerende bestemmingsplan Hessenpoort. Om belemmeringen te voorkomen voor eventueel kwetsbare objecten moeten de PR10-06 contouren van windturbine 2 en 3 beperkt worden tot 199m en 195m respectievelijk. Voor een gedetailleerde beschrijving van deze analyse wordt verwezen naar de genoemde rapportage.

Maatschappelijk risico

Per object kan het optredende plaatsgebonden risico in een gebouw vermenigvuldigd worden met het aantal verwachtte personen in dat gebouw om tot het totale maatschappelijk risico (op objecten) van het windpark te komen. Dit betreft maximaal 6,0 x 10^{-7} per jaar. Ter referentie: Rijkswaterstaat en ProRail hanteren als beheerders van infrastructurele werken een toetsingsnorm van maximaal 2 x 10^{-3} per jaar voor passanten.

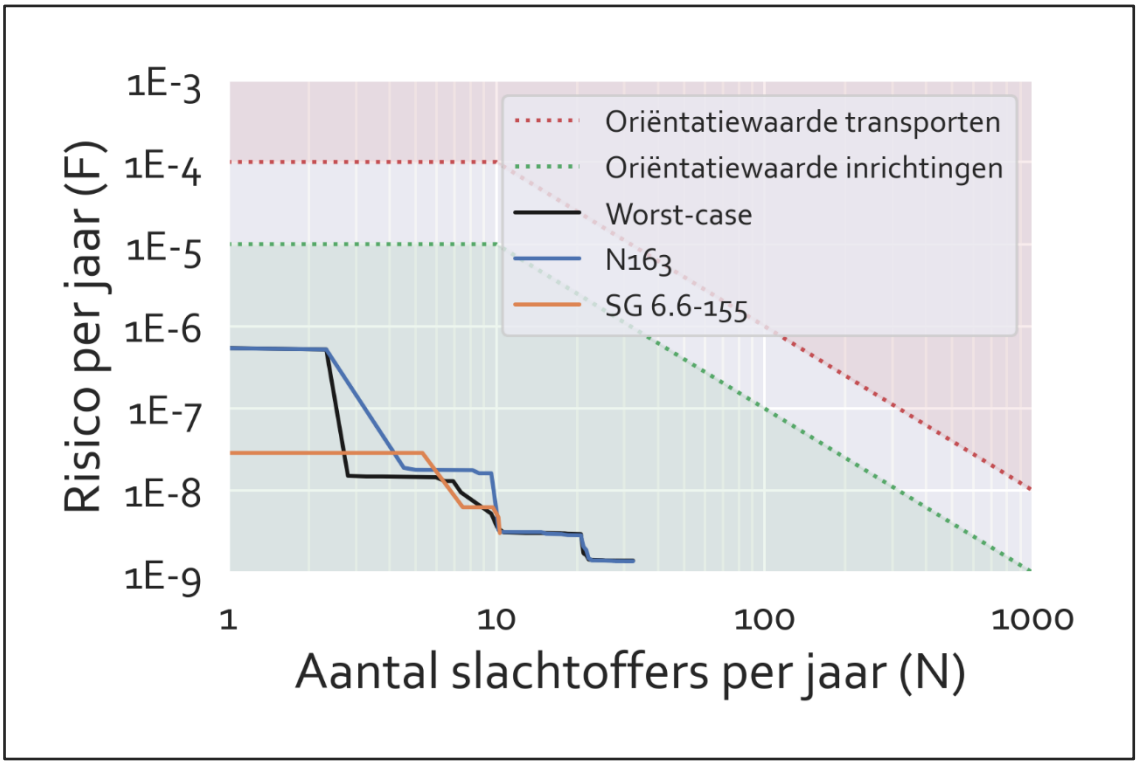
5.4.1 Effectbeoordeling via groepsrisico benadering

Naast de bescherming van het maximaal optredende risico per object kan de situatie rondom de externe veiligheid van een windpark ook beoordeeld worden aan de verhouding van de hoeveelheid personen die een bepaald risico kunnen ondervinden. Een dergelijke beoordeling kan plaatsvinden door te kijken naar

[75] Rapportage analyse Externe Veiligheid Energiepark Tolhuislanden - 720153 v2.0 van Pondera Consult van 28-07-2023

de berekenmethodiek van het optredende groepsrisico (GR). Een groepsrisicoberekening is opgesteld door de te verwachtte persoonsbezetting per pand en het maximaal optredende plaatsgebonden risico in kaart te brengen. Voor de bepaling van de persoonsbezetting van de verschillende gebruiksfuncties wordt hierbij aangesloten bij de kengetallen zoals genoemd in Tabel 5.1.

Figuur 5.5 Het groepsrisico per jaar als functie van het aantal slachtoffers per jaar als gevolg van het windpark.



In bovenstaande grafiek is het optredende groepsrisico als gevolg van het windpark afgezet tegen de oriëntatiewaardes zoals die voor groepsrisico van andere activiteiten (risicovolle inrichtingen en gevaarlijke transporten) worden gehanteerd. Het groene gebied geeft het gebied aan waarbij het optredende groepsrisico beneden de oriëntatiewaardes blijft. Uit deze grafiek kan worden geconcludeerd dat er weliswaar een grote hoeveelheid personen binnen de invloedssfeer aanwezig kunnen zijn, maar dat deze individueel slechts een zeer beperkte tijd van het jaar blootgesteld kunnen worden aan risico's als gevolg van de windturbines. Het totale optredende risico voor groepen personen is daardoor klein. De oriëntatiewaarde voor het groepsrisico van inrichtingen of transporten wordt niet overschreden. Er is geen aanleiding om specifieke bescherming tegen groepsrisico's te hanteren door middel van een normstelling.

5.5 Beoordeling normstelling voor externe veiligheid

In navolging van andere risicobronnen ligt het voor de hand om ook voor windturbines uit te gaan van een basisbeschermingsniveau voor de omgeving aangezien er een risico optreedt voor de omgeving. Daarbij is het eveneens logisch om aan te sluiten bij het beleidskader voor externe veiligheid door onderscheid te maken tussen beperkt kwetsbare objecten en kwetsbare objecten en deze te beoordelen aan de hand van de plaatsgebonden risicocontouren. Er is geen aanleiding om hiervan af te wijken bij de beoordeling van windturbinerisico's.

Conclusies

Met een kans van 1 de 100.000 jaar bij continue jaarlang onbeschermd verblijf op de $PR10^{-5}$ contour bij beperkt kwetsbare objecten en 1 op de miljoen bij continue jaarlang onbeschermd verblijf op de $PR10^{-6}$ contour bij kwetsbare objecten is sprake van een risico dat aanmerkelijk lager ligt dan andere algemeen aanvaarde (maatschappelijke) risico's. Bij andere risicovolle installatie (gevaarlijke stoffen) geldt een strengere richtwaarde voor beperkt kwetsbare objecten ($PR10^{-06}$) maar is er geen grenswaarde voor beperkt kwetsbare objecten van $PR10^{-05}$. Bij kwetsbare objecten is het te adviseren beschermingsniveau gelijk aan de grenswaarde ($PR10^{-06}$).

In het geval van de beoogde drie windturbines te Tolhuislanden zijn er momenteel geen panden gelegen binnen de risicozone 's groter dan $PR10^{-05}$. Er is daarmee geen sprake van een significant veiligheidsrisico voor de omgeving in strijd met het beschermen van enkele personen. Het hanteren van een norm van $PR10^{-05}$ contour bij beperkt kwetsbare objecten en locaties gelegen buiten de inrichting is een passende manier van toekomstige bescherming van dit effect. Er is op basis van de worst-case specifieke contouren van $PR10^{-06}$ maximaal 1 pand/object gelegen binnen deze afstand en risico. Dit pand kan gezien zijn functionele gebruik (overdekte fietsenstalling) niet gezien worden als een kwetsbaar object. Er is daarmee geen sprake van panden waar grote groepen mensen in aanwezig kunnen zijn. De situatie met betrekking tot blootstelling van personen tot aan een risico van $PR10^{-06}$ contour is daarmee in lijn met de verwachting van het minimaliseren (maar niet geheel voorkomen) van personen die een risico in hun leven ervaren van $PR10^{-06}$. Door gebouwen van waar grote groepen personen langdurig tegelijk kunnen verblijven binnen de zone van $PR10^{-06}$ te beperken kan ook bij wijzigingen in de omgeving dit risico blijvend voorkomen worden.

Om te voorkomen dat in de toekomst mogelijk een grotere hoeveelheid personen toch een risico kunnen ervaren kan voor kwetsbare objecten en locaties een norm worden gesteld op een bepaalde PR-waarde. Om te voorkomen dat enige personen een groter risico van meer dan $PR10^{-05}$ kunnen ervaren kan ook voor objecten met minder personen (beperkt kwetsbare objecten en locaties) een norm worden gesteld op een bepaalde PR-waarde. Het verdient aanbeveling de veiligheid contouren ($PR10^{-05}$ en $PR10^{-06}$) met daarbijhorende ruimtelijke beperkingen voor beperkt kwetsbare objecten en kwetsbare objecten ruimtelijk vast te leggen zodat er bij toekomstige ontwikkelingen in de omgeving geen nieuwe conflicten kunnen ontstaan. Om belemmeringen te voorkomen voor eventueel kwetsbare objecten moeten de PR10-06 contouren van windturbine 2 en 3 beperkt worden tot 199m en 195m respectievelijk. Het bevoegd gezag kan informatie uit deze analyse en het externe veiligheidsonderzoek gebruiken om de norm op andere waarden vast te stellen. Gezien het huidige gebruik van de omgeving lijkt daar, vanuit de beperking van risico's in lijn met andere risicobeoordelingen uitgevoerd voor andere risicovolle objecten en installaties, geen directe aanleiding voor.

5.6 Interne veiligheid windturbines (bouw- en ontwerpnormen)

Het ontwerp van windturbines voldoet aan de internationale norm (IEC-61400-1). Op grond van deze norm bevat de windturbine diverse veiligheidssystemen om ervoor te zorgen dat bij falen van onderdelen of bij extreme weersomstandigheden de windturbine niet wordt beschadigd. Onder andere bevat de windturbine een remsysteem welke ervoor zorgt dat de rotorbladen uit de wind worden gedraaid bij te hoge windsnelheden. Daarnaast is een bliksembeveiliging voorgeschreven die ervoor zorg dat inslaande bliksem buiten kwetsbare delen van de windturbine naar de grond leidt.
Indien windturbines worden gerealiseerd die voldoen aan deze ontwerpnormen, zijn geen nadere voorschriften of normen nodig ter bescherming van het milieu op het gebied van interne veiligheid.

Bijlage 1 Eigenschappen windturbines i.r.t. externe veiligheid en toetspunten

Manu-facturer	Model	Hub height tower [m]	Nacelle length excluding hub [m]	Rotor diameter [m]	Nominal rotor speed [RPM]	Blade COG from rotor axis [m]	Nacelle height [m]	Nacelle width [m]	Maximum tower width [m]	Nacelle length (incl. hub) [m]	Maximum blade width [m]
Enercon	E-160 EP5 E3	166,6	18,3	160	9,6	26,0	6,1	5,0	8,7	19,8	4,1
GE	GE 6.1-158	161	13,2	158	9,7	26,3	3,8	5,5	4,3	17,8	4
GE	GE 6.0-164	167	12,8	164	8,9	27,3	3,8	4,3	4,3	16,9	4
Nordex	N149-4.X	154,9	12,6	149,1	11	24,9	5,2	5,7	9,3	17,3	4,2
Nordex	N163-5.X	164	12,6	163	10,7	27,2	5,2	5,7	9,3	17,3	4,2
Siemens Gamesa	SG 6.6-155	165	15,1	155	9,31	23,9	3,5	4,2	8,9	18,8	4,5
Siemens Gamesa	SG 6.2-170	165	15	170	8,83	26,1	3,5	4,2	9,3	18,8	4,5
Vestas	V150-6.0MW	155	18,3	150	10,12	25,0	4,4	4,2	9,3	22,5	4,2
Vestas	V162-6.2MW	166	18,3	162	9,53	24,1	4,4	4,2	6	22,5	4,3
Vestas	V172-7.2MW	166	17,7	172	9,5	28,7	7,8	6,5	6,3	22,6	4,3

Worst-case

Tabel 5.6 Eigenschappen windturbines voor gondelfalen (Generieke windturbine).

Eigenschap	Waarde
Rotordiameter [m]	172
Ashoogte [m]	166
Tiphoogte [m]	252
Maximale breedte van blad [m]	4,5
Lengte gondel exclusief hub [m]	18,3
Breedte gondel [m]	5,5
Hoogte gondel [m]	6,1

Tabel 5.7 Eigenschappen windturbines voor mastfalen (Generieke windturbine).

Eigenschap	Waarde
Rotordiameter [m]	170
Ashoogte [m]	167
Tiphoogte [m]	252
Mastdiameter [m]	4,5
Lengte gondel exclusief hub [m]	18,3
Breedte gondel [m]	5,5

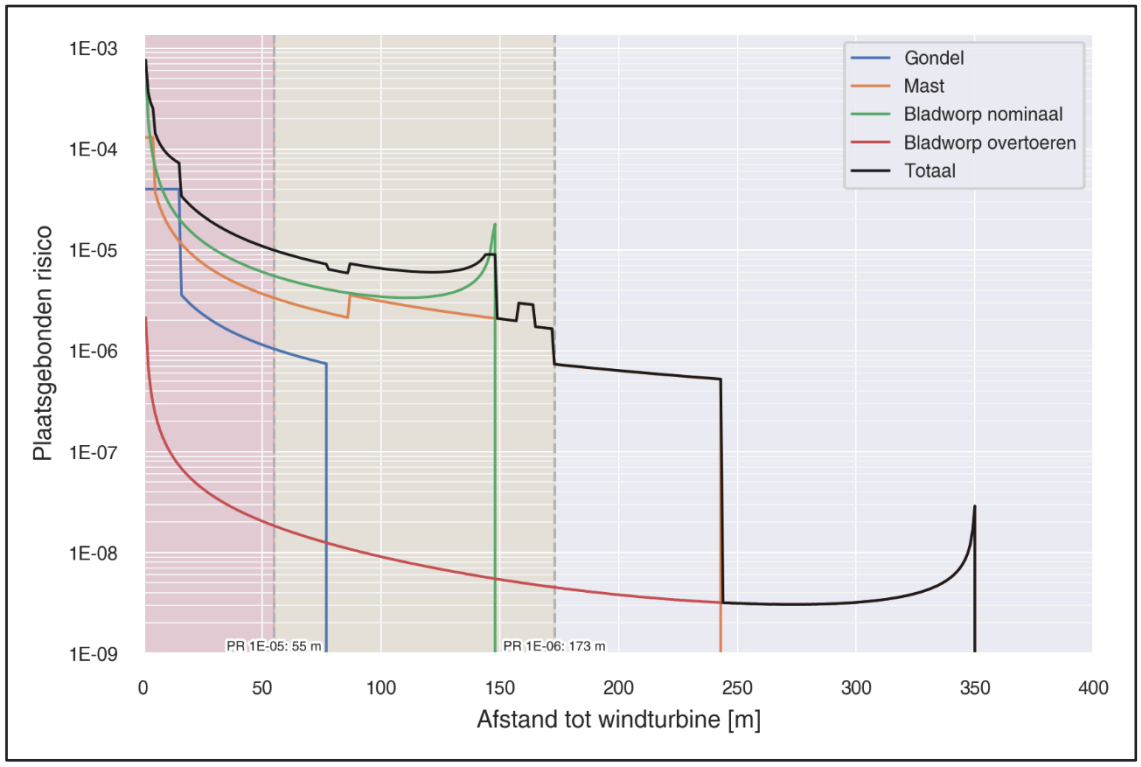
Hoogte gondel [m]	6,1

Tabel 5.8 Eigenschappen windturbines voor bladworp (Nordex N149-4.X).

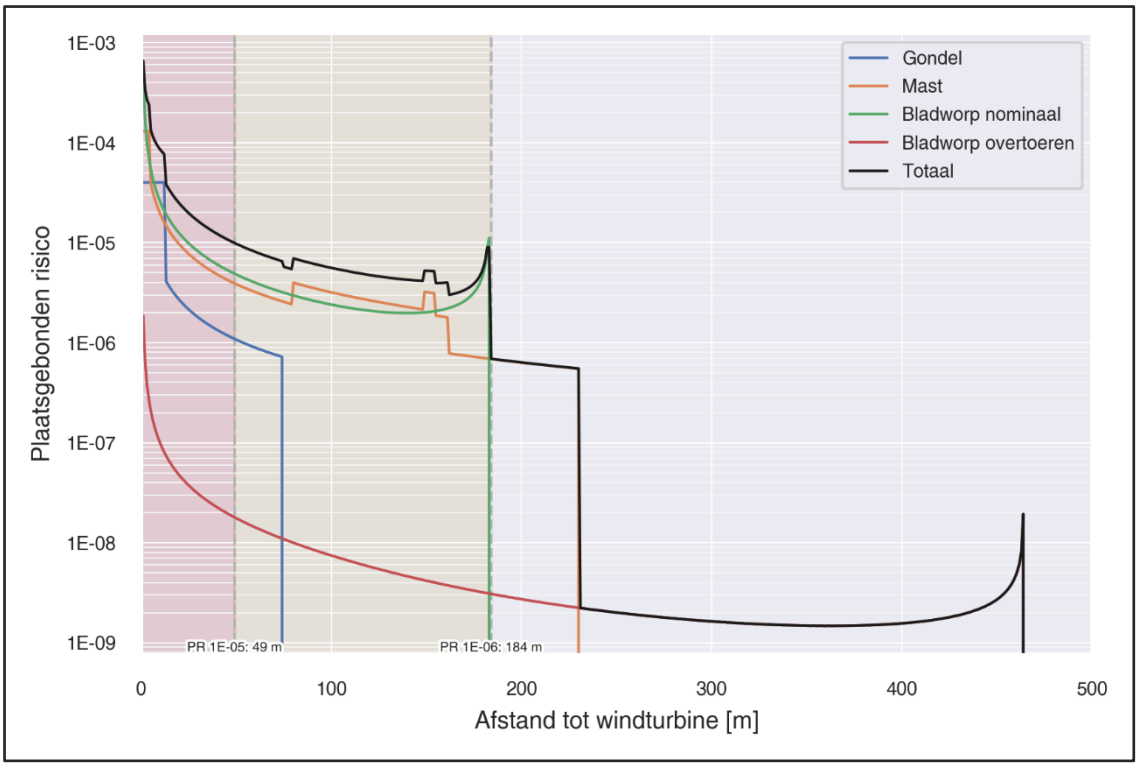
Eigenschap	Waarde
Rotordiameter [m]	149,1
Ashoogte [m]	154,9
Tiphoogte [m]	229,5
Nominaal toerental [rpm]	11
Afstand tot zwaartepunt van een blad, gemeten vanaf de hub-as [m]	24,9

Dit resulteert in onderstaande grafieken van het plaatsgebonden risico voor twee representatieve windturbines. Voor de bepaling van de bladworptrefkansen is gebruik gemaakt van de formules: 2.5 t/m 2.13 van de Handleiding risicobeoordeling windturbines (versie oktober 2020). De PR-contouren zijn berekend met behulp van de formules 2.18 tot en met 2.25b en 3.1 tot en met 3.3.

Figuur 5.6 Het plaatsgebonden risico als functie van afstand tot de windturbine, type Siemens Gamesa 6.6-155.



Figuur 5.7 Het plaatsgebonden risico als functie van afstand tot de windturbine, type Nordex N149-4.X.



Bijlage 2 Geluidgegevens windturbines

Geluidgegevens Nordex N163-5.X STE, mode 0

Coördinaten RD	209083	506504
Coördinaten WGS	52,5435	6,1845
Ashoogte [m]		167
Hoogte windprofiel [m]		167
Windturbine	Nordex N163-5.X	
Mode	STE, mode 0 5700kW	

					Gecorrigeerd voor bedrijfsduur (Lw + Cb)			
v_as [m/s]	dag [%]	avond [%]	nacht [%]		Lw_as [dB(A)]	LE dag [dB(A)]	LE avond [dB(A)]	LE nacht [dB(A)]
1	1,96	1,38	1,46					
2	3,47	2,46	2,40					
3	5,53	3,93	3,53		95,5	82,9	81,4	81,0
4	7,65	5,27	4,53		95,5	84,3	82,7	82,1
5	9,11	6,85	5,10		96,3	85,9	84,7	83,4
6	10,28	8,94	6,60		98,5	88,6	88,0	86,7
7	11,12	11,39	8,80		101,8	92,3	92,4	91,2
8	11,35	11,99	11,40		104,8	95,4	95,6	95,4
9	10,27	12,34	13,70		107,1	97,2	98,0	98,5
10	8,92	11,20	13,58		107,2	96,7	97,7	98,5
11	7,07	8,96	11,27		107,2	95,7	96,7	97,7
12	4,79	5,95	7,50		107,2	94,0	94,9	96,0
13	2,93	3,58	4,10		107,2	91,9	92,7	93,3
14	1,81	2,19	2,43		107,2	89,8	90,6	91,1
15	1,36	1,36	1,40		107,2	88,5	88,5	88,7
16	0,90	0,91	0,89		107,2	86,7	86,8	86,7
17	0,59	0,57	0,54		107,2	84,9	84,8	84,5
18	0,30	0,29	0,36		107,2	82,0	81,8	82,8
19	0,21	0,15	0,18		107,2	80,4	79,0	79,8
20	0,16	0,10	0,09		107,2	79,2	77,2	76,7
21	0,08	0,09	0,05		107,2	76,2	76,7	74,2
22	0,06	0,05	0,05		107,2	75,0	74,2	74,2
23	0,04	0,02	0,02		107,2	73,2	70,2	70,2
24	0,01	0,01	0,01		107,2	67,2	67,2	67,2
25	0,02	0,02	0,01		107,2	70,2	70,2	67,2
					Totaal	**104,36**	**104,99**	**105,45**

Gehanteerde spectrale verdeling [dB(A)]

31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
-28,41	-18,31	-12,11	-8,41	-5,81	-5,11	-7,61	-15,21	-23,21

Bijlage 3 Instellingen geluidmitigatie

In onderstaande tabel is per windturbine weergegeven in welke modus de windturbine zou moeten draaien om de normstelling van 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night}, 47 dB L_{den} / 40 dB L_{night}, 46 dB L_{den} en 45 dB L_{den} te behalen.

Bedrijfsmodi windturbines mitigeren naar 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night}

Windturbine	Turbinetype	Dag (7:00-19:00u)	Avond (19:00-23:00u)	Nacht (23:00-7:00u)
1	Nordex N163-5.X STE	mode 0	mode 0	mode 10
2	Nordex N163-5.X STE	mode 0	mode 0	mode 13
3	Nordex N163-5.X STE	mode 0	mode 0	mode 0

Bedrijfsmodi windturbines mitigeren naar 47 dB L_{den} en 40 dB L_{night}

Windturbine	Turbinetype	Dag (7:00-19:00u)	Avond (19:00-23:00u)	Nacht (23:00-7:00u)
1	Nordex N163-5.X STE	mode 0	mode 0	mode 10
2	Nordex N163-5.X STE	mode 0	mode 0	mode 13
3	Nordex N163-5.X STE	mode 0	mode 0	mode 1

Bedrijfsmodi windturbines mitigeren naar 46 dB L_{den}

Windturbine	Turbinetype	Dag (7:00-19:00u)	Avond (19:00-23:00u)	Nacht (23:00-7:00u)
1	Nordex N163-5.X STE	mode 0	mode 0	mode 15
2	Nordex N163-5.X STE	mode 0	mode 2	mode 18
3	Nordex N163-5.X STE	mode 0	mode 0	mode 2

Bedrijfsmodi windturbines mitigeren naar 45 dB L_{den}

Windturbine	Turbinetype	Dag (7:00-19:00u)	Avond (19:00-23:00u)	Nacht (23:00-7:00u)
1	Nordex N163-5.X STE	mode 1	mode 4	mode 18
2	Nordex N163-5.X STE	mode 0	mode 10	mode 18
3	Nordex N163-5.X STE	mode 0	mode 0	mode 5

Bijlage 4 Aantal (ernstig) gehinderden

In paragraaf 3.8.2 is berekend hoeveel ernstig gehinderden er worden verwacht na realisatie van Energiepark Tolhuislanden. Dezelfde aanpak is gebruikt om het aantal gehinderden vast te stellen. De dosis-hinderrelatie voor hinder binnenshuis uit het TNO rapport uit 2008 (percentages zijn weergegeven in bijlage C van het TNO rapport).

Aantal ernstig gehinderden

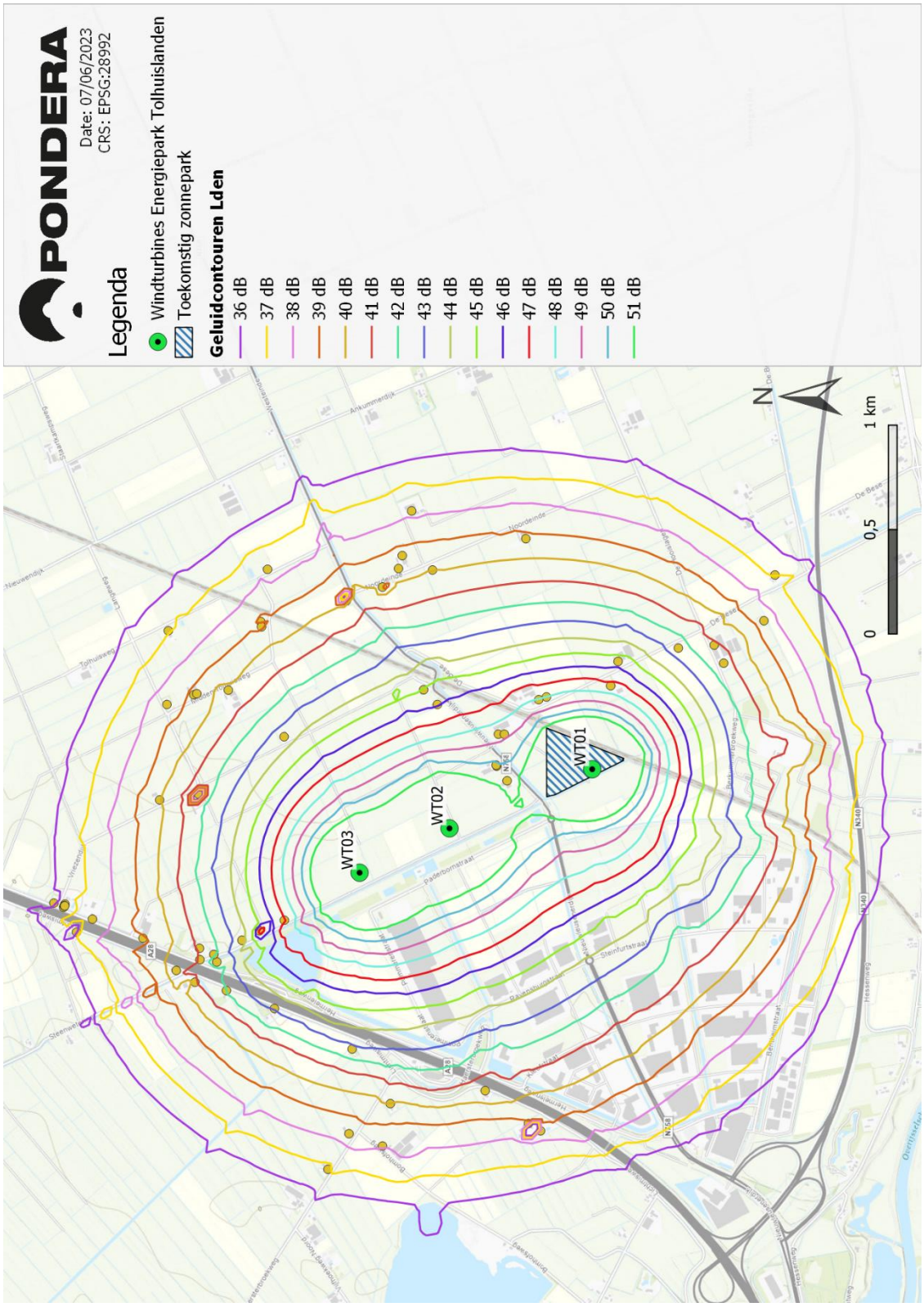
Situatie	Ernstig gehinderd (binnenshuis)	
	Aantal	% van de populatie
Referentiesituatie	0,5	0,4%
Zonder geluidmitigatie (max. 51 dB L_{den})	5,9	4,2%
Mitigeren tot 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night}	3,7	2,6%
Mitigeren tot 47 dB L_{den} / 40 dB L_{night}	3,5	2,5%
Mitigeren tot 46 dB L_{den}	3,0	2,2%
Mitigeren tot 45 dB L_{den}	2,6	1,8%

Aantal gehinderden

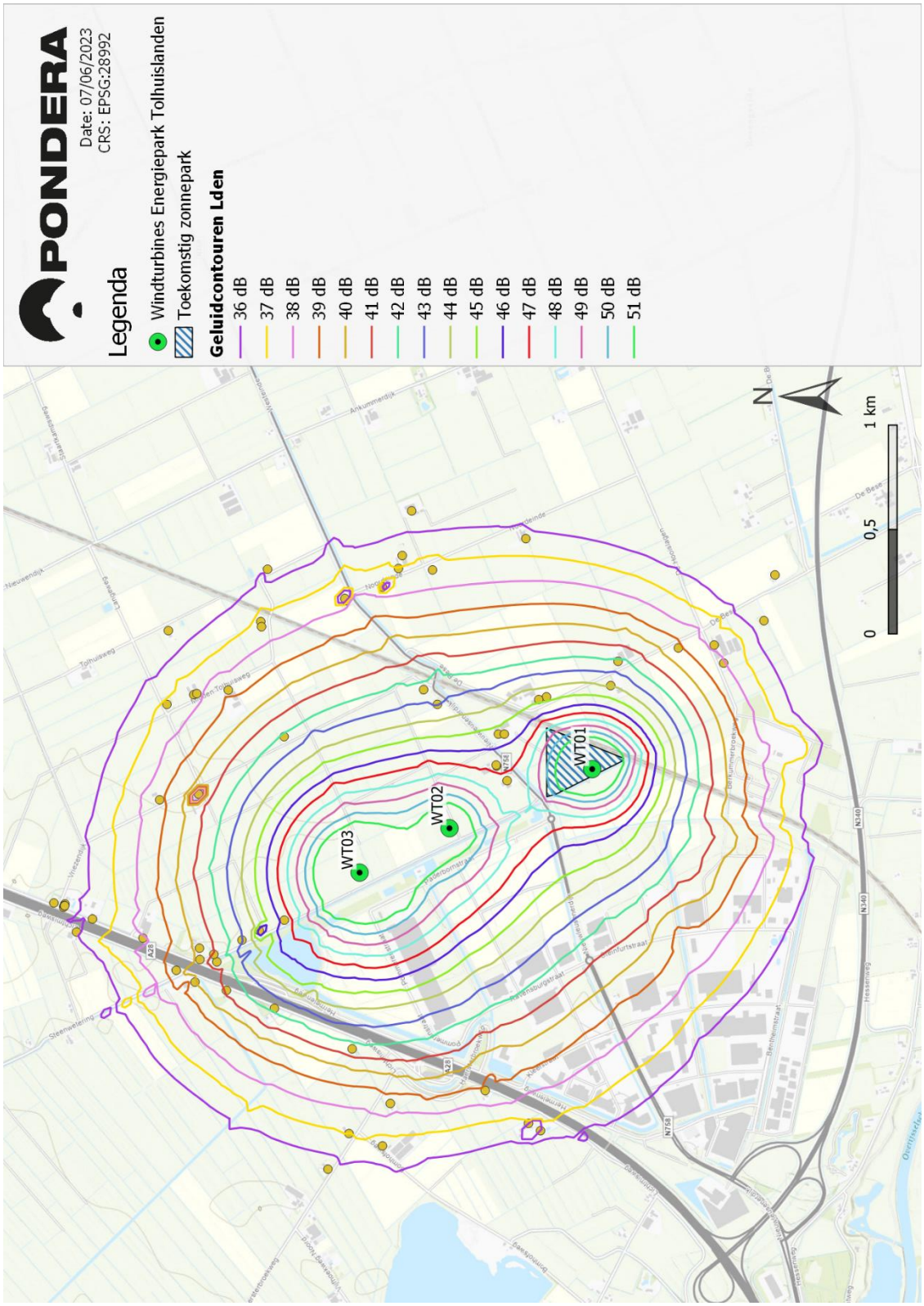
Situatie	Ernstig gehinderd (binnenshuis)	
	Aantal	% van de populatie
Referentiesituatie	1,4	1,0%
Zonder geluidmitigatie (max. 51 dB L_{den})	13,1	9,3%
Mitigeren tot 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night}	9,0	6,4%
Mitigeren tot 47 dB L_{den} / 40 dB L_{night}	8,7	6,2%
Mitigeren tot 46 dB L_{den}	7,7	5,5%
Mitigeren tot 45 dB L_{den}	6,6	4,7%

Bijlage 5 Geluidcontouren Energiepark Tolhuislanden

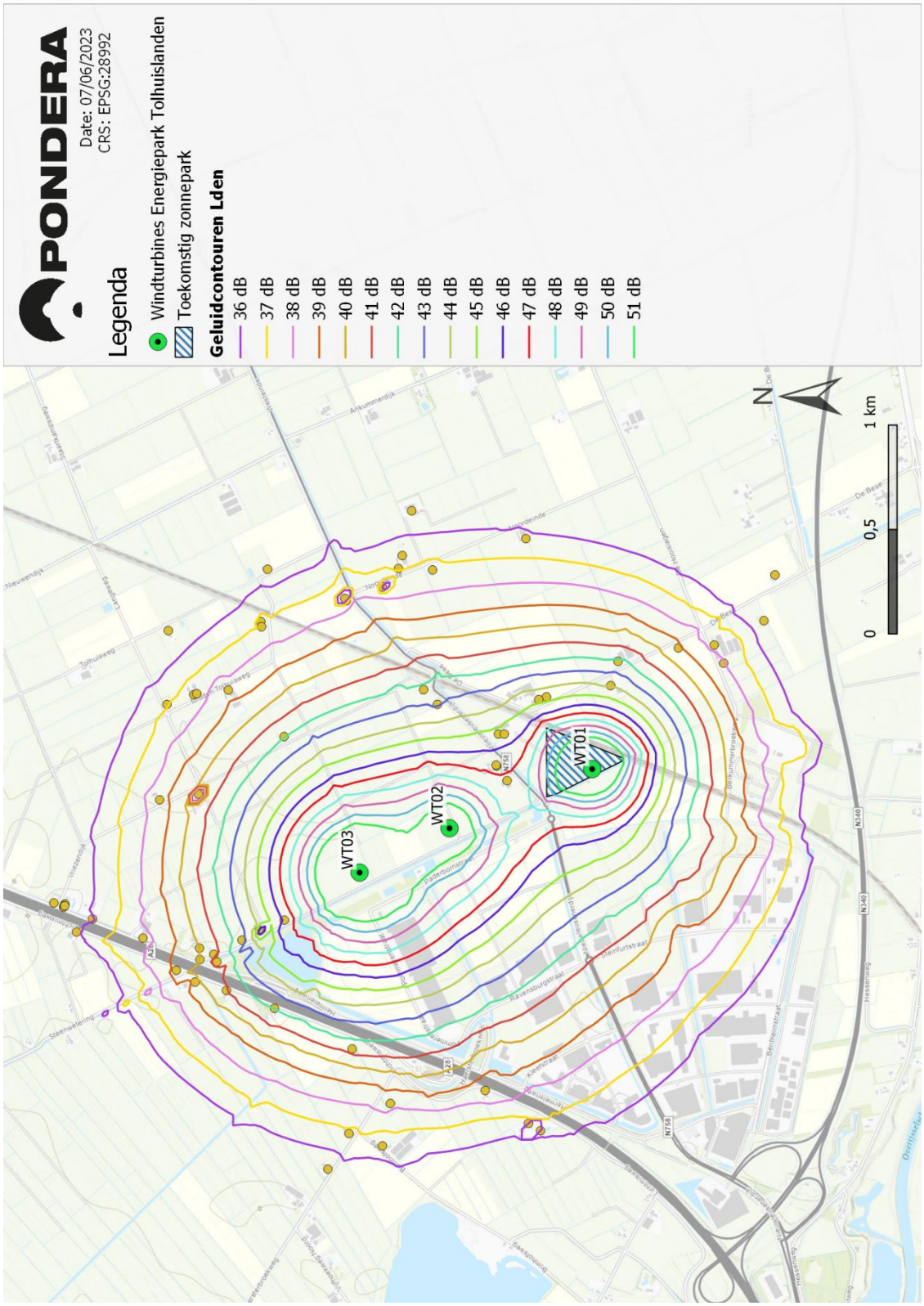
Geluidcontouren L_{den} Energiepark Tolhuislanden - zonder mitigatie (max. 51 dB L_{den})



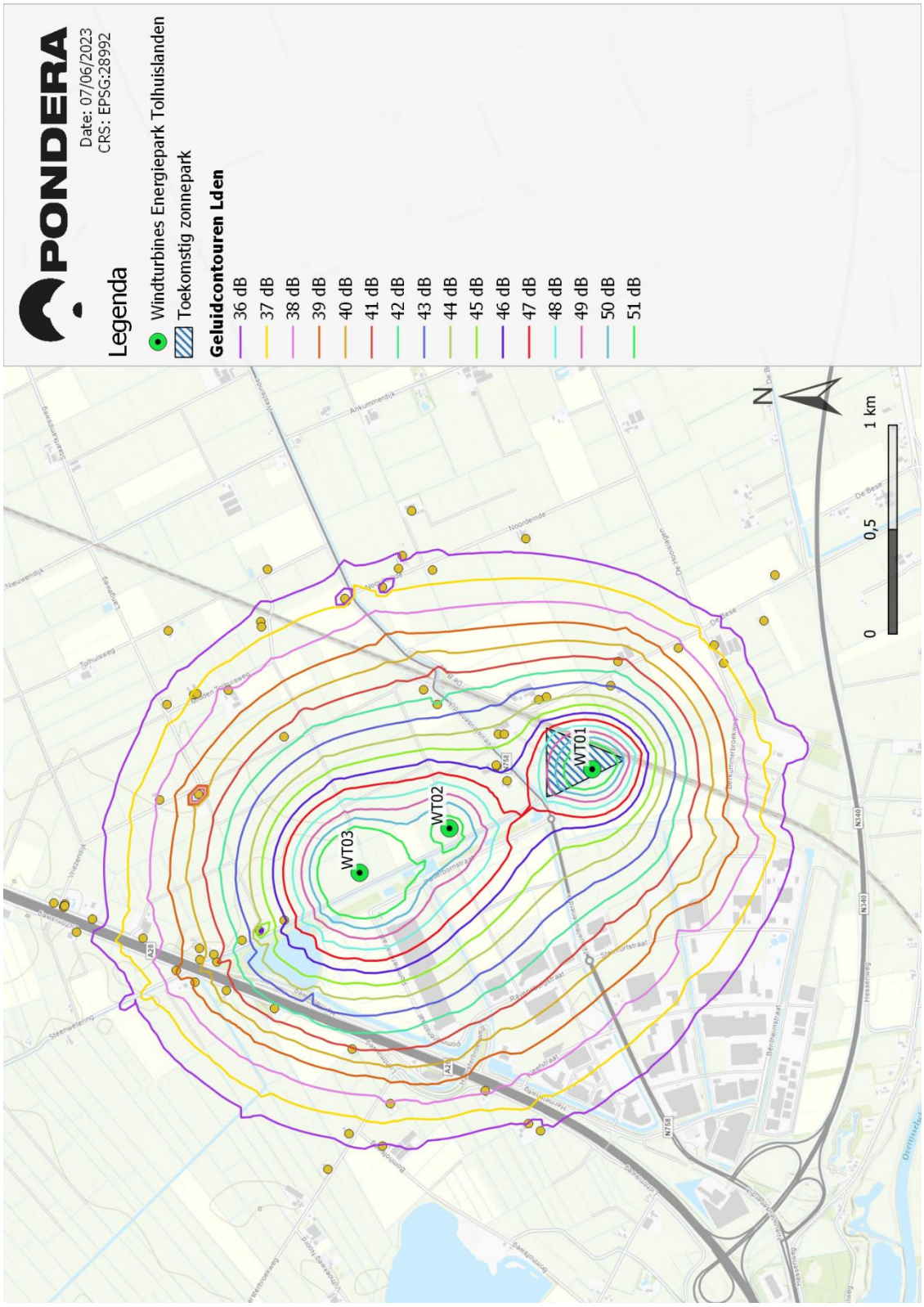
Geluidcontouren L_{den} Energiepark Tolhuislanden - mitigeren naar 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night}



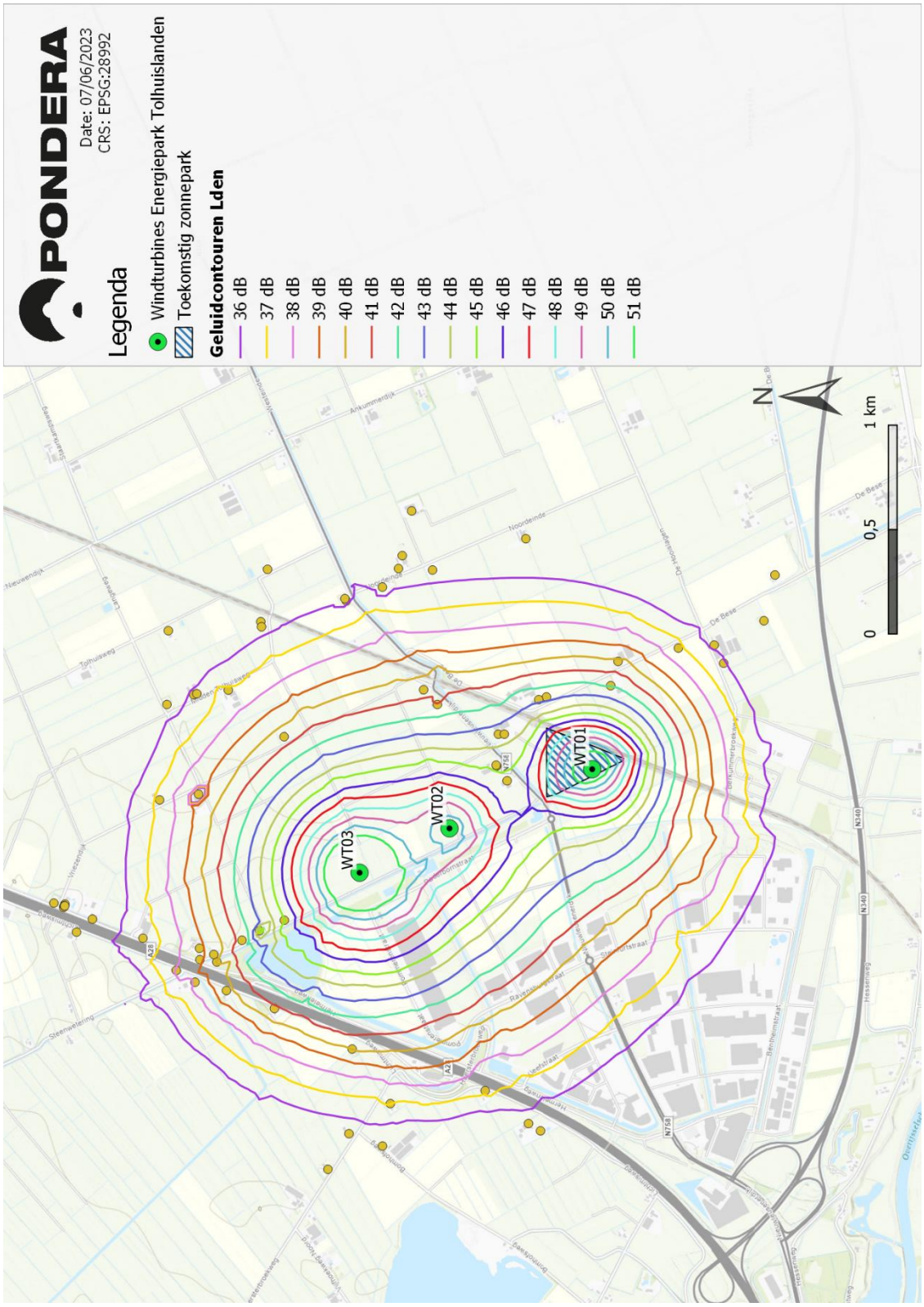
Geluidcontouren L_{den} Energiepark Tolhuislanden - mitigeren naar 47 dB L_{den} / 40 dB L_{night}



Geluidcontouren L_{den} Energiepark Tolhuislanden - mitigeren naar 46 dB L_{den}

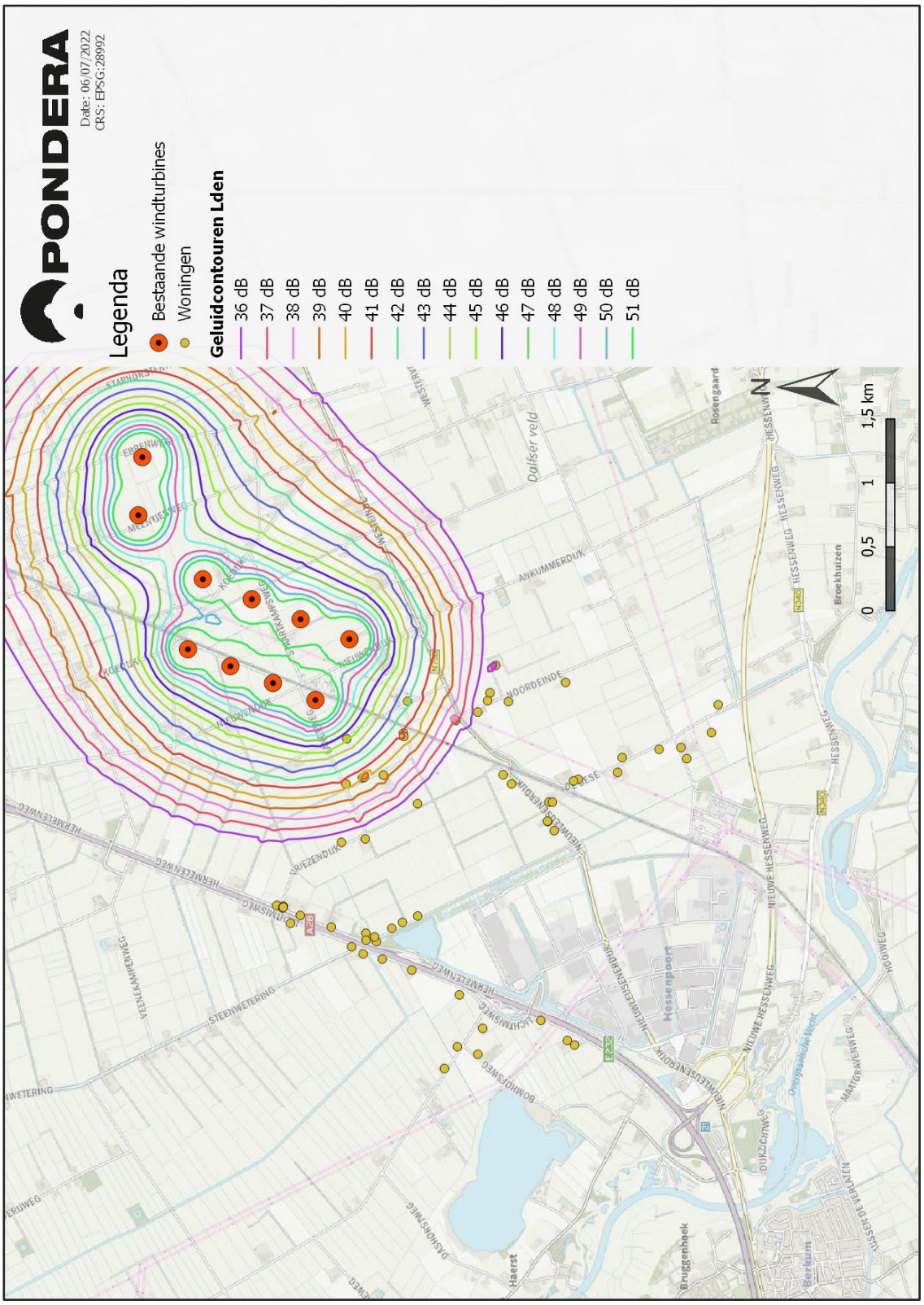


Geluidcontouren L_{den} Energiepark Tolhuislanden - mitigeren naar 45 dB L_{den}

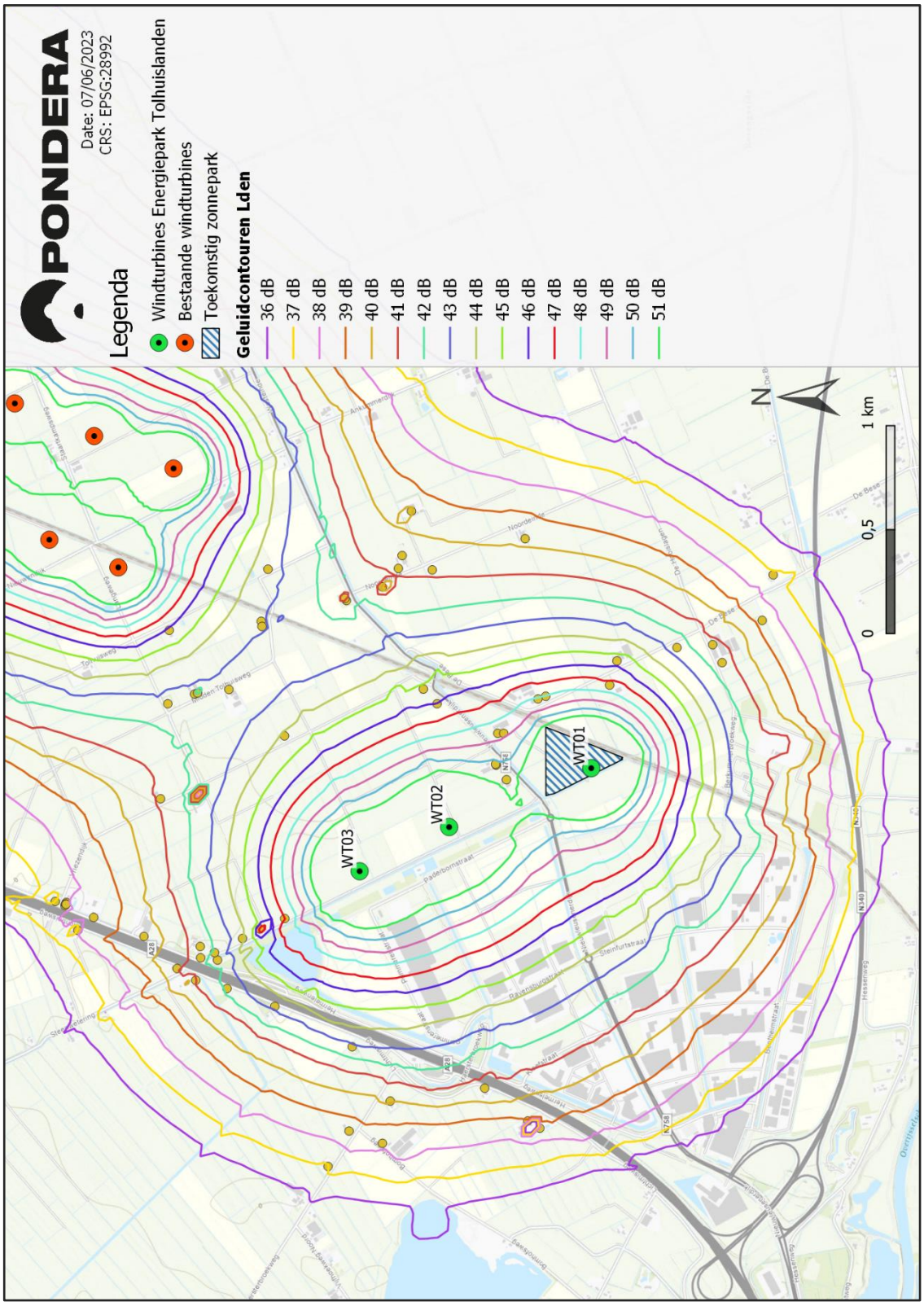


Bijlage 6 Geluidcontouren ref. situatie en cumulatief

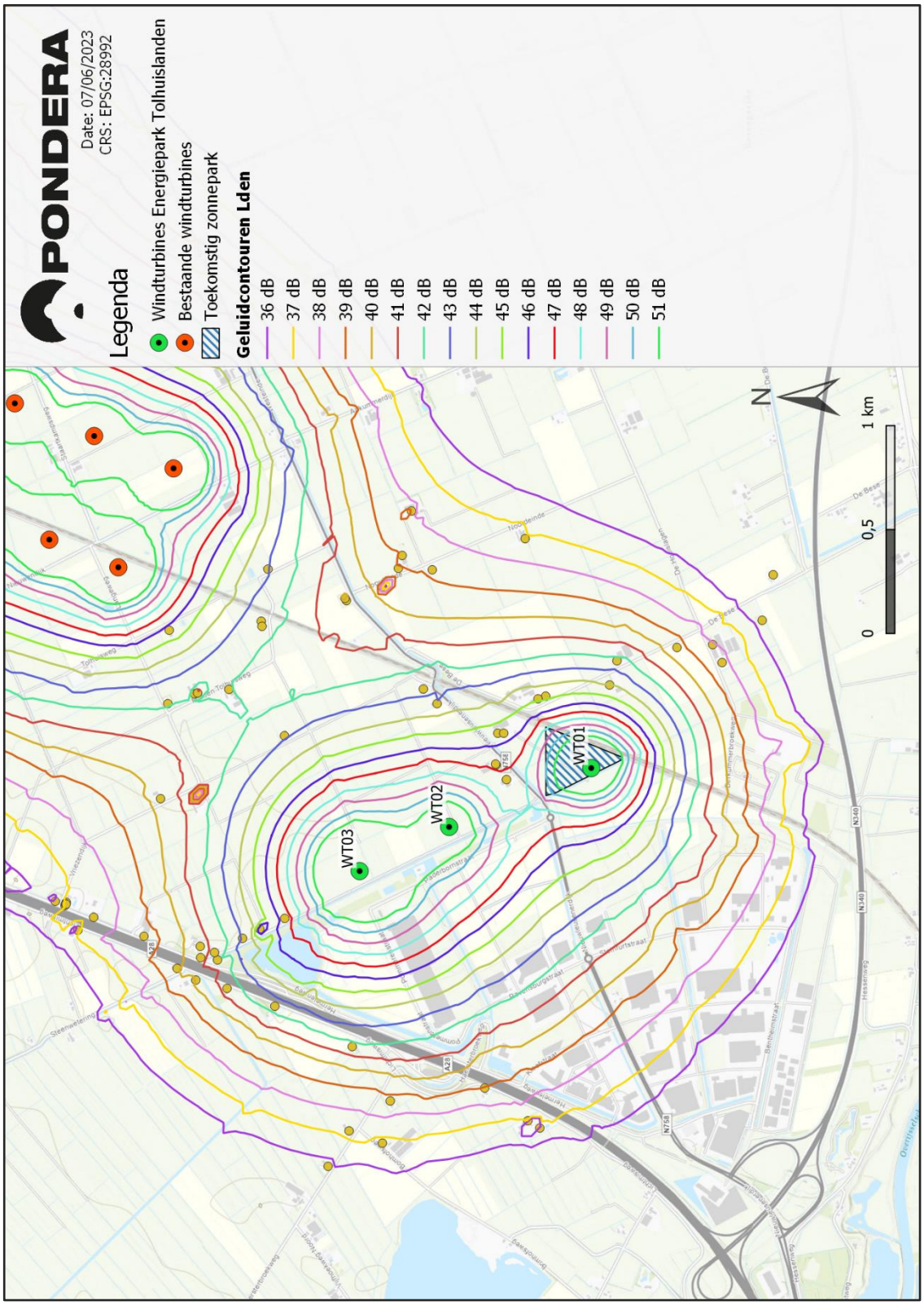
Geluidcontouren L_{den} referentiesituatie



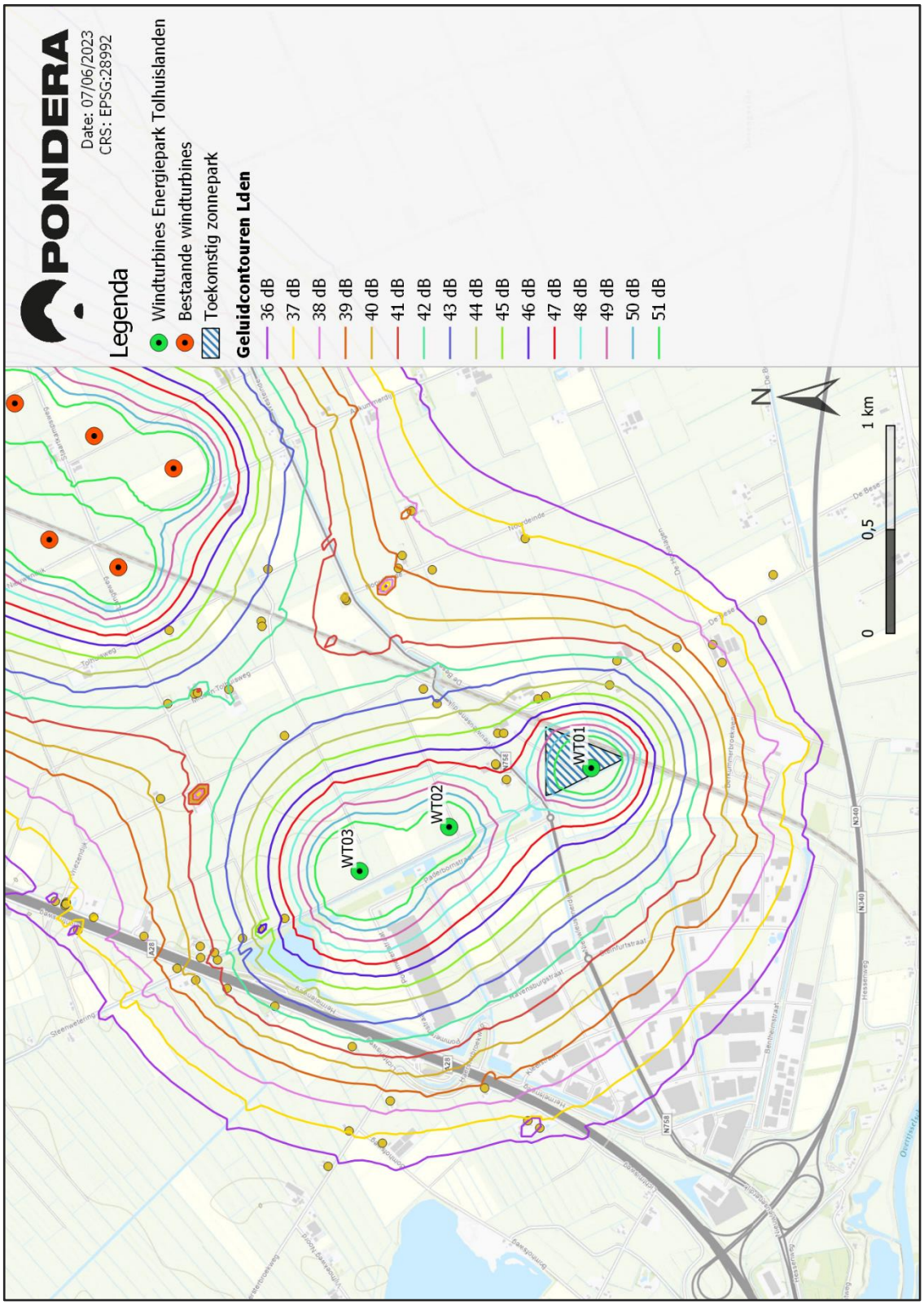
Geluidcontouren L_{den} cumulatief - zonder mitigatie (Energiepark Tolhuislanden max. 51 dB L_{den})



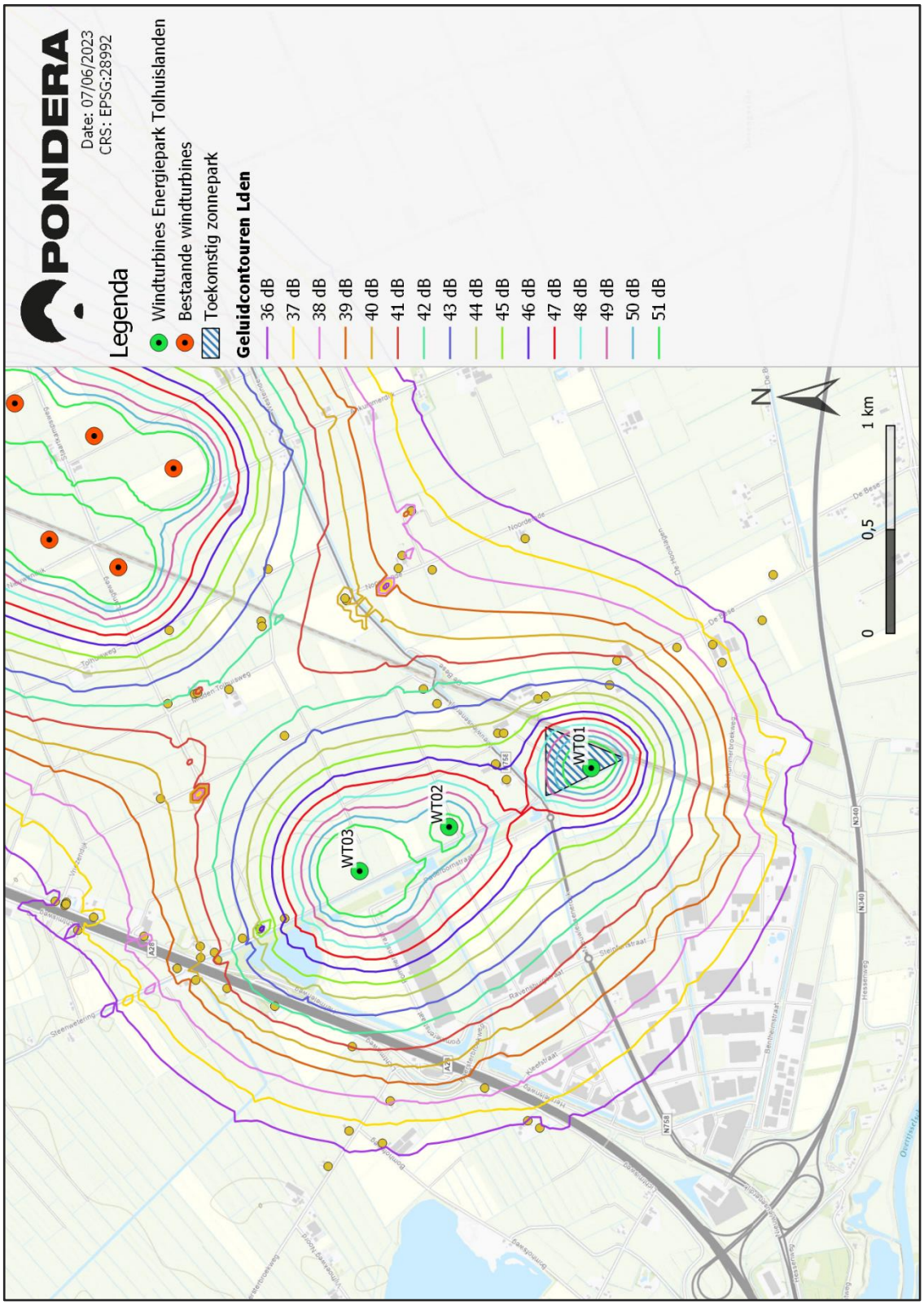
Geluidcontouren L_{den} cumulatief - Energiepark Tolhuislanden mitigeren naar 47 dB L_{den} / 41 dB L_{night}



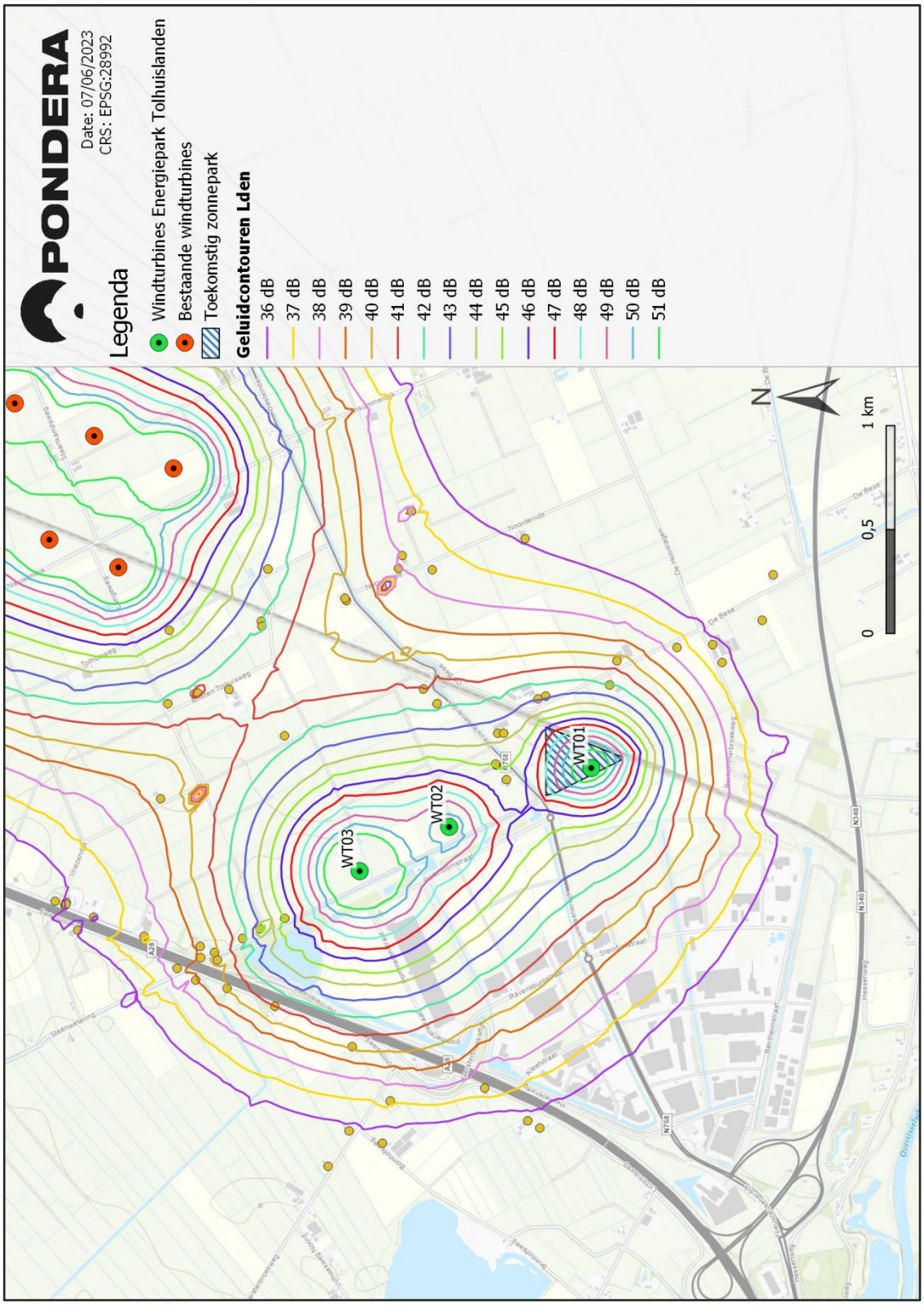
Geluidcontouren L_{den} cumulatief - Energiepark Tolhuislanden mitigeren naar 47 dB L_{den} / 40 dB L_{night}



Geluidcontouren L_{den} cumulatief - Energiepark Tolhuislanden mitigeren naar 46 dB L_{den}

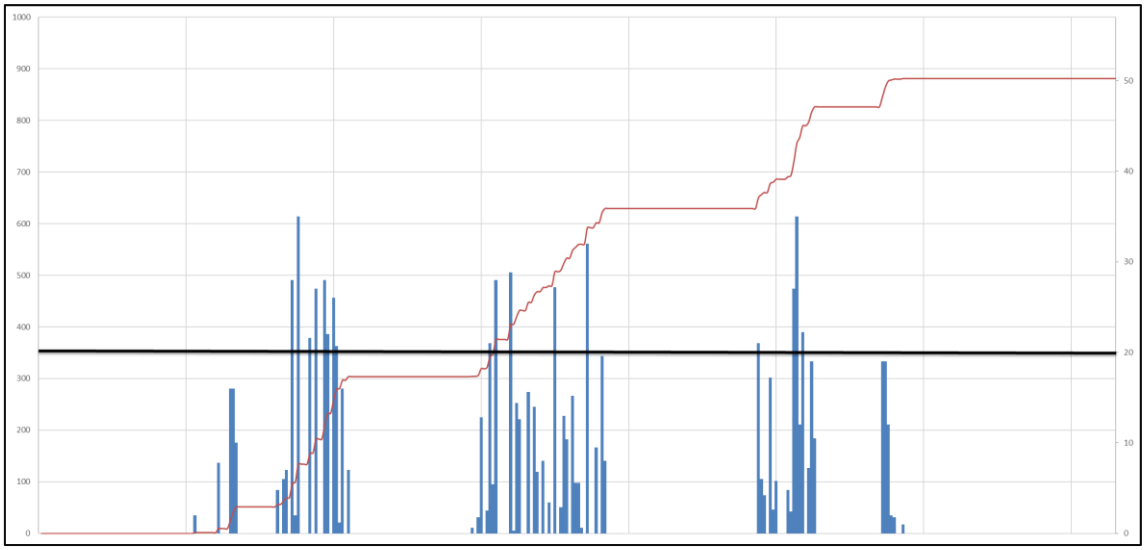


Geluidcontouren L_{den} cumulatief - Energiepark Tolhuislanden mitigeren naar 45 dB L_{den}

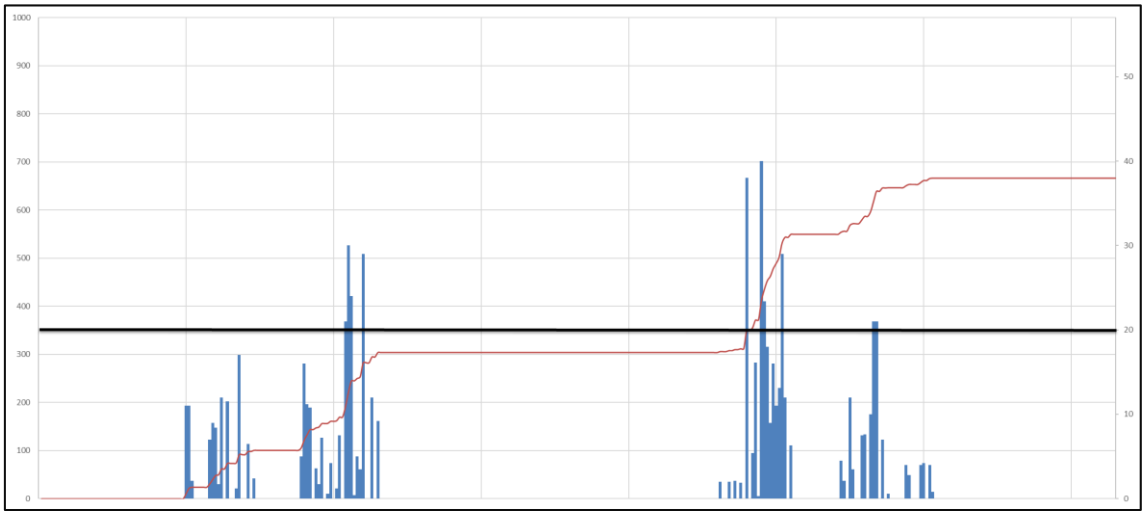


Bijlage 7 Slagschaduw voorbeeldgrafieken

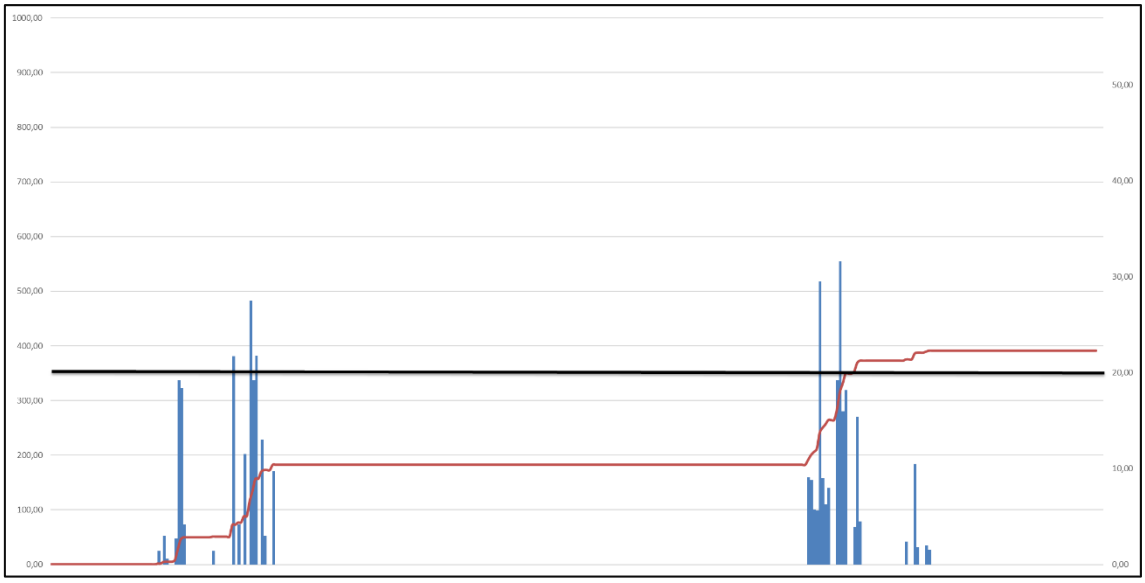
Situatie A – Een jaar voor een woning met 17 dagen met meer dan 20 minuten aan slagschaduw:
De slagschaduw is in dit geval afkomstig van drie windturbines. Op de plek waar de rode lijn de zwarte horizontale lijn kruist is er sprake van meer dan zes uur aan optredende slagschaduw in een jaar. Op de dagen waar een blauwe lijn de zwarte balk kruist is er sprake van meer dan 20 minuten op één dag. De totale potentiële slagschaduwduur zonder stilstandvoorziening bedraagt bij deze woning circa 15 uur.



Situatie B – Een jaar voor een woning met 11 dagen met meer dan 20 minuten aan slagschaduw:
De slagschaduw is afkomstig van twee windturbines. Op de plek waar de rode lijn de zwarte horizontale lijn kruist is er sprake van meer dan zes uur aan optredende slagschaduw in een jaar. Op de dagen waar de blauwe lijn de zwarte balk kruist is er sprake van meer dan 20 minuten aan slagschaduw op één dag. De totale potentiële slagschaduwduur zonder stilstand voorziening bedraagt bij deze woning circa 11 uur.



Situatie C – Een jaar voor een woning met 5 dagen met meer dan 20 minuten aan slagschaduw:
De slagschaduw is afkomstig van twee windturbines. Op de plek waar de rode lijn de zwarte horizontale lijn kruist is er sprake van meer dan zes uur aan optredende slagschaduw in een jaar. Op de dagen waar de blauwe lijn de zwarte balk kruist is er sprake van meer dan 20 minuten aan slagschaduw op één dag. De totale potentiële slagschaduwduur zonder stilstand voorziening bedraagt bij deze woning circa 6,5 uur.



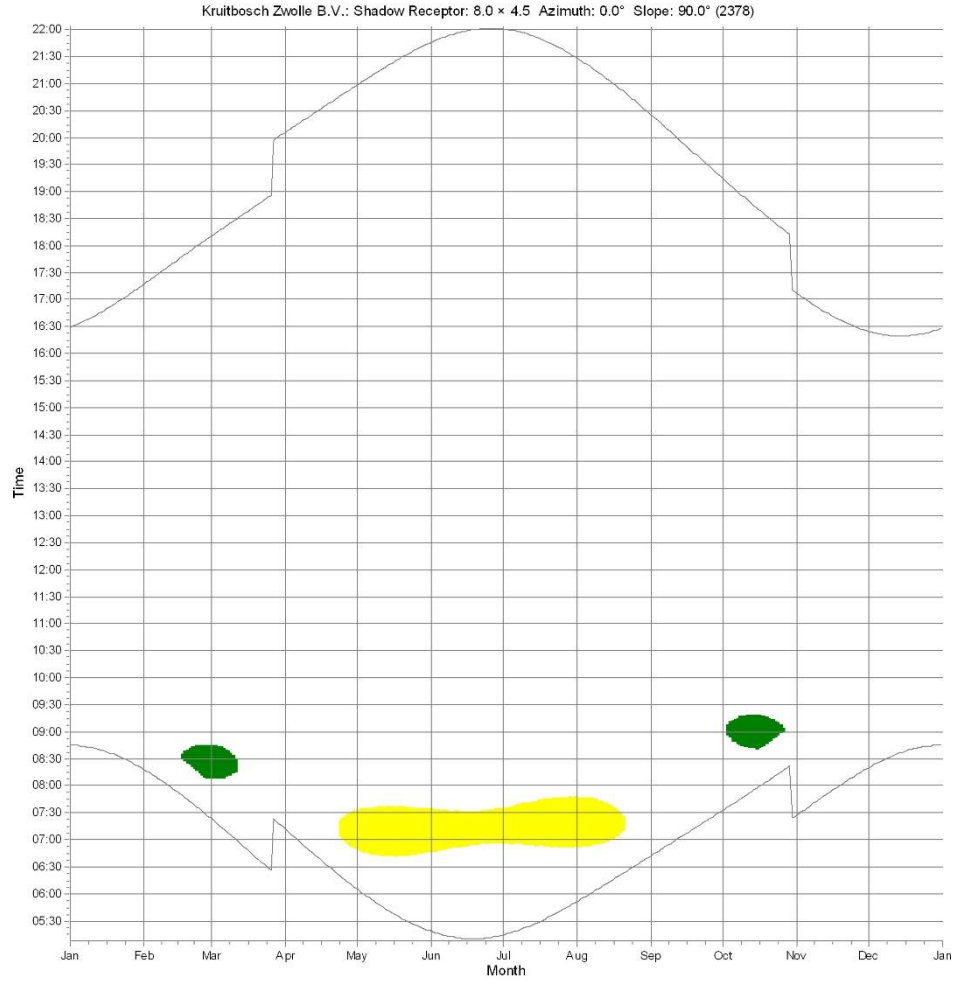
Bijlage 8 Slagschaduwkalenders selectie kantoorpanden (incl. zomertijd 2021)

Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]
Calculated:
07/06/2023 10:25/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden kantoren >20u/j **Shadow receptor:** Kruitbosch Zwolle B.V. - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2378)



WTGs

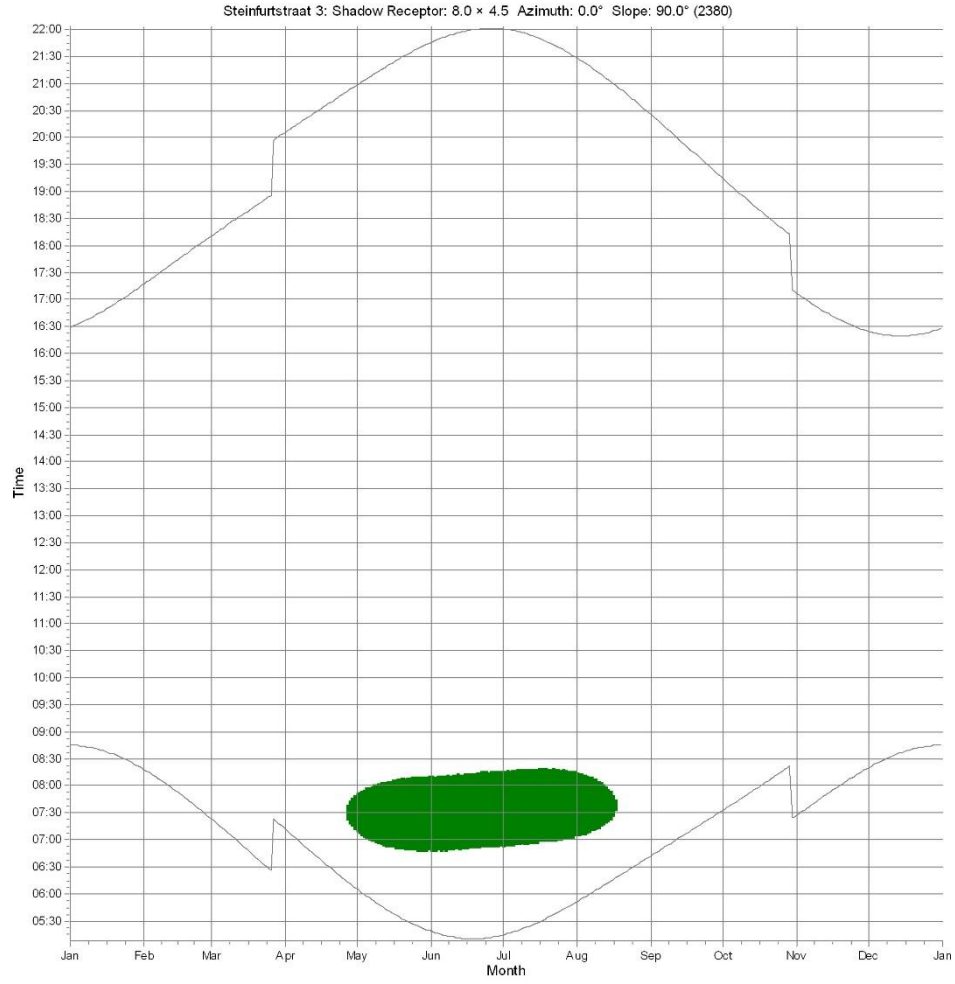
WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)
WT2: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (43)

Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]
Calculated:
07/06/2023 10:25/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden kantoren >20u/j **Shadow receptor:** Steinfurtstraat 3 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2380)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)

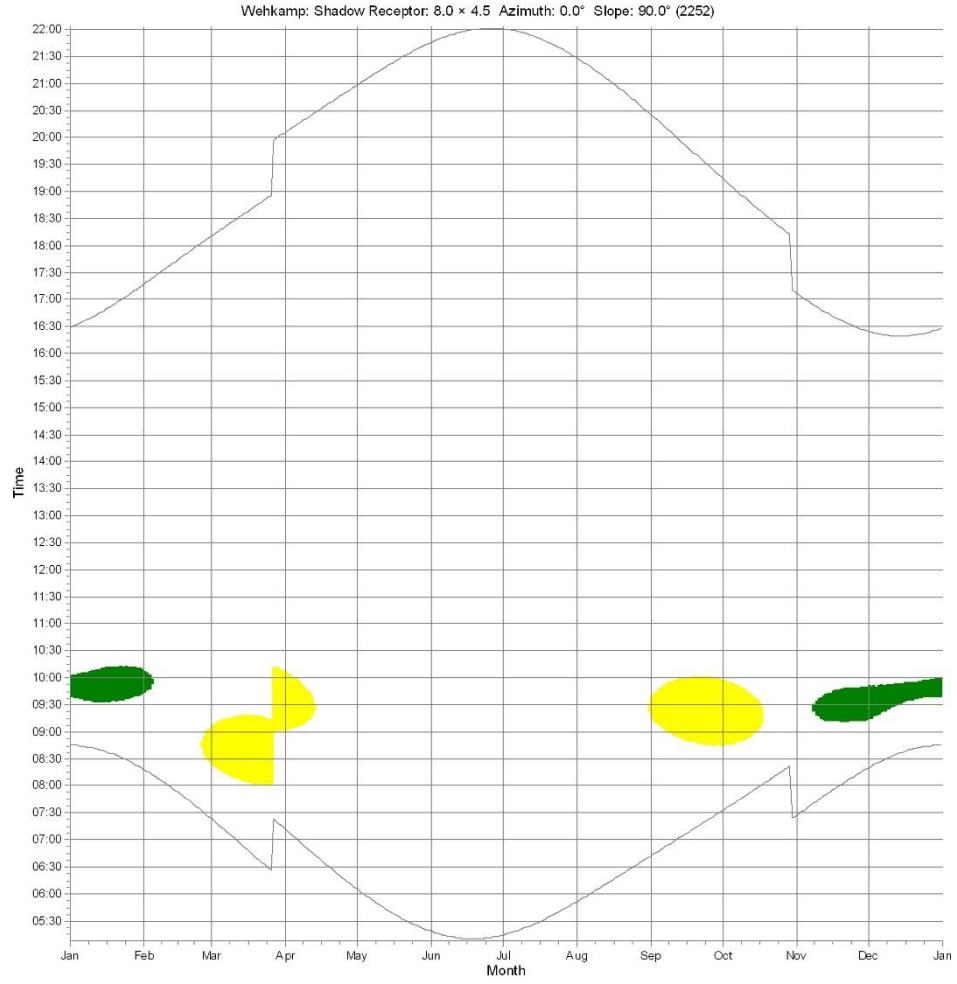
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
07/06/2023 10:25/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden kantoren >20u/j **Shadow receptor:** Wehkamp - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2252)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)
WT2: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (43)

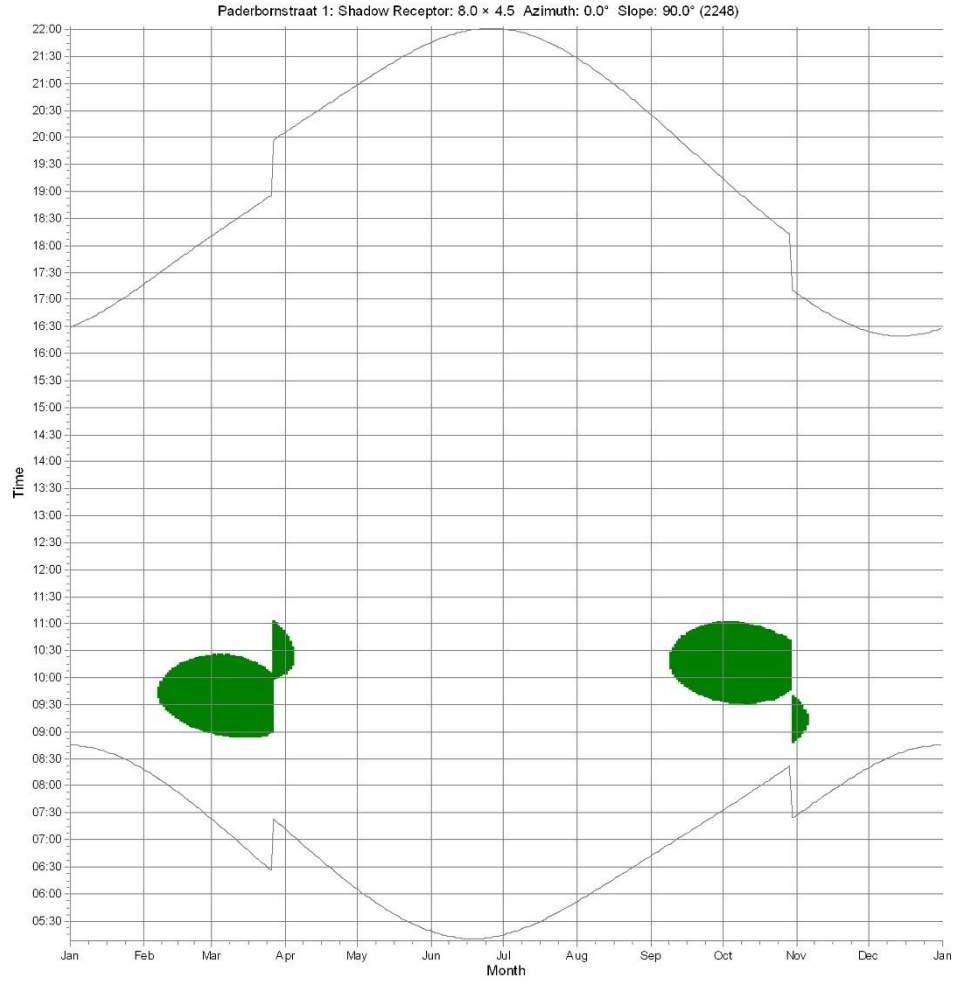
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
07/06/2023 10:25/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden kantoren >20u/j **Shadow receptor:** Paderbornstraat 1 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2248)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)

Akoestisch onderzoek en onderzoek naar slagschaduw drie windturbines

Energiepark Tolhuislanden

Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden

720153 | v1.0

15-8-2023



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
Energiepark Tolhuislanden

Versienummer
v1.0

Datum
15-8-2023

Project nummer
720153

Opdrachtgever
Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden

Auteur
[redacted] – Pondera Consult

Nagekeken door
[redacted] – Pondera Consult

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.

EIK ISO 9001:2015 gecertificeerd

PONDERA

Inhoudsopgave

1 Inleiding 1

1.1 Beschrijving van de locatie 2
1.2 Regelgeving 3
1.3 Gegevens windturbine 4

2 Akoestisch onderzoek 5

2.1 Beoordeling 5
2.2 Invoer rekenmodel 7
2.3 Windaanbod 8
2.4 Geluidbron Nordex N163/5.X STE 9
2.5 Rekenresultaten 10
2.6 Beoordeling geluid 11
2.7 Voorzieningen geluid 11
2.8 Cumulatieve effecten met andere windturbines 12
2.9 Cumulatieve effecten met andere geluidbronnen 13
2.10 Geluid bij niet-geluidgevoelige objecten 16

3 Onderzoek slagschaduw 18

3.1 Normstelling 18
3.2 Slagschaduwgebied 18
3.3 Potentiële slagschaduw 19
3.4 Rekenresultaten 20
3.5 Hinderduur bij woningen 21
3.6 Maatregelen 22
3.7 Cumulatie met andere windturbines 22
3.8 Slagschaduw ter plaatse van overige slagschaduwgevoelige objecten 23

4 Conclusie 25

Bijlage 1 Verklarende begrippenlijst 26
Bijlage 2 Objecten rekenmodel akoestiek 28
Bijlage 3 Situering objecten rekenmodel akoestiek 35
Bijlage 4 Rekenresultaten akoestiek 48
Bijlage 5 Geluidcontour 47 dB Lden 52
Bijlage 6 Geluidcontour 40 dB Lnight 54
Bijlage 7 Geluidcontour 47 dB Lden – geluidmitigatie 56
Bijlage 8 Geluidcontour 40 dB Lnight – geluidmitigatie 58
Bijlage 9 Geluidcontour 47 dB Lden – referentiesituatie 60
Bijlage 10 Geluidcontour 47 dB Lden – cumulatie 62
Bijlage 11 In- en uitvoergegevens slagschaduw 64
Bijlage 12 Slagschaduwcontouren EP Tolhuislanden 71
Bijlage 13 Slagschaduwcontouren referentiesituatie 73
Bijlage 14 Slagschaduwcontouren cumulatief 75
Bijlage 15 Slagschaduwkalender referentiewoningen (zonder zomertijd) 77
Bijlage 16 Slagschaduwkalenders kantoorpanden (met zomertijd 2021) 93

1 Inleiding

In opdracht van Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden is een akoestisch onderzoek en een onderzoek naar slagschaduw uitgevoerd voor drie op te richten windturbines in de gemeente Zwolle. De op te richten windturbines worden in het rapport aangeduid als WT01, WT02 en WT03, en het gehele windpark wordt aangeduid als Energiepark Tolhuislanden (hierna: EP Tolhuislanden). De coördinaten van de windturbines zijn gegeven in Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Nieuwe windturbines EP Tolhuislanden X- en Y-coördinaten

Windturbine	X-coördinaten	Y-coördinaten
WT01	209375	505912
WT02	209091	506596
WT03	208879	507026

Het onderzoek wordt uitgevoerd in het kader van de vergunningaanvraag, ruimtelijke onderbouwing en m.e.r.-beoordeling.

In het kader van het akoestisch onderzoek is gerekend met windturbines met een gemiddelde geluiduitstraling voor haar klasse. Idealiter wordt een relatief luide windturbine gehanteerd in een dergelijk onderzoek. Echter wordt voor het beoogde plangebied waar de woningen relatief dichtbij de nieuwe windturbines gelegen zijn een luide windturbine niet realiseerbaar geacht omdat hiermee niet kan worden voldaan aan de geluidnorm (zie paragraaf 1.2 waar wordt ingegaan op de getoetste geluidnorm). Daarom wordt er uitgegaan van een windturbine met een gemiddelde geluiduitstraling voor haar klasse, welke wel luider is dan andere bestaande turbinetypes met gemiddelde geluiduitstraling die binnen de bandbreedte passen. De gehanteerde windturbine wordt wel als maatgevend beschouwd voor de maximale geluidbelasting, aangezien deze de luidste is die voor dit specifieke project toegepast kan worden. In deze zin is de turbine 'worst case' specifiek voor dit project. H Voor het onderzoek naar slagschaduwhinder is uitgegaan van maximale afmetingen 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 EP Tolhuislanden

Parameter	Windturbines EP Tolhuislanden
Ashoogte [m]	149 – 167 m
Rotordiameter [m]	149 – 172 m
Tiphoogte [m]	230 – 252 m
Referentieturbine akoestisch onderzoek	Nordex N163/5.X STE op 167 m ashoogte
Referentieturbine slagschaduwonderzoek	Fictieve windturbine met rotordiameter van 172 m op 166 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). Voor de ruimtelijke onderbouwing en m.e.r.-beoordeling 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 en vormvrije m.e.r-beoordeling, naast de slagschaduweffecten op slagschaduwgevoelige objecten, tevens de effecten op nabijgelegen overige slagschaduwgevoelige objecten inzichtelijk gemaakt.

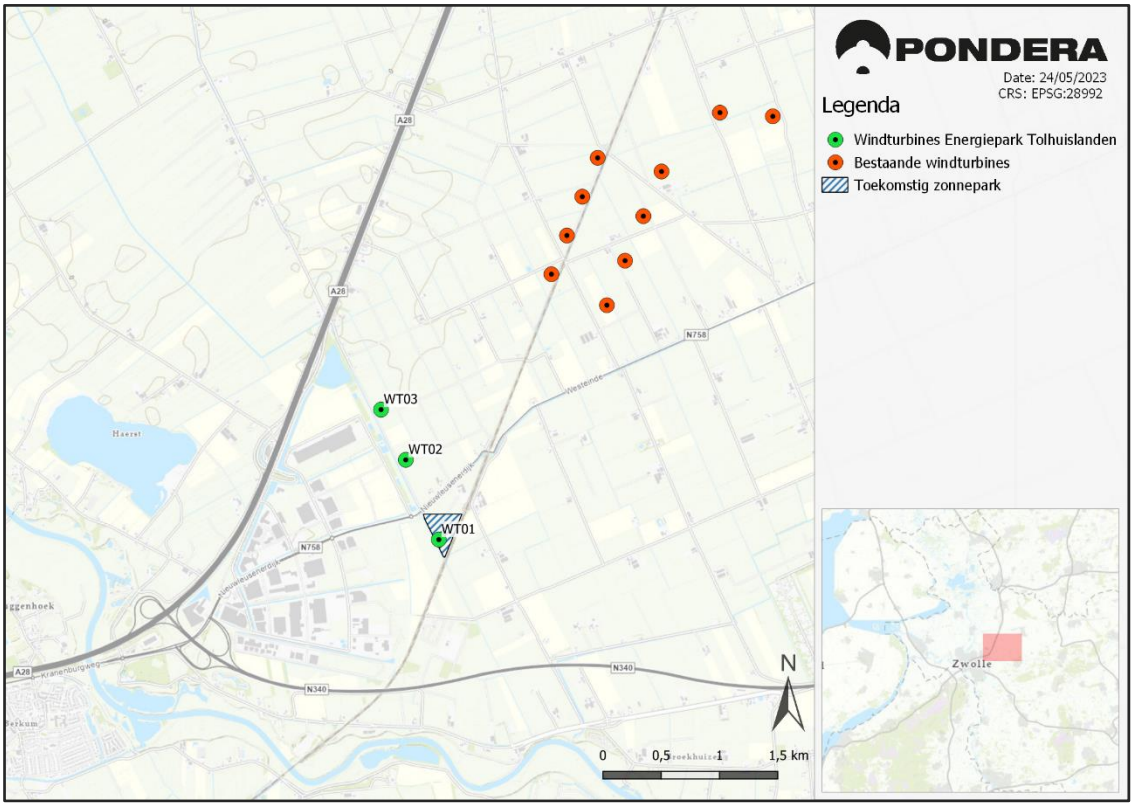
1.1 Beschrijving van de locatie

De initiatiefnemer is voornemens 3 windturbines te realiseren in de gemeente Zwolle, aan de oostkant van het gezoneerde bedrijventerrein Hessenpoort. Ter plaatse van de meest zuidelijke windturbine van Energiepark Tolhuislanden (WT01) is de initiatiefnemer voornemens een zonnepark te realiseren.
Ten noordoosten van de nieuwe windturbines zijn meerdere bestaande windturbines gesitueerd. In de omgeving liggen meerdere auto(snel)wegen, waaronder de A28 ten westen van de windturbines, de N340 ten zuiden van de windturbines en de N758 (Nieuwleusenerdijk) gelegen tussen de twee meest zuidelijke turbines van Energiepark Tolhuislanden en haaks op de windturbinelijn. Ten oosten van de windturbines loopt tevens de spoorlijn tussen Zwolle en Meppel. Grenzend aan bedrijventerrein Hessenpoort ligt het verdeel- en schakelstation Hessenpoort.

De omgeving van het plangebied wordt gekenmerkt als agrarisch en open gebied met voornamelijk vrij liggende (woon)bebouwing. Er is geen sprake van woonconcentraties in de nabijheid van de nieuwe 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. In een uitgevoerd onderzoek[3] naar gepaste milieunormen voor het plangebied van EP Tolhuislanden zijn de effecten van mogelijke milieunormen inzichtelijk gemaakt op de omgeving. Met deze informatie kan een afweging worden gemaakt of het hanteren van een bepaalde milieunorm voldoende bescherming biedt voor de omgeving enerzijds, waarbij anderzijds EP Tolhuislanden een economisch uitvoerbaar project blijft.

Op basis van het milieunormenonderzoek zal het bevoegd gezag (Gemeente Zwolle) project-specifieke milieunormen vastleggen welke passend worden geacht voor EP Tolhuislanden en de omgeving. In het milieunormonderzoek is geconcludeerd dat voor het milieuthema geluid de geluidnormen 47 dB L_{den} en 40 dB L_{night} geschikt zijn bevonden voor geluidgevoelige objecten, waar EP Tolhuislanden aan zal moeten voldoen. Naast dat deze geluidnormen zijn voortgekomen uit het milieunormenonderzoek, heeft de Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden daarbij intern afgesproken om te voldoen aan de geluidnormen 47 dB L_{den} en 40 dB L_{night}.

Voor het milieuthema slagschaduw is in het milieunormenonderzoek een norm voor de netto jaarlijkse slagschaduwduur vastgesteld van maximaal 0 tot 1 uur per jaar[4] voor slagschaduwgevoelige objecten. Ook hier heeft de Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden intern afgesproken om te voldoen aan de slagschaduwnorm van maximaal 0 tot 1 uur per jaar.

In het onderhavige rapport wordt getoetst aan deze project-specifieke geluid- en slagschaduwnormen.

1 ECLI:NL:RVS:2021:1395
[2] Overweging 65 uit de uitspraak ECLI:NL:RVS:2021:1395
[3] Onderzoek milieunormen windenergie: Windturbines Energiepark Tolhuislanden, 15-08-2023, Pondera Consult
[4] In de praktijk is terug regeling naar 0 uur per jaar niet mogelijk doordat bij afwisselende zonnige momenten enige tijd nodig is de windturbine af te schakelen. Mitigeren naar 0-1 uur/jaar dient gelezen te worden als ‘zoveel reductie als mogelijk’.

1.3 Gegevens windturbine

1.3.1 Akoestisch onderzoek: Nordex N163/5.X STE

De Nordex N163/5.X heeft een rotordiameter van 163 m met drie rotorbladen. Het toerental van de rotor is continu en bij nominaal toerental circa 10,7 rpm. De turbine wordt geplaatst op een conische stalen buismast op 167 m hoogte. De tiphoogte bedraagt daarmee 249 m. In de nacelle zit de generator van 5.700 kW. De kleur van de rotorbladen is lichtgrijs, het generatorhuis en de mast zijn grijs. De rotorbladen zijn semi-mat. In het akoestisch onderzoek is uitgegaan van de Nordex N163/5.X met serrated edges (STE)[5].

De Nordex N163/5.X STE heeft een gemiddelde geluiduitstraling in vergelijking tot andere windturbines binnen dezelfde bandbreedte. Doordat een aantal woningen nabij één of meerdere windturbines van EP Tolhuislanden gelegen zijn, zal een zeer luid windturbinetype niet rendabel zijn omdat relatief vergaande maatregelen nodig zijn om geluid te mitigeren, wat resulteert in relatief veel energieopbrengstverlies als gevolg van geluidmitigatie. Om deze reden is in de onderzoeken nu uitgegaan van een turbine met gemiddelde geluiduitstraling, die wel realiseerbaar is op deze locatie. Van de turbinetypes met gemiddelde geluiduitstraling is het gekozen turbinetype (Nordex N163-5.X met STE) nog wel relatief luid, zodat de bovenkant van de bandbreedte in beeld is gebracht.

1.3.2 Slagschaduwonderzoek: fictieve windturbine

Voor het slagschaduwonderzoek is uitgegaan van een fictieve windturbine met een rotordiameter van 172 m en ashoogte van 166 m. De tiphoogte bedraagt hiermee 252 m. Met een maximale rotordiameter en tiphoogte binnen de bandbreedte worden de maximale effecten op de omgeving inzichtelijk gemaakt.

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

2 Akoestisch onderzoek

2.1 Beoordeling

2.1.1 Normstelling

Zoals beschreven in paragraaf 1.2 kan niet zonder meer worden getoetst aan de normen uit het Activiteitenbesluit. In het akoestisch onderzoek wordt derhalve getoetst aan de project-specifieke geluidnormen, namelijk de waarden L_{den}=47 dB en L_{night}=40 dB. De geluidbelasting wordt op enkele referentiewoningen (toetspunten) inzichtelijk gemaakt om te onderzoeken of aan deze geluidnormen wordt voldaan.

2.1.2 Overige beoordeling

Cumulatie met andere windturbines

In de omgeving van EP Tolhuislanden zijn bestaande windturbines gesitueerd. Er zijn vier bestaande windturbines van Windpark Tolhuislanden (WP Tolhuislanden) op ong. 1,8 km afstand en vier bestaande windturbines van Windpark Westenwind (WP Westenwind) op ong. 2,2 km afstand van EP Tolhuislanden. Beide windparken hebben windturbines van het type Enercon E-82 op 85 m ashoogte, waarbij beide windparken bestaan uit drie windturbines van 2,3 MW en één van 3 MW. Op ong. 3,9 km afstand liggen de windturbines van Windpark Synergie (WP Synergie) van het type Enercon E-138 EP3 E2 op 131 m ashoogte.

Cumulatie van windturbinegeluid van de bestaande windturbines met de nieuwe windturbines van EP Tolhuislanden is bepaald voor de referentiewoningen om de toevoeging aan het akoestisch klimaat, veroorzaakt door EP Tolhuislanden, te bepalen.

Naast de bovengenoemde bestaande windturbines, zijn er nog bestaande windturbines op grotere afstand van EP Tolhuislanden gelegen (>4 km). Vanwege de grote afstand zal het aandeel van deze windturbines in cumulatieve geluidbelasting verwaarloosbaar zijn, zeker in relatie tot de eerdergenoemde bestaande windturbines die op kortere afstand tot EP Tolhuislanden gelegen zijn. Dergelijke bestaande windturbines op >4 km afstand worden derhalve niet meegenomen in de bepaling van de cumulatieve geluidbelasting.

Cumulatie met andere geluidbronnen

Cumulatie met andere geluidbronnen wordt beschouwd als er sprake is van blootstelling aan meer dan één geluidbron conform de rekenregels uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines (Activiteitenregeling milieubeheer Bijlage 4). De huidige geluidbelasting op referentiewoningen veroorzaakt door andersoortige geluidbronnen is bepaald (referentiesituatie). Relevante andersoortige geluidbronnen in de referentiesituatie zijn het gezoneerde bedrijventerrein Hessenpoort, het aangrenzende verdeel- en schakelstation Hessenpoort (hierna: transformatorstation), de auto(snel)wegen A28, N340 en N758 (Nieuwleusenerdijk), railverkeer op de spoorlijn tussen Zwolle en Meppel en de bestaande windturbines van WP Tolhuislanden, WP Westenwind en WP Synergie. Door de huidige geluidbelasting in de referentiesituatie en de toekomstige geluidbelasting met toevoeging van EP Tolhuislanden te bepalen, wordt het effect van EP Tolhuislanden op de kwaliteit van de akoestische omgeving bepaald.

Geluidbelasting bij niet-geluidgevoelige objecten

Een bedrijf/kantoor wordt in de Wet Geluidhinder in beginsel niet aangemerkt als geluidgevoelig object. Een specifiek wettelijk kader 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 (op bedrijventerrein Hessenpoort) inzichtelijk gemaakt.

Laagfrequent geluid

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

Het RIVM heeft op verzoek van de GGD-en de invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden door windturbines onderzocht[6]. Uit dit onderzoek blijkt dat windturbines weliswaar laagfrequent geluid produceren maar dat er geen bewijs bestaat dat dit een factor van belang is. Bij een A-gewogen normstelling van 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[7] 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[8]. 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;

[6] Windturbines: invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden, GGD Informatieblad medische milieukunde Update 2013; RIVM-rapport 200000001/2013.
[7] Literatuuronderzoek laagfrequent geluid windturbines, LBP Sight in opdracht van Agentschap NL, projectnummer DENB 138006 september 2013.
[8] Brief d.d. 31 maart 2014, betreft laagfrequent geluid van windturbines, kenmerk IenM/bsk-2014/44564, staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu Wilma J. Mansveld.

- 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 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[9] van het RIVM (2020) blijkt dat laagfrequent geluid niet zorgt voor extra hinder dan hinder gerelateerd aan 'gewoon' geluid.

2.2 Invoer rekenmodel

Van de situatie is een akoestisch rekenmodel opgesteld met behulp van het programma Geomilieu® versie V2021.1. Hiermee zijn de jaargemiddelde geluidniveaus berekend. De modellering en de overdrachtsberekening zijn uitgevoerd conform het Reken- en meetvoorschrift windturbines.

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=0,9). 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. Bebouwing (bedrijventerrein) is aangeduid met een bodemfactor van B=0,3.

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.

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

Tabel 2.1 Referentiewoningen akoestiek

Toetspunt	Adres	Afstand tot dichtstbijzijnde windturbine [m]	Dichtstbijzijnde windturbine*
tp01	Lichtmisweg 6	840	3
tp02	Steenwetering 2	430	3
tp03	Vriezendijk 2	740	3
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	600	2
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	360	2
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	370	2
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	450	1
tp08	De Bese 8	410	1
tp09	De Bese 17	410	1

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

De referentiewoningen zijn gemodelleerd als gebouwen met 5,5 meter hoogte boven het maaiveld. Op elke gevel(oriëntatie) van de gebouwen zijn toetspunten geplaatst op een beoordelingshoogte +5 meter hoogte boven het maaiveld[10]. Op elk toetspunt is het jaargemiddelde geluidniveau berekend. Details van de invoergegevens van het rekenmodel zijn gegeven in Bijlage 2 en de situering van de referentiewoningen en de toetspunten op de gevel van de referentiewoningen is gegeven in Bijlage 3 op kaart.

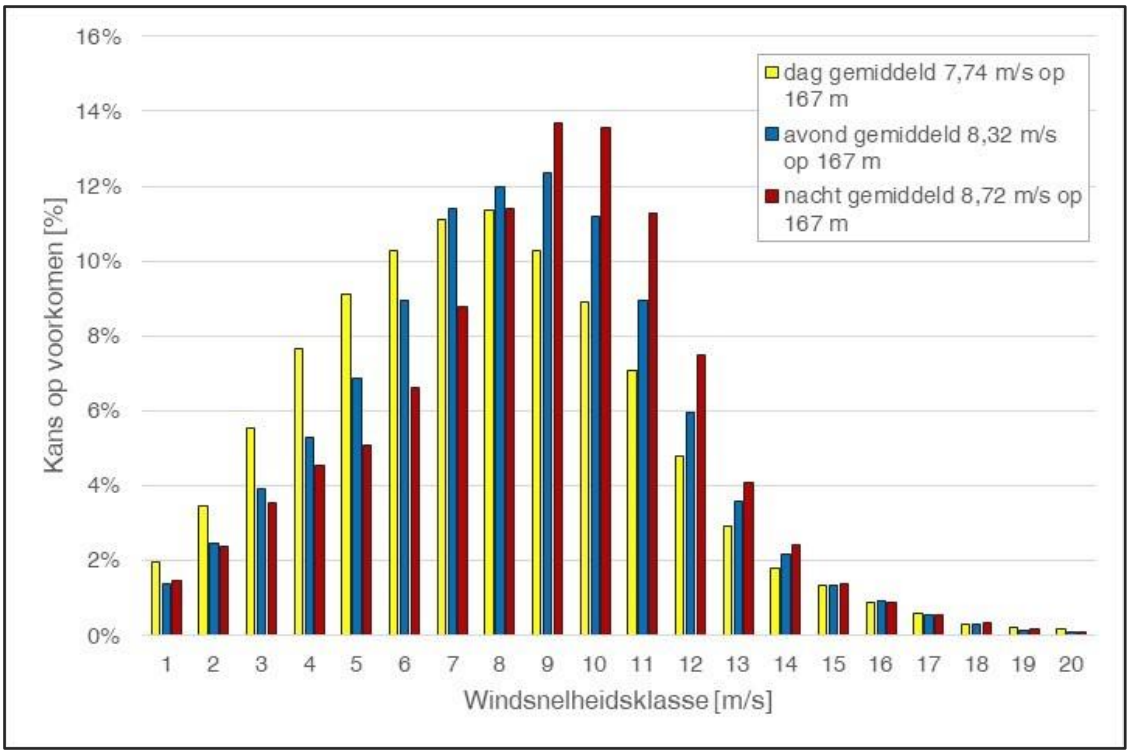
2.3 Windaanbod

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[11].

Voor de geluidberekeningen is uitgegaan van de windverdeling op maximale ashoogte (167 m) voor een windturbine met een rotordiameter van 163 meter. In Figuur 2.1 is de windverdeling weergegeven op 167 m ashoogte voor de dag-, avond- en nachtperiode. Windsnelheden boven 20 m/s zijn hier niet weergegeven omdat de kans dat deze voorkomen erg laag is, echter de berekening houdt er wel rekening mee.

[10] https://www.rvo.nl/onderwerpen/windenergie-op-land/geluid/geluidsberekening-windturbines
[11] Activiteitenregeling milieubeheer Bijlage 4, Reken- en meetvoorschrift windturbines, §3.4.3 bepaling windsnelheidsverdeling.

Figuur 2.1 Voorkomende windsnelheden op ashoogte +167 m



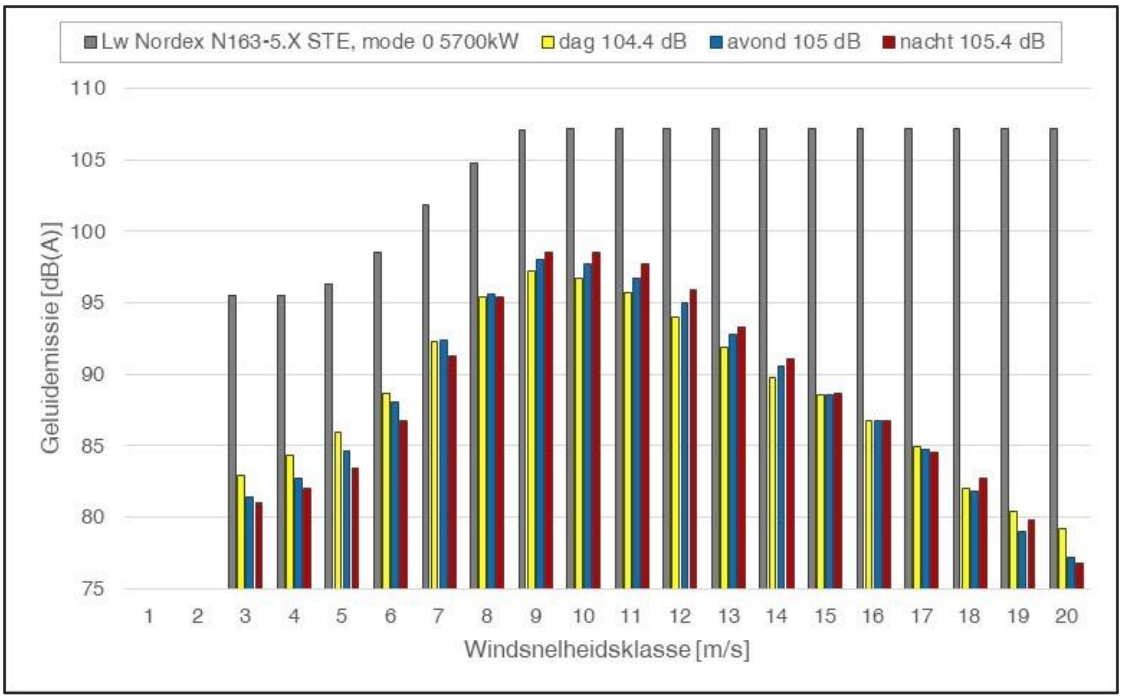
2.4 Geluidbron Nordex N163/5.X STE

Nordex heeft geluidgegevens van de Nordex N163/5.X STE beschikbaar gesteld[12]. De bronsterkten zijn gerapporteerd bij windsnelheden op ashoogte van 5 t/m 18 m/s. Door een gebrek aan beschikbare informatie is het octaafspectrum van de Nordex N149/4.0-4.5 STE[13] gebruikt om de overdracht te berekenen. Het gebruikte octaafspectrum is gegeven bij een windsnelheid van V_{as}=12 m/s. De maximale bronsterkte bedraagt 107,2 dB(A) en treedt op bij windsnelheden op ashoogte vanaf 10 m/s.

De gerapporteerde bronsterkten van de Nordex N163/5.X STE (grijze staven in Figuur 2.2) zijn omgerekend naar jaargemiddelde bronsterkten in relatie tot de windsnelheid op een ashoogte van 167 m.

[12] Noise level, Power curves, Thrust curves Nordex N163/5.X, F008_276_A13_EN Revision 02, 2020-02-17
[13] Octave sound power levels Nordex N149/4.0-4.5 Variable Power Curve Modes

Figuur 2.2 Verdeling bronsterkten Nordex N163/5.X STE, ashoogte 167 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 167 m 104,4, 105,0 en 105,4 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 EP Tolhuislanden [dB(A)]

Toetspunt	Adres	Geluidbelasting	
		L_{night}	L_{den}
tp01	Lichtmisweg 6	37	43
tp02	Steenwetering 2	**41**	47
tp03	Vriezendijk 2	39	45
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	40	47
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	**45**	**51**
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	**44**	**51**
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	**43**	**49**
tp08	De Bese 8	**43**	**49**
tp09	De Bese 17	**42**	**48**

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}=47 dB alsmede voor L_{night}=40 dB.

2.6 Beoordeling geluid

De resultaten in Tabel 2.2 laten zien dat de getoetste geluidnormen L_{den}=47 dB en L_{night}=40 dB wordt overschreden ter plaatse van meerdere toetspunten. De **vetgedrukte waarden** laten de overschrijdingen zien. Om aan de project-specifieke geluidnorm te voldoen, zijn geluidmitigerende voorzieningen voor de gehanteerde windturbine aan de orde.

2.7 Voorzieningen geluid

Om te voldoen aan de project-specifieke geluidnorm 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 EP Tolhuislanden is 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). De bedrijfsinstellingen waarmee normoverschrijding voorkomen kan worden, is gegeven in Tabel 2.3. De benamingen verwijzen naar de benamingen van deze standaardinstellingen.

Tabel 2.3 Bedrijfsinstelling windturbines

Windturbine	Dag (7:00-19:00u)	Avond (19:00-23:00u)	Nacht (23:00-07:00u)
WT01	Mode 0	Mode 0	Mode 10
WT02	Mode 0	Mode 0	Mode 13
WT03	Mode 0	Mode 0	Mode 1

De resultaten in geluidbelasting wanneer geluidmitigatie wordt toegepast, zijn gegeven in Tabel 2.4. In Bijlage 2 en Bijlage 4 zijn respectievelijk de akoestische gegevens en gedetailleerde rekenresultaten gegeven. In Bijlage 7 en Bijlage 8 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 2.4 Rekenresultaten EP Tolhuislanden met geluidmitigatie [dB(A)]

Toetspunt	Adres	Geluidbelasting	
		L_{night}	L_{den}
tp01	Lichtmisweg 6	35	42
tp02	Steenwetering 2	40	47
tp03	Vriezendijk 2	37	44
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	36	44
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	39	47
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	39	47
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	38	46
tp08	De Bese 8	38	46
tp09	De Bese 17	37	45

Aangezien zonder de toepassing van geluidmitigatie met het doorgerekende windturbinetype niet kan worden voldaan aan de geluidnorm, zal een toekomstige situatie met realisatie van EP Tolhuislanden alleen kunnen bestaan met toepassing van geluidmitigatie of het kiezen van een windturbine met een lagere geluidbelasting. Daarom wordt in de hierop volgende berekeningen (voor cumulatie met bestaande windturbines, cumulatie met andere geluidbronnen en geluidbelasting bij niet-geluidgevoelige objecten) slechts uitgegaan van de realisatie van EP Tolhuislanden mét geluidmitigatie.

2.8 Cumulatieve effecten met andere windturbines

Cumulatie met de bestaande windturbines van WP Tolhuislanden, WP Westenwind en WP Synergie is inzichtelijk gemaakt. De geluidemissie van de bestaande windturbines is bepaald op basis van de geluidemissiegegevens die zijn vrijgegeven door de turbinefabrikant van het desbetreffende turbinetype. In Bijlage 2 zijn de bronnen vermeld op basis waarvan de geluidemissie van de bestaande windturbines is bepaald. In Bijlage 2 zijn van de bestaande windturbines ook de bronemissies op ashoogte gegeven bij variërende windsnelheden voor de dag-, avond- en nachtperiode.

De cumulatieve geluidbelasting van de bestaande windturbines (referentiesituatie) en de nieuwe windturbines van EP Tolhuislanden is gegeven in Tabel 2.5. De gedetailleerde rekenresultaten zijn gegeven in Bijlage 4. De geluidcontouren L_{den}=47 dB van de referentiesituatie en de cumulatieve situatie zijn gegeven Bijlage 9 en Bijlage 10.

Tabel 2.5 Cumulatie met bestaande windturbines [dB(A)]

Toetspunt	Adres	Referentiesituatie		EP Tolhuislanden*		Cumulatief	
		L_{night}	L_{den}	L_{night}	L_{den}	L_{night}	L_{den}
tp01	Lichtmisweg 6	23	29	35	42	35	42
tp02	Steenwetering 2	24	31	40	47	40	47
tp03	Vriezendijk 2	29	36	37	44	38	44
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	25	31	36	44	36	44
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	22	28	39	47	39	47
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	23	29	39	47	40	47
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	23	29	38	46	38	46
tp08	De Bese 8	23	29	38	46	38	46
tp09	De Bese 17	21	27	37	45	37	45

* Resultaten voor EP Tolhuislanden met mitigatie.

Tabel 2.5 laat zien dat de geluidbelasting als gevolg van EP Tolhuislanden gelijk is aan de cumulatieve geluidbelasting. Dit komt omdat de bestaande windturbines in de referentiesituatie relatief ver weg gelegen zijn ten opzichte van de nieuwe windturbines. De geluidbelasting van bestaande windturbines op de referentiewoningen is daarom relatief laag. Woningen die verder weg gelegen zijn van de nieuwe windturbines en dichter bij de bestaande windturbines zouden wel cumulatie van windturbinegeluid kunnen ondervinden. Indien het bevoegd gezag maatwerk voorschrijft op grond van cumulatie, kunnen verdere geluidreducerende maatregelen worden toegepast op de windturbines tot een niveau waarop bijvoorbeeld cumulatief wordt voldaan aan de maximaal toegestane geluidbelasting van 47 dB L_{den} en 40 dB L_{night}.

2.9 Cumulatieve effecten met andere geluidbronnen

Cumulatie met de andersoortige geluidbronnen beschreven 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 2.6 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 sprake van cumulatie met 10 nabijgelegen bestaande windturbines (WP Tolhuislanden, WP Westenwind en WP Synergie), zoals eerder beschreven in paragraaf 2.8. De toegepaste geluidgegevens van de bestaande windturbines zijn gegeven in Bijlage 2.

Wegverkeer

De geluidbelasting als gevolg van de autosnelweg A28 is bepaald met behulp van het Geluidregister Wegverkeer[14]. Deze is geraadpleegd in maart 2022 en betreft de versie van 24 februari 2022. De geluidbelasting veroorzaakt door wegverkeer op de N758 en N340 is bepaald op basis van de uurintensiteiten wegverkeer in de dag-, avond- en nachtperiode en de maximale snelheid op de betreffende wegen voor lichte, middelzware en zware motorvoertuigen. Deze gegevens zijn verkregen uit akoestische onderzoeken van de N758[15] en N340[16]. Voor de N758 zijn de verkeersintensiteiten gebruik die volgens het akoestisch onderzoek beoogd worden in het jaar 2021. In het akoestisch onderzoek van de N340 bevat de verkeersintensiteiten van 2014 en de verwachte verkeersintensiteiten in 2028. Aangezien de realisatie van de beoogde windturbines eerder in de richting van het jaar 2028 zal zijn, is uitgegaan van de verkeersintensiteiten van 2028. In Bijlage 2 zijn de invoergegevens voor wegverkeer gegeven.

Railverkeer

Ten oosten van de nieuwe windturbines loopt de spoorlijn tussen Zwolle en Meppel. De geluidbelasting veroorzaakt door railverkeer op deze spoorlijn is berekend op basis van het Geluidregister Spoor[17], geraadpleegd in maart 2022.

Industrie

Nabij het plangebied van EP Tolhuislanden ligt het gezoneerde bedrijventerrein Hessenpoort. Doordat er een geluidzone is opgenomen in het bestemmingsplan[18] wordt verwacht dat er installaties aanwezig zijn of werkzaamheden plaatsvinden met aanzienlijke geluidsproductie. Op verzoek is de geluidbelasting op de referentiewoningen als gevolg van werkzaamheden op bedrijventerrein Hessenpoort doorgerekend door

[14] https://geluidregister.rijkswaterstaat.nl/geluidregister/#!/kaart/
[15] Akoestisch onderzoek realisatie rotonde provinciale weg N758, 18-11-2010, Tauw B.V.
[16] N340/N48 Zwolle-Ommen: Akoestisch onderzoek, juli 2012, Witteveen+Bos
[17] http://www.geluidregisterspoor.nl/geluidregister.html
[18] https://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.0193.BP11015-0004/r_NL.IMRO.0193.BP11015-0004_3.16.html

de Omgevingsdienst IJsselland, die in het bezit is van het geluidmodel van het bedrijventerrein Hessenpoort. De rekenresultaten zijn ontvangen in juni 2022.

Grenzend aan het bedrijventerrein Hessenweg ligt het transformatorstation waar een geluidzone voor is opgenomen in het bestemmingsplan[19]. De geluidzone van het transformatorstation ligt in zijn geheel binnen de geluidzone van het bedrijventerrein Hessenpoort. De grens van de geluidzone van het transformatorstation ligt op ongeveer 520 m afstand van het meest nabijgelegen toetspunt 9. Dit toestpunt ligt 70 m binnen de geluidzone van bedrijventerrein Hessenpoort. Door het grote verschil in afstand tussen de geluidzone van het transformatorstation met het meest nabijgelegen toetspunt en de ligging van dit toetspunt binnen de geluidzone van bedrijventerrein Hessenpoort, wordt de geluidbelasting veroorzaak door het transformatorstation niet significant geacht ten opzichte van geluid van bedrijventerrein Hessenpoort. Geluid veroorzaakt door het transformatorstation wordt daarom buiten beschouwing gelaten in de bepaling de geluidbelasting in de referentiesituatie en de cumulatieve geluidbelasting in de nieuwe situatie.

Cumulatie

Voor de referentiewoningen is inzichtelijk gemaakt wat de realisatie van EP Tolhuislanden betekent voor de cumulatieve geluidbelasting. De geluidbelasting in de referentiesituatie is gegeven in Tabel 2.7. Voor de cumulatieve geluidbelasting in onderstaande tabel zijn de kleurcodes toegepast als gedefinieerd in Tabel 2.6. 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.

Tabel 2.7 Cumulatieve geluidbelasting referentiesituatie [dB(A)]

Toetspunt	Adres	L VL = L* VL	L* RL	L* IL	L* WT ref	Lcum ref
tp01	Lichtmisweg 6	65	38	51	28	65
tp02	Steenwetering 2	56	40	51	30	58
tp03	Vriezendijk 2	47	48	45	39	52
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	59	62	48	32	63
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	55	52	53	27	59
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	56	53	52	28	59
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	53	60	50	28	61
tp08	De Bese 8	48	60	49	28	61
tp09	De Bese 17	45	52	49	25	54

Tabel 2.7 laat zien dat bijdrage van de bestaande windturbines zeer laag is ten opzichte van de andere geluidbronnen door de grote afstand waarop deze gelegen zijn van de referentiewoningen. In de referentiesituatie wordt de kwaliteit van de akoestische omgeving op basis van Methode Miedema voor 2 woningen geclassificeerd als ‘Redelijk’, voor 3 woningen als ‘Matig’, voor 3 woningen als ‘Tamelijk slecht’ en voor 1 woning als ‘Slecht’. Op basis van de resultaten kan worden geconcludeerd dat er al een

[19] https://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.0193.BP11015-0004/r_NL.IMRO.0193.BP11015-0004_3.17.html

significante geluidbelasting is in de referentiesituatie, voornamelijk als gevolg van wegverkeer, railverkeer en industrie.

De cumulatieve geluidbelasting op de referentiewoningen voor de toekomstige situatie waarbij EP Tolhuislanden is gerealiseerd, is gegeven in Tabel 2.8. De cumulatieve geluidbelasting is met kleurcodes geclassificeerd zoals gedefinieerd in Tabel 2.6.

Tabel 2.8 Cumulatieve geluidbelasting toekomstige situatie, EP Tolhuislanden met geluidmitigatie [dB(A)]

Toetspunt	Adres	Ref. situatie	Na realisatie EP Tolhuislanden			Verschil [dB (A)]
		L_{cum}	$L_{WT,nw}$	$L^*_{WT,nw}$	$L_{cum,nw}$	
tp01	Lichtmisweg 6	65	42	49	65	0
tp02	Steenwetering 2	58	47	57	60	3
tp03	Vriezendijk 2	52	44	53	55	3
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	63	44	52	64	0
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	59	47	58	61	3
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	59	47	58	62	3
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	61	46	56	62	1
tp08	De Bese 8	61	46	56	62	1
tp09	De Bese 17	54	45	54	57	3

* $L_{WT,nw}$ is de toekomstige cumulatieve geluidbelasting als gevolg van de bestaande windturbines en de nieuwe windturbines van EP Tolhuislanden (met geluidmitigatie) tezamen

In de toekomstige situatie zijn er vijf referentiewoningen (tp02, tp03, tp05, tp07 en tp09) die met één klasse verslechteren op basis van de classificering ‘Methode Miedema’. Het verschil in cumulatieve geluidbelasting in de referentiesituatie en de nieuwe situatie varieert tussen de 0 en 3 dB.

2.10 Geluid bij niet-geluidgevoelige objecten

Voor een selectie niet-gevoelige objecten is de geluidbelasting inzichtelijk gemaakt. Het betreft bedrijfspanden met een kantoorfunctie (volgens BAG) en panden die op het oog een kantoordeel hebben (beoordeeld op basis van Google Streetview™), maar niet zijn aangeduid met kantoorfunctie volgens BAG. De objecten zijn allen gelegen op het bedrijventerrein Hessenpoort. De ligging van de beoordeelde niet-gevoelige objecten is gegeven in Bijlage 3. De jaargemiddelde geluidniveaus L_{day} (bedrijfstijden van de bedrijven zijn voornamelijk overdag) en L_{den} zijn gegeven in Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Geluidbelasting EP Tolhuislanden bij niet-gevoelige objecten [dB(A)]

Toetspunt	Omschrijving	Geluidbelasting EP Tolhuislanden*	
		L_{day}	L_{den}
b01	Paderbornstraat 21	44	50
b02	Ravensburgstraat 8	39	44
b03	Lippestraat 15	37	42
b04	Lippestraat 3	33	38
b05	Lippestraat 1	32	37
b06	Lingenstraat 1	33	37
b07	Siegenstraat 5	39	43
b08	Steinfurtstraat 3	41	45
b09	Steinfurtstraat 10	35	39
b10	Holsteinstraat 4	28	33
b11	Holsteinstraat 6	29	33
b12	Paderbornstraat 1	44	48

* Resultaten voor EP Tolhuislanden met geluidmitigatie.

De geluidbelasting op de niet-geluidgevoelige objecten is inzichtelijk gemaakt als indicatie voor het leef- of werkklimaat. De berekende geluidbelasting L_{day} als gevolg van de windturbines is merkbaar, maar er wordt verondersteld dat de toevoeging van geluidsproductie door windturbines geen onaanvaardbare toevoeging zal zijn op de al aanwezige geluidniveaus op het bedrijventerrein.

3 Onderzoek slagschaduw

3.1 Normstelling

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

Zoals beschreven in paragraaf 1.2 mag niet zonder meer worden getoetst aan de milieunormen uit het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling. Derhalve is getoetst van de project-specifieke slagschaduwnorm van maximaal 0 tot 1 uur per jaar op slagschaduwgevoelige 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 stilstandvoorziening die de windturbine afschakelt indien bij slagschaduwgevoelige objecten meer dan de toegestane jaarlijkse slagschaduwduur van maximaal 0 tot 1 uur per jaar optreedt. In het kader van dit onderzoek worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bij de beoordeling worden alleen woningen van derden betrokken;
- Om te kunnen spreken van slagschaduw op de omgeving moet er sprake zijn van een minimale zonafdekking van 20% van het oppervlak. Indien dit minder is, zal zoveel licht rond het turbineblad buigen dat van een effectieve schaduw geen sprake is[20];
- Schaduw bij een zonnestand lager dan vijf graden wordt als niet-hinderlijk beoordeeld. Bij zonsopkomst en zonsondergang is het licht vrij diffuus en wordt de turbine vaak aan het zicht onttrokken door gebouwen en begroeiing;
- Bij een windpark worden de schaduwduren en 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. Op afstanden waarbij de zonafdekking lager is dan 20% van het oppervlak is er geen sprake meer van effectieve schaduw en wordt derhalve slagschaduw niet meer als hinderlijk beoordeeld. Het gebied waarin slagschaduw veroorzaakt door EP Tolhuislanden als hinderlijk waarneembaar kan zijn, ligt binnen een afstand van 2.241 meter (uitgaande van een VENSYS 170 5.8MW windturbine, een type windturbine met worst-case bladbreedte[21]). 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.

[20] De afstand waarbij 20% afscherming van de zon optreedt kan berekend worden met: Max. distance = (5*w*150.000.000) / 1.097.780 waarbij w staat voor de gemiddelde dikte van een rotorblad gebaseerd op de maximale dikte en de dikte op 90% rotorbladlengte.

[21] De VENSYS 170 5.8MW heeft een maximale bladbreedte van 5,1 m en bladbreedte op 90% radius van 1,5 m.

3.3 Potentiële slagschaduw

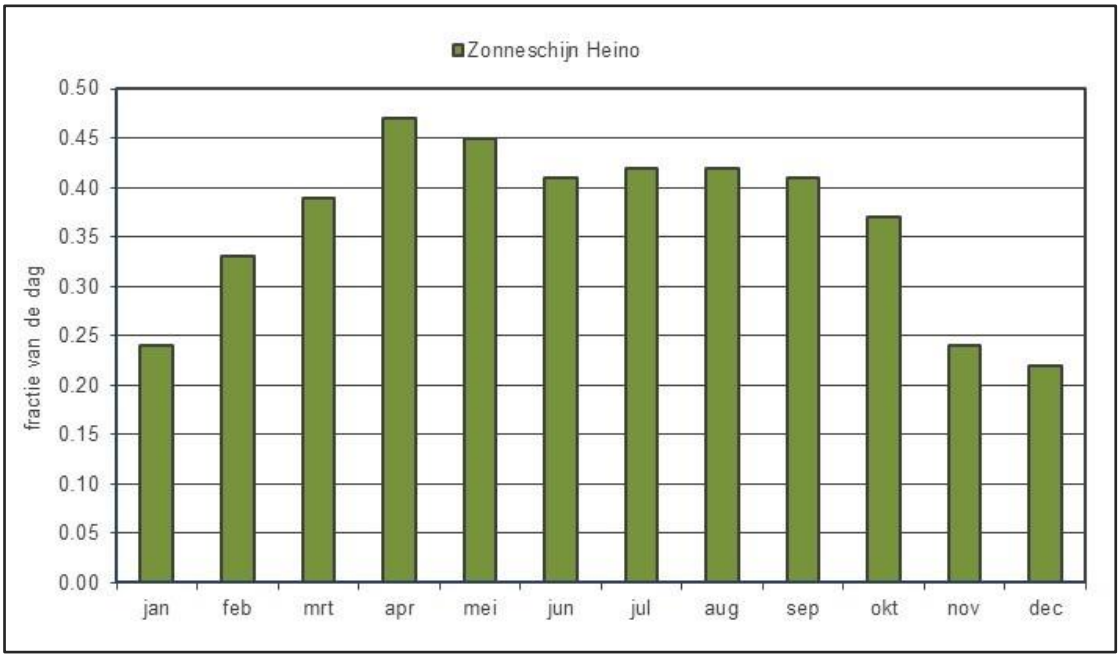
Op basis van de turbineafmetingen, de gang van de zon op deze locatie en een minimale zonshoogte van vijf graden, zijn de dagen en tijden berekend waarop slagschaduw kan optreden. De gang van de zon is voor alle dagen van het jaar bepaald met een astronomisch rekenmodel waarbij rekening is gehouden met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

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

3.3.1 Zonneschijn

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

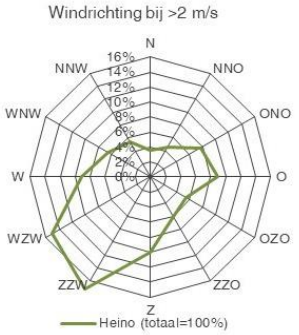
Figuur 3.1 Percentage zonneschijn Heino



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 Heino 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 3.6.361. Bij de beoordeling van slagschaduw is geen rekening gehouden met obstakels in de omgeving die zich kunnen bevinden tussen de windturbines en de toetsobjecten. In de praktijk kunnen er zich daarnaast nog locatie specifieke beplanting en gebouwen bevinden die de slagschaduw beperken. Een dergelijk detailniveau is hier niet meegenomen. De hoeveelheid slagschaduw is daarmee ‘worst case’ bepaald.

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

Voor de weergave van contouren op kaart wordt door het rekenprogramma automatisch uitgegaan van een rekenraster waarop per rasterpunt de schaduwduur wordt berekend op een oppervlak van 1 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 4,5 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 EP Tolhuislanden 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 EP Tolhuislanden.

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 EP Tolhuislanden, 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 EP Tolhuislanden [u:mm per jaar]

Toetspunt	Adres	Verwachte slagschaduw per jaar [u:mm]
tp01	Lichtmisweg 6	15:21
tp02	Steenwetering 2	34:09
tp03	Vriezendijk 2	23:05
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	48:21
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	37:05
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	30:20
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	38:45
tp08	De Bese 8	39:08
tp09	De Bese 17	38:01
tp10	Tolhuisweg 3	3:22
tp11	Blokweg 1A	6:58
tp12	Haersterbroekweg 2	3:40
tp13	Lichtmisweg 4	7:19
tp14	Noordeinde 1	10:49
tp15	De Brandt 10	4:19

Om te voldoen aan de norm van maximaal 0-1 uur slagschaduw per jaar, moet slagschaduw worden beperkt middels een stilstandregeling tot het niveau van 0-1 uur per jaar wordt bereikt. De momenten gedurende het jaar waarop slagschaduw wordt verwacht voor de referentiewoningen (zonder toepassing van stilstandvoorziening) zijn inzichtelijk gemaakt in slagschaduwkalenders, gegeven in Bijlage 15.

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 kunne vallen dan de berekende slagschaduwduren.

De frequenties van de lichtflikkeringen[22] liggen met maximaal 0,52 Hz ruimschoots onder de 2,5 Hz dat als erg storend wordt ervaren en schadelijk kan zijn.

[22] Bepaald op basis van de maximale rotatiesnelheid van de windturbine. Er is uitgegaan van de maximale rotatiesnelheid van de Vestas V150-4.2MW van 10,4 rpm (worst-case windturbine wat betreft rotatiesnelheid binnen bandbreedte).

3.6 Maatregelen

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.

3.7 Cumulatie met andere windturbines

Cumulatie met de bestaande windturbines (WP Tolhuislanden, WP Westenwind en WP Synergie) is beschouwd om de totale slagschaduwduur per jaar inzichtelijk te maken. De slagschaduwduren in de referentiesituatie (bestaande windturbines) en cumulatie van de bestaande windturbines met de nieuwe windturbines van EP Tolhuislanden 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 EP Tolhuislanden inzichtelijk gemaakt.

De slagschaduwcontouren van de referentiesituatie en de cumulatieve situatie zijn gegeven in Bijlage 13 en Bijlage 14. Voor de referentiewoningen is de verwachte slagschaduw per jaar voor de cumulatieve situatie weergegeven in Tabel 3.2.

In Tabel 3.2 is uitgegaan van de slagschaduw van EP Tolhuislanden wanneer deze niet gemitigeerd zou worden. Aangezien voldaan moet worden aan de slagschaduwnorm van maximaal 0-1 uur per jaar, zal de toevoeging van EP Tolhuislanden ten opzichte van de referentiesituatie dus 0-1 uur per jaar zijn. Alleen bij tp10 en tp11 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 0 tot 1 uur slagschaduw per jaar van EP Tolhuislanden kunnen ondervinden.

Tabel 3.2 Slagschaduwduur cumulatie [u:mm per jaar]

Toetspunt	Adres	Ref. situatie	EP Tolhuislanden	Cumulatie
tp01	Lichtmisweg 6	--	15:21	15:21
tp02	Steenwetering 2	--	34:09	34:09
tp03	Vriezendijk 2	--	23:05	23:05
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	--	48:21	48:21
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	--	37:05	37:05
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	--	30:20	30:20
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	--	38:45	38:45
tp08	De Bese 8	--	39:08	39:08
tp09	De Bese 17	--	38:01	38:01
tp10	Tolhuisweg 3	12:40	3:22	16:21
tp11	Blokweg 1A	5:43	6:58	12:41
tp12	Haersterbroekweg 2	--	3:40	3:40
tp13	Lichtmisweg 4	--	7:19	7:19
tp14	Noordeinde 1	--	10:49	10:49
tp15	De Brandt 10	--	4:19	4:19

--: geen slagschaduw

3.8 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 EP Tolhuislanden zijn panden met algehele kantoorfunctie of panden met aanwezigheid van kantoorruimten. Deze zijn gelegen op het bedrijventerrein Hessenpoort. De slagschaduwduren bij dezelfde kantoorpanden als getoetst in het akoestisch onderzoek (paragraaf 2.10) zijn inzichtelijk gemaakt. Naast de gemiddelde hoeveelheid slagschaduw per jaar is berekend hoeveel van deze slagschaduw tijdens kantoortijden optreedt. Voor deze berekening is uitgegaan van kantoortijden tussen 7:30u en 17:30u, de zomertijd-periode van het jaar 2022 en 5/7e kans dat de slagschaduw op een weekdag optreedt.

In Tabel 3.3 zijn in de eerste resultatenkolom de slagschaduwduren gegeven als gevolg van de nieuwe windturbines. De panden ondervinden geen slagschaduw van bestaande windturbines (zie de ligging van de beschouwde kantoren ten opzichte van de slagschaduwcontouren in de referentiesituatie in Bijlage 13). In de analyse is opnieuw uitgegaan van ‘standaard’ toetspunten van 8x5m. Voor bedrijven met grotere gevels kan de slagschaduwduur in dat geval hoger uitvallen.

De tweede resultatenkolom van Tabel 3.3 geeft de hoeveelheid slagschaduw die tijdens kantoortijden optreedt. In verband met het wijzigen van de aanvangsdatum en einddatum van de zomertijd ieder jaar kunnen de tijden miniem afwijken voor andere jaren dan 2022.

Tabel 3.3 Slagschaduwduur tijdens kantoortijden [u:mm per jaar]

Toetspunt	Adres	Totale jaarlijkse slagschaduw	Jaarlijkse slagschaduw tijdens kantoortijden
b01	Paderbornstraat 21	26:19	18:45
b02	Ravensburgstraat 8	28:46	5:49
b03	Lippestraat 15	9:40	3:29
b04	Lippestraat 3	10:09	1:24
b05	Lippestraat 1	8:17	1:23
b06	Lingenstraat 1	3:36	--
b07	Siegenstraat 5	13:03	9:20
b08	Steinfurtstraat 3	37:19	14:34
b09	Steinfurtstraat 10	10:31	--
b10	Holsteinstraat 4	3:46	--
b11	Holsteinstraat 6	3:59	--
b12	Paderbornstraat 1	27:17	19:13

-- : geen slagschaduw tijdens kantoortijden

Door de zuidwestelijke ligging van de kantoorpanden ten opzichte van de windturbines, treedt slagschaduw alleen in de ochtenden op vóór 11:00 uur. De slagschaduwkalenders waarop de momenten van slagschaduw per toetspunt zijn afgebeeld, zijn gegeven in Bijlage 16. Omdat voor slagschaduwgevoelige objecten moet worden voldaan aan de norm van maximaal 0-1 uur slagschaduw 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. Er is in het uitgevoerde milieunormenonderzoek voor Energiepark Tolhuislanden beschreven dat er geen noodzaak is om een aparte norm op te nemen voor het beperken van slagschaduw bij de kantoren. 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 Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden is een akoestisch onderzoek en een onderzoek naar slagschaduw uitgevoerd voor de te realiseren windturbines van Energiepark Tolhuislanden in de gemeente Zwolle. In het rapport is getoetst aan project-specifieke normen voor geluid en slagschaduw. Voor het akoestisch onderzoek is gerekend met windturbines met een gemiddelde geluiduitstraling. Voor het onderzoek naar slagschaduwhinder is gerekend met turbines met maximale afmetingen binnen de bandbreedte.

Akoestisch onderzoek

Met de gehanteerde referentiewindturbine kan zonder geluidvoorzieningen ter plaatse van meerdere referentiewoningen niet worden voldaan aan de project-specifieke geluidnormen van 47 dB L_{den} en 40 dB L_{night}. Door de windturbines in een stillere modus te laten draaien gedurende de nachtperiode, kan wel worden voldaan aan de geluidnormen. 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.

Ter plaatse van de referentiewoningen is gekeken naar de cumulatieve geluidbelasting met bestaande windturbines. Door de relatief grote afstand tussen de referentiewoningen en de bestaande windturbines, ten opzichte van de nieuwe windturbines, is er geen significante cumulatie van geluid bij de referentiewoningen.

Er is gekeken naar cumulatieve geluidbelasting met de andersoortige geluidbronnen wegverkeer, railverkeer, industrie en bestaande windturbines. 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

In het slagschaduwonderzoek is getoetst aan de project-specifieke norm van maximaal 0 tot 1 uur slagschaduw per jaar. Bij de geselecteerde woningen treedt meer dan 0-1 uur slagschaduw als gevolg van de nieuwe windturbines van Energiepark Tolhuislanden. Door een automatische stilstandvoorziening in te regelen kan normoverschrijding worden voorkomen. De stilstandsregeling leidt enigszins tot een productieverlies van de windturbines.

De cumulatieve effecten van slagschaduw met bestaande windturbines zijn inzichtelijk gemaakt middels de berekende slagschaduwduur per jaar en contouren op kaart. Ter plaatse van een enkele referentiewoningen vindt cumulatie van slagschaduw plaats.

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. Voor de onderzochte kantoorpanden vindt in de ochtenden plaats vóór 11:00 uur. Slagschaduwhinder bij kantoorpanden kan worden beperkt door het toepassen van maatregelen ter plaatse zoals zonwering.

Bijlage 1 Verklarende begrippenlijst

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

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

Bijlage 2 Objecten rekenmodel akoestiek

Rekenraster

	Naam	Omschr.	X-1	Y-1	Hoogte	DeltaX	DeltaY	X-aantal	Y-aantal
1	g1	rekengrid	206215,32	512311,54	5,00	50	50	141	170

Toetspunten

Naam	Omschrijving	X	Y	Hoogte
tp01	Lichtmisweg 6	208034,29	507062,13	5,00
tp02	Steenwetering 2	208651,35	507387,03	5,00
tp03	Vriezendijk 2	209530,28	507388,15	5,00
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	209684,73	506653,66	5,00
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	209319,50	506319,72	5,00
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	209389,43	506369,55	5,00
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	209542,50	506332,97	5,00
tp08	De Bese 8	209721,00	506131,00	5,00
tp09	De Bese 17	209774,64	505823,44	5,00
b01	Paderbornstraat 21	208642,43	506823,32	5,00
b02	Ravensburgstraat 8	208371,38	506394,40	5,00
b03	Lippestraat 15	208322,31	506088,21	5,00
b04	Lippestraat 3	207836,70	505889,41	5,00
b05	Lippestraat 1	207773,41	505815,31	5,00
b06	Lingenstraat 1	208013,74	505604,64	5,00
b07	Siegenstraat 5	208641,32	505924,07	5,00
b08	Steinfurtstraat 3	208924,34	505836,60	5,00
b09	Steinfurtstraat 10	208562,90	505429,77	5,00
b10	Holsteinstraat 4	207776,48	505051,27	5,00
b11	Holsteinstraat 6	207909,68	505004,77	5,00
b12	Paderbornstraat 1	209039,80	506180,22	5,00

Windturbines

	Naam	Omschr.	X	Y	Hoogte
1	WT02	Nordex N163-5.X STE	209091,33	506595,81	167,00
2	WT03	Nordex N163-5.X STE	208878,95	507026,36	167,00
3	WT01	Nordex N163-5.X STE	209374,84	505911,63	167,00
4	TL02	E-82 / 2300	210473,99	508519,98	85,00
5	TL03	E-82 / 2300	210605,99	508852,98	85,00

6	TL04	E-82 / 2300	210737,99	509185,98	85,00
7	TL01	E-82 / 3000	210340,99	508187,98	85,00
8	WW02	E-82 / 2300	210972,99	508303,98	85,00
9	WW03	E-82 / 2300	211129,99	508685,98	85,00
10	WW04	E-82 / 2300	211286,00	509068,98	85,00
11	WW01	E-82 / 3000	210816,99	507921,98	85,00
12	2	E-138 EP3 E2	211786,99	509574,00	131,00
13	1	E-138 EP3 E2	212240,83	509542,28	131,00

Geluidbronnen windturbines – dagperiode

Naam	LE (D) 31	LE (D) 63	LE (D) 125	LE (D) 250	LE (D) 500	LE (D) 1k	LE (D) 2k	LE (D) 4k	LE (D) 8k	LE (D) Totaal
WT02	75,95	86,05	92,25	95,95	98,55	99,25	96,75	89,15	81,15	104,36
WT03	75,95	86,05	92,25	95,95	98,55	99,25	96,75	89,15	81,15	104,36
WT01	75,95	86,05	92,25	95,95	98,55	99,25	96,75	89,15	81,15	104,36
WT02 miti	75,95	86,05	92,25	95,95	98,55	99,25	96,75	89,15	81,15	104,36
WT03 miti	75,95	86,05	92,25	95,95	98,55	99,25	96,75	89,15	81,15	104,36
WT01 miti	75,95	86,05	92,25	95,95	98,55	99,25	96,75	89,15	81,15	104,36
TL02	76,70	82,14	89,44	90,84	94,24	94,34	88,04	75,14	70,14	99,22
TL03	76,70	82,14	89,44	90,84	94,24	94,34	88,04	75,14	70,14	99,22
TL04	76,70	82,14	89,44	90,84	94,24	94,34	88,04	75,14	70,14	99,22
TL01	76,19	84,43	91,13	96,03	95,13	92,83	90,43	84,33	76,23	100,87
WW02	76,70	82,14	89,44	90,84	94,24	94,34	88,04	75,14	70,14	99,22
WW03	76,70	82,14	89,44	90,84	94,24	94,34	88,04	75,14	70,14	99,22
WW04	76,70	82,14	89,44	90,84	94,24	94,34	88,04	75,14	70,14	99,22
WW01	76,19	84,43	91,13	96,03	95,13	92,83	90,43	84,33	76,23	100,87
2	72,52	84,22	89,92	92,82	95,22	96,82	97,52	92,52	76,62	102,74
1	72,52	84,22	89,92	92,82	95,22	96,82	97,52	92,52	76,62	102,74

Geluidbronnen windturbines - avondperiode

Naam	LE (A) 31	LE (A) 63	LE (A) 125	LE (A) 250	LE (A) 500	LE (A) 1k	LE (A) 2k	LE (A) 4k	LE (A) 8k	LE (A) Totaal
WT02	76,57	86,67	92,87	96,57	99,17	99,87	97,37	89,77	81,77	104,98
WT03	76,57	86,67	92,87	96,57	99,17	99,87	97,37	89,77	81,77	104,98
WT01	76,57	86,67	92,87	96,57	99,17	99,87	97,37	89,77	81,77	104,98
WT02 miti	76,57	86,67	92,87	96,57	99,17	99,87	97,37	89,77	81,77	104,98
WT03 miti	76,57	86,67	92,87	96,57	99,17	99,87	97,37	89,77	81,77	104,98
WT01 miti	76,57	86,67	92,87	96,57	99,17	99,87	97,37	89,77	81,77	104,98

TL02	76,57	82,01	89,31	90,71	94,11	94,21	87,91	75,01	70,01	99,09
TL03	76,57	82,01	89,31	90,71	94,11	94,21	87,91	75,01	70,01	99,09
TL04	76,57	82,01	89,31	90,71	94,11	94,21	87,91	75,01	70,01	99,09
TL01	75,97	84,22	90,92	95,82	94,92	92,62	90,22	84,12	76,02	100,66
WW02	76,57	82,01	89,31	90,71	94,11	94,21	87,91	75,01	70,01	99,09
WW03	76,57	82,01	89,31	90,71	94,11	94,21	87,91	75,01	70,01	99,09
WW04	76,57	82,01	89,31	90,71	94,11	94,21	87,91	75,01	70,01	99,09
WW01	75,97	84,22	90,92	95,82	94,92	92,62	90,22	84,12	76,02	100,66
2	72,95	84,65	90,35	93,25	95,65	97,25	97,95	92,95	77,05	103,17
1	72,95	84,65	90,35	93,25	95,65	97,25	97,95	92,95	77,05	103,17

Geluidbronnen windturbines - nachtperiode

Naam	LE (N) 31	LE (N) 63	LE (N) 125	LE (N) 250	LE (N) 500	LE (N) 1k	LE (N) 2k	LE (N) 4k	LE (N) 8k	LE (N) Totaal
WT02	77,03	87,13	93,33	97,03	99,63	100,33	97,83	90,23	82,23	105,44
WT03	77,03	87,13	93,33	97,03	99,63	100,33	97,83	90,23	82,23	105,44
WT01	77,03	87,13	93,33	97,03	99,63	100,33	97,83	90,23	82,23	105,44
WT02 miti	70,43	80,53	86,73	90,43	93,03	93,73	91,23	83,63	75,63	98,84
WT03 miti	76,72	86,82	93,02	96,72	99,32	100,02	97,52	89,92	81,92	105,13
WT01 miti	71,75	81,85	88,05	91,75	94,35	95,05	92,55	84,95	76,95	100,16
TL02	76,81	82,25	89,55	90,95	94,35	94,45	88,15	75,25	70,25	99,33
TL03	76,81	82,25	89,55	90,95	94,35	94,45	88,15	75,25	70,25	99,33
TL04	76,81	82,25	89,55	90,95	94,35	94,45	88,15	75,25	70,25	99,33
TL01	76,20	84,44	91,14	96,04	95,14	92,84	90,44	84,34	76,24	100,88
WW02	76,81	82,25	89,55	90,95	94,35	94,45	88,15	75,25	70,25	99,33
WW03	76,81	82,25	89,55	90,95	94,35	94,45	88,15	75,25	70,25	99,33
WW04	76,81	82,25	89,55	90,95	94,35	94,45	88,15	75,25	70,25	99,33
WW01	76,20	84,44	91,14	96,04	95,14	92,84	90,44	84,34	76,24	100,88
2	73,30	85,00	90,70	93,60	96,00	97,60	98,30	93,30	77,40	103,52
1	73,30	85,00	90,70	93,60	96,00	97,60	98,30	93,30	77,40	103,52

Bodemfactoren

Soort	Bodemfactor B
Standaard bodemfactor	0,9
Wegdelen volgens TOP10NL	0,0
Waterdelen volgens TOP10NL	0,0
Overige verharding: extra aangebrachte verharding bij erven, zonnepark / zonneveld	0,0

Bebouwing (bedrijventerrein, woonwijk)	0,3
Gedeeltelijk verharding / gedeeltelijk begroeiing	0,5
Zeer Open Asfalt Beton (ZOAB)	0,5 (volgens Bijlage III behorende bij hoofdstuk 3 van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012) Alleen voor het berekenen van wegverkeerslawaai is deze bodemfactor voor ZOAB gehanteerd. In het berekenen van windturbinelawaai is een bodemfactor van 0,0 gehanteerd voor ZOAB.
Bodemgebied onder spoorbaandelen (ballastbed)	1,0 (volgens Bijlage IV behorende bij hoofdstuk 4 van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012) Alleen voor het berekenen van railverkeerslawaai is deze bodemfactor voor spoorbaandelen gehanteerd. In het berekenen van windturbinelawaai is een bodemfactor van 0,0 gehanteerd voor spoorbaandelen.

Extra aangebrachte verharding

Naam	Omschr.	X-1	Y-1	Bf
1	Zonnerpark Energiepark Tolhuislanden	209572,18	506130,67	0,00
2	Zonnepark	208786,91	505494,87	0,00
3	Zonnepark	208907,03	505371,42	0,00
4	Zonnepark	208939,18	505379,45	0,00
5	Zonnepark	208998,51	505266,08	0,00
6	verharding	210467,05	510035,66	0,00
7	verharding	210549,53	510069,53	0,00
8	verharding	210423,72	510035,28	0,00
9	verharding	210530,69	510076,52	0,00
10	verharding	210528,44	510121,96	0,00
11	verharding	210707,87	510149,95	0,00
12	verharding	210686,84	510155,35	0,00
13	verharding	210683,90	510162,01	0,00
14	verharding	210854,35	510195,74	0,00
15	verharding	210879,60	510219,84	0,00
16	verharding	211142,46	509975,55	0,00
17	verharding	210264,73	509966,42	0,00
18	verharding	210047,59	509913,47	0,00
19	verharding	209920,09	509810,11	0,00
20	verharding	209974,06	509599,78	0,00
21	verharding	210166,77	509300,70	0,00
22	verharding	210023,87	509289,04	0,00
23	verharding	210053,82	509289,61	0,00
24	verharding	210083,76	509097,72	0,00

25	verharding	210115,79	509086,38	0,00
26	verharding	210161,12	508896,13	0,00
27	verharding	210105,65	508848,49	0,00
28	verharding	210134,00	508845,55	0,00
29	verharding	208971,95	509125,68	0,00
30	verharding	208992,66	509095,80	0,00
31	verharding	208866,77	508753,63	0,00
32	verharding	208853,13	509033,43	0,00
33	verharding	208810,00	509087,62	0,50
34	verharding	209876,64	508341,27	0,00
35	verharding	209851,05	508325,18	0,00
36	verharding	209790,09	508361,49	0,50
37	verharding	208723,50	508458,10	0,00
38	verharding	208786,44	508431,48	0,00
39	verharding	208705,15	508354,17	0,00
40	verharding	208692,34	508322,30	0,00
41	verharding	209203,69	507987,71	0,00
42	verharding	209223,20	507987,66	0,00
43	verharding	208632,56	507387,50	0,00
44	verharding	209500,80	507381,45	0,00
45	verharding	209529,96	507383,55	0,00
46	verharding	209334,50	506279,41	0,00
47	verharding	209417,22	506356,15	0,00
48	verharding	209779,35	506701,72	0,00
49	verharding	209682,41	506670,25	0,00
50	verharding	209581,45	506309,25	0,00
51	verharding	209676,33	506165,34	0,00
52	verharding	209695,89	506125,04	0,00
53	verharding	209687,43	506137,77	0,50
54	verharding	209762,67	505810,80	0,00
55	verharding	209889,52	505725,16	0,00

Wegverkeer gegevens N340 en N758

	Naam	Omschr.	X-1	Y-1	Lengte	Type	Wegdek
1	N340	N340 - Hessenweg	207248,99	505058,56	5830,36	Intensiteit	W1
2	N758	N758 - Westeinde	207260,96	505070,98	6454,42	Intensiteit	W7

Wegverkeer snelheid – lichte, middelzware en zware motorvoertuigen

	Naam	V(LV(D))	V(LV(A))	V(LV(N))	V(MV(D))	V(MV(A))	V(MV(N))	V(ZV(D))	V(ZV(A))	V(ZV(N))
1	N340	100	100	100	80	80	80	80	80	80
2	N758	80	80	80	80	80	80	80	80	80

Wegverkeer verdeling aantallen per uur per periode – lichte, middelzware en zware motorvoertuigen

	Naam	LV(D)	LV(A)	LV(N)	MV(D)	MV(A)	MV(N)	ZV(D)	ZV(A)	ZV(N)
1	N340	967	570	98	47	19	11	46	18	14
2	N758	297	118	35	28	11	4	6	2	1

Geluidbronnen wegverkeer - dagperiode

	Naam	LE (D) 63	LE (D) 125	LE (D) 250	LE (D) 500	LE (D) 1k	LE (D) 2k	LE (D) 4k	LE (D) 8k	LE (D) Totaal
1	N340	84,25	94,43	99,82	107,03	114,39	110,46	103,54	92,24	116,75
2	N758	78,81	88,91	94,12	100,77	106,9	102,66	96,22	85,32	109,41

Geluidbronnen wegverkeer - avondperiode

	Naam	LE (A) 63	LE (A) 125	LE (A) 250	LE (A) 500	LE (A) 1k	LE (A) 2k	LE (A) 4k	LE (A) 8k	LE (A) Totaal
1	N340	81,11	91,49	96,86	104,1	111,92	108	101,08	89,67	114,22
2	N758	74,66	84,81	90,01	96,63	102,84	98,61	92,17	81,26	105,34

Geluidbronnen wegverkeer - nachtperiode

	Naam	LE (N) 63	LE (N) 125	LE (N) 250	LE (N) 500	LE (N) 1k	LE (N) 2k	LE (N) 4k	LE (N) 8k	LE (N) Totaal
1	N340	77,27	86,8	92,26	99,51	105,26	101,31	94,4	83,47	107,87
2	N758	70,08	80,18	85,41	92,01	97,83	93,62	87,16	76,36	100,41

Coördinaten RD	209083	506504
Coördinaten WGS	52,5435	6,1845
Ashoogte [m]		167
Hoogte windprofiel [m]		167
Windturbine	Nordex N163-5.X	
Mode	STE, mode 0 5700kW	

Gecorrigeerd voor bedrijfsduur (Lw + Cb)

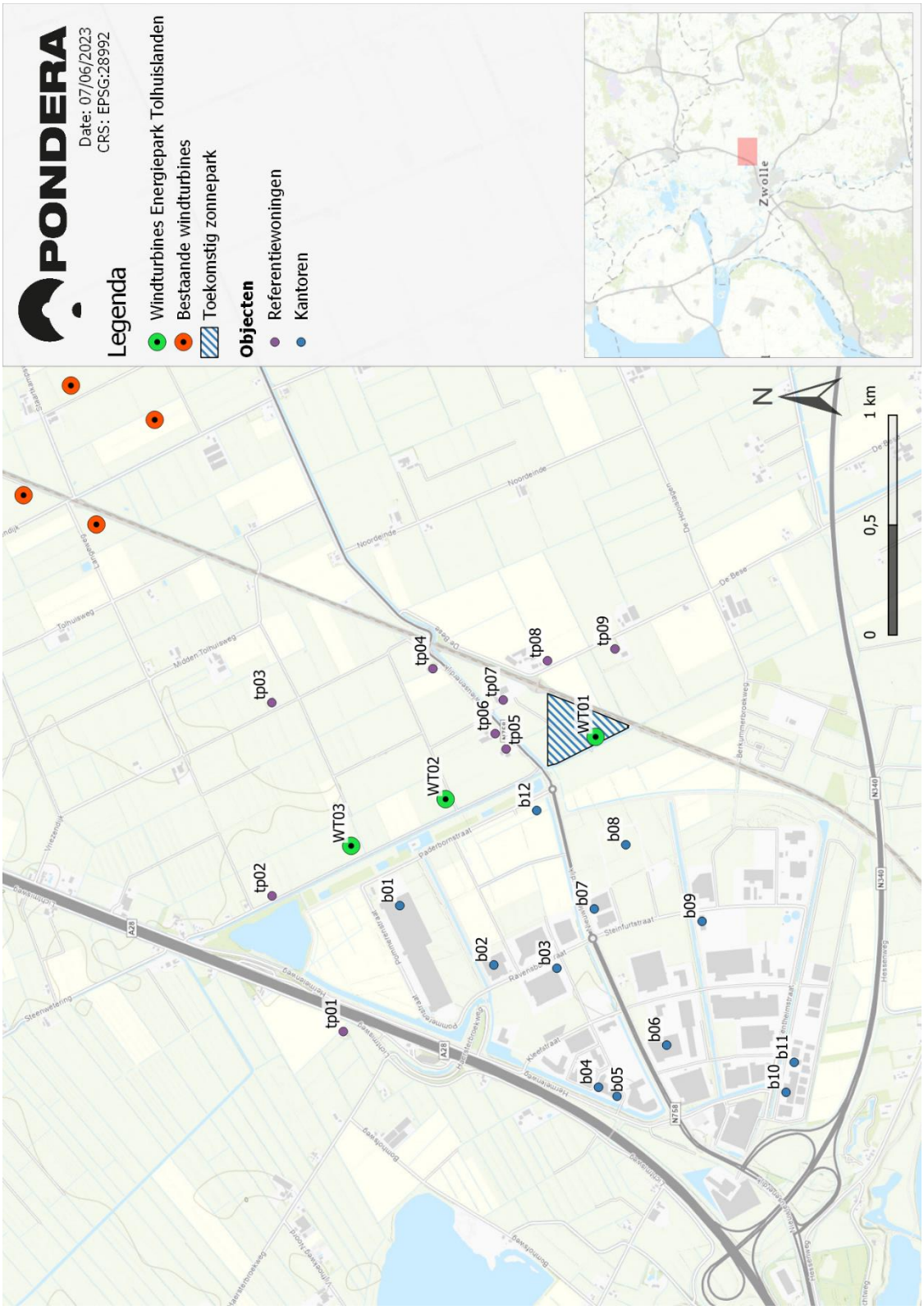
v_as [m/s]	dag [%]	avond [%]	nacht [%]	Lw_as [dB(A)]	LE dag [dB(A)]	LE avond [dB(A)]	LE nacht [dB(A)]
1	1,96	1,38	1,46				
2	3,47	2,46	2,40				
3	5,53	3,93	3,53	95,5	82,9	81,4	81,0
4	7,65	5,27	4,53	95,5	84,3	82,7	82,1
5	9,11	6,85	5,10	96,3	85,9	84,7	83,4
6	10,28	8,94	6,60	98,5	88,6	88,0	86,7
7	11,12	11,39	8,80	101,8	92,3	92,4	91,2
8	11,35	11,99	11,40	104,8	95,4	95,6	95,4
9	10,27	12,34	13,70	107,1	97,2	98,0	98,5
10	8,92	11,20	13,58	107,2	96,7	97,7	98,5
11	7,07	8,96	11,27	107,2	95,7	96,7	97,7
12	4,79	5,95	7,50	107,2	94,0	94,9	96,0
13	2,93	3,58	4,10	107,2	91,9	92,7	93,3
14	1,81	2,19	2,43	107,2	89,8	90,6	91,1
15	1,36	1,36	1,40	107,2	88,5	88,5	88,7
16	0,90	0,91	0,89	107,2	86,7	86,8	86,7
17	0,59	0,57	0,54	107,2	84,9	84,8	84,5
18	0,30	0,29	0,36	107,2	82,0	81,8	82,8
19	0,21	0,15	0,18	107,2	80,4	79,0	79,8
20	0,16	0,10	0,09	107,2	79,2	77,2	76,7
21	0,08	0,09	0,05	107,2	76,2	76,7	74,2
22	0,06	0,05	0,05	107,2	75,0	74,2	74,2
23	0,04	0,02	0,02	107,2	73,2	70,2	70,2
24	0,01	0,01	0,01	107,2	67,2	67,2	67,2
25	0,02	0,02	0,01	107,2	70,2	70,2	67,2
				Totaal	**104,36**	**104,99**	**105,45**

Gehanteerde spectrale verdeling [dB(A)]

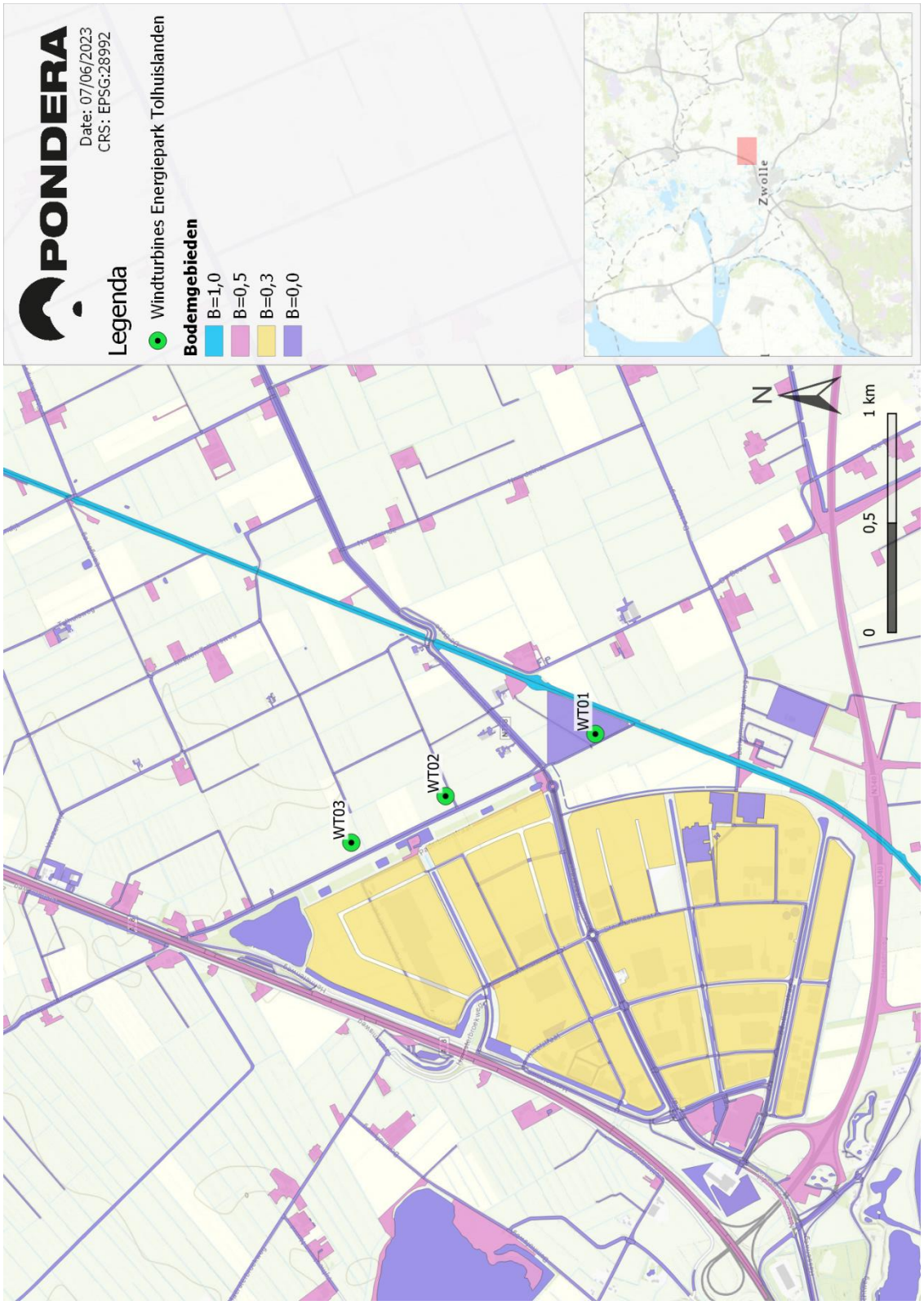
31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
-28,41	-18,31	-12,11	-8,41	-5,81	-5,11	-7,61	-15,21	-23,21

Bijlage 3 Situering objecten rekenmodel akoestiek

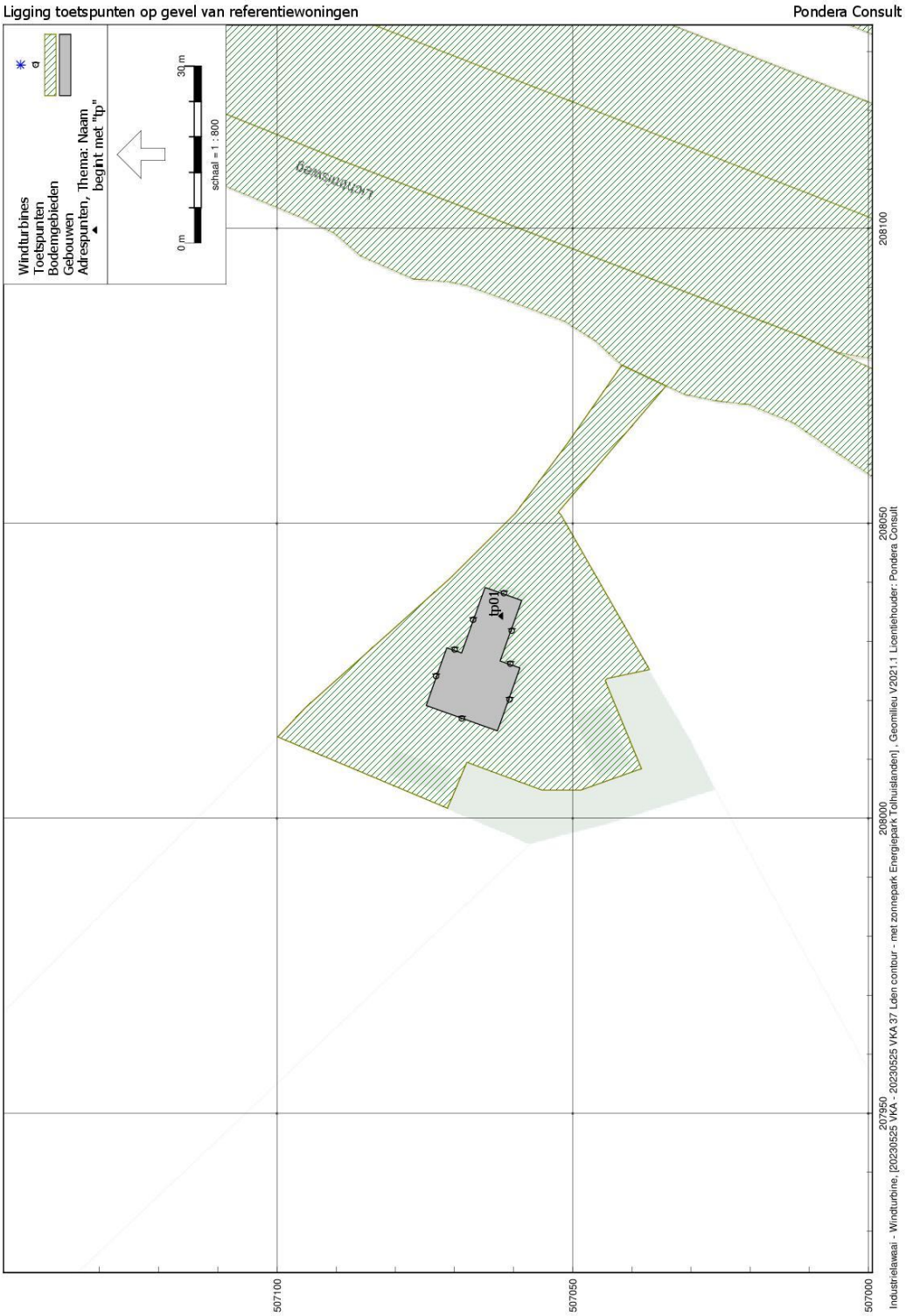
Windturbines en toetspunten



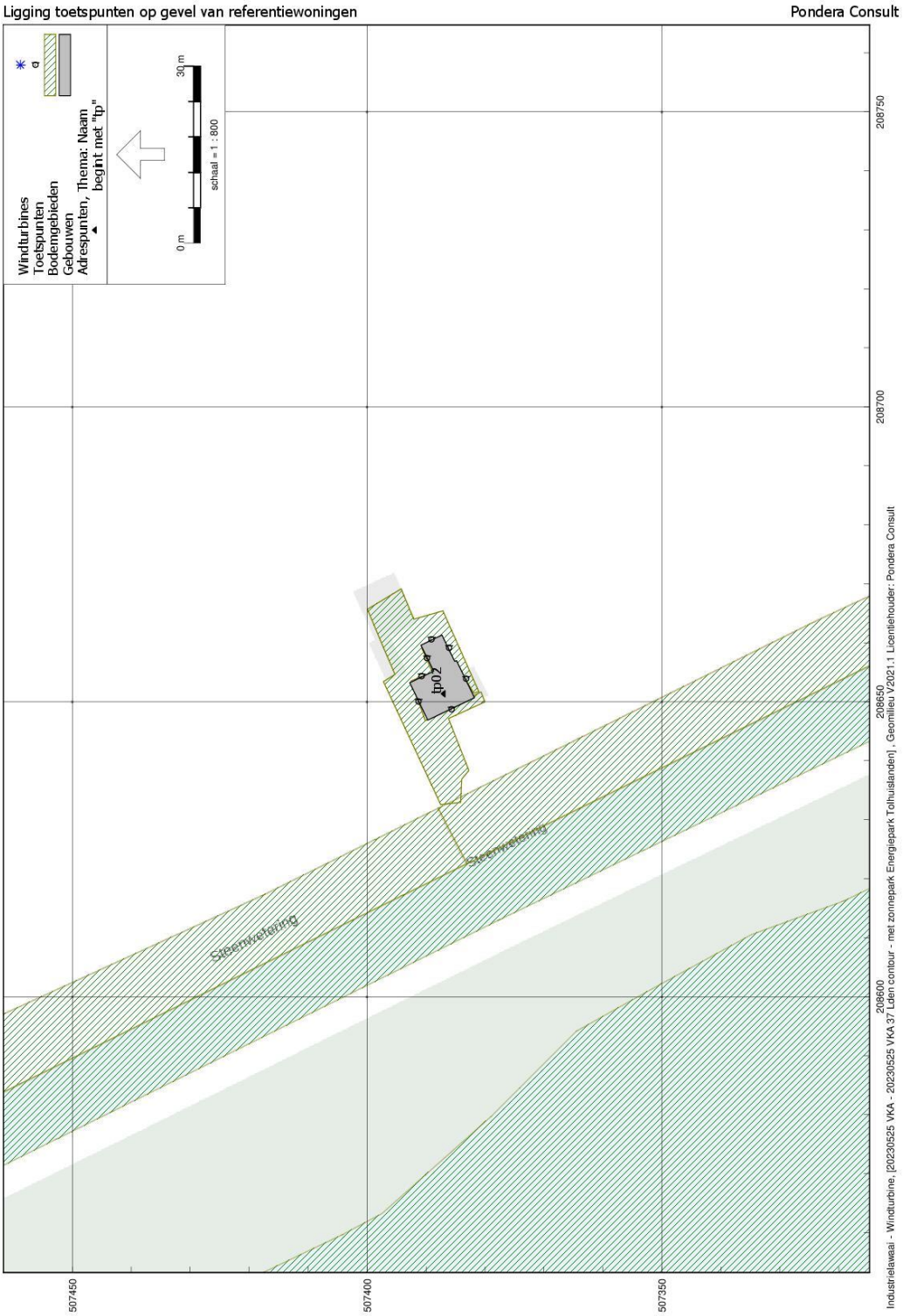
Bodemgebieden



Ligging toetspunten op gevels van referentiewoningen
tp01



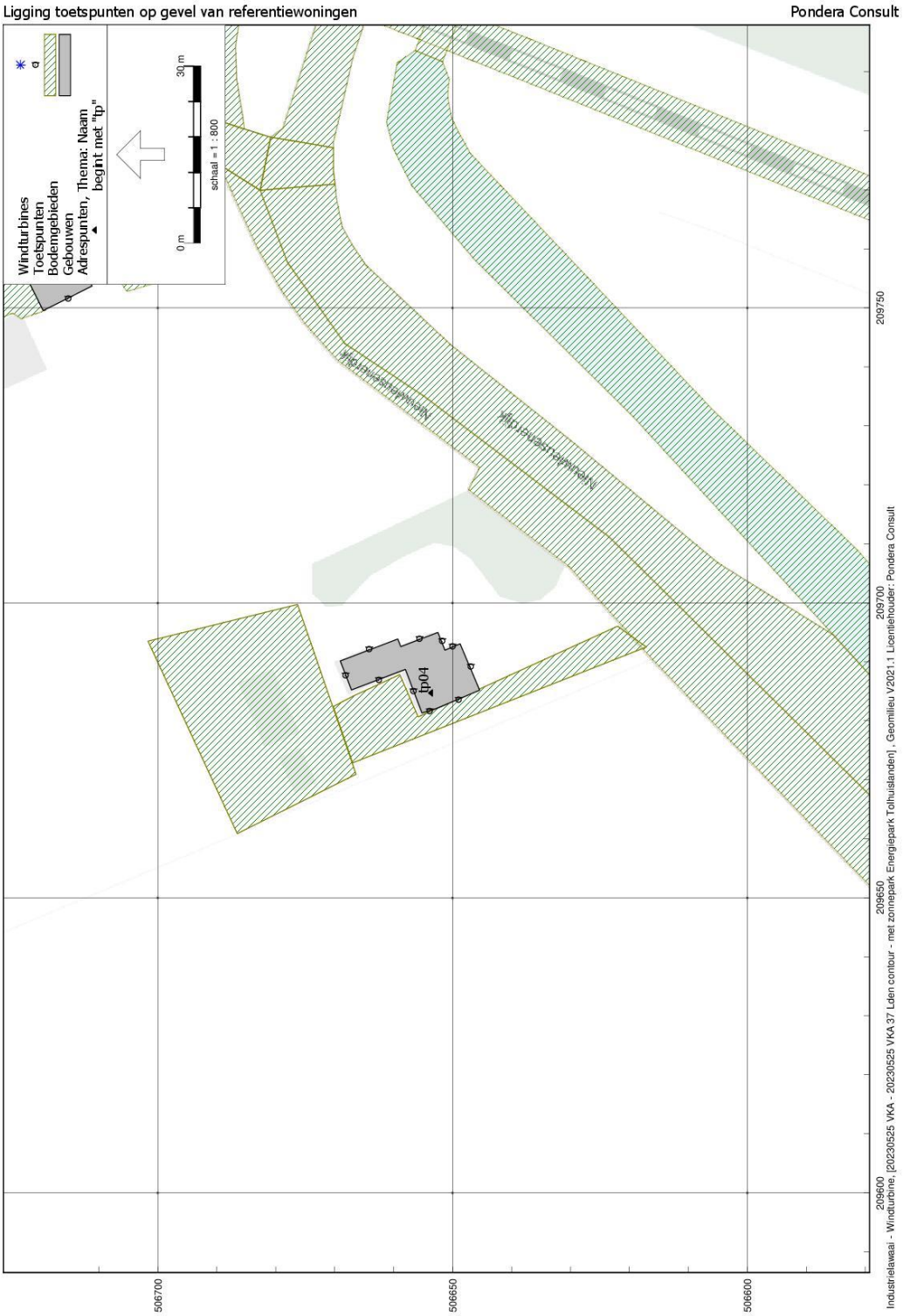
Ligging toetspunten op gevels van referentiewoningen
tp02



Ligging toetspunten op gevels van referentiewoningen
tp03



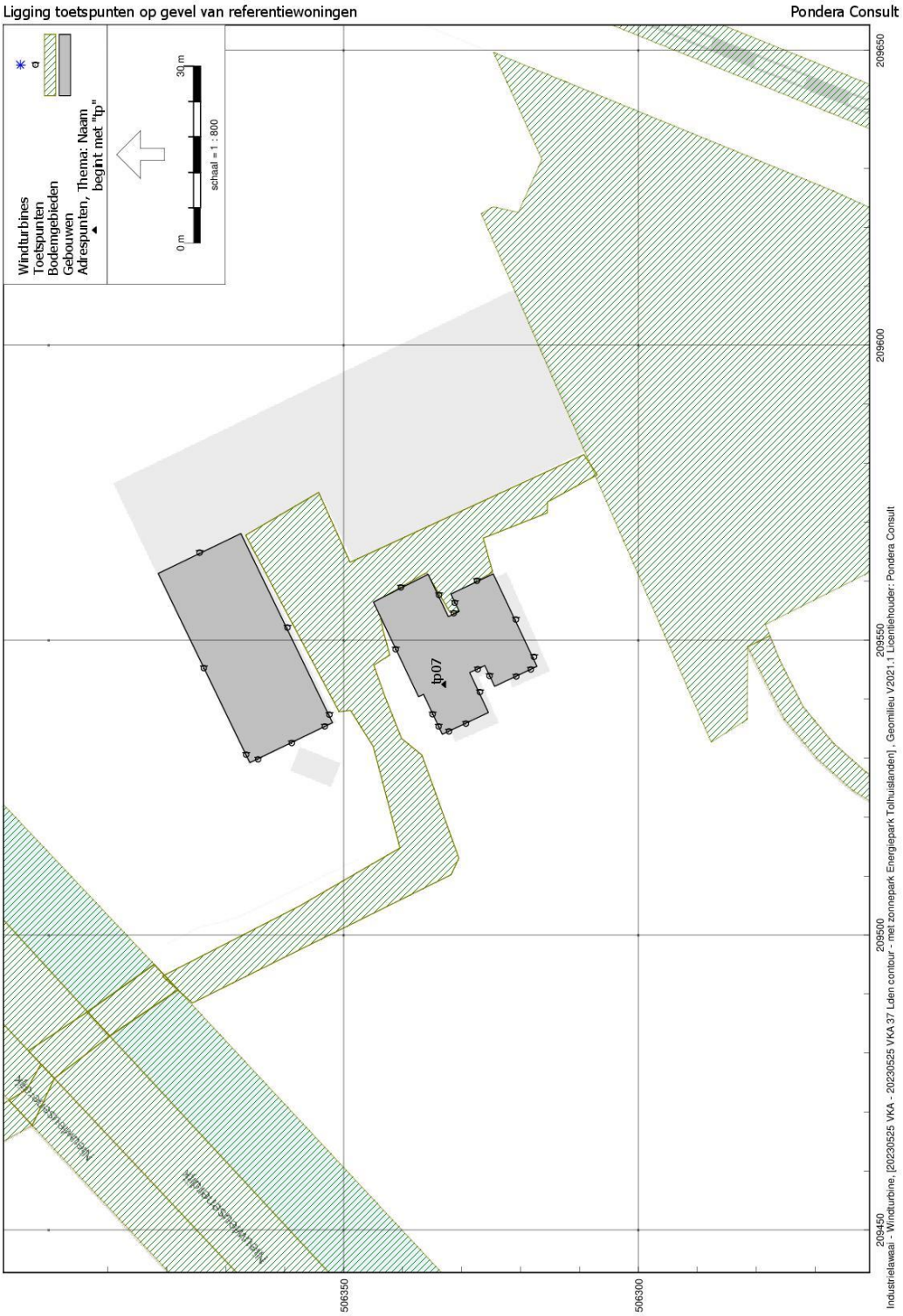
Ligging toetspunten op gevels van referentiewoningen
tp04



Ligging toetspunten op gevels van referentiewoningen
tp05 en tp06



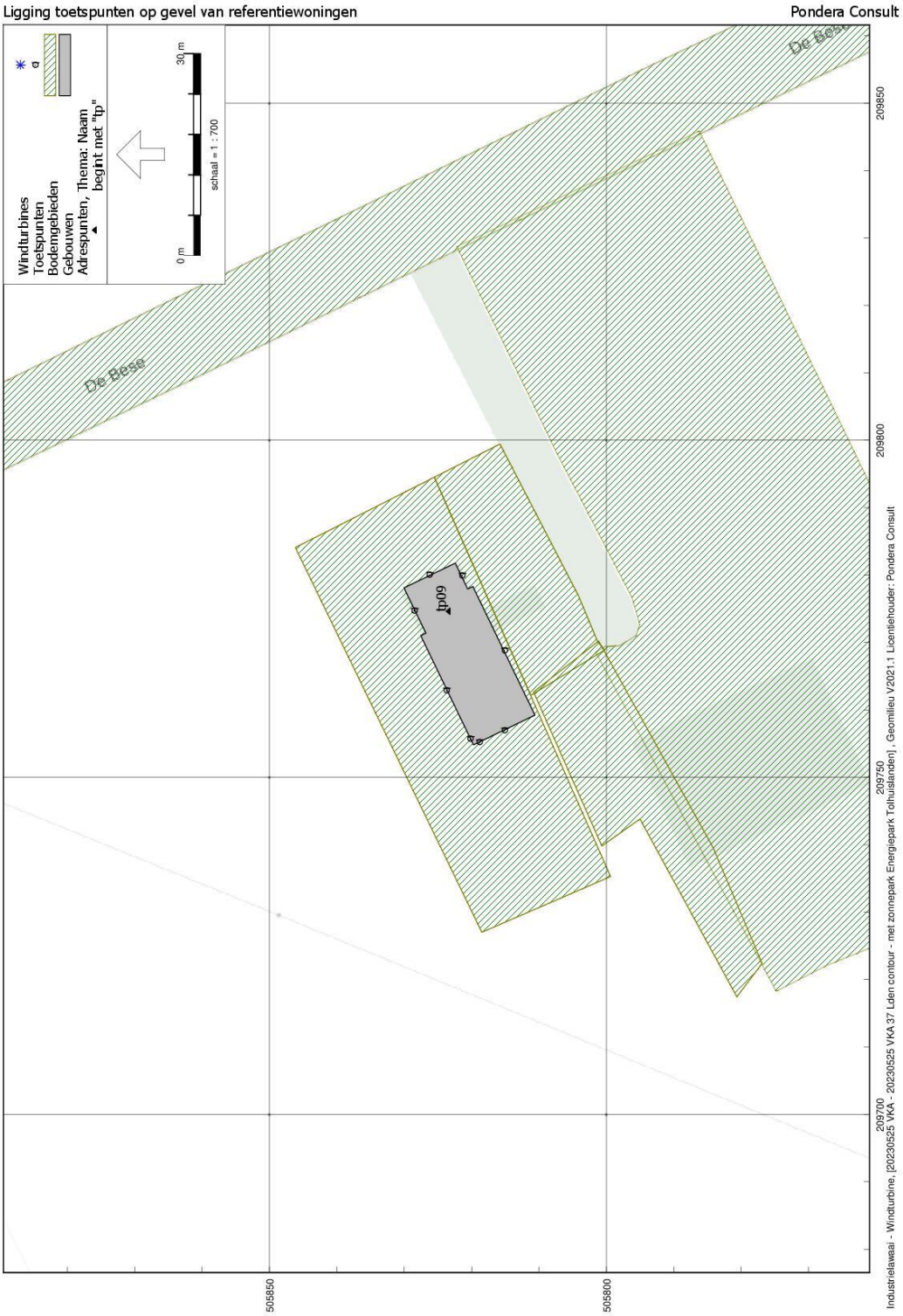
Ligging toetspunten op gevels van referentiewoningen
tp07



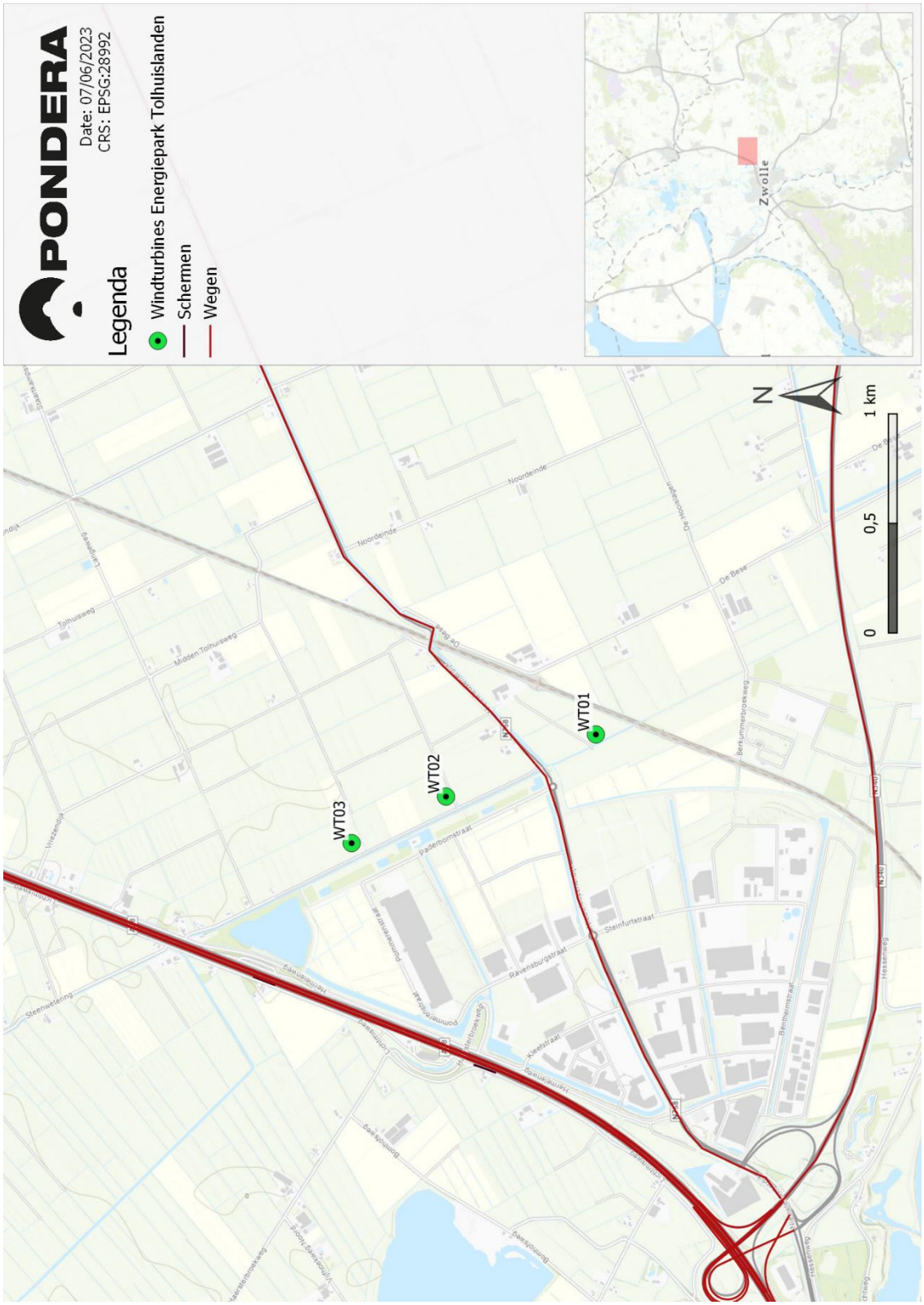
Ligging toetspunten op gevels van referentiewoningen
tp08



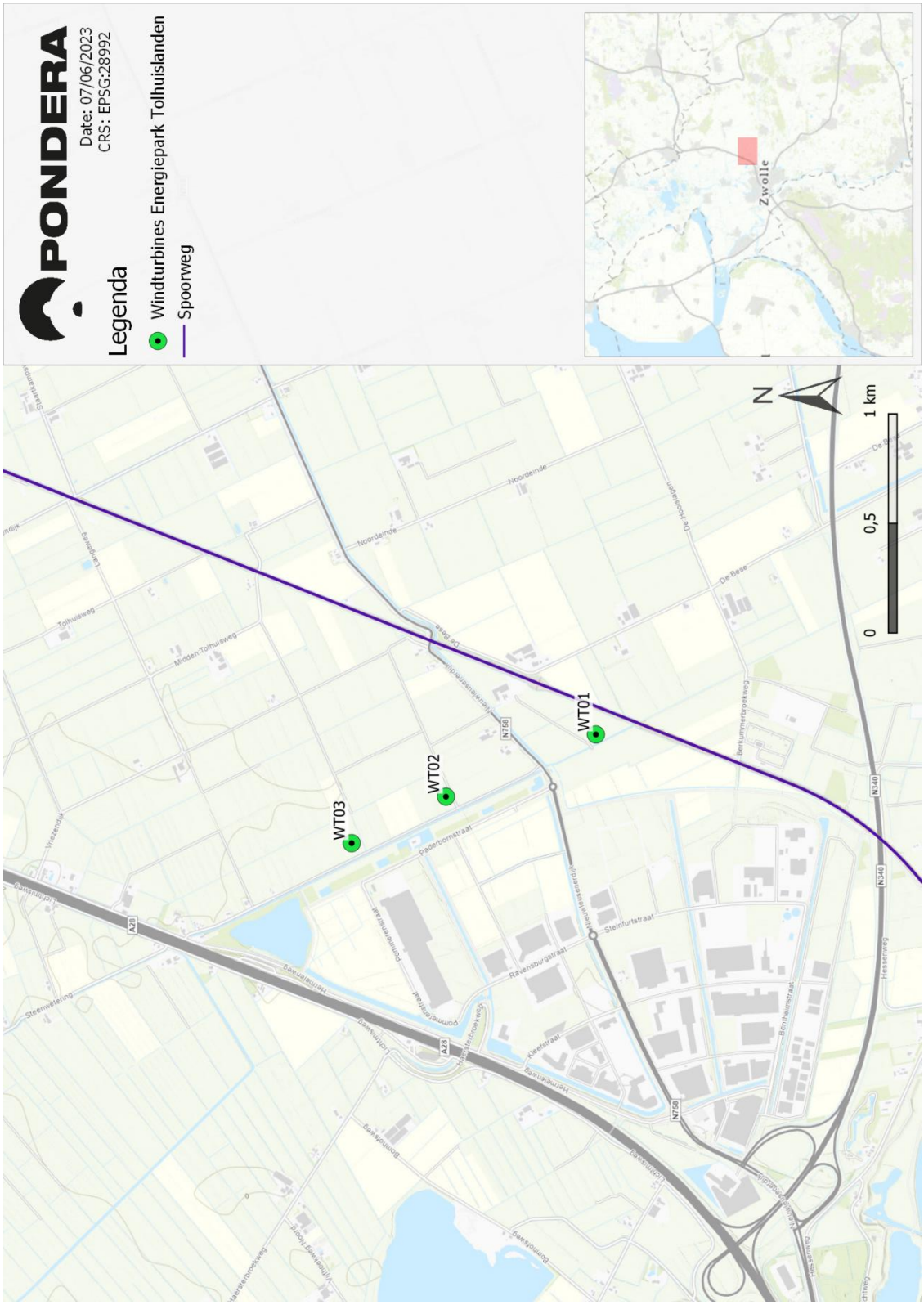
Ligging toetspunten op gevels van referentiewoningen
tp09



Wegverkeer


PONDERA
Date: 07/06/2023
CRS: EPSG:28992
Legenda
Windturbines Energiepark Tolhuislanden
Schermen
Wegen
Zwolle
N
1 km
0,5
0
WT01
WT02
WT03

Railverkeer



Bijlage 4 Rekenresultaten akoestiek

Windturbinegeluid [dB(A)] – EP Tolhuislanden, zonder geluidmitigatie

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
tp01	Lichtmisweg 6	5,00	35,93	36,55	37,01	43,24
tp02	Steenwetering 2	5,00	40,15	40,77	41,23	47,46
tp03	Vriezendijk 2	5,00	37,97	38,59	39,05	45,28
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	5,00	39,32	39,94	40,40	46,63
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	5,00	43,86	44,48	44,94	51,17
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	5,00	43,41	44,03	44,49	50,72
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	5,00	42,12	42,74	43,20	49,43
tp08	De Bese 8	5,00	42,01	42,63	43,09	49,32
tp09	De Bese 17	5,00	40,82	41,44	41,90	48,13

Windturbinegeluid [dB(A)] – EP Tolhuislanden, met geluidmitigatie

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
tp01	Lichtmisweg 6	5,00	35,93	36,55	35,18	41,85
tp02	Steenwetering 2	5,00	40,15	40,77	40,24	46,69
tp03	Vriezendijk 2	5,00	37,98	38,60	37,42	44,04
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	5,00	39,32	39,94	36,24	43,71
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	5,00	43,86	44,48	39,39	47,47
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	5,00	43,41	44,03	39,48	47,31
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	5,00	42,12	42,74	38,35	46,11
tp08	De Bese 8	5,00	42,00	42,62	38,33	46,05
tp09	De Bese 17	5,00	40,81	41,43	36,85	44,70
b01	Paderbornstraat 21	5,00	51,15	51,56	50,77	57,31
b02	Ravensburgstraat 8	5,00	45,57	45,81	44,06	50,90
b03	Lippestraat 15	5,00	43,87	44,12	42,07	49,00
b04	Lippestraat 3	5,00	39,76	40,04	38,13	45,01
b05	Lippestraat 1	5,00	39,13	39,41	37,49	44,38
b06	Lingenstraat 1	5,00	39,80	40,08	37,93	44,89
b07	Siegenstraat 5	5,00	45,58	45,84	43,27	50,38
b08	Steinfurtstraat 3	5,00	48,08	48,41	45,39	52,65
b09	Steinfurtstraat 10	5,00	41,86	42,17	39,52	46,65
b10	Holsteinstraat 4	5,00	35,54	35,82	33,53	40,54
b11	Holsteinstraat 6	5,00	36,18	36,46	34,05	41,10
b12	Paderbornstraat 1	5,00	50,51	50,71	47,80	55,04

Windturbinegeluid [dB(A)] – Referentiesituatie (bestaande windturbines)

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
tp01	Lichtmisweg 6	5,00	22,53	22,41	22,65	29,00
tp02	Steenwetering 2	5,00	24,03	23,91	24,15	30,50
tp03	Vriezendijk 2	5,00	29,13	28,97	29,20	35,56
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	5,00	25,05	24,90	25,13	31,49
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	5,00	21,96	21,82	22,06	28,42
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	5,00	22,52	22,38	22,62	28,98
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	5,00	22,84	22,70	22,94	29,30
tp08	De Bese 8	5,00	22,42	22,28	22,52	28,88
tp09	De Bese 17	5,00	20,87	20,75	20,98	27,34

Windturbinegeluid [dB(A)] – Cumulatie bestaande windturbines en EP Tolhuislanden met geluidmitigatie

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
tp01	Lichtmisweg 6	5,00	36,05	36,65	35,32	41,99
tp02	Steenwetering 2	5,00	40,22	40,83	40,31	46,76
tp03	Vriezendijk 2	5,00	38,10	38,70	37,55	44,17
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	5,00	39,34	39,96	36,29	43,74
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	5,00	43,86	44,48	39,40	47,48
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	5,00	43,42	44,04	39,50	47,33
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	5,00	42,13	42,75	38,37	46,13
tp08	De Bese 8	5,00	42,01	42,63	38,35	46,06
tp09	De Bese 17	5,00	40,85	41,47	36,96	44,78

Geluidbelasting wegverkeer [dB(A)]

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
tp01	Lichtmisweg 6	5,00	63,31	59,97	56,77	65,02
tp02	Steenwetering 2	5,00	54,55	51,34	47,93	56,25
tp03	Vriezendijk 2	5,00	45,24	42,01	38,93	47,08
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	5,00	58,10	54,04	49,07	58,61
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	5,00	54,73	50,68	45,71	55,24
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	5,00	55,73	51,68	46,70	56,24
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	5,00	52,11	48,20	43,61	52,85
tp08	De Bese 8	5,00	46,86	43,30	39,41	48,10
tp09	De Bese 17	5,00	43,36	40,14	35,97	44,67

Geluidbelasting railverkeer [dB(A)]

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
tp01	Lichtmisweg 6	5,00	37,82	37,50	33,58	41,33
tp02	Steenwetering 2	5,00	39,66	39,31	35,29	43,09
tp03	Vriezendijk 2	5,00	48,81	48,38	44,12	52,05
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	5,00	63,07	62,61	58,27	66,25
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	5,00	53,28	52,85	48,54	56,49
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	5,00	53,94	53,51	49,18	57,14
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	5,00	61,71	61,26	56,91	64,89
tp08	De Bese 8	5,00	61,48	60,99	56,62	64,62
tp09	De Bese 17	5,00	53,23	52,76	48,40	56,39

Geluidbelasting industrielawaai [dB(A)]

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Letmaal
tp01	Lichtmisweg 6	5,00	49,87	45,21	40,47	50,47
tp02	Steenwetering 2	5,00	49,74	44,93	40,14	50,14
tp03	Vriezendijk 2	5,00	43,76	38,73	33,95	43,95
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	5,00	46,66	41,52	36,75	46,75
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	5,00	52,40	47,27	42,41	52,41
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	5,00	51,13	45,99	41,14	51,14
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	5,00	49,41	44,24	39,44	49,44
tp08	De Bese 8	5,00	48,25	42,96	38,20	48,25
tp09	De Bese 17	5,00	48,37	42,87	38,16	48,37

Cumulatieve geluidbelasting [dB(A)], referentiesituatie

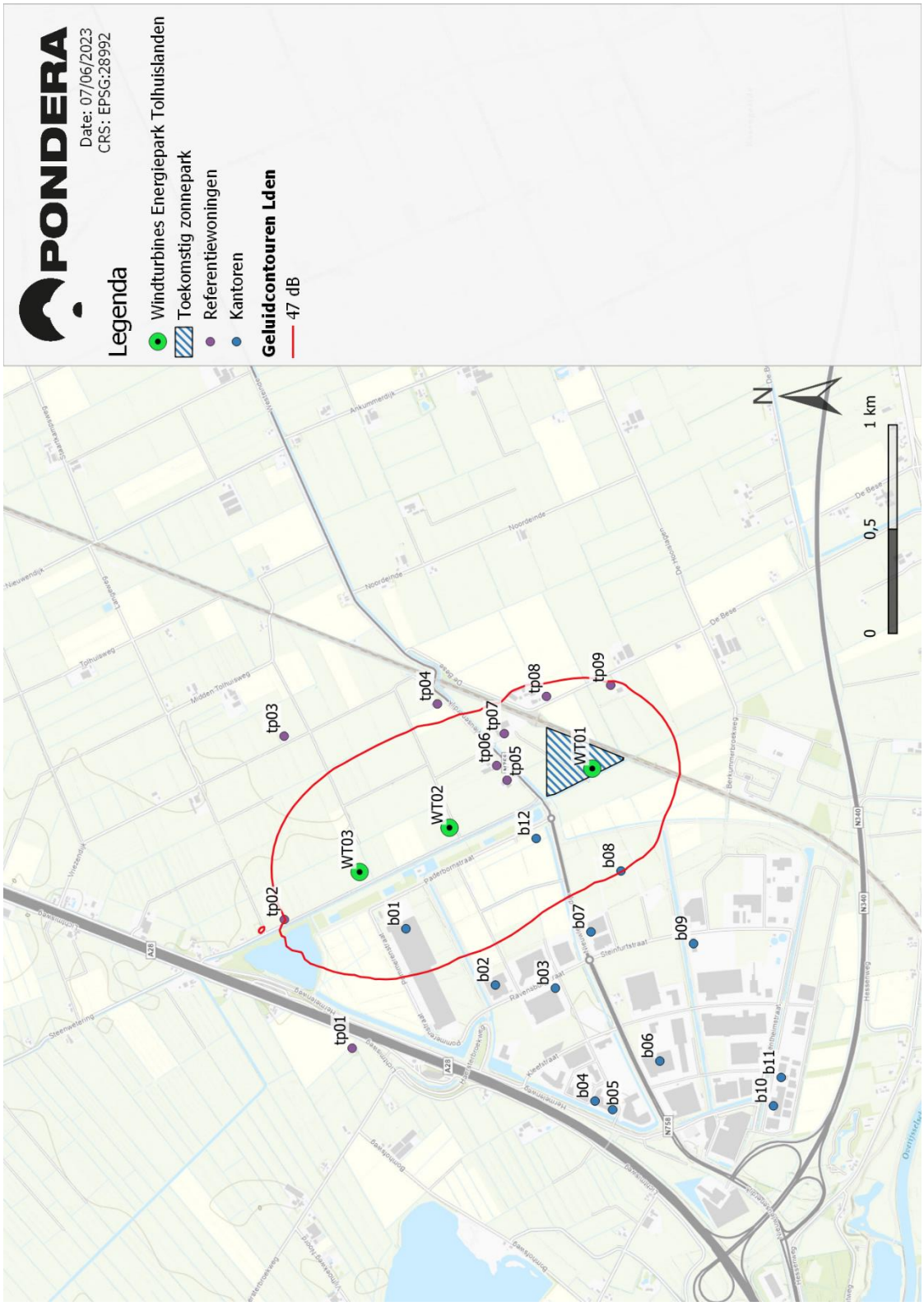
Naam	Omschrijving	L VL	L RL	L* RL	L IL	L* IL	L WT	L* WT	Lcumref
tp01	Lichtmisweg 6	65,02	41,33	37,86	50,47	51,47	29,00	27,80	65,22
tp02	Steenwetering 2	56,25	43,09	39,54	50,14	51,14	30,50	30,28	57,50
tp03	Vriezendijk 2	47,08	52,05	48,05	43,95	44,95	35,56	38,62	51,86
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	58,61	66,25	61,54	46,75	47,75	31,49	31,91	63,45
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	55,24	56,49	52,27	52,41	53,41	28,42	26,84	58,59
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	56,24	57,14	52,88	51,14	52,14	28,98	27,77	58,92
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	52,85	64,89	60,25	49,44	50,44	29,30	28,30	61,35
tp08	De Bese 8	48,10	64,62	59,99	48,25	49,25	28,88	27,60	60,60
tp09	De Bese 17	44,67	56,39	52,17	48,37	49,37	27,34	25,06	54,49

Cumulatieve geluidbelasting EP Tolhuislanden [dB(A)], met geluidmitigatie

Naam	Omschrijving	Lcum ref	L WT nieuw	L* WT nieuw	Lcum nieuw	verschil
tp01	Lichtmisweg 6	65,22	41,99	49,23	65,32	0,10
tp02	Steenwetering 2	57,50	46,76	57,10	60,31	2,81
tp03	Vriezendijk 2	51,86	44,17	52,83	55,29	3,43
tp04	Nieuwleusenerdijk 37	63,45	43,74	52,12	63,76	0,31
tp05	Nieuwleusenerdijk 27	58,59	47,48	58,29	61,45	2,86
tp06	Nieuwleusenerdijk 29	58,92	47,33	58,04	61,51	2,59
tp07	Nieuwleusenerdijk 28	61,35	46,13	56,06	62,47	1,12
tp08	De Bese 8	60,60	46,06	55,95	61,88	1,28
tp09	De Bese 17	54,49	44,78	53,84	57,18	2,69

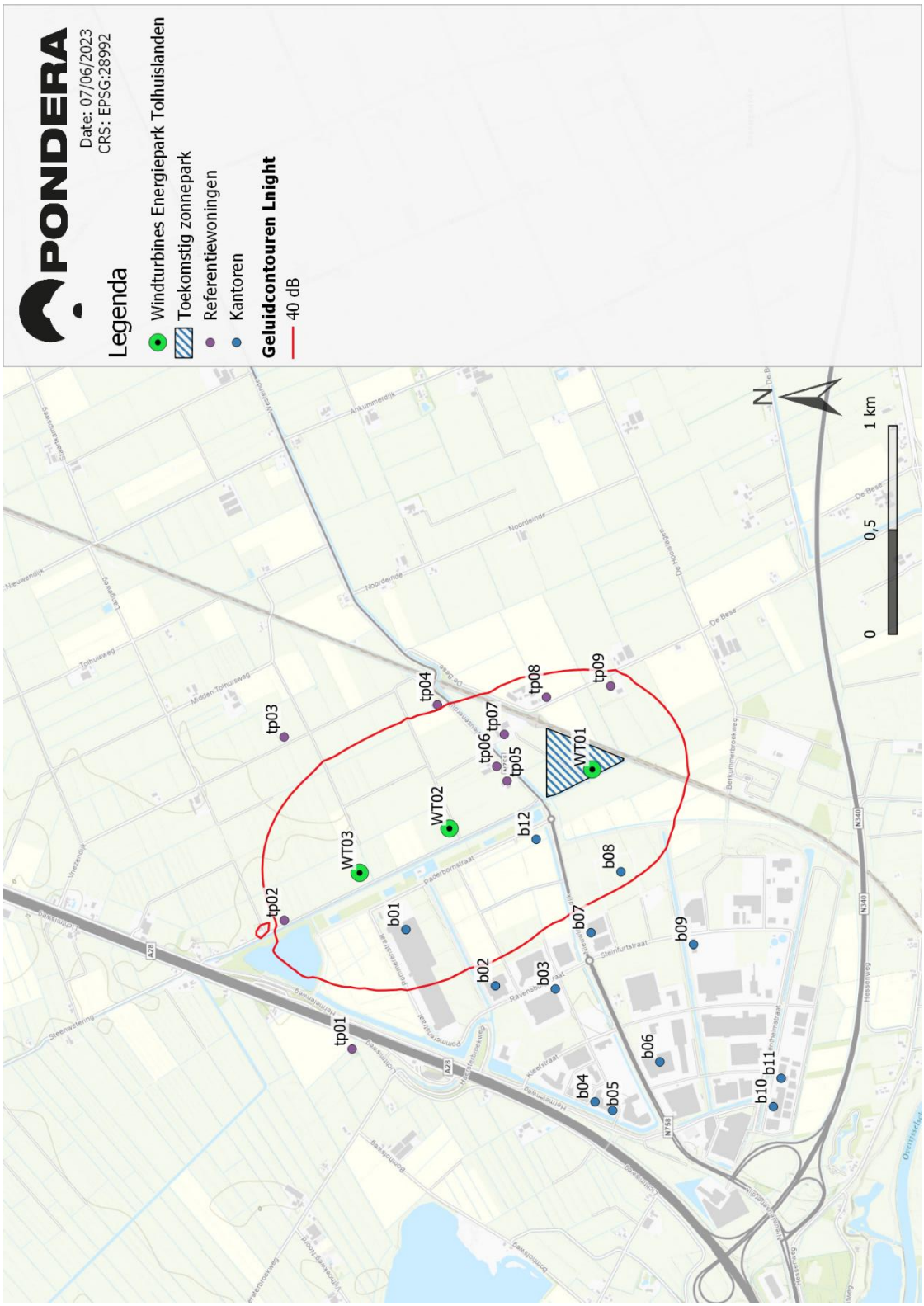
Bijlage 5 Geluidcontour 47 dB Lden

Geluidcontour 47 dB Lden - EP Tolhuislanden (geen mitigatie)



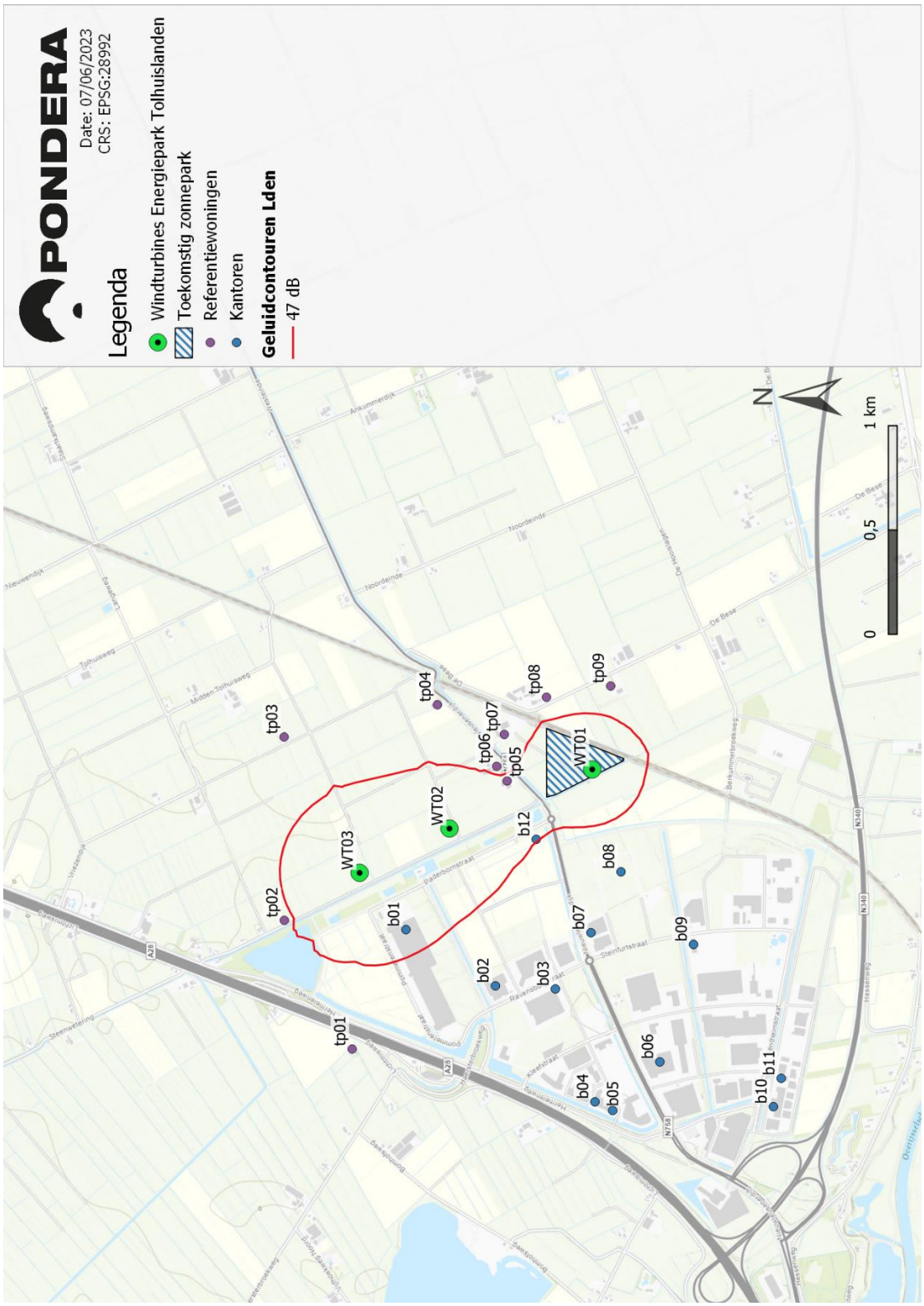
Bijlage 6 Geluidcontour 40 dB Lnight

Geluidcontour 40 dB Lnight – EP Tolhuislanden (geen mitigatie)



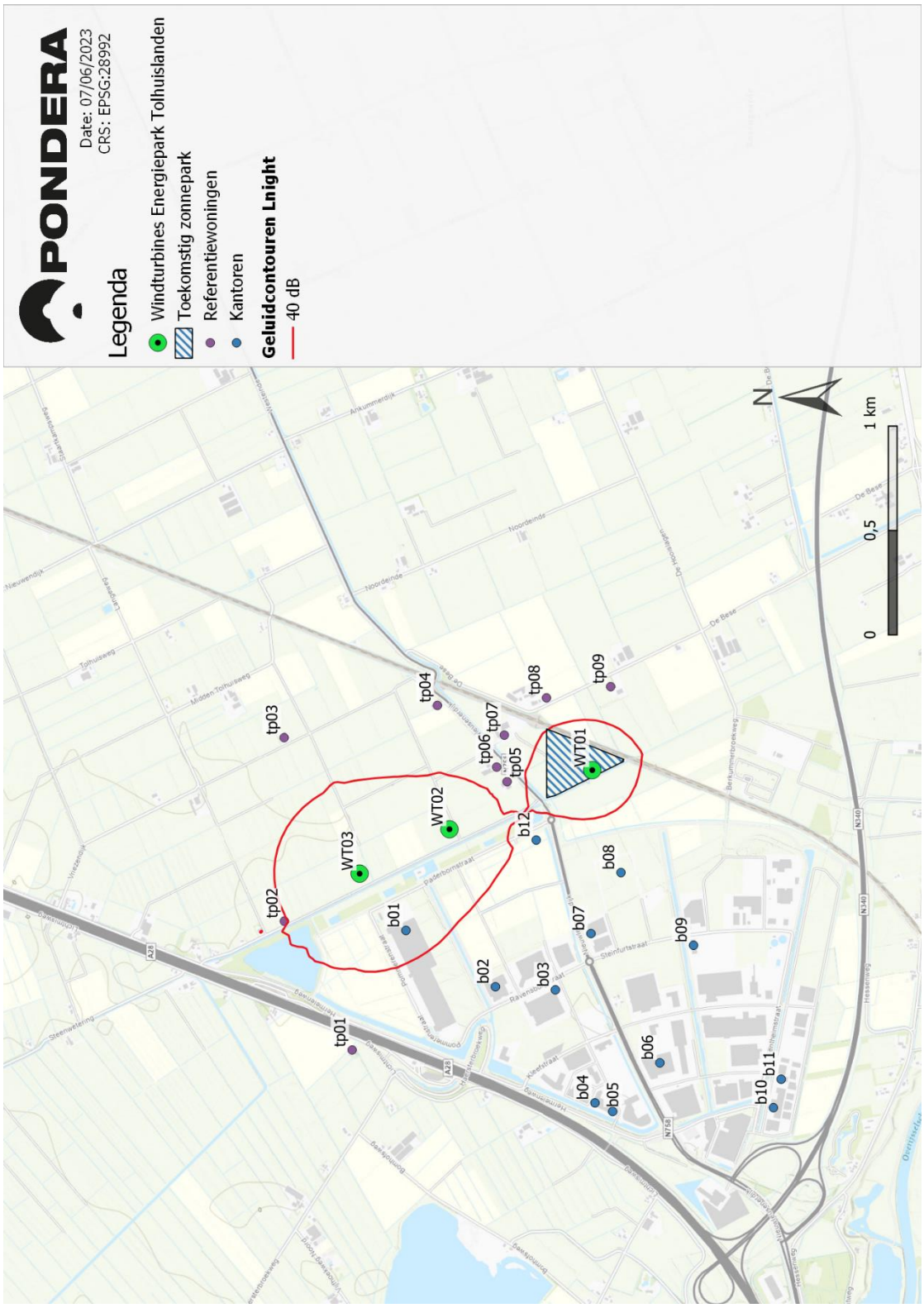
Bijlage 7 Geluidcontour 47 dB Lden – geluidmitigatie

Geluidcontour 47 dB Lden – EP Tolhuislanden gemitigeerd



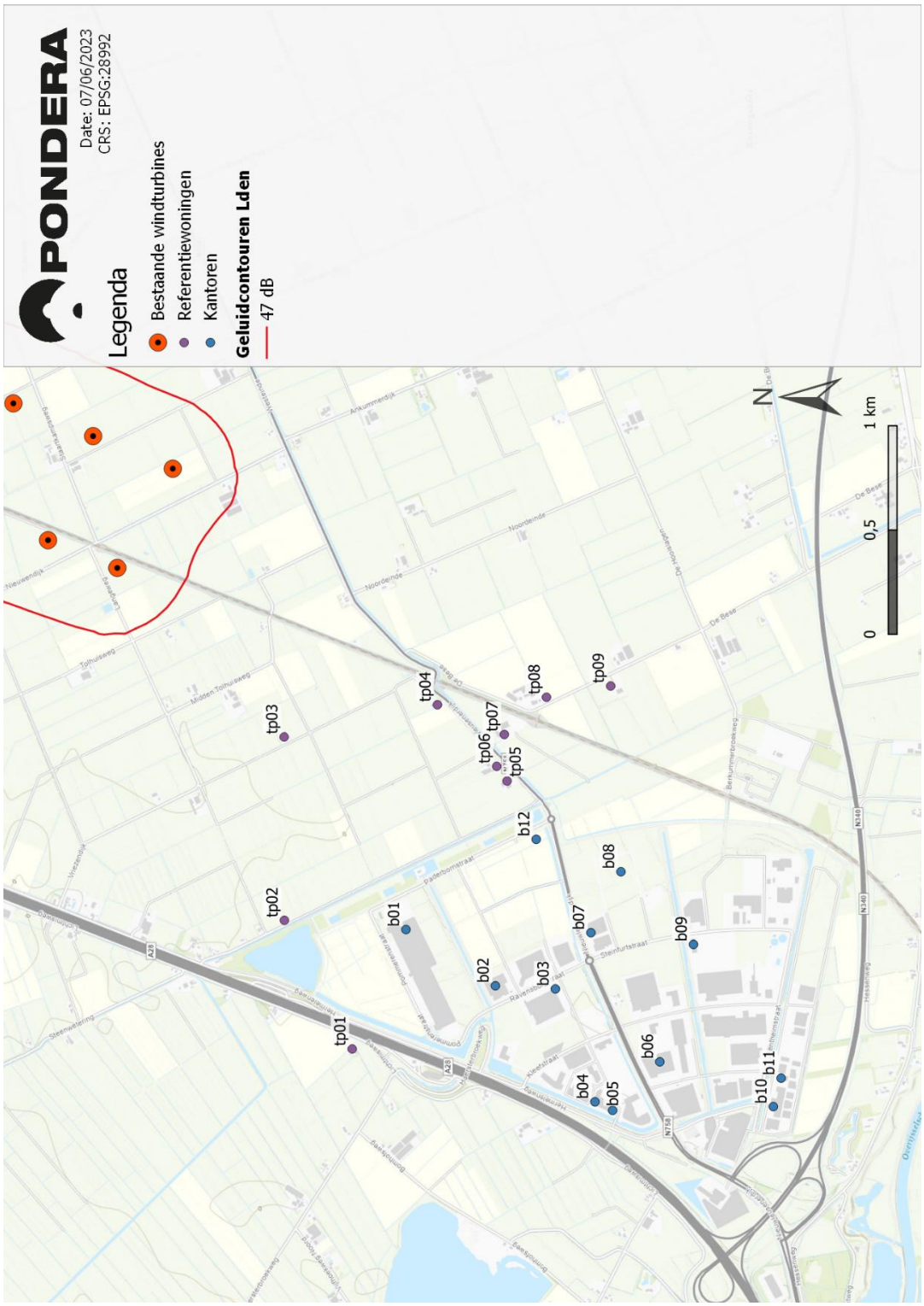
Bijlage 8 Geluidcontour 40 dB Lnight – geluidmitigatie

Geluidcontour 40 dB Lnight – EP Tolhuislanden gemitigeerd



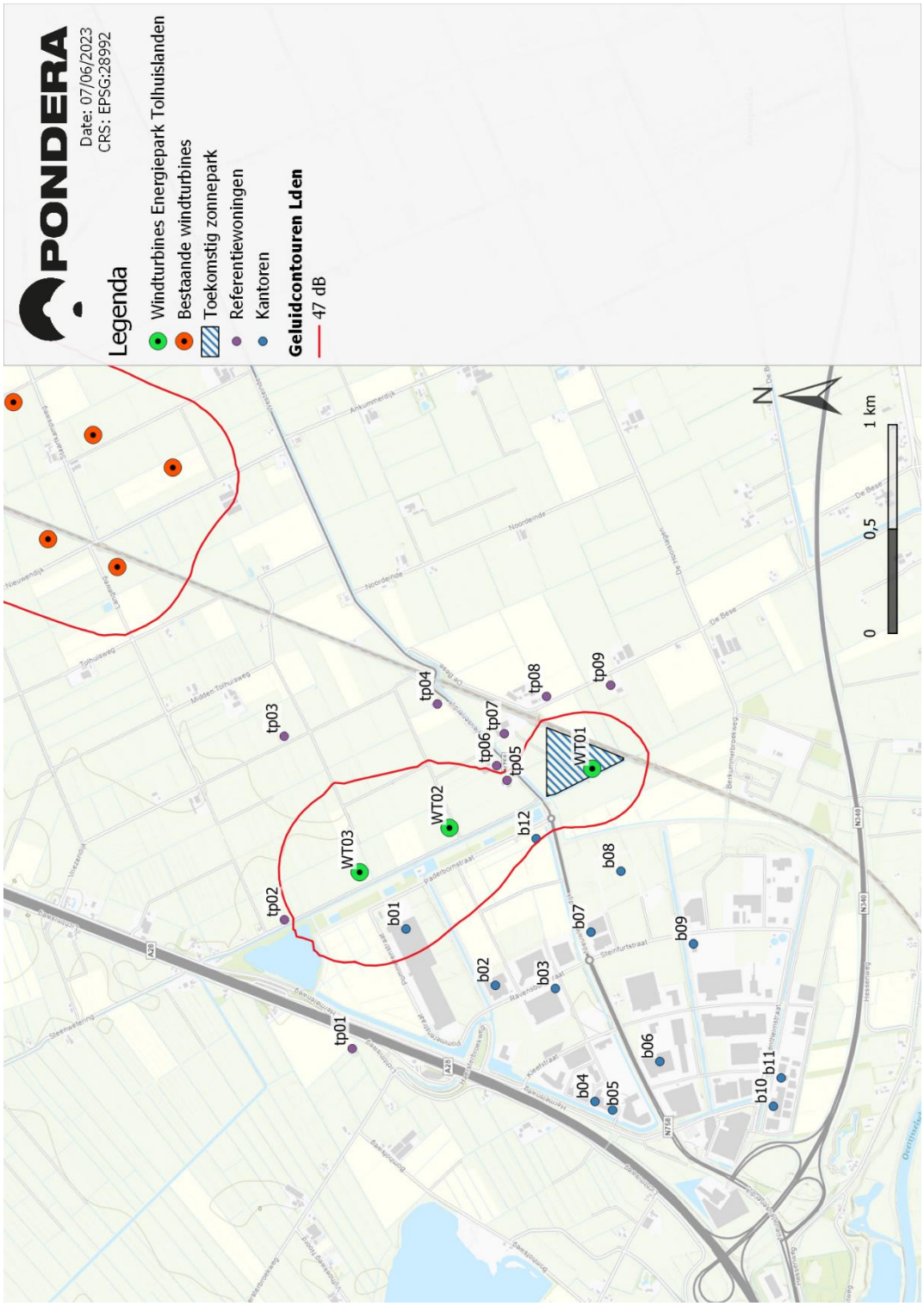
Bijlage 9 Geluidcontour 47 dB Lden – referentiesituatie

Geluidcontour 47 dB Lden - referentiesituatie



Bijlage 10 Geluidcontour 47 dB Lden – cumulatie

Geluidcontour 47 dB Lden - cumulatie



Bijlage 11 In- en uitvoergegevens slagschaduw

Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
27/06/2023 14:27/3.6.361

SHADOW - Main Result

Calculation: Tolhuislanden ref woningen en kantoren

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) []

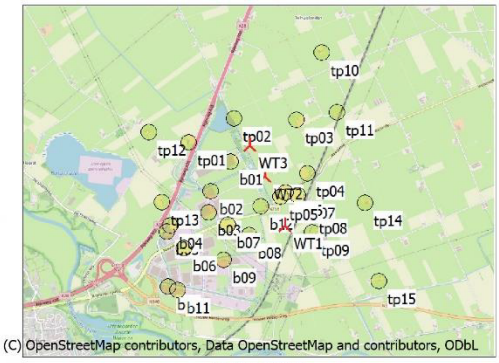
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0.24	0.33	0.39	0.47	0.45	0.41	0.42	0.42	0.41	0.37	0.24	0.22

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
312	408	678	787	481	530	874	1,516	1,317	806	570	481	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	Row data/Description	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Shadow data Calculation distance	RPM
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[RPM]
WT1	209,375	505,912	0.4	Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 1...	No	Pondera	R172-5,000	5,000	172.0	166.0	2,241	0.0
WT2	209,091	506,596	0.2	Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 1...	No	Pondera	R172-5,000	5,000	172.0	166.0	2,241	0.0
WT3	208,879	507,026	-0.1	Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 1...	No	Pondera	R172-5,000	5,000	172.0	166.0	2,241	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]
b01	208,607	506,804	-0.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b02	208,337	506,376	0.6	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b03	208,322	506,088	-0.2	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b04	207,781	505,898	1.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b05	207,740	505,814	1.2	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b06	207,973	505,588	1.6	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b07	208,592	505,918	0.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b08	208,884	505,774	0.4	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b09	208,536	505,426	1.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b10	207,758	505,043	1.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b11	207,894	505,006	1.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b12	209,040	506,180	0.2	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp01	208,028	507,064	0.8	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp02	208,651	507,387	1.7	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp03	209,530	507,388	0.7	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp04	209,688	506,652	2.1	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp05	209,320	506,320	1.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp06	209,387	506,377	2.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp07	209,547	506,329	1.2	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp08	209,721	506,131	1.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp09	209,765	505,820	3.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp10	209,869	508,319	0.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp11	210,082	507,500	0.8	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp12	207,468	507,189	1.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp13	207,669	506,221	1.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp14	210,488	506,234	1.8	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp15	210,696	505,157	1.6	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0

Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
27/06/2023 14:27/3.6.361

SHADOW - Main Result

Calculation: Tolhuislanden ref woningen en kantoren

Calculation Results

Shadow receptor

No.	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]
b01	132:44	185	1:15	26:19
b02	108:44	166	0:55	28:46
b03	38:07	90	0:39	9:40
b04	35:36	106	0:29	10:09
b05	28:55	97	0:27	8:17
b06	12:35	42	0:28	3:36
b07	48:24	72	0:53	13:03
b08	134:59	113	1:23	37:19
b09	36:16	65	0:44	10:31
b10	12:55	63	0:20	3:46
b11	13:45	57	0:20	3:59
b12	132:37	115	1:30	27:17
tp01	66:40	144	0:48	15:21
tp02	193:18	170	1:33	34:09
tp03	110:50	157	0:55	23:05
tp04	206:33	262	1:07	48:21
tp05	207:24	149	1:38	37:05
tp06	172:25	131	1:29	30:20
tp07	192:14	177	1:30	38:45
tp08	140:27	118	1:33	39:08
tp09	159:27	112	1:42	38:01
tp10	20:45	57	0:26	3:22
tp11	32:36	92	0:33	6:58
tp12	16:11	61	0:28	3:40
tp13	26:39	111	0:28	7:19
tp14	43:21	143	0:36	10:49
tp15	18:26	61	0:26	4:19

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
WT1	Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)	1255:59	282:29
WT2	Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (43)	467:48	107:28
WT3	Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (44)	361:52	77:42

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:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
27/06/2023 14:28/3.6.361

SHADOW - Main Result

Calculation: Ref situatie ref woningen en kantoren

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) []

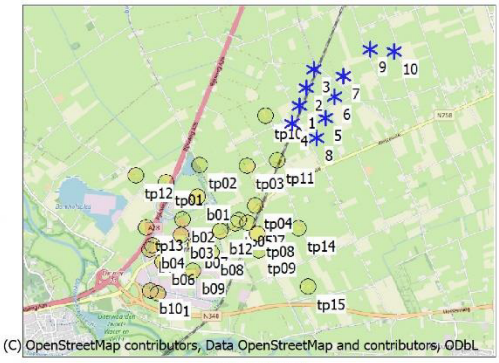
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0.24	0.33	0.39	0.47	0.45	0.41	0.42	0.42	0.41	0.37	0.24	0.22

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
312	408	678	787	481	530	874	1,516	1,317	806	570	481	8,760

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

All coordinates are in
Dutch Stereo-RD/NAP 2008



WTGs

	X (east)	Y (north)	Z	Row data/Description	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Shadow data Calculation distance	RPM
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[RPM]
1	210,474	508,520	0.1	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 !O...	No	ENERCON	E82-3MW-3,020	3,020	82.0	85.0	984	0.0
2	210,606	508,853	0.3	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 !O...	No	ENERCON	E82-3MW-3,020	3,020	82.0	85.0	984	0.0
3	210,738	509,186	0.1	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 !O...	No	ENERCON	E82-3MW-3,020	3,020	82.0	85.0	984	0.0
4	210,341	508,188	0.4	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 !O...	No	ENERCON	E82-3MW-3,020	3,020	82.0	85.0	984	0.0
5	210,973	508,304	0.5	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 !O...	No	ENERCON	E82-3MW-3,020	3,020	82.0	85.0	984	0.0
6	211,130	508,686	0.5	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 !O...	No	ENERCON	E82-3MW-3,020	3,020	82.0	85.0	984	0.0
7	211,286	509,069	0.5	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 !O...	No	ENERCON	E82-3MW-3,020	3,020	82.0	85.0	984	0.0
8	210,817	507,922	0.4	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 !O...	No	ENERCON	E82-3MW-3,020	3,020	82.0	85.0	984	0.0
9	211,787	509,574	0.7	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 13...	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4,200	4,200	138.3	131.0	1,660	13.0
10	212,241	509,542	1.0	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 13...	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4,200	4,200	138.3	131.0	1,660	13.0

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]
b01	208,607	506,804	-0.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b02	208,337	506,376	0.6	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b03	208,322	506,088	-0.2	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b04	207,781	505,898	1.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b05	207,740	505,814	1.2	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b06	207,973	505,588	1.6	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b07	208,592	505,918	0.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b08	208,884	505,774	0.4	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b09	208,536	505,426	1.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b10	207,758	505,043	1.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b11	207,894	505,006	1.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b12	209,040	506,180	0.2	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp01	208,028	507,064	0.8	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp02	208,651	507,387	1.7	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp03	209,530	507,388	0.7	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp04	209,688	506,652	2.1	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp05	209,320	506,320	1.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp06	209,387	506,377	2.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp07	209,547	506,329	1.2	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp08	209,721	506,131	1.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp09	209,765	505,820	3.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp10	209,869	508,319	0.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp11	210,082	507,500	0.8	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Ref situatie ref woningen en kantoren

...continued from previous page

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
tp12	207,468	507,189	1.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp13	207,669	506,221	1.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp14	210,488	506,234	1.8	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp15	210,696	505,157	1.6	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	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]
b01	0:00	0	0:00	0:00
b02	0:00	0	0:00	0:00
b03	0:00	0	0:00	0:00
b04	0:00	0	0:00	0:00
b05	0:00	0	0:00	0:00
b06	0:00	0	0:00	0:00
b07	0:00	0	0:00	0:00
b08	0:00	0	0:00	0:00
b09	0:00	0	0:00	0:00
b10	0:00	0	0:00	0:00
b11	0:00	0	0:00	0:00
b12	0:00	0	0:00	0:00
tp01	0:00	0	0:00	0:00
tp02	0:00	0	0:00	0:00
tp03	0:00	0	0:00	0:00
tp04	0:00	0	0:00	0:00
tp05	0:00	0	0:00	0:00
tp06	0:00	0	0:00	0:00
tp07	0:00	0	0:00	0:00
tp08	0:00	0	0:00	0:00
tp09	0:00	0	0:00	0:00
tp10	50:57	126	0:42	12:40
tp11	19:43	67	0:24	5:43
tp12	0:00	0	0:00	0:00
tp13	0:00	0	0:00	0:00
tp14	0:00	0	0:00	0:00
tp15	0:00	0	0:00	0:00

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 !O! hub: 85.0 m (TOT: 126.0 m) (1)	22:35	6:25
2	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 !O! hub: 85.0 m (TOT: 126.0 m) (2)	0:22	0:06
3	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 !O! hub: 85.0 m (TOT: 126.0 m) (3)	0:00	0:00
4	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 !O! hub: 85.0 m (TOT: 126.0 m) (4)	28:00	6:11
5	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 !O! hub: 85.0 m (TOT: 126.0 m) (5)	0:00	0:00
6	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 !O! hub: 85.0 m (TOT: 126.0 m) (6)	0:00	0:00
7	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 !O! hub: 85.0 m (TOT: 126.0 m) (7)	0:00	0:00
8	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 !O! hub: 85.0 m (TOT: 126.0 m) (8)	19:43	5:43
9	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3 !O! hub: 131.0 m (TOT: 200.1 m) (12)	0:00	0:00
10	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3 !O! hub: 131.0 m (TOT: 200.1 m) (13)	0:00	0:00

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:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]
27/06/2023 14:29/3.6.361

SHADOW - Main Result

Calculation: Cumulatie ref woningen en kantoren

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) []

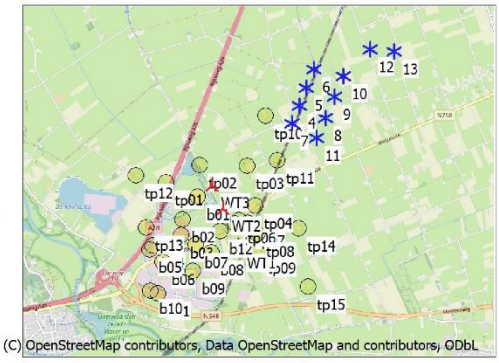
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0.24	0.33	0.39	0.47	0.45	0.41	0.42	0.42	0.41	0.37	0.24	0.22

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
312	408	678	787	481	530	874	1,516	1,317	806	570	481	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 1:100,000
New WTG
Existing WTG
Shadow receptor

WTGs

	X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	Valid	WTG type Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data Calculation distance [m]	RPM [RPM]
10	211,286	509,069	0.5	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 ...	No	ENERCON	E82-3MW-3,020	3,020	82.0	85.0	984	0.0
11	210,817	507,922	0.4	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 ...	No	ENERCON	E82-3MW-3,020	3,020	82.0	85.0	984	0.0
12	211,787	509,574	0.7	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 ...	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4,200	4,200	138.3	131.0	1,660	13.0
13	212,241	509,542	1.0	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 ...	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4,200	4,200	138.3	131.0	1,660	13.0
4	210,474	508,520	0.1	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 ...	No	ENERCON	E82-3MW-3,020	3,020	82.0	85.0	984	0.0
5	210,606	508,853	0.3	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 ...	No	ENERCON	E82-3MW-3,020	3,020	82.0	85.0	984	0.0
6	210,738	509,186	0.1	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 ...	No	ENERCON	E82-3MW-3,020	3,020	82.0	85.0	984	0.0
7	210,341	508,188	0.4	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 ...	No	ENERCON	E82-3MW-3,020	3,020	82.0	85.0	984	0.0
8	210,973	508,304	0.5	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 ...	No	ENERCON	E82-3MW-3,020	3,020	82.0	85.0	984	0.0
9	211,130	508,686	0.5	ENERCON E82-3MW 3020 82.0 ...	No	ENERCON	E82-3MW-3,020	3,020	82.0	85.0	984	0.0
WT1	209,375	505,912	0.4	Pondera R172 5000 172.0 !-! h...	No	Pondera	R172-5,000	5,000	172.0	166.0	2,241	0.0
WT2	209,091	506,596	0.2	Pondera R172 5000 172.0 !-! h...	No	Pondera	R172-5,000	5,000	172.0	166.0	2,241	0.0
WT3	208,879	507,026	-0.1	Pondera R172 5000 172.0 !-! h...	No	Pondera	R172-5,000	5,000	172.0	166.0	2,241	0.0

Shadow receptor-Input

No.	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]
b01	208,607	506,804	-0.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b02	208,337	506,376	0.6	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b03	208,322	506,088	-0.2	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b04	207,781	505,898	1.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b05	207,740	505,814	1.2	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b06	207,973	505,588	1.6	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b07	208,592	505,918	0.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b08	208,884	505,774	0.4	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b09	208,536	505,426	1.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b10	207,758	505,043	1.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b11	207,894	505,006	1.3	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
b12	209,040	506,180	0.2	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp01	208,028	507,064	0.8	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp02	208,651	507,387	1.7	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp03	209,530	507,388	0.7	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp04	209,688	506,652	2.1	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp05	209,320	506,320	1.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp06	209,387	506,377	2.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp07	209,547	506,329	1.2	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0
tp08	209,721	506,131	1.0	8.0	4.5	0.5	90.0	"Green house mode"	5.0

To be continued on next page...

Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
27/06/2023 14:27/3.6.361

SHADOW - Main Result

Calculation: Tolhuislanden ref woningen en kantoren

Calculation Results

Shadow receptor

No.	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]
b01	132:44	185	1:15	26:19
b02	108:44	166	0:55	28:46
b03	38:07	90	0:39	9:40
b04	35:36	106	0:29	10:09
b05	28:55	97	0:27	8:17
b06	12:35	42	0:28	3:36
b07	48:24	72	0:53	13:03
b08	134:59	113	1:23	37:19
b09	36:16	65	0:44	10:31
b10	12:55	63	0:20	3:46
b11	13:45	57	0:20	3:59
b12	132:37	115	1:30	27:17
tp01	66:40	144	0:48	15:21
tp02	193:18	170	1:33	34:09
tp03	110:50	157	0:55	23:05
tp04	206:33	262	1:07	48:21
tp05	207:24	149	1:38	37:05
tp06	172:25	131	1:29	30:20
tp07	192:14	177	1:30	38:45
tp08	140:27	118	1:33	39:08
tp09	159:27	112	1:42	38:01
tp10	20:45	57	0:26	3:22
tp11	32:36	92	0:33	6:58
tp12	16:11	61	0:28	3:40
tp13	26:39	111	0:28	7:19
tp14	43:21	143	0:36	10:49
tp15	18:26	61	0:26	4:19

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

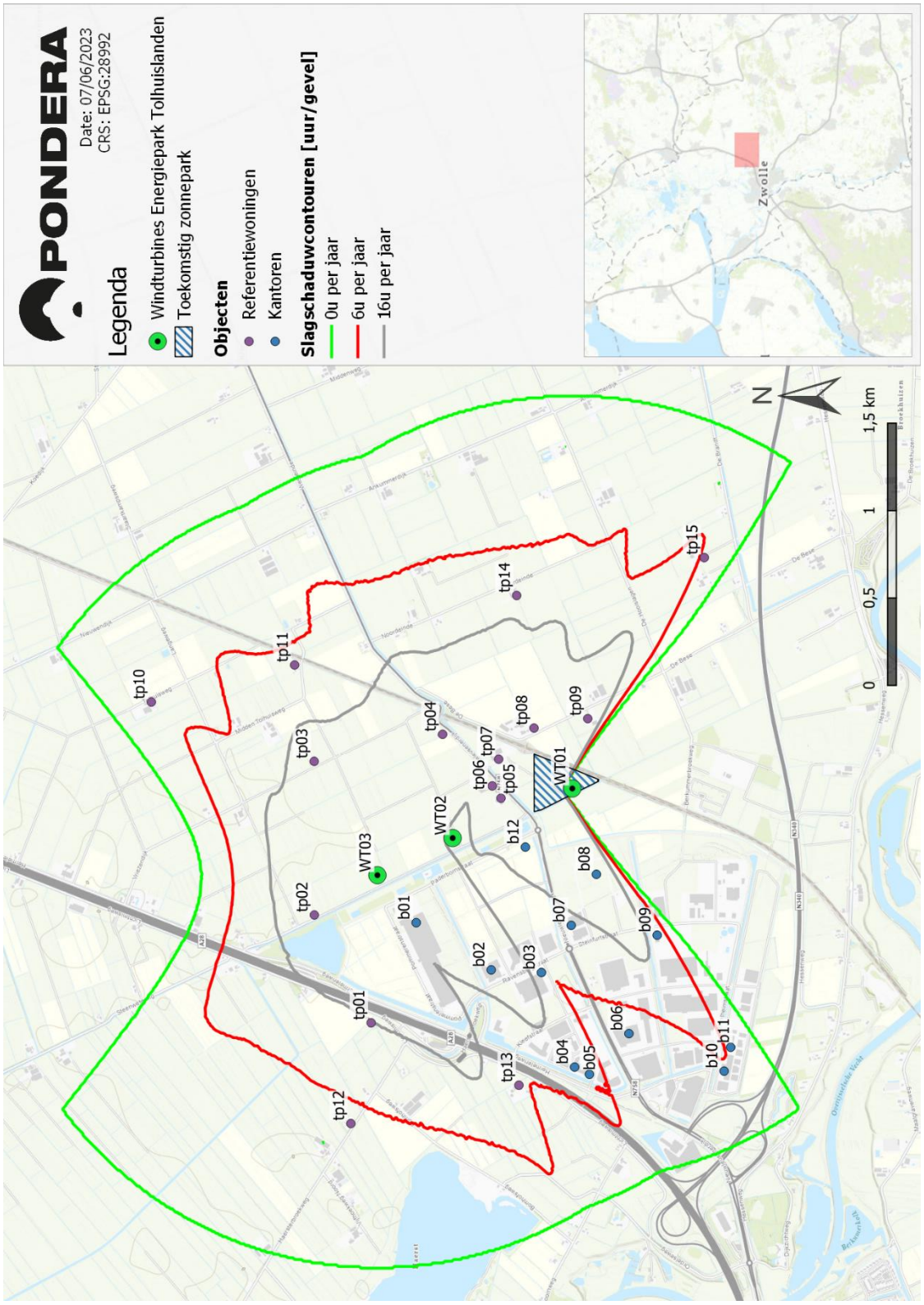
No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
WT1	Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)	1255:59	282:29
WT2	Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (43)	467:48	107:28
WT3	Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (44)	361:52	77:42

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.

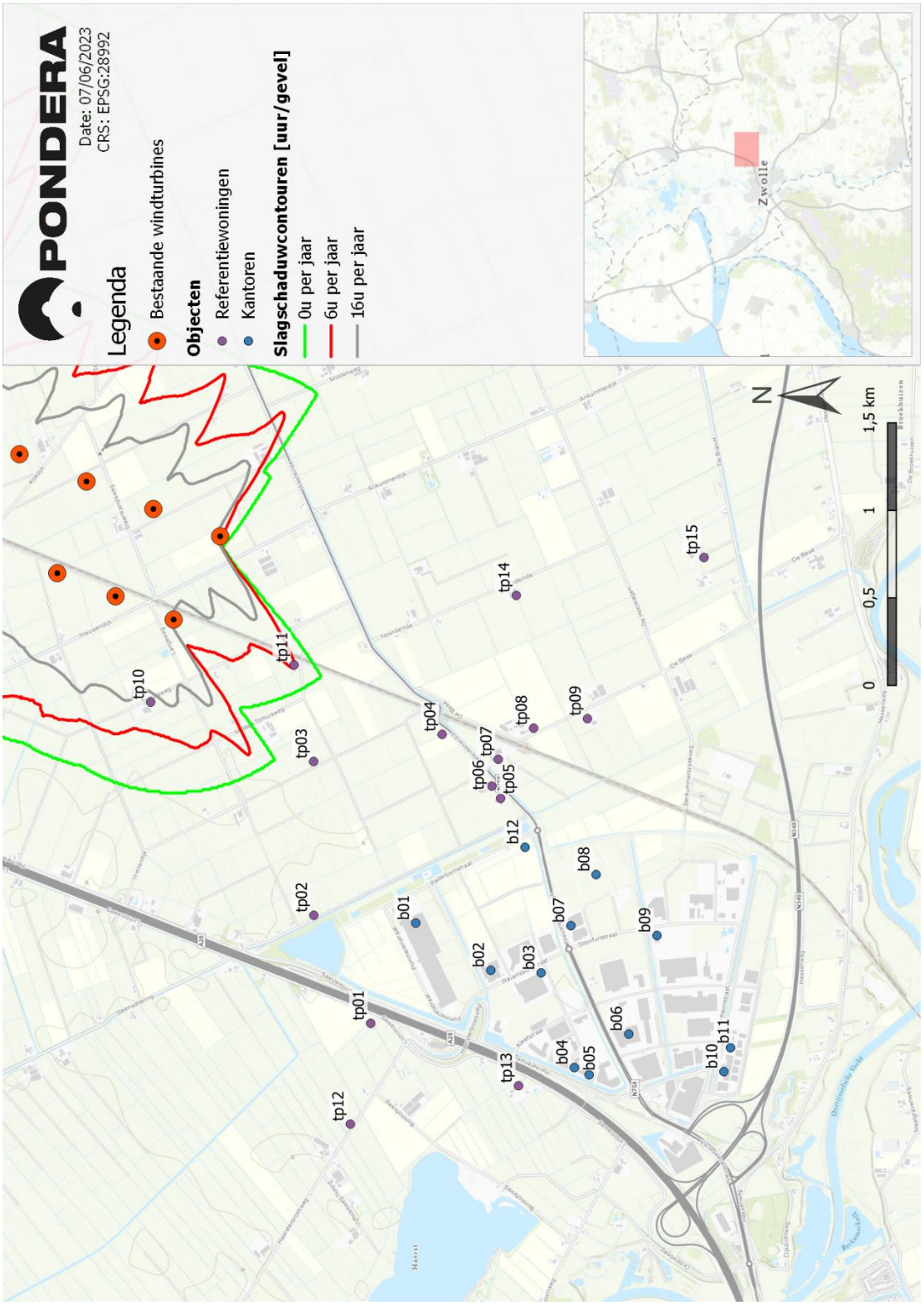
Bijlage 12 Slagschaduwcontouren EP Tolhuislanden

Slagschaduwcontouren EP Tolhuislanden



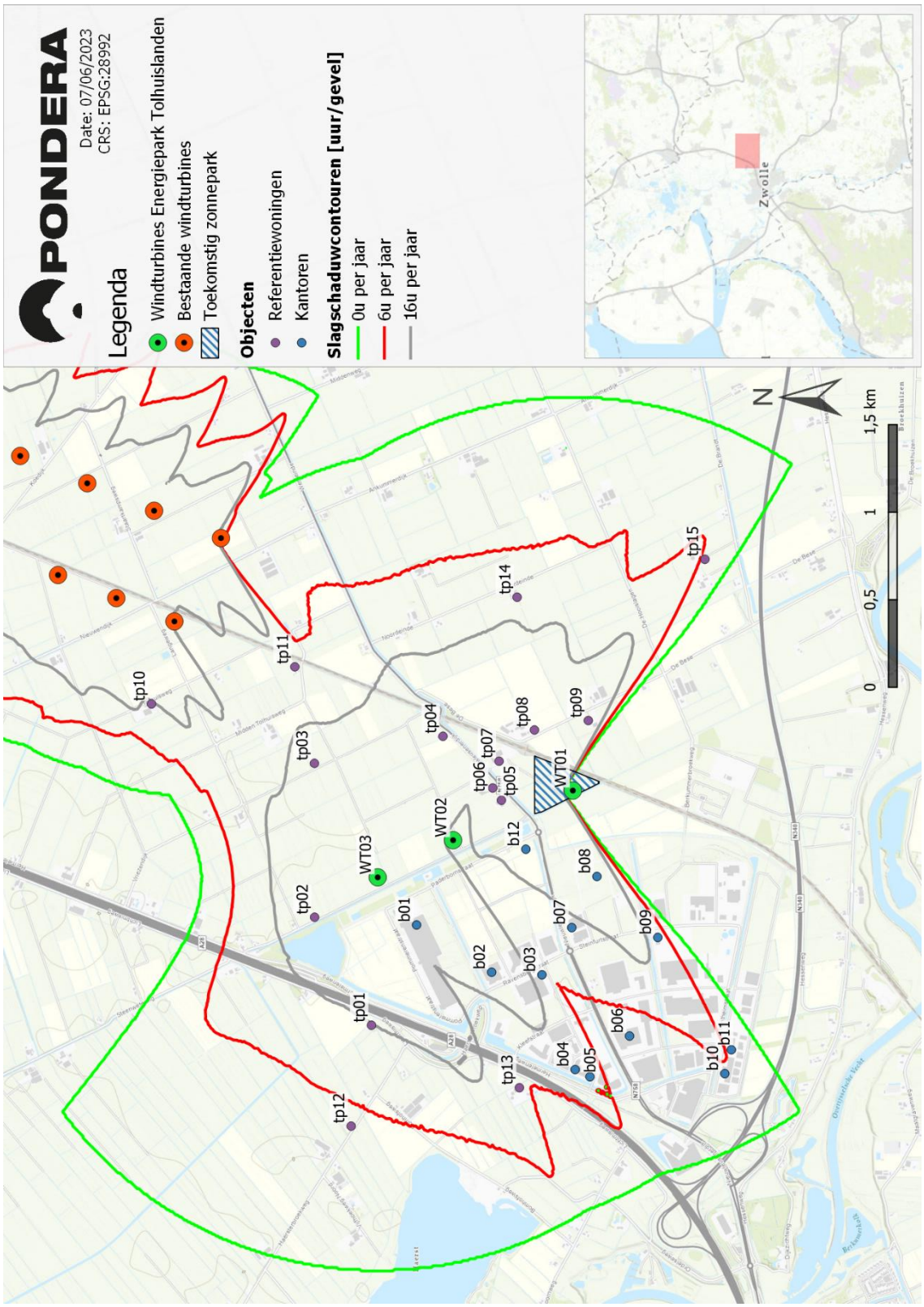
Bijlage 13 Slagschaduwcontouren referentiesituatie

Slagschaduwcontouren referentiesituatie



Bijlage 14 Slagschaduwcontouren cumulatief

Slagschaduwcontouren cumulatief



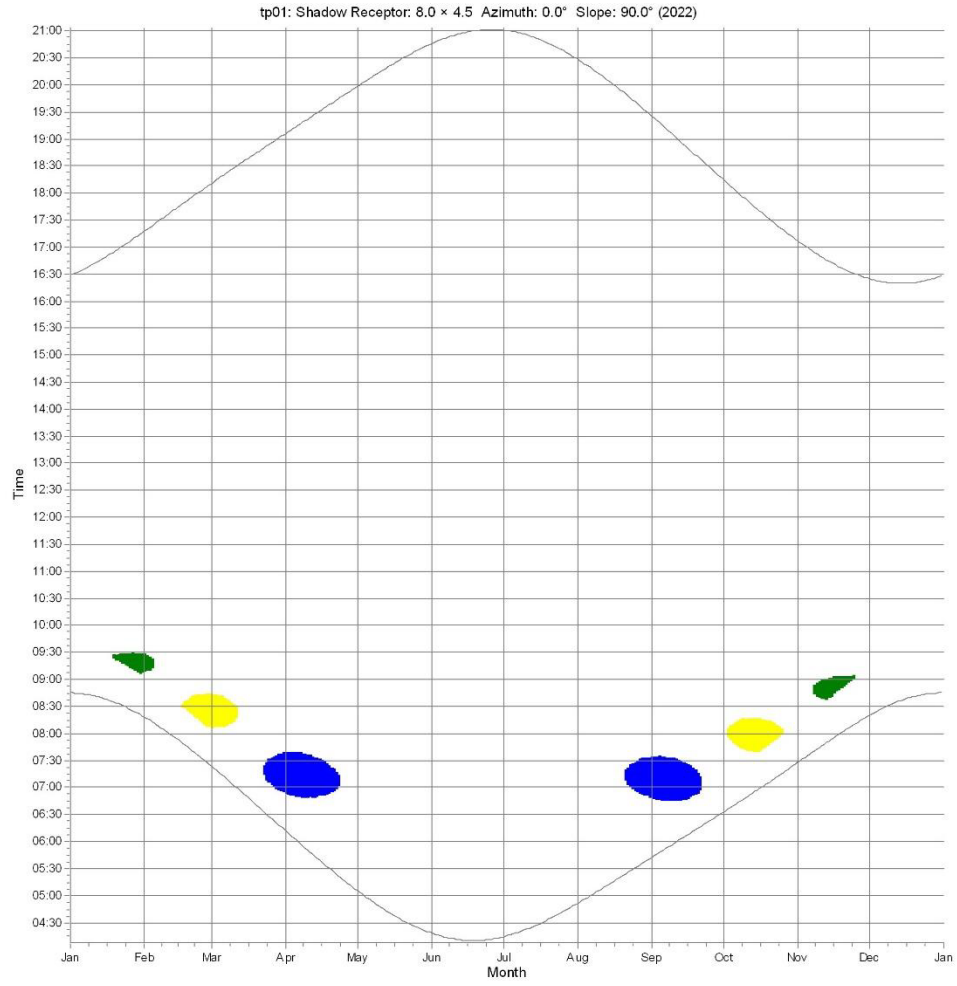
Bijlage 15 Slagschaduwkalender referentiewoningen (zonder zomertijd)

Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]
Calculated:
06/06/2023 15:58/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden ref woningen **Shadow receptor:** tp01 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2022)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)
WT2: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (43)
WT3: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (44)

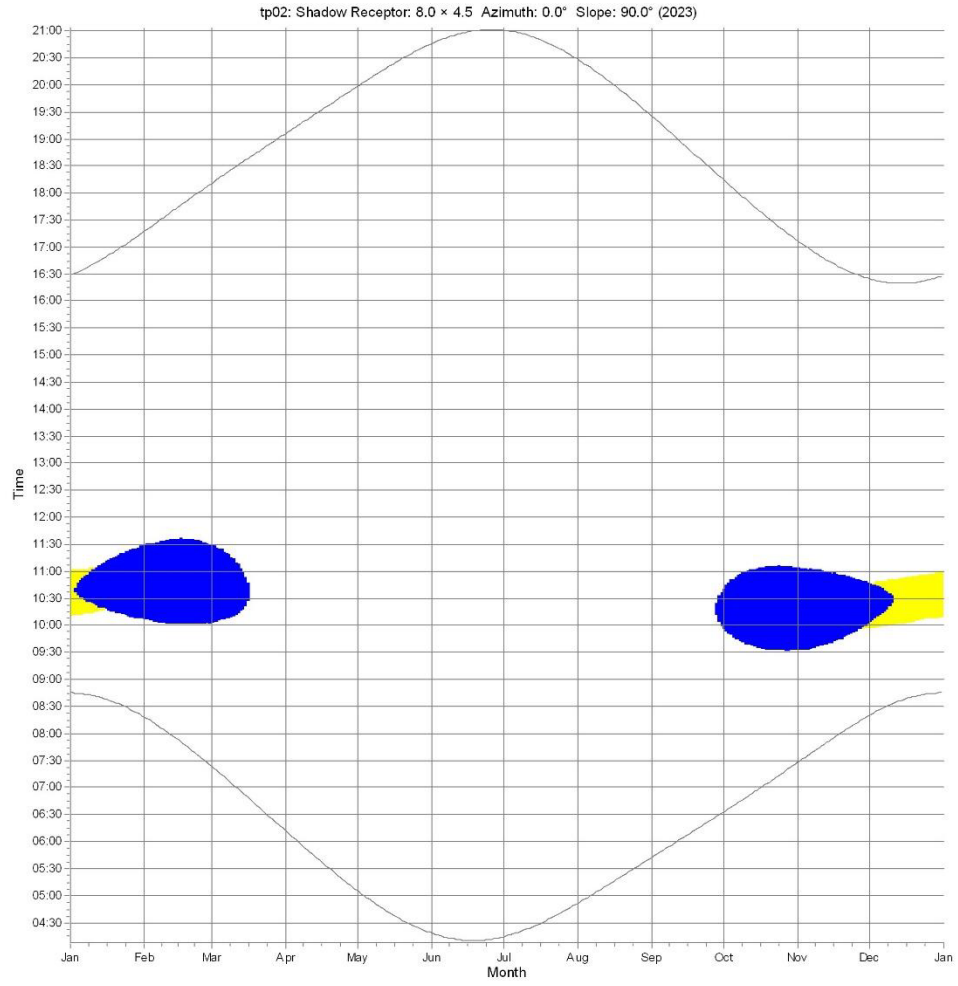
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
06/06/2023 15:58/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden ref woningen **Shadow receptor:** tp02 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2023)



WTGs

WT2: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (43)
WT3: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (44)

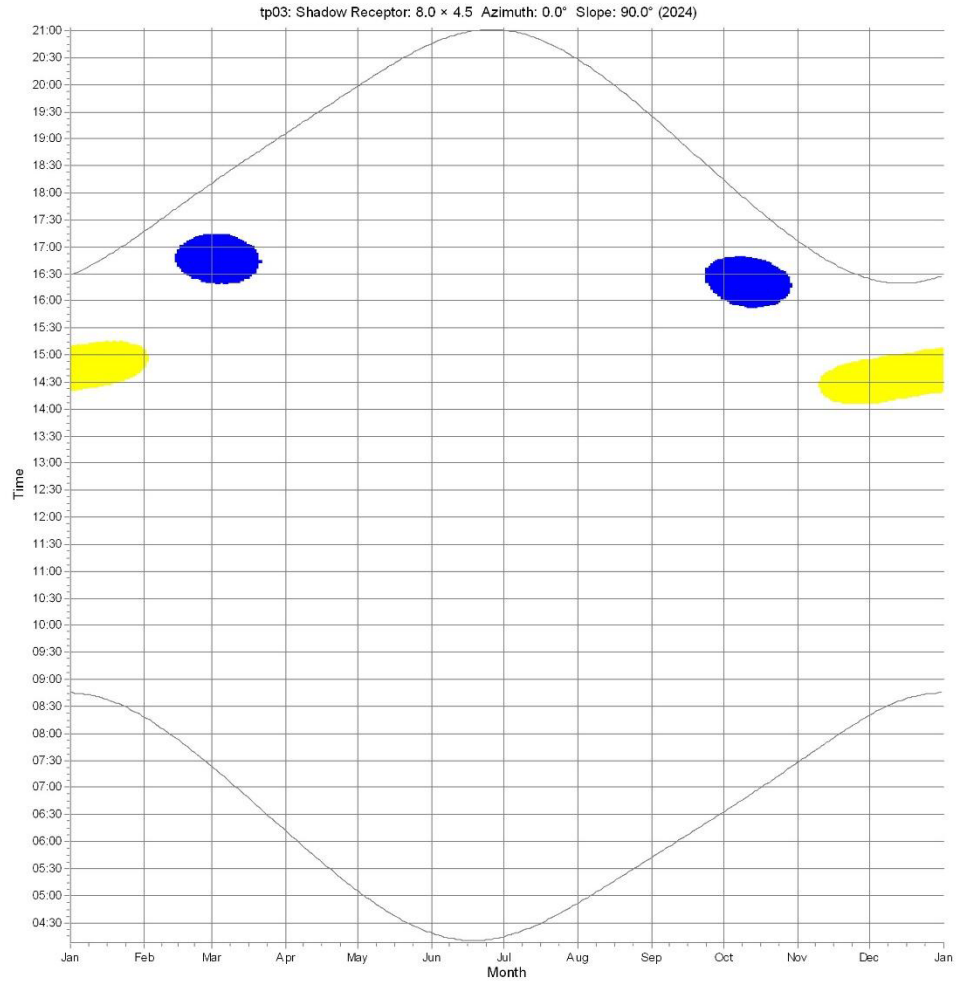
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
06/06/2023 15:58/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden ref woningen **Shadow receptor:** tp03 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2024)



WTGs

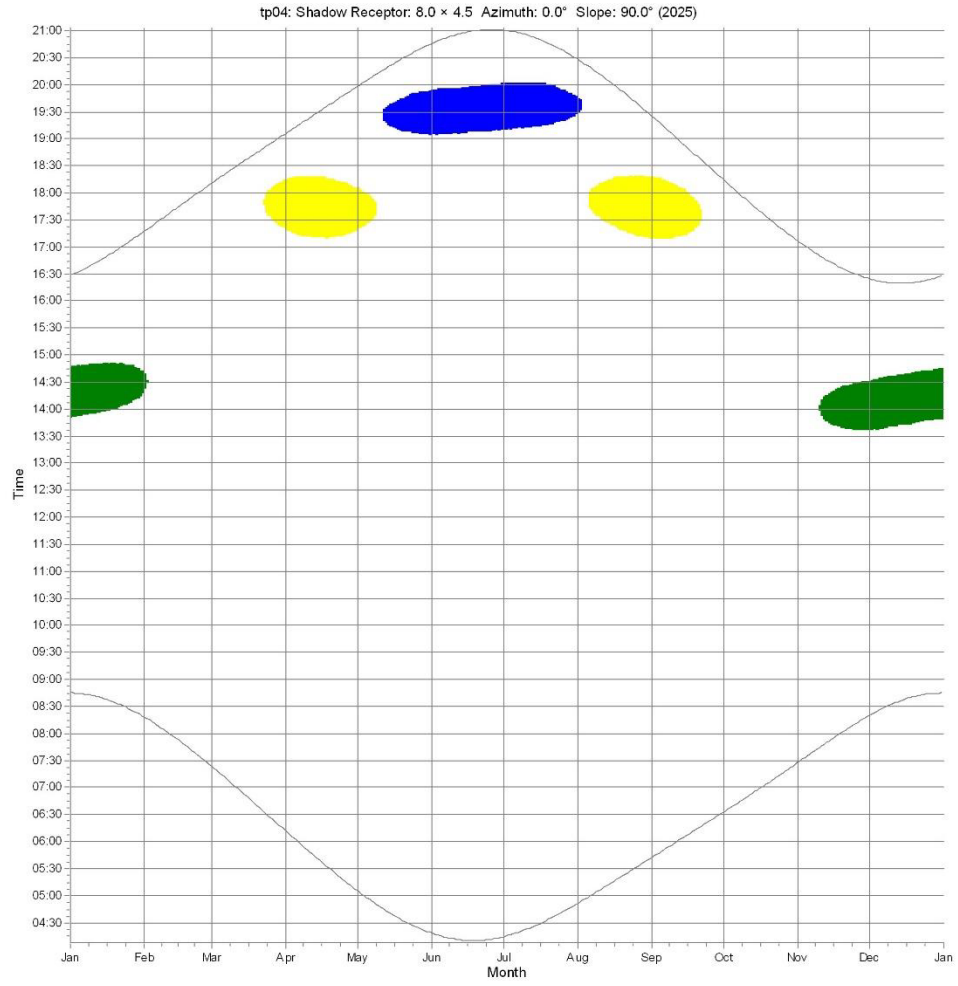
WT2: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (43)
WT3: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (44)

Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]
Calculated:
06/06/2023 15:58/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden ref woningen **Shadow receptor:** tp04 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2025)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)
WT2: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (43)
WT3: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (44)

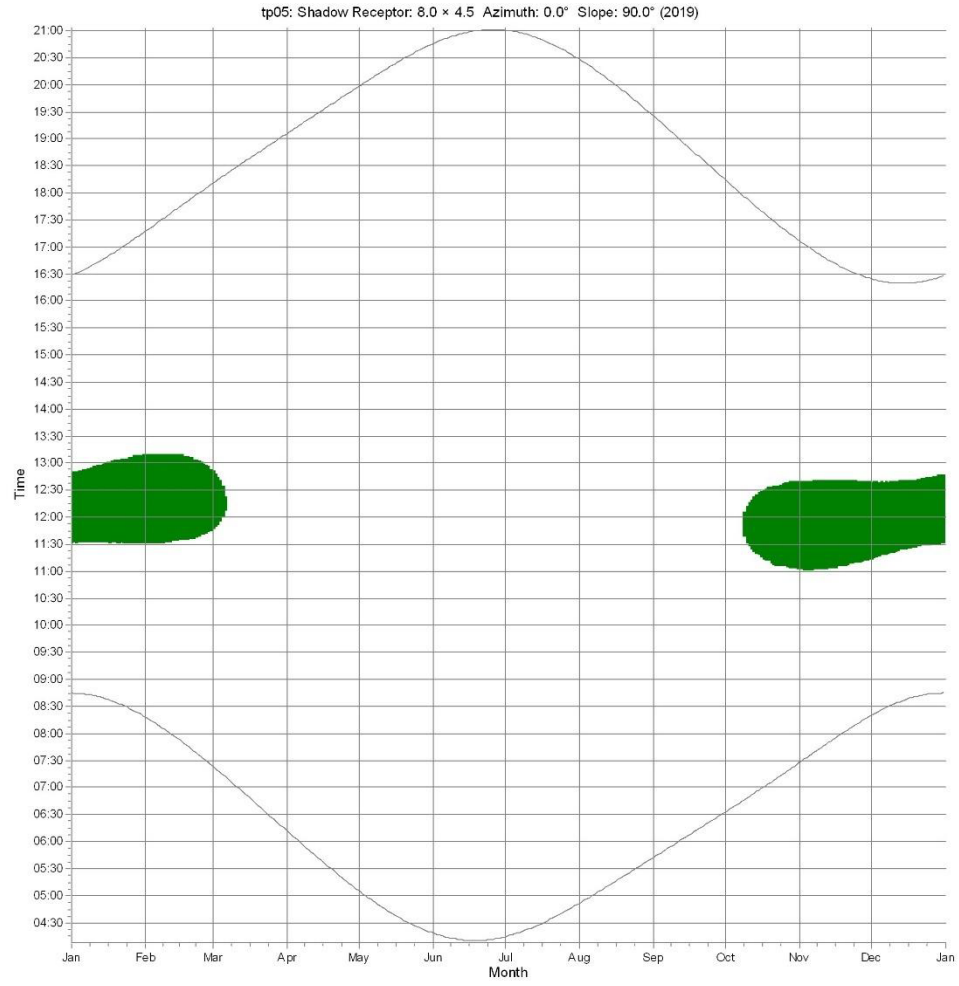
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
06/06/2023 15:58/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden ref woningen **Shadow receptor:** tp05 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2019)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)

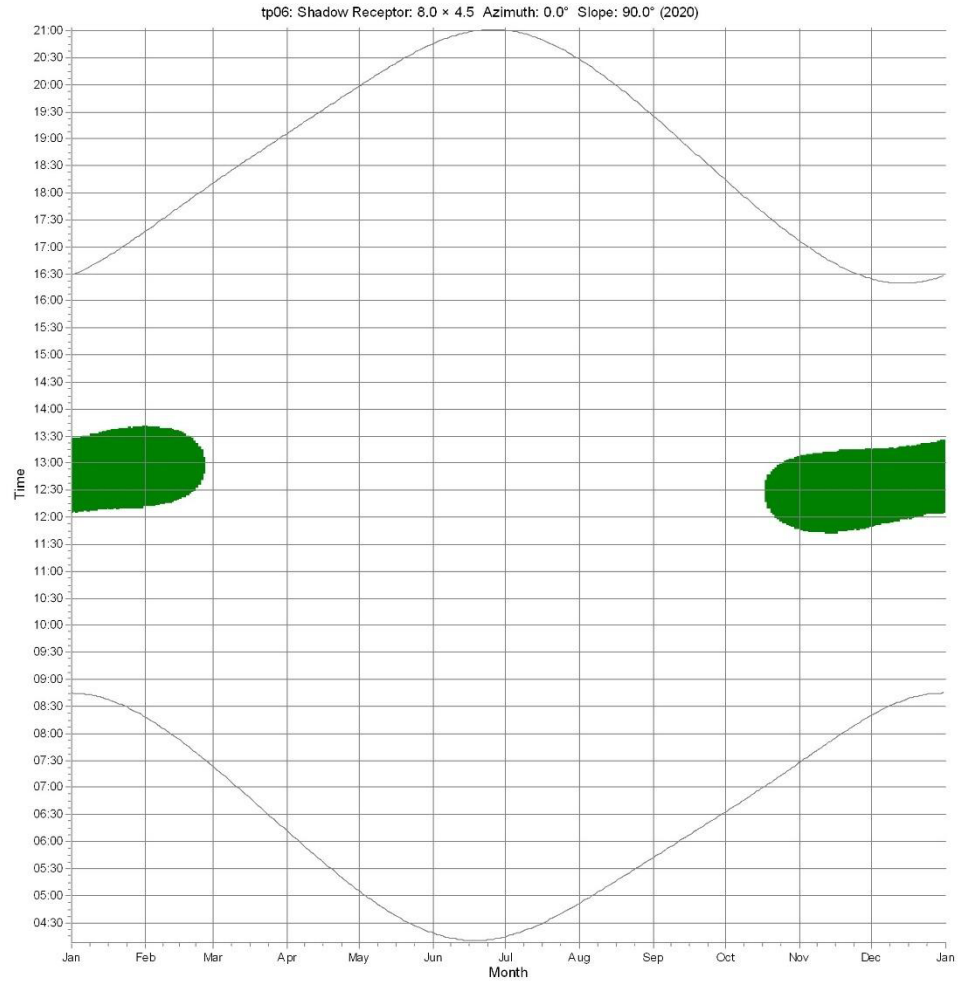
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
06/06/2023 15:58/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden ref woningen **Shadow receptor:** tp06 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2020)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)

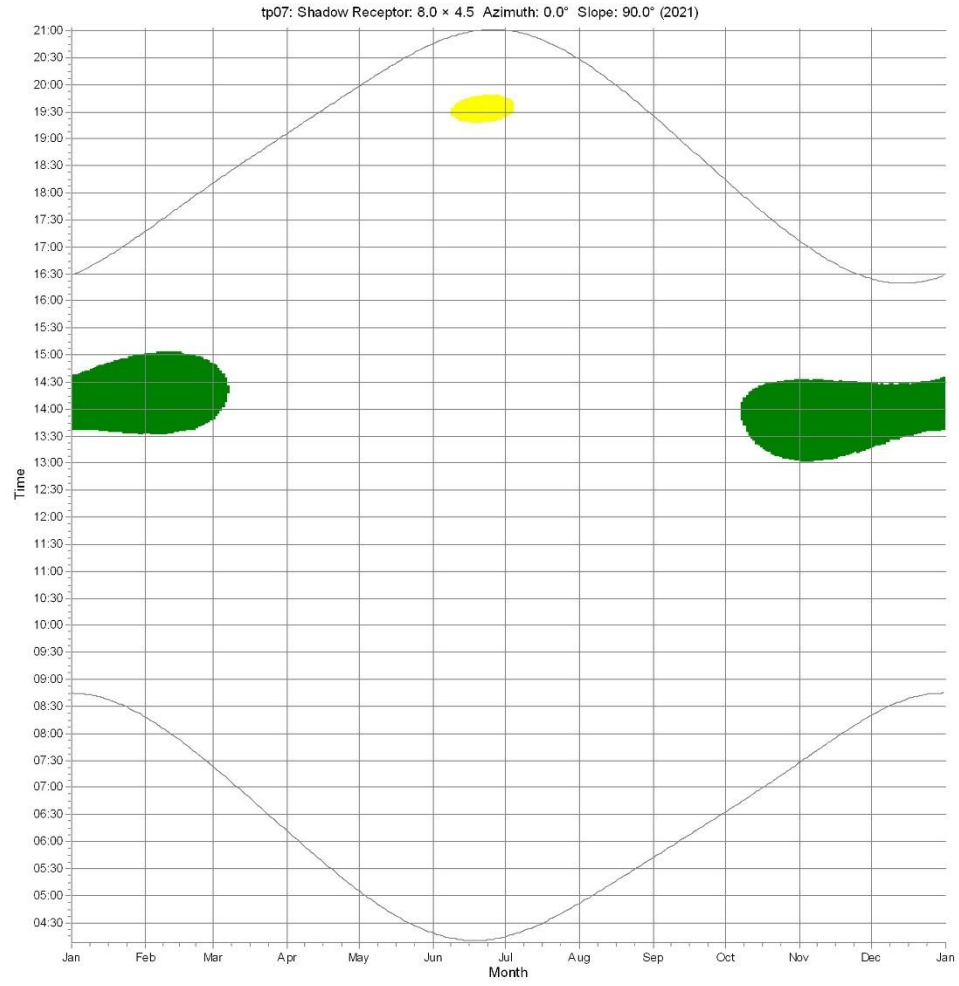
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
06/06/2023 15:58/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden ref woningen **Shadow receptor:** tp07 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2021)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)
WT2: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (43)

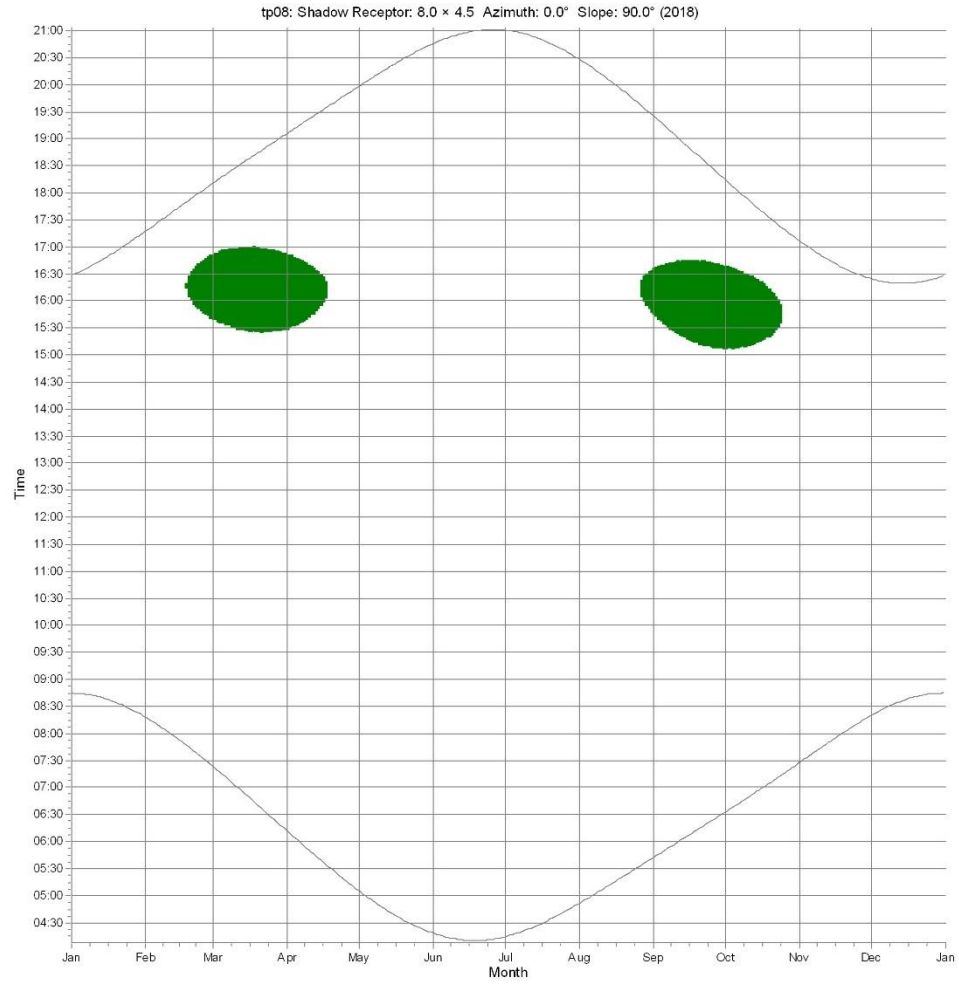
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
06/06/2023 15:58/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden ref woningen **Shadow receptor:** tp08 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2018)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)

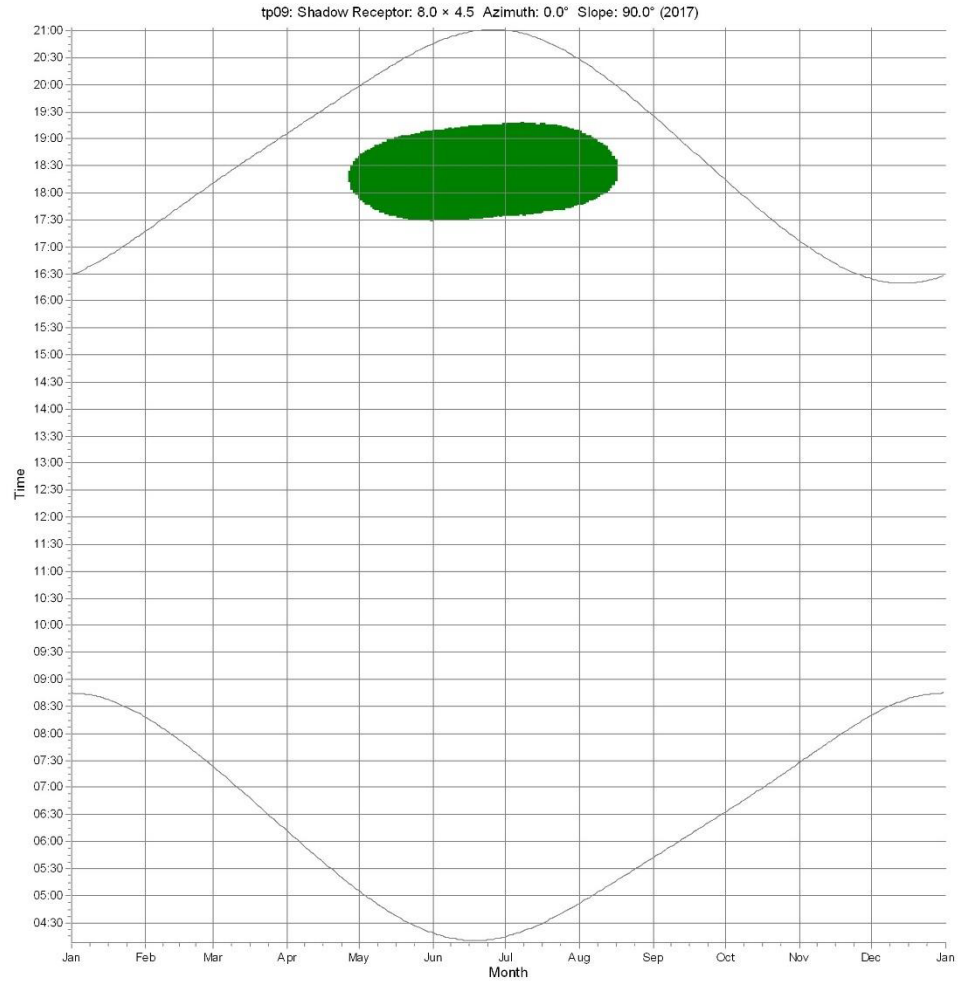
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
06/06/2023 15:58/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden ref woningen **Shadow receptor:** tp09 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2017)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)

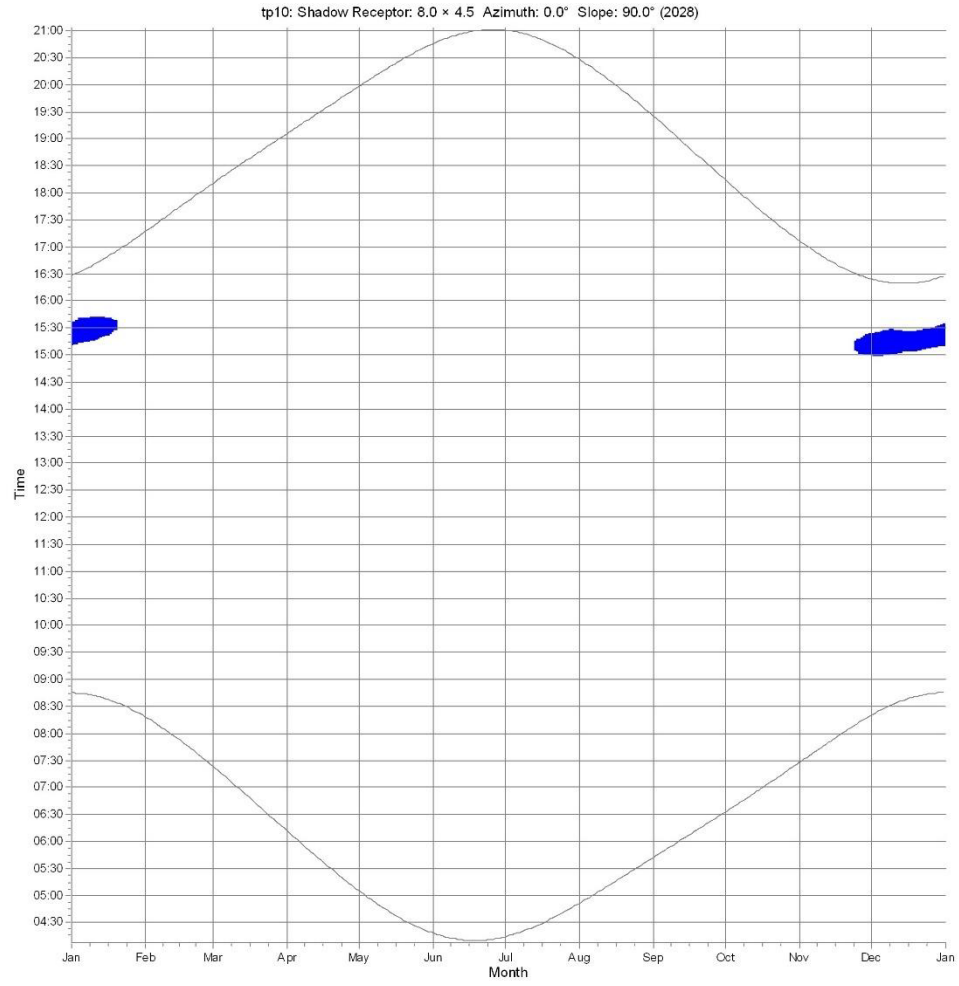
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
06/06/2023 15:58/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden ref woningen **Shadow receptor:** tp10 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2028)



WTGs

WT3: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (44)

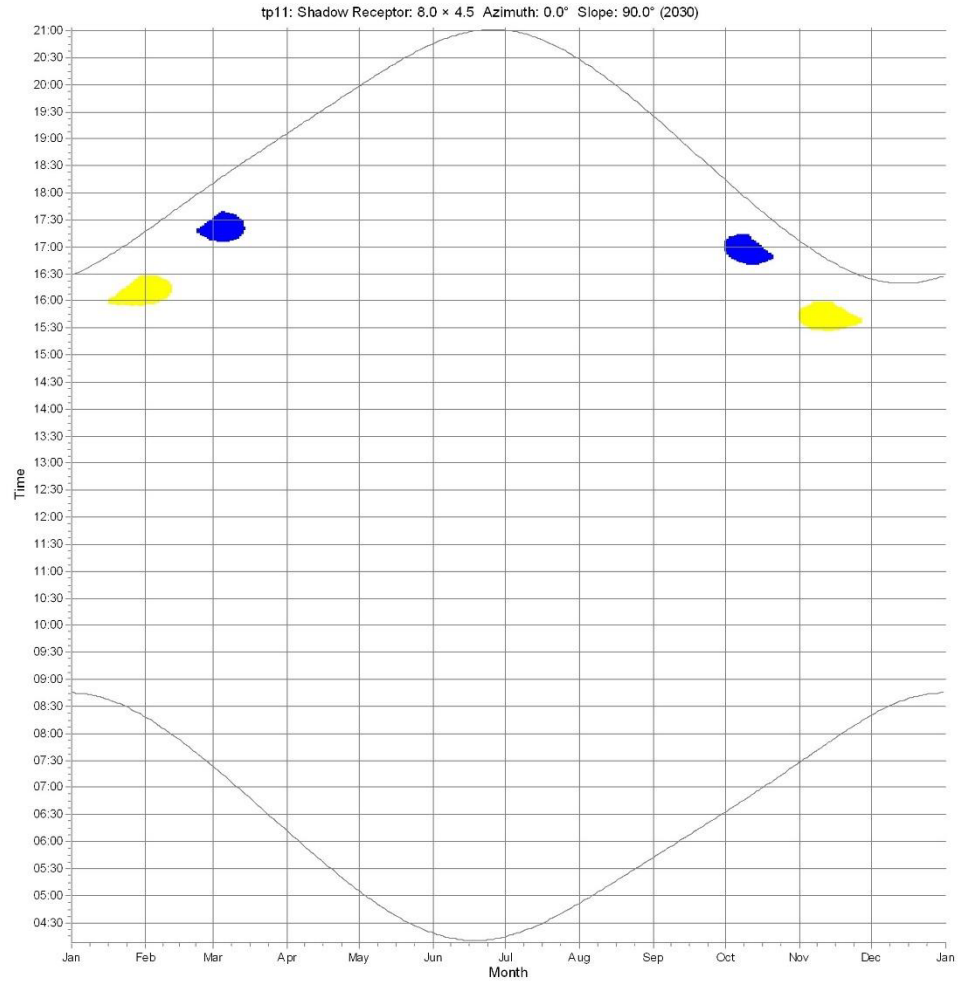
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
06/06/2023 15:58/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden ref woningen **Shadow receptor:** tp11 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2030)



WTGs

WT2: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (43)
WT3: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (44)

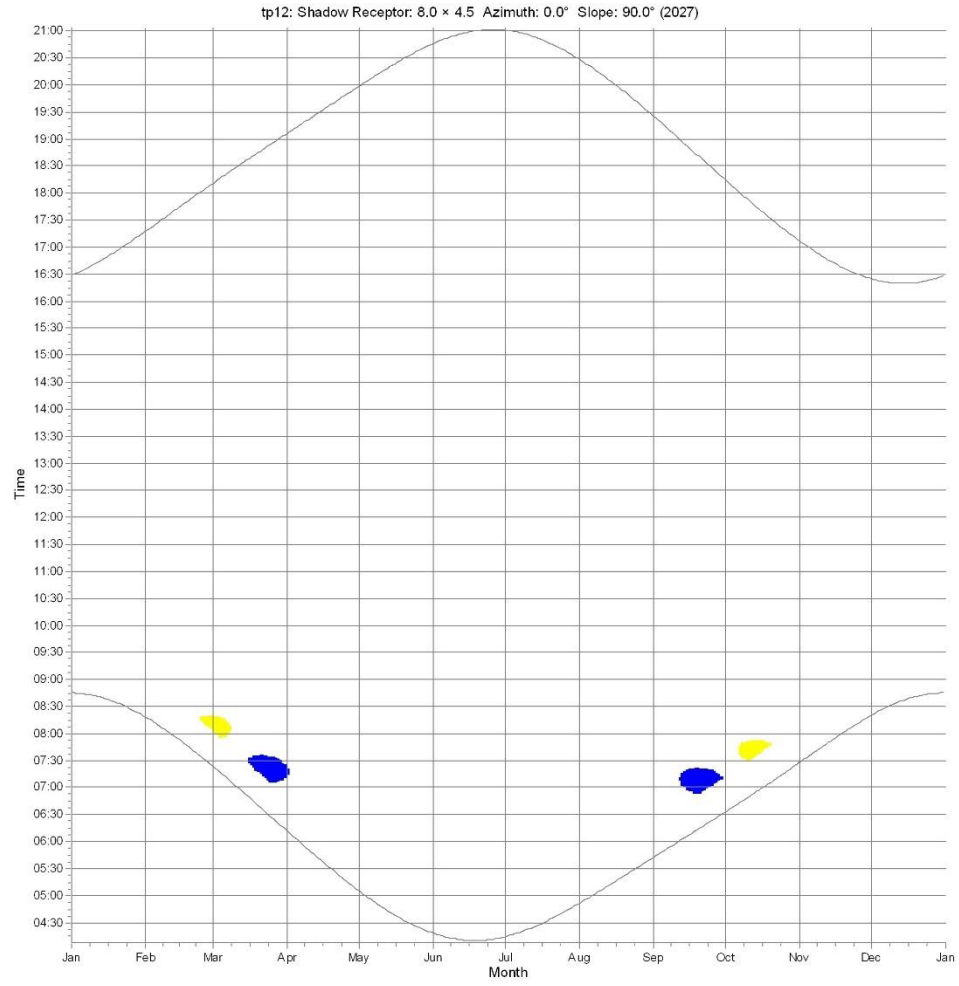
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
06/06/2023 15:58/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden ref woningen **Shadow receptor:** tp12 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2027)



WTGs

WT2: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (43)
WT3: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (44)

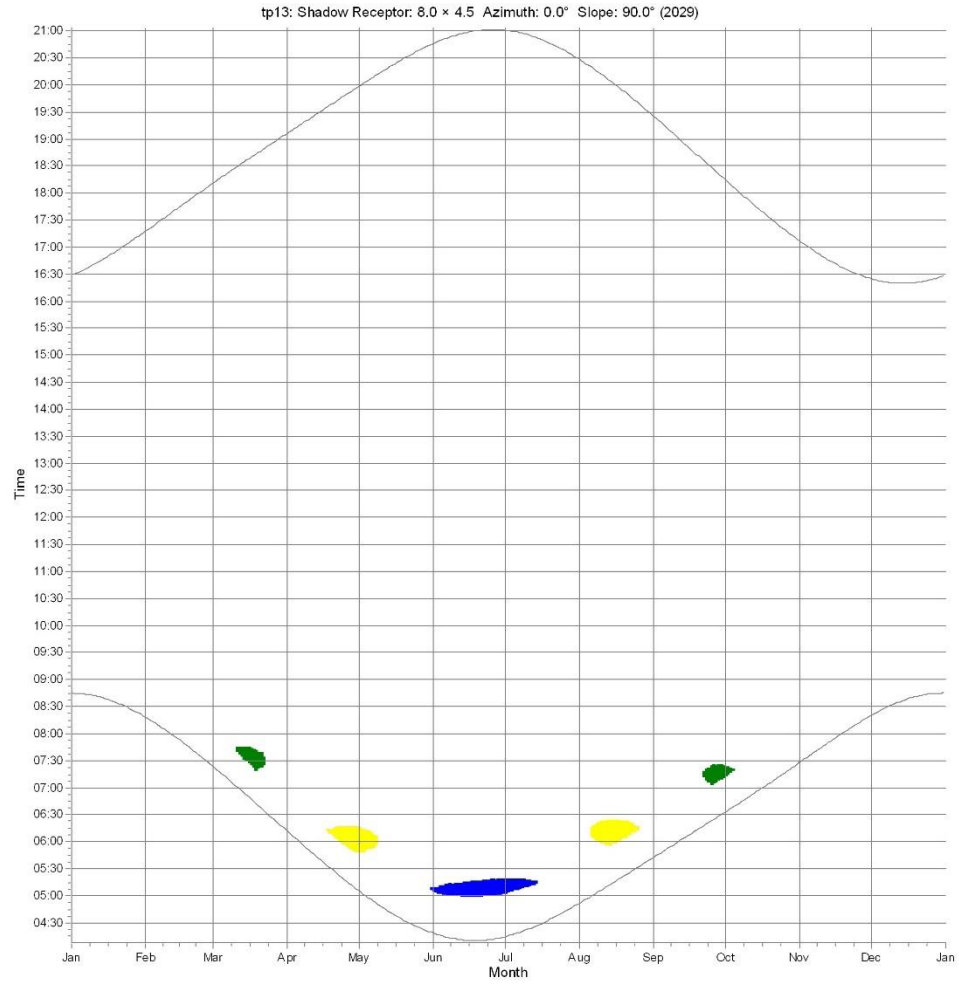
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
06/06/2023 15:58/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden ref woningen **Shadow receptor:** tp13 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2029)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)
WT2: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (43)
WT3: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (44)

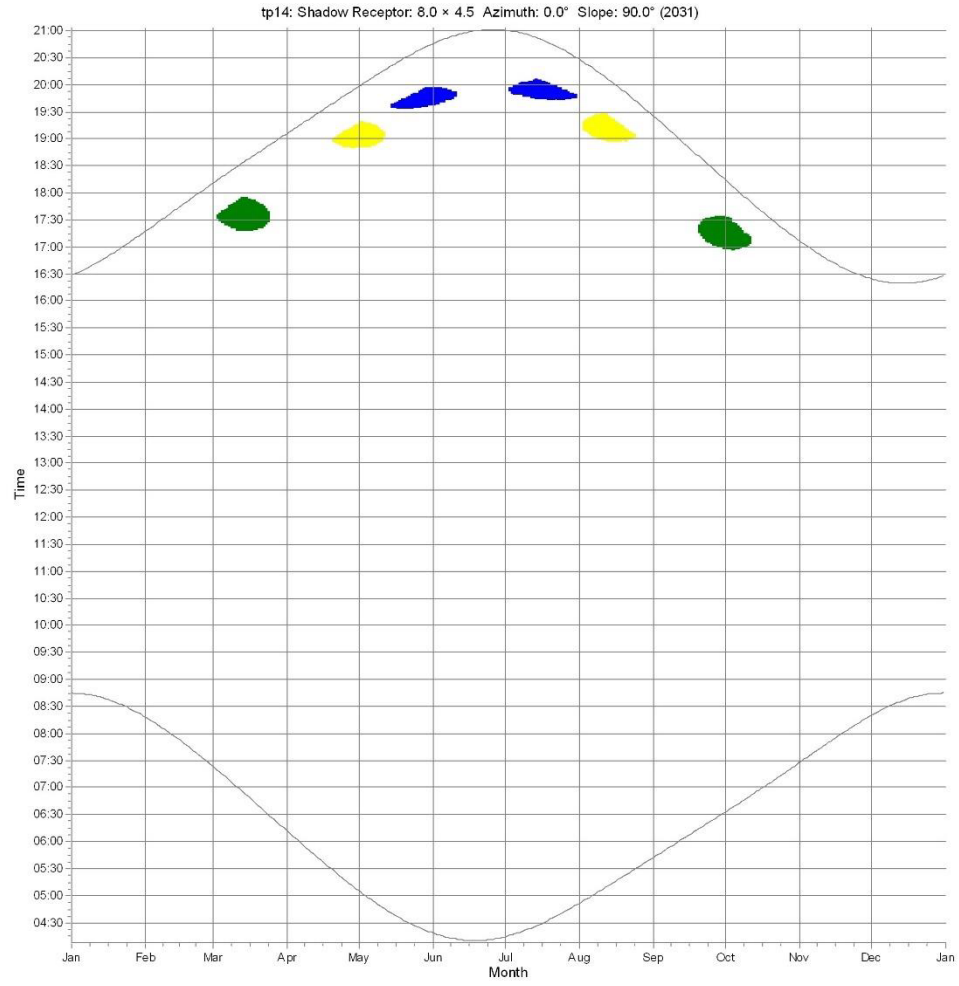
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
06/06/2023 15:58/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden ref woningen **Shadow receptor:** tp14 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2031)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)
WT2: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (43)
WT3: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (44)

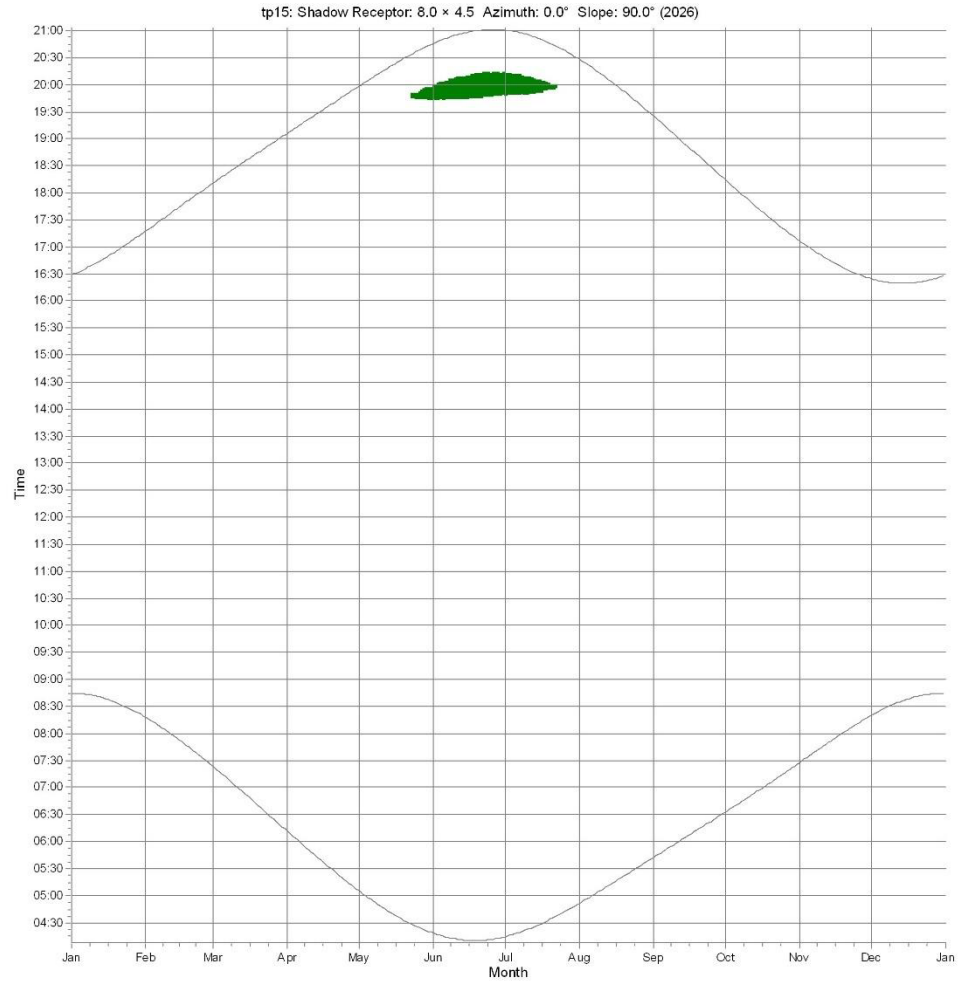
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
06/06/2023 15:58/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden ref woningen **Shadow receptor:** tp15 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2026)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)

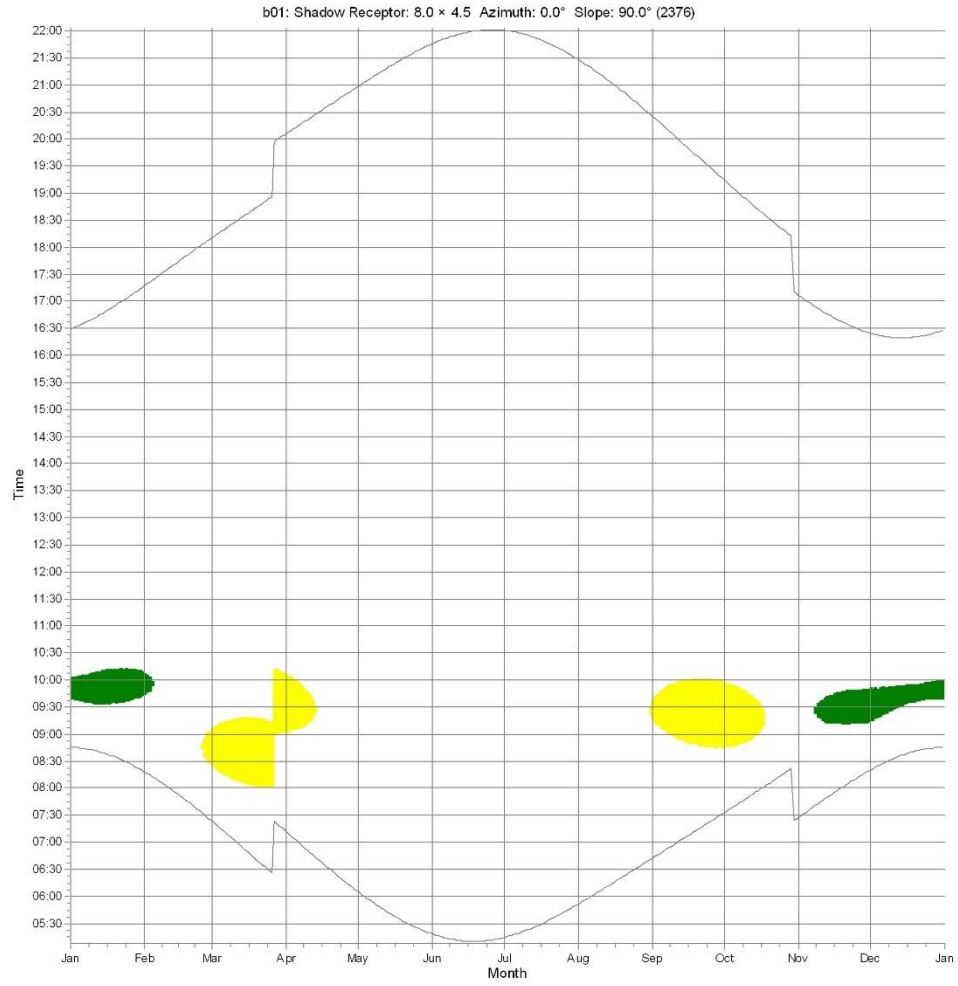
Bijlage 16 Slagschaduwkalenders kantoorpanden (met zomertijd 2021)

Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]
Calculated:
07/06/2023 10:25/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden kantoren **Shadow receptor:** b01 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2376)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)
WT2: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (43)

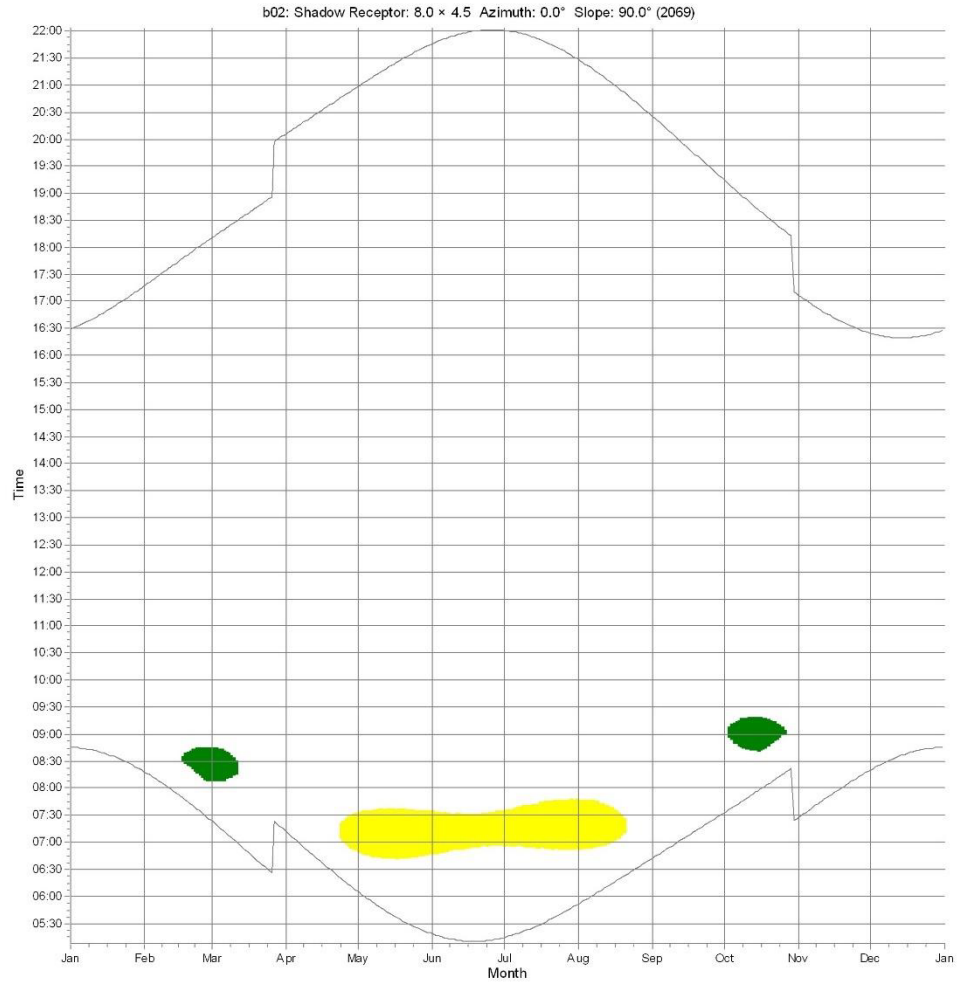
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
07/06/2023 10:25/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden kantoren **Shadow receptor:** b02 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2069)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)
WT2: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (43)

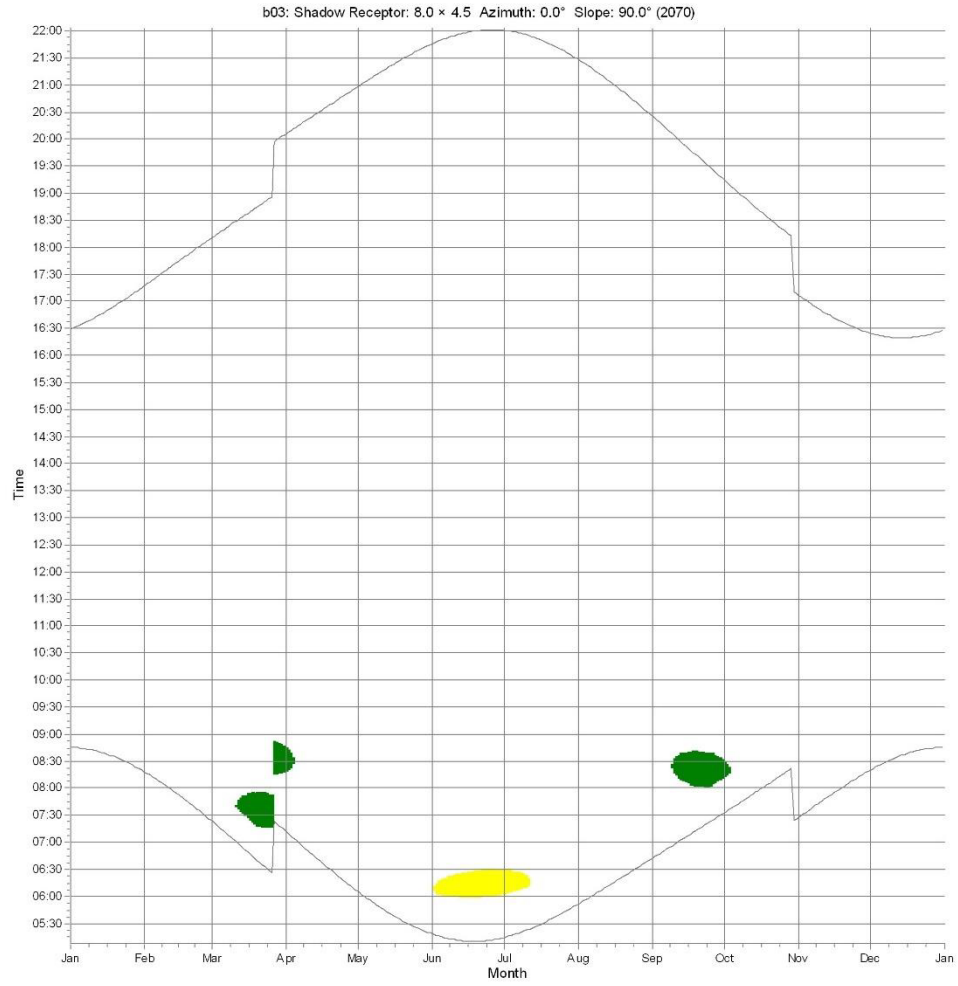
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
07/06/2023 10:25/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden kantoren **Shadow receptor:** b03 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2070)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)
WT2: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (43)

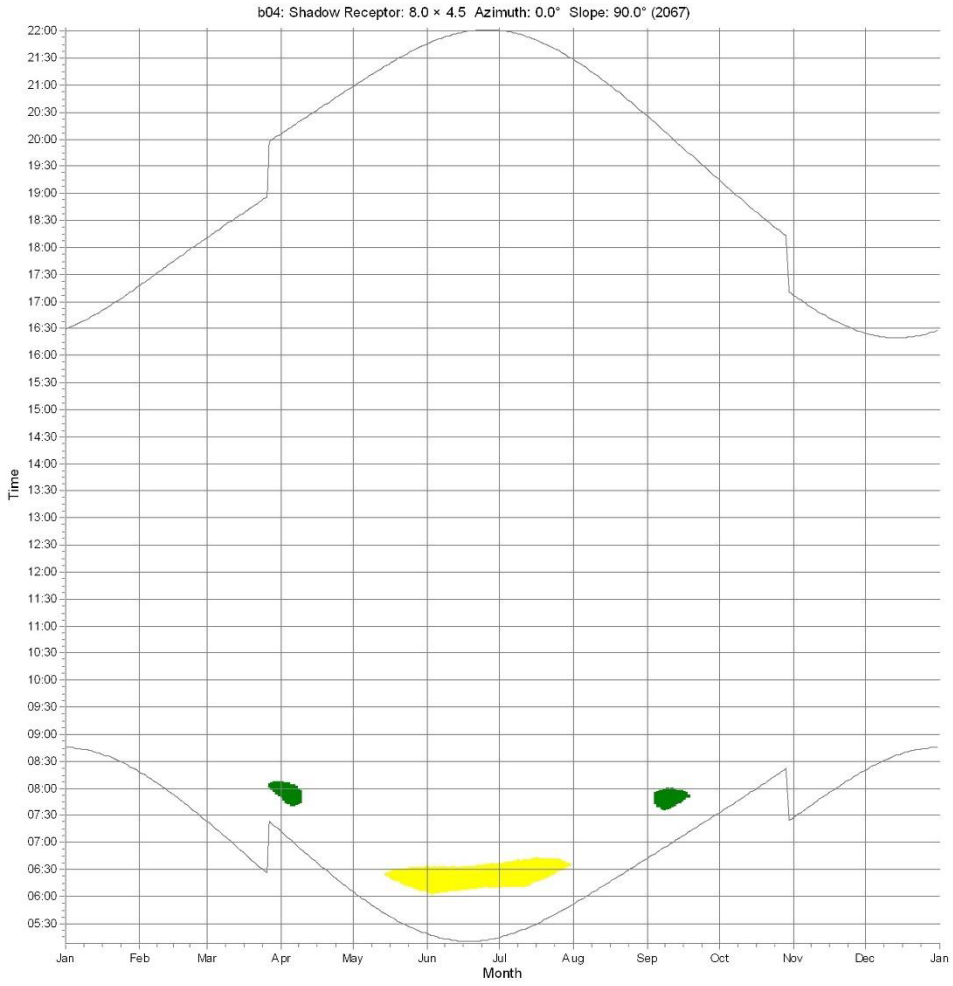
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
07/06/2023 10:25/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden kantoren **Shadow receptor:** b04 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2067)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)
WT2: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (43)

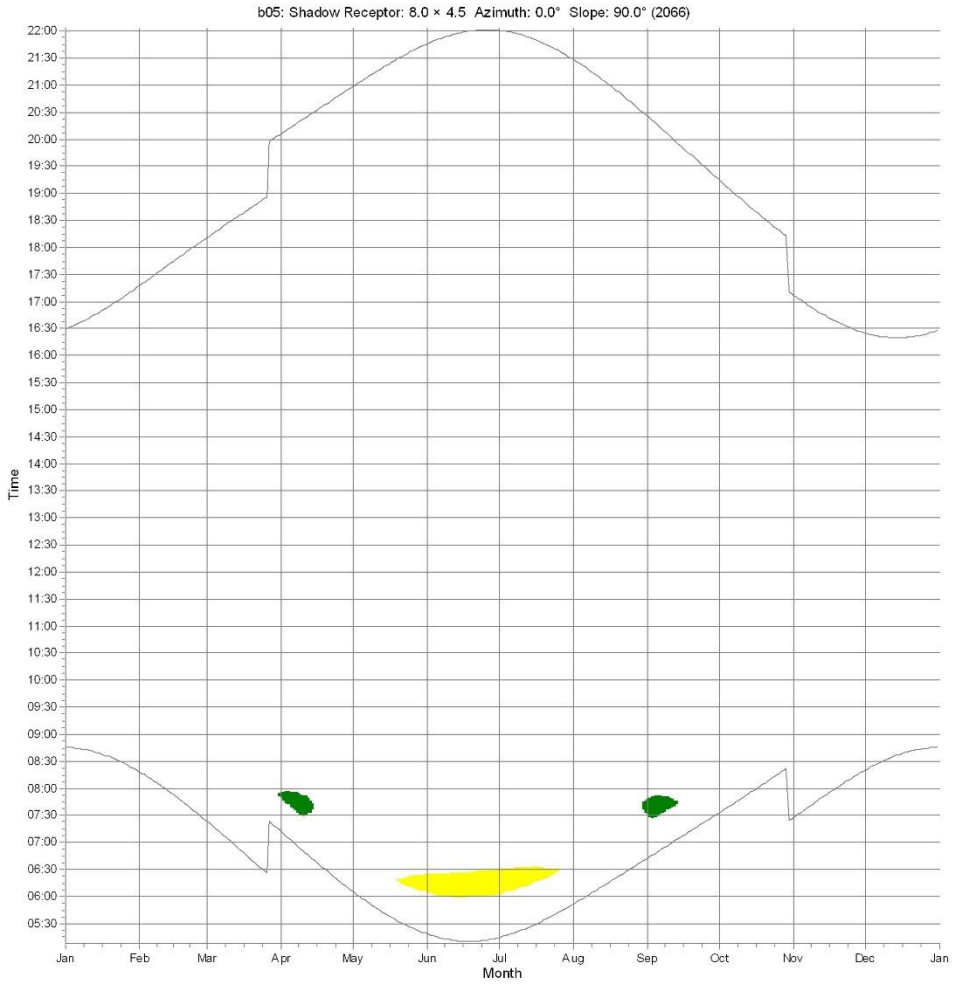
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
07/06/2023 10:25/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden kantoren **Shadow receptor:** b05 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2066)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)
WT2: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (43)

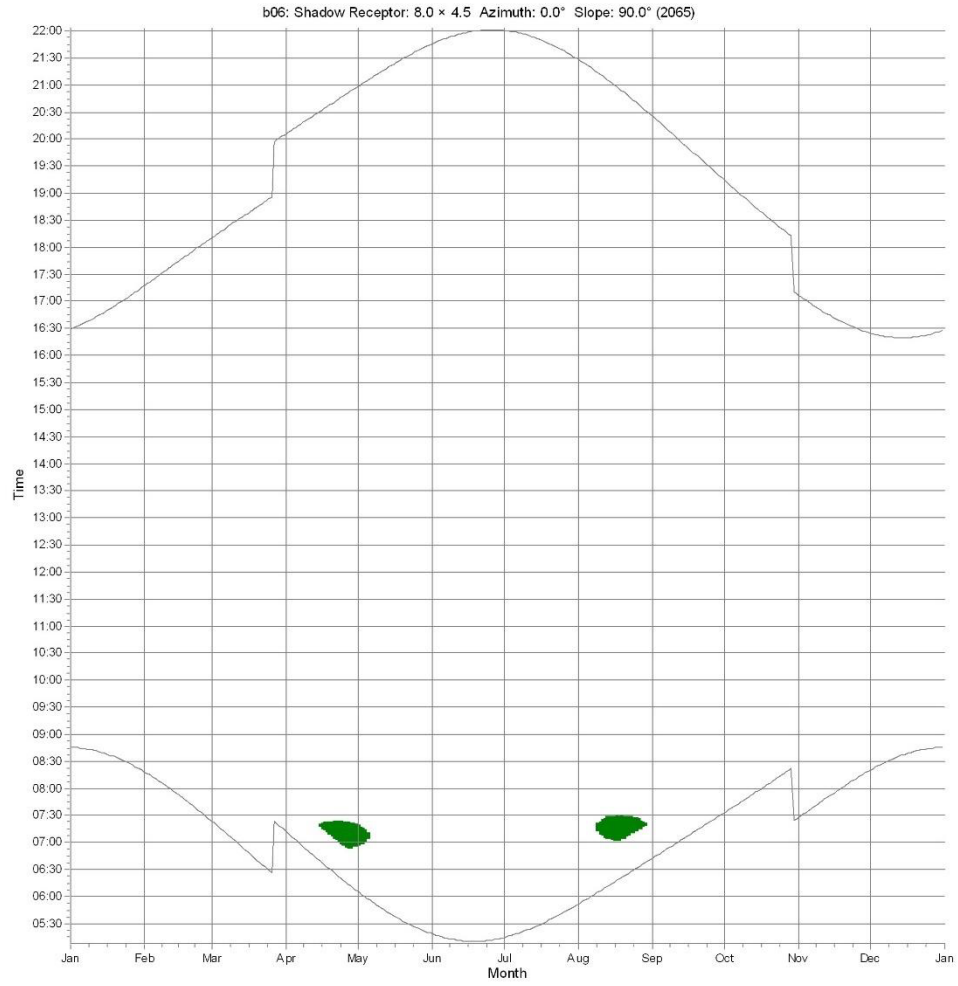
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
07/06/2023 10:25/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden kantoren **Shadow receptor:** b06 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2065)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)

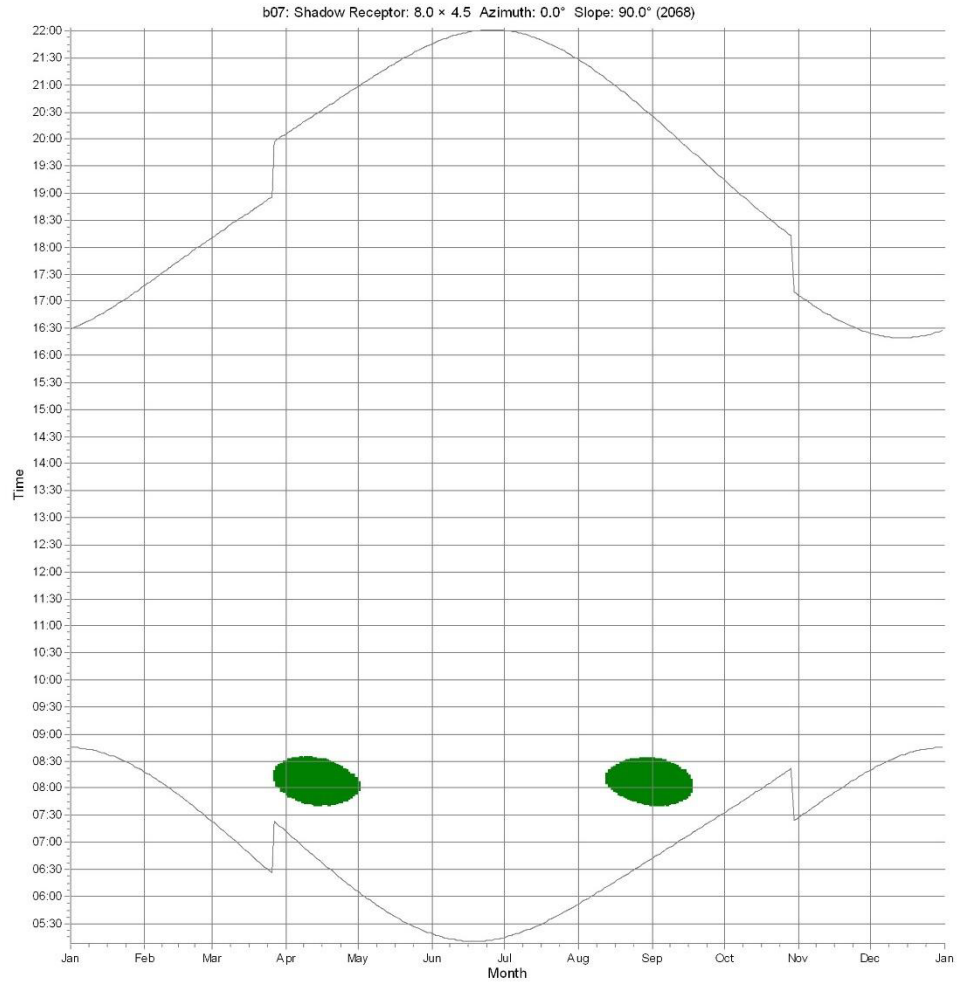
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
07/06/2023 10:25/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden kantoren **Shadow receptor:** b07 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2068)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)

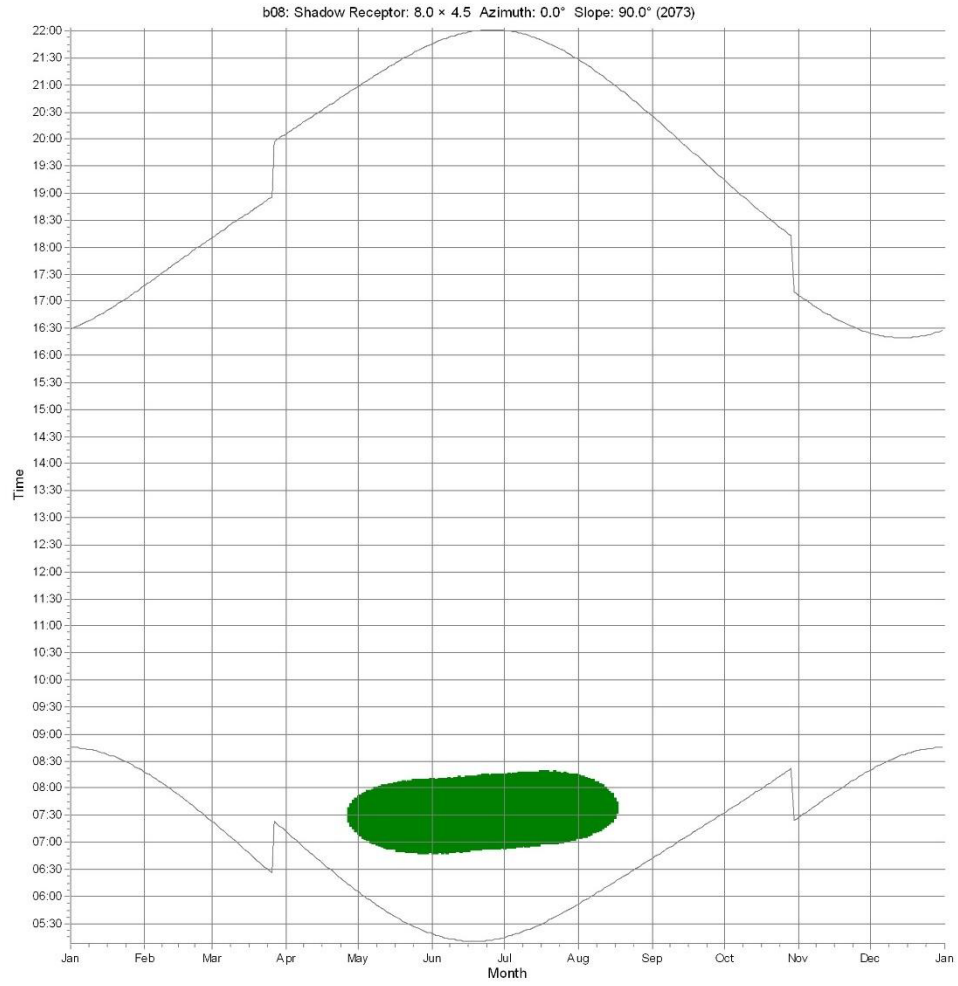
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
07/06/2023 10:25/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden kantoren **Shadow receptor:** b08 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2073)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)

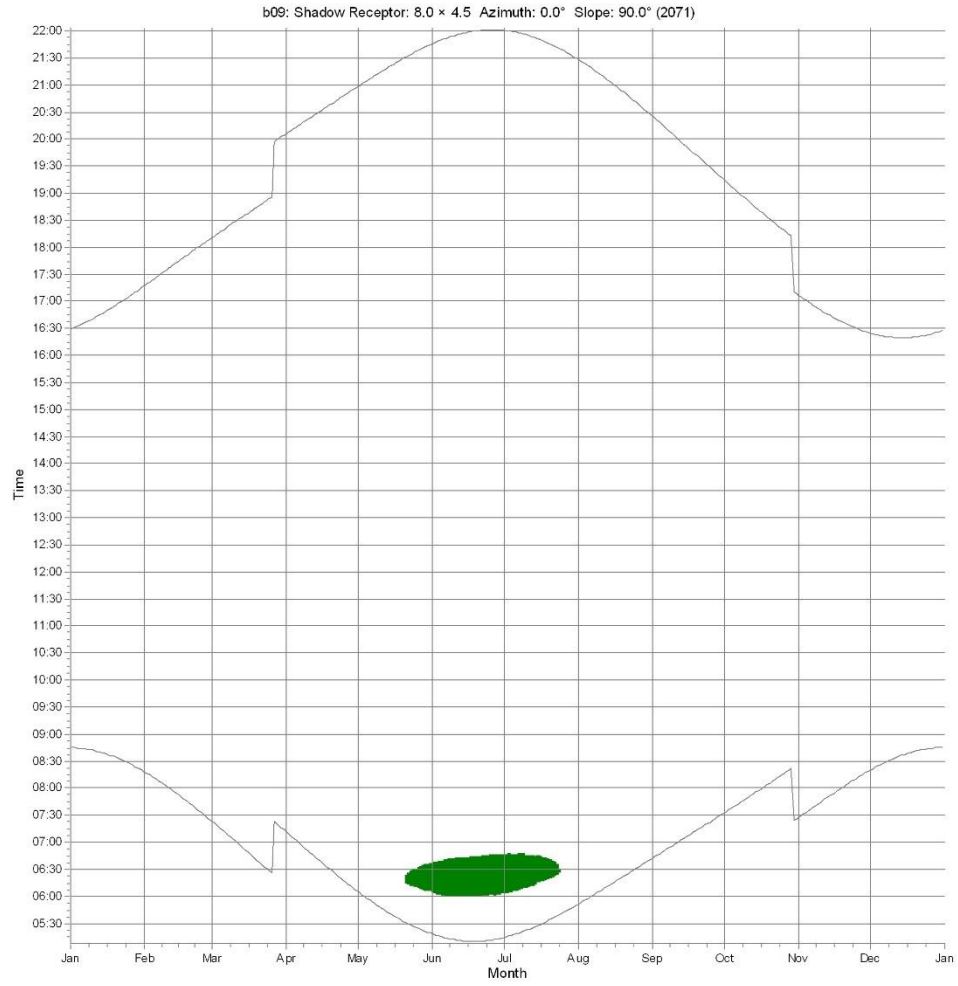
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
07/06/2023 10:25/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden kantoren **Shadow receptor:** b09 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2071)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)

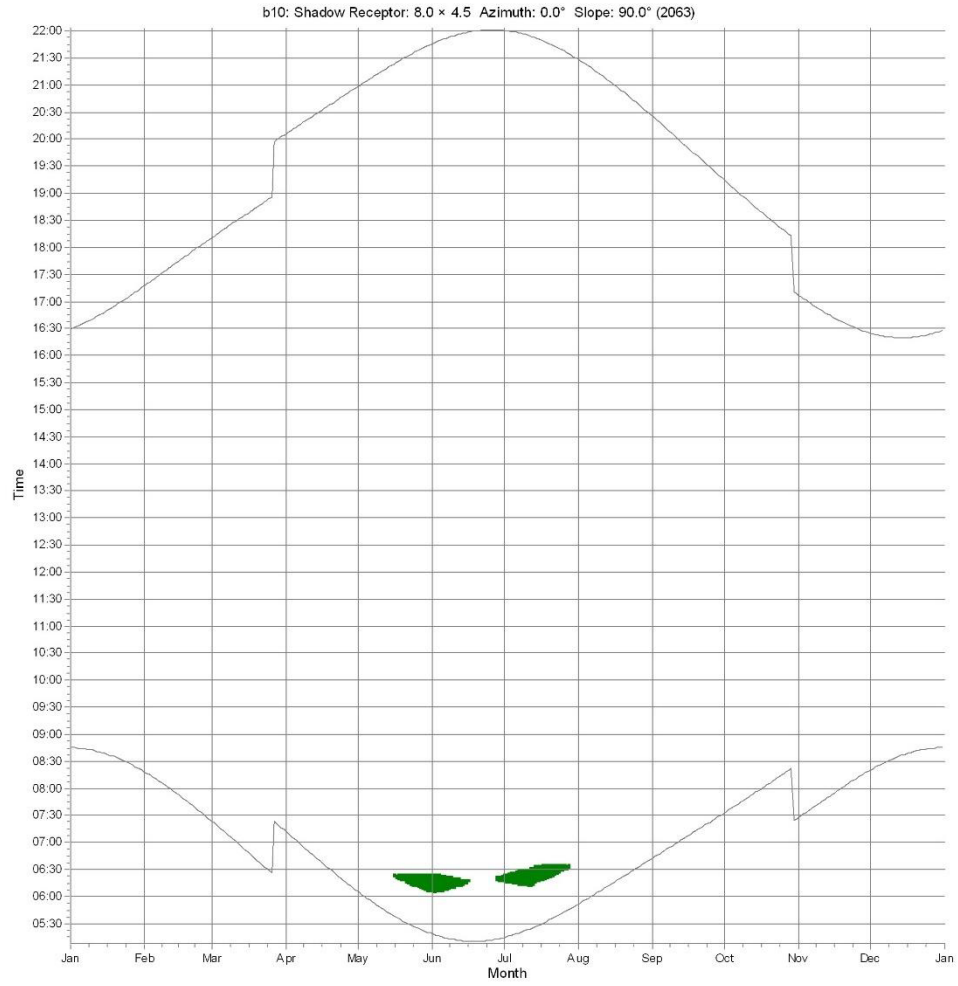
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
07/06/2023 10:25/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden kantoren **Shadow receptor:** b10 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2063)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)

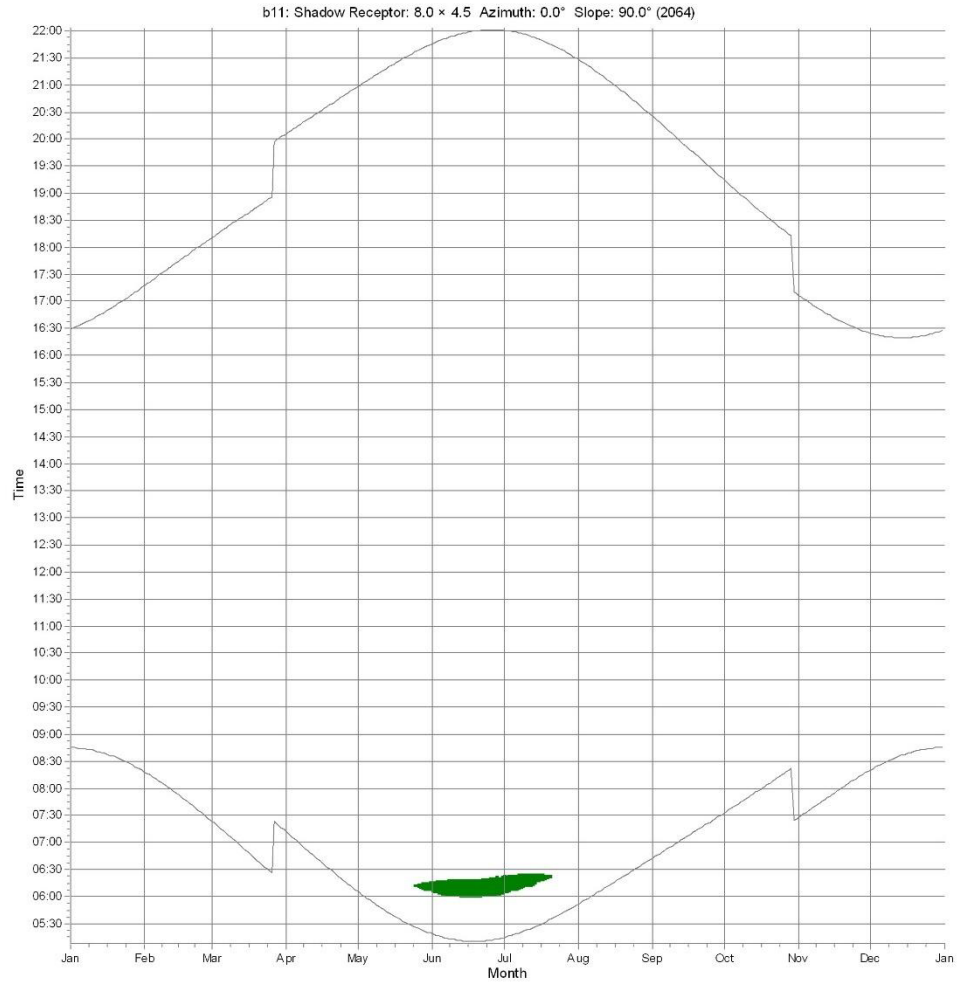
Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]

Calculated:
07/06/2023 10:25/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden kantoren **Shadow receptor:** b11 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2064)



WTGs

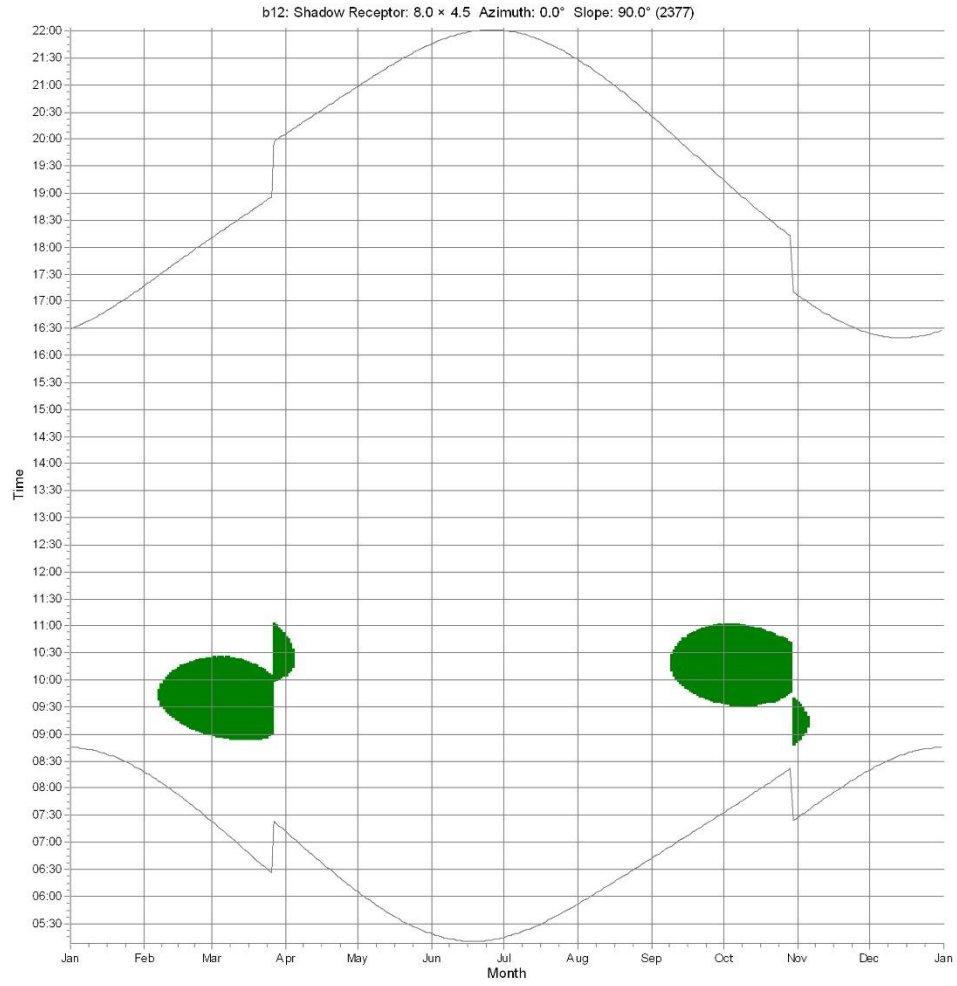
WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)

Project:
20211025 WRA variantenonderzoek Tolhuislanden

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Amsterdamseweg 13
NL-6814 CM Arnhem
[redacted]
Calculated:
07/06/2023 10:25/3.6.361

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tolhuislanden kantoren **Shadow receptor:** b12 - Shadow Receptor: 8.0 × 4.5 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2377)



WTGs

WT1: Pondera R172 5000 172.0 !-! hub: 166.0 m (TOT: 252.0 m) (42)

Onderzoek externe veiligheid

Energiepark Tolhuislanden

Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden

720153 | v2.0

28-7-2023



Pondera

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

Postadres
Postbus 919
6800 AX Arnhem

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

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

Colofon

Soort document
Onderzoek externe veiligheid

Projectnaam
Energiepark Tolhuislanden

Versienummer
v2.0

Datum
28-7-2023

Project nummer
720153

Opdrachtgever
Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden

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.

Inhoudsopgave

1 Inleiding 1
- 1.1 Locatieoverzicht 2
- 1.2 Eigenschappen windturbines 3
- 1.3 Relevante objecten en infrastructuren 5

2 Bebouwing 6
- 2.1 Huidige bebouwing 6
- 2.2 Toekomstige bebouwing 8
- 2.3 Autonome ontwikkelingen 11
- 2.4 Groepsrisico 14

3 Wegen 16
- 3.1 Rijkswegen 16
- 3.2 Waterwegen 17
- 3.3 Spoorwegen 17

4 Risicovolle inrichtingen 18

5 Buisleidingen 19

6 Hoogspanningsinfrastructuren 20

7 Waterkeringen 21

8 Kwalitatieve analyse ijsworp scenario 21

9 Conclusie 22

1 Inleiding

Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden onderzoekt de mogelijkheden voor wind- en zonne-energie binnen een plangebied nabij Tolhuislanden. Er wordt gekeken naar de plaatsing van drie windturbines en een zonneveld rondom één van de windturbines. Het onderzoeksgebied bevindt zich in het gebied Tolhuislanden ten noorden van Bedrijventerrein Hessenpoort in de gemeente Zwolle.

Het zonneveld heeft, in termen van externe veiligheid, geen impact op de omgeving. De rapportage richt zich daarom op de drie te plaatsen windturbines en laat het zonneveld verder buiten beschouwing.

Deze analyse onderzoekt wat de mogelijke effecten kunnen zijn in relatie tot het onderwerp externe veiligheid bij de ontwikkeling, exploitatie en bouw van windturbines. Ook wordt, waar relevant, een doorkijk gegeven naar mogelijke effecten voor inrichtingen van derden in de omgeving in relatie tot het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) en voor buisleidingen naar het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb). Additioneel worden ook andere beleidsvraagstukken beschouwd zoals de invloed van de windturbines op de veiligheid van passanten (lokale wegen en waterwegen) en de gevolgen voor momenteel onderliggende bestemmingen.

Alle uitgangspunten, faalscenario's, normen en analyses in deze rapportage zijn gebaseerd op het handboek voor risicozonering van windturbines bestaande uit een handleiding[1] en de handreiking[2] (versie 1.1 – 20 mei 2020), dat een handreiking geeft voor de uitvoering van risicoanalyses bij windturbines in Nederland. De handleiding en de handreiking zijn wijd geaccepteerd als leidraad voor het uitvoeren van dergelijke analyses en meermaals juridisch getoetst in windenergieprojecten. Daarnaast wordt gekeken naar gepubliceerd aanvullend beleid dat betrokken beheerders van infrastructuren, overheden of derden volgen.

Risiconormen plaatsgebonden risico naar aanleiding van recente uitspraak Raad van State[3]

Uitgangspunt van het landelijke risicobeleid in zijn algemeenheid is dat het gevaar van een activiteit acceptabel is wanneer op een bepaalde plaats een daar aanwezig individu geen hogere kans op overlijden heeft dan maatschappelijk is geaccepteerd. Deze basisbescherming, die veelal een limiet kent van 1E-05 en 1E-06 per jaar[4], wordt uitgedrukt in het plaatsgebonden risico[5,6].

Het externe veiligheidsbeleid van alle risicobronnen is met introductie van het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) in 2004 gelijkgetrokken. Het hanteren van 1E-05 en 1E-06 voor een aanvaardbaar risico dateert al van eerder[7,8]. Deze maatschappelijk aanvaardbare normen zijn in het Bevi vastgelegd.

Er is geen aanleiding om te twijfelen aan de ruimtelijke aanvaardbaarheid op basis van het hanteren van het plaatsgevonden risico's niveau van respectievelijke 1E-05 en 1E-06 die optreden voor andere

[1] Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module IV – Windturbines, versie oktober 2020
[2] Handreiking Risicozonering Windturbines (HRW2020), 20 mei 2020, versie 1.1, Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving door DNV GL
[3] Uitspraak Raad van State, ECLI:NL:RVS:2021:1395
[4] Deze risico's komen overeen met een kans op overlijden van 1 op 100.000 en 1 op 1.000.000 per jaar.
[5] Nota Modernisering omgevingsveiligheid (Tweede Kamer, vergaderjaar 2013-2014, 29517, nr. 92)
[6] Roels, J.M, et al, 2018; Bewust Omgaan met Veiligheid: doelen en effectmaten in het risico- en veiligheidsbeleid, RIVM Rapport 2018-0029
[7] De vuurwerkramp, eindrapport, Commissie Oosting, (februari 2001), ISBN 90-71082-67-9
[8] Nationaal milieubeleidsplan 4 (juni 2001)

risicobronnen. Ook zijn de gevolgen voor het milieu hiermee beperkt. Weliswaar is er een kans op een effect, maar het hanteren van een andere kans als beoordelingsniveau leidt niet tot een afname van het gevolg maar alleen van de kans dat dit effect kan optreden. Het feit dat een zekere mate van risico, alhoewel zeer beperkt, wordt geaccepteerd is inherent aan het feit dat Nederland een drukbevolkt land is en multifunctioneel ruimtegebruik toegepast wordt.

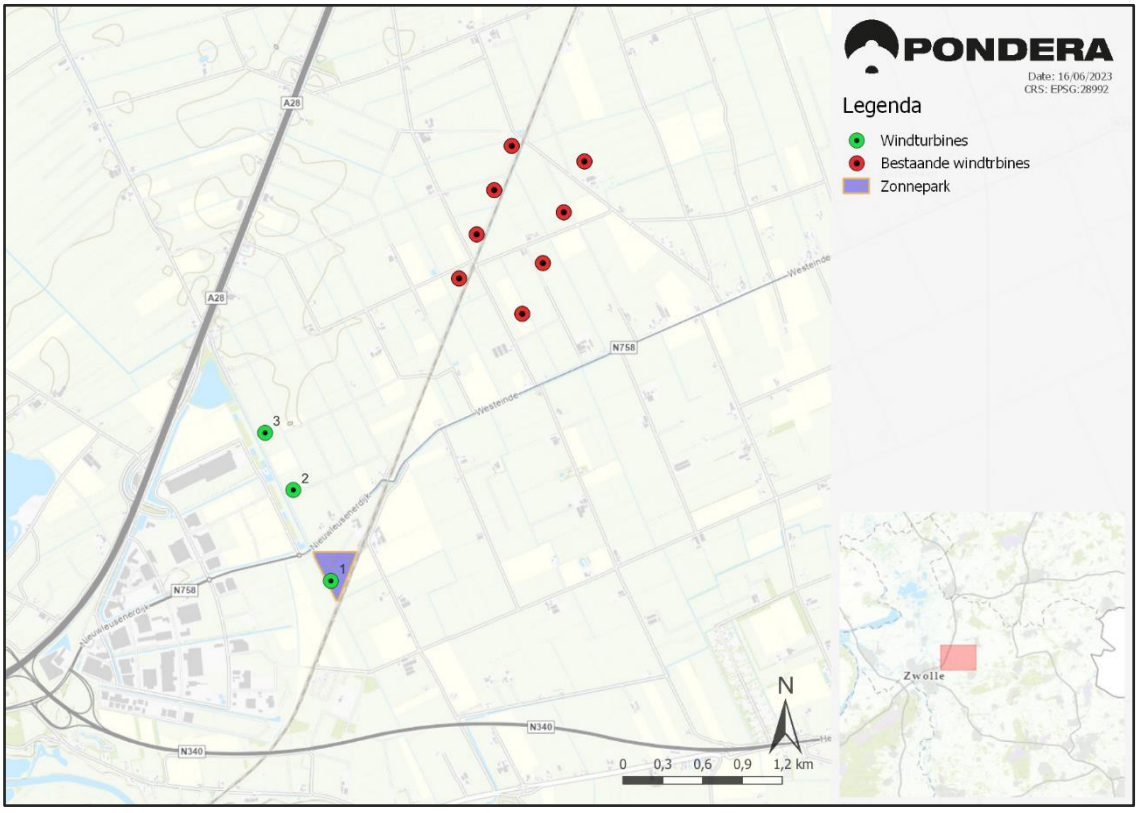
1.1 Locatieoverzicht

Om de effecten te onderzoeken is uitgegaan van windturbines op de coördinaten zoals aangegeven in Tabel 1.1. De ligging van de windturbines in relatie tot de omgeving is zichtbaar in Figuur 1.1.

Tabel 1.1 Windturbine X- en Y-coördinaten in coördinatenstelsel EPSG:28992 (Rijksdriehoekstelsel)

Windturbine	X-coördinaten	Y-coördinaten
WT01	209375	505912
WT02	209091	506596
WT03	208879	507026

Figuur 1.1 Locatie van de windturbines en zonneveld in relatie tot de omgeving. De cijfers geven het nummer van de windturbine aan.



1.2 Eigenschappen windturbines

De specifieke eigenschappen en afmetingen van een bepaald type windturbine beïnvloeden in sterke mate de veiligheidseffecten die een windturbine heeft op zijn omgeving. In het Handboek Risicozonering Windturbines (HRW) worden generieke afstanden genoemd tot de risicocontouren. De afstanden die volgen uit deze 'vuistregels' zijn in de regel altijd groter dan wanneer de contouren van specifieke windturbinetypes worden doorgerekend.

Er is in dit stadium nog geen keuze gemaakt voor wat betreft fabrikant of type windturbine. Daarom is in deze studie het worst-case effect in kaart gebracht. De bandbreedten van de windturbineafmetingen zijn weergegeven in Tabel 1.2. Voor bepaling van de worst-case effecten zal per faalscenario een worst-case referentie-windturbine worden gekozen die binnen deze bandbreedten valt.

Tabel 1.2 Bandbreedten van turbineafmetingen

Parameter	Bandbreedte
Ashoogte [m]	149 – 167 m
Rotordiameter [m]	149 – 172 m
Tiphoogte [m]	230 – 252 m

1.2.1 Effectafstanden met betrekking tot veiligheid

Een windturbine kan op meerdere manieren voor een veiligheidsrisico zorgen in zijn omgeving. Conform het HRW zijn er vijf scenario's die kunnen optreden. Elk scenario heeft een eigen maximale effectafstand. In dit onderzoek wordt de maximale effectafstand beschouwd die volgt uit de bandbreedtes in Tabel 1.2.

Voor de scenario's gondelfalen en mastfalen volgen deze effectafstanden direct uit de bandbreedten. Voor de bepaling van de werpafstanden bij bladworp (zowel bij nominaal toerental als overtoeren) is gekeken naar op dit moment beschikbare windturbines. Uit een lijst van mogelijk te plaatsen windturbinetypes, binnen de hiervoor beschreven afmetingen, is vervolgens een windturbine gekozen waarbij de werpafstand bij overtoeren het grootst is. De maximale werpafstanden bij nominaal toerental en overtoeren worden berekend met behulp van het kogelbaanmodel zonder luchtkrachten en de berekeningen uit het handboek – bijlage C[9].

Het windturbinetype wat gebruikt is voor bladworp is een Nordex N163/6.X op een ashoogte van 164 meter. De eigenschappen van deze windturbine zijn weergegeven in Tabel 1.3. De trefkans van een vierkante meter door het zwaartepunt van het blad is weergegeven in Figuur 1.2. De werpafstand bij nominaal toerental bedraagt 203 meter, de werpafstand bij 2x nominaal toerental (overtoeren) bedraagt 518 meter.

De effectafstanden en de bijbehorende faalfrequenties zijn weergegeven in Tabel 1.4.

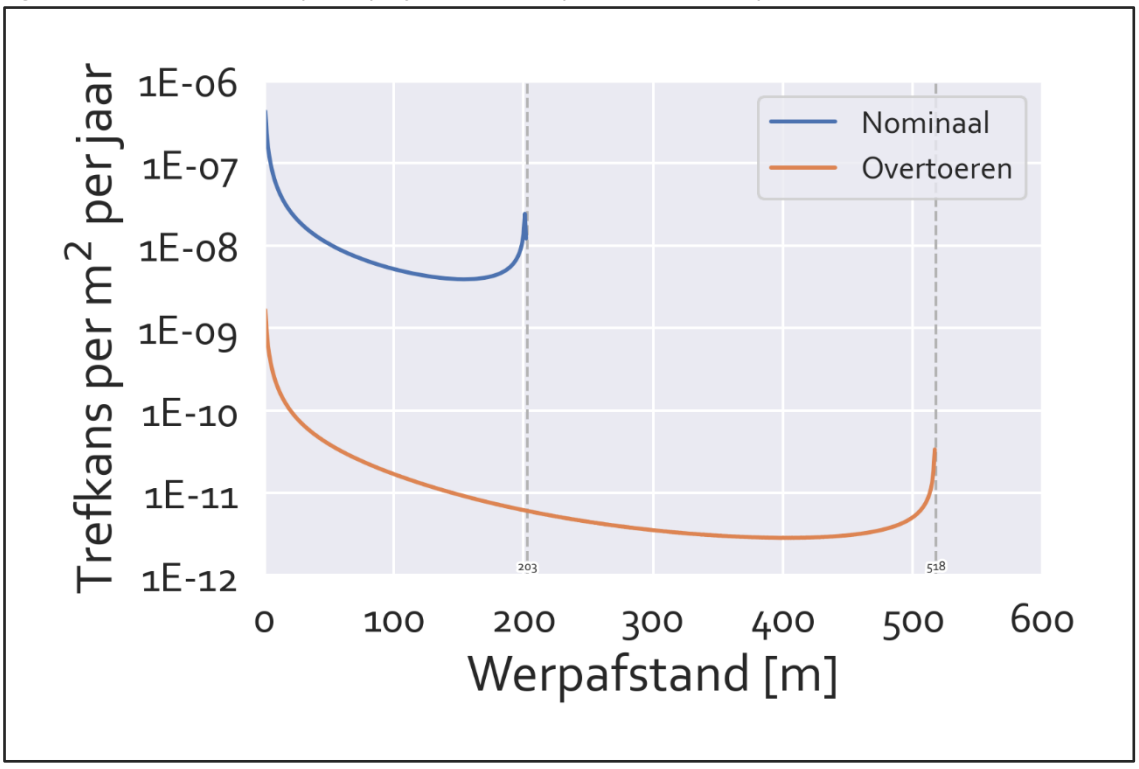
[9] Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module IV – Windturbines, versie oktober 2020

Tabel 1.3 Windturbine eigenschappen Nordex N163/6.X

Eigenschap	Waarde	Eenheid
Ashoogte	164	meter
Rotordiameter	163	meter
Tiphoogte	245,5	meter
Nominaal toerental	10,7	rotaties per minuut
Zwaartepunt blad*	27,17	meter

* Bepaald op 1/6e van de rotordiameter

Figuur 1.2 Grafiek van trefkans per m^2 per jaar van bladworp als functie van werpafstand.



Tabel 1.4 De gebruikte effectafstanden en de kans van optreden.

Faalscenario	Afstand [m]	Kans per jaar
Gondelfalen (halve rotordiameter)	86	4,0 x 1E-05
Mastfalen met rotor (tiphoogte)	252	1,3 x 1E-04
Mastfalen zonder rotor (ashoogte)	167	1,3 x 1E-04
Bladworp bij nominaal toerental	203	8,4 x 1E-04
Bladworp bij overtoeren	518	5,0 x 1E-06

1.3 Relevante objecten en infrastructuren

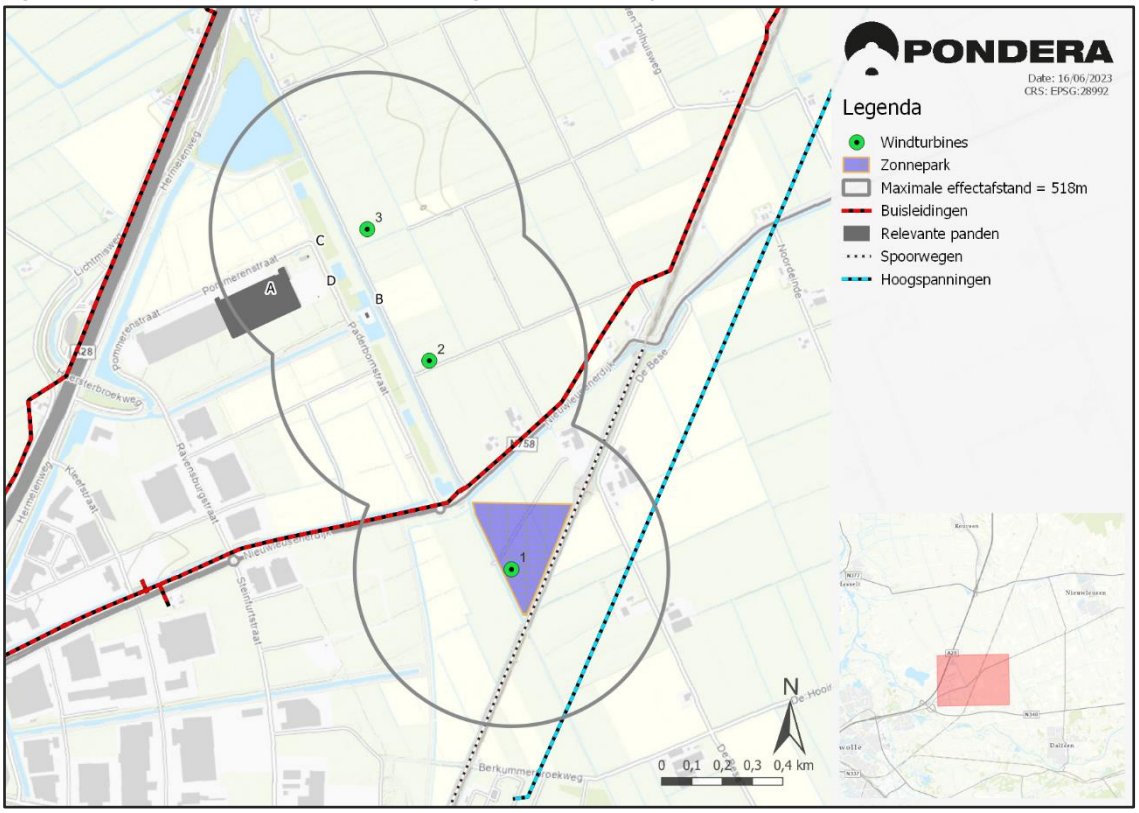
Om alle relevante objecten en infrastructuren in de omgeving in kaart te brengen wordt gebruik gemaakt van de maximale effectafstand. Objecten buiten deze afstand kunnen geen veiligheidsrisico ondervinden van de windturbine. Conform het handboek is de maximale effectafstand van een windturbine gelijk aan de werpafstand bij 2x nominaal toerental. Op basis van Tabel 1.4 is deze afstand 518 meter.

De volgende relevante objecten en/of infrastructuren zijn geïdentificeerd binnen de identificatieafstand:

- Bedrijfsgebouwen en panden
- Rijkswegen en lokale wegen.
- Buisleiding N-550-30 van Gasunie
- Hoogspanningsleiding
- Spoorweg

De maximale effectafstand en enkele relevante daarbinnen gelegen objecten zijn hieronder weergegeven in Figuur 1.3.

Figuur 1.3 Overzichtskaart identificatieafstand en geïdentificeerde objecten



2 Bebouwing

Voor beperkt kwetsbare objecten wordt een grenswaarde van het Plaatsgebonden Risico[10] (PR) gehanteerd van maximaal 1E-05 per jaar. Het maximale PR voor kwetsbare objecten is 1E-06 per jaar. Op basis van generieke gegevens uit het handboek kunnen de volgende afstandseisen worden gehanteerd; een afstand van een halve rotordiameter tot beperkt kwetsbare objecten en een afstand van tiphoogte tot kwetsbare objecten. De gebruikte afstanden zijn weergegeven in Tabel 2.1.

Tabel 2.1 De gebruikte afstanden van de PR 1E-05 en 1E-06 contouren op basis van een maximaal gedimensioneerde windturbine binnen de bandbreedten uit Tabel 1.2.

PR	Berekening	Afstand [m]
1E-05	Halve rotordiameter	86
1E-06	Tiphoogte	252

Indien aan deze afstanden wordt voldaan dan zal er zeker geen hoger PR optreden dan 1E-05 en respectievelijk 1E-06. De definitie van kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten is beschreven in het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen. Kwetsbare objecten zijn bijvoorbeeld woningen, ziekenhuizen, scholen en kantoorgebouwen met een bruto vloeroppervlak groter dan 1.500 m^2. Beperkt kwetsbare objecten zijn bijvoorbeeld restaurants, hotels, winkels en kleinere kantoorgebouwen. Voor de bepaling van kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten staat de kans op langdurige aanwezigheid van een grote hoeveelheid personen centraal.

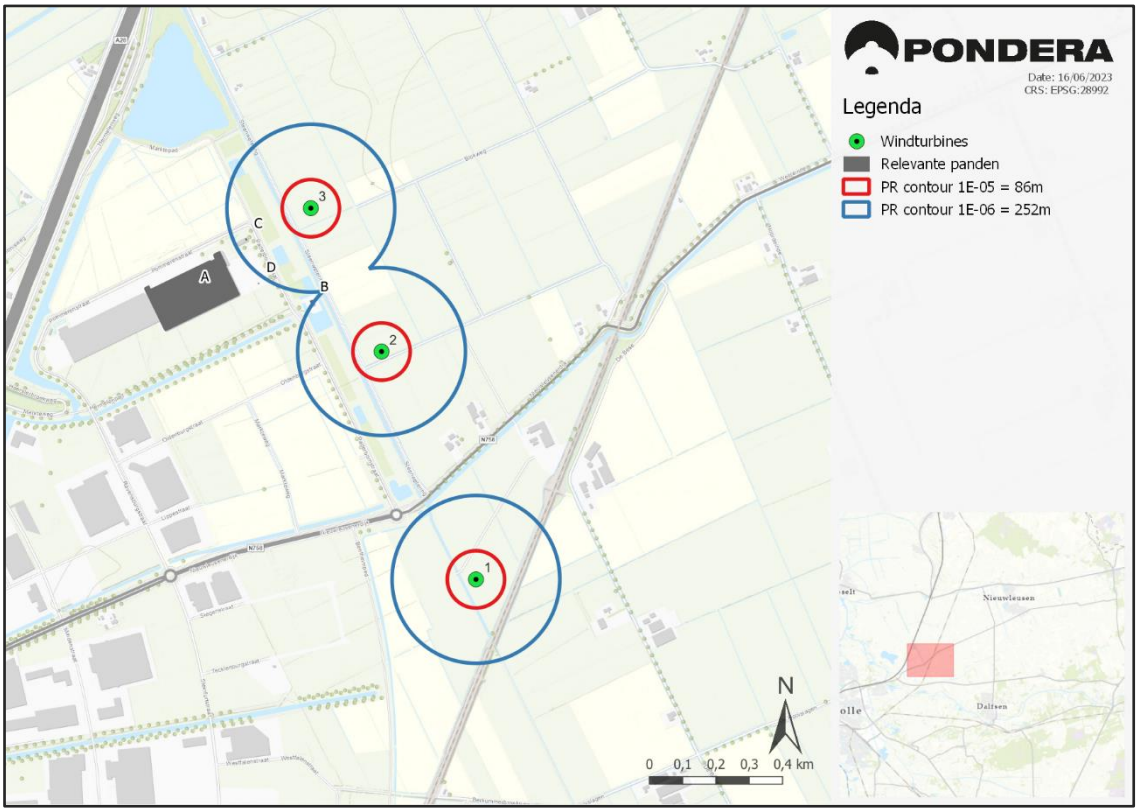
2.1 Huidige bebouwing

De volgende gebouwen (tevens met letter aangegeven in Figuur 2.1) bevindt zich binnen de maximale PR contour van 1E-06:

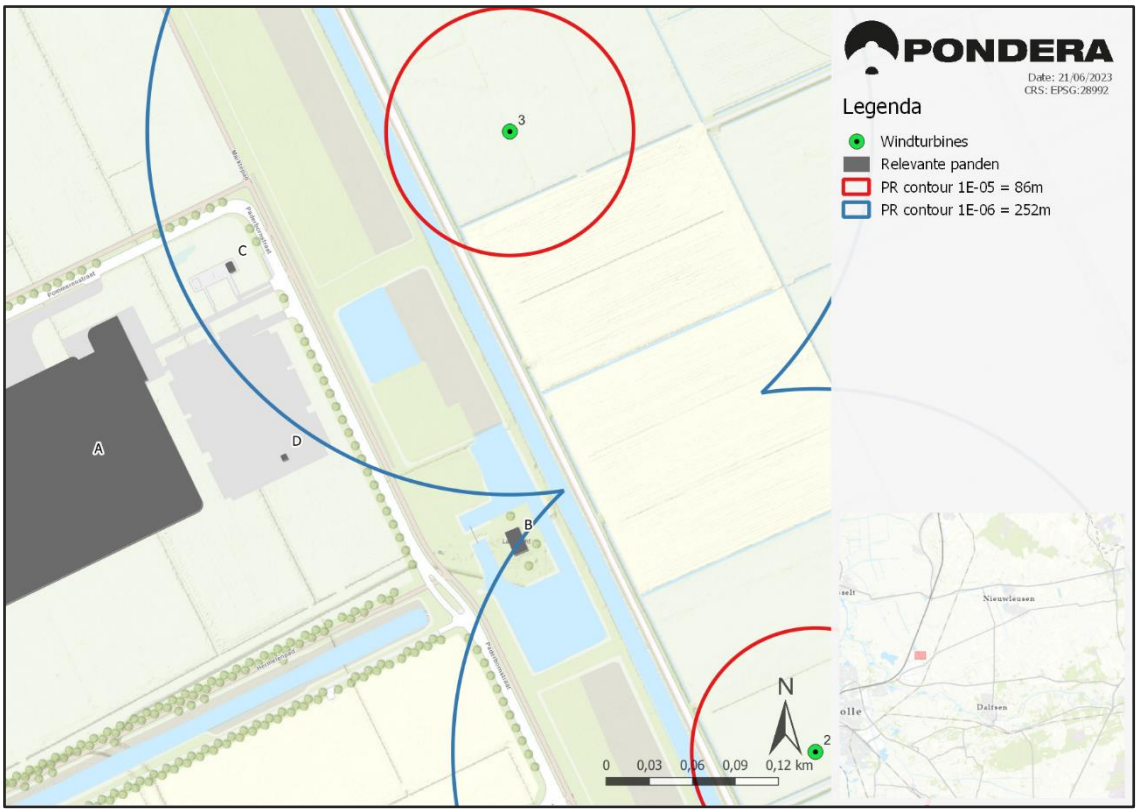
- Wehkamp distributiecentrum (Logistiek Service Centrum Zwolle) (A); terrein van Wehkamp met een groot pand (A; 54.916 m^2) wat niet binnen de 1E-06 contour ligt, twee kleinere panden (C en D) die in zijn geheel hierbinnen liggen en een parkeerplaats. De twee kleinere panden hebben op basis van het BAG geen of een overige gebruiksdoel en op basis van luchtfoto's en Google Streetview™ wordt hier geen langdurige aanwezigheid van personen verwacht. Deze zullen dan ook als hooguit beperkt kwetsbaar object worden beschouwd en mogen zodoende binnen de PR1E-06 liggen.
- Pand met woonfunctie (B); pand gelegen op een afstand van 245m en 275m van WT02 en WT03 respectievelijk. Deze woning is niet meer in gebruik en is reeds wegbestemd. De verwachting is dat dit pand binnenkort geamoveerd zal worden.

[10] Risico op een plaats buiten een inrichting, uitgedrukt als een kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven, overlijdt als een rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen die inrichting

Figuur 2.1 Gebouwen ten opzichte van de generieke PR contouren. De cijfers geven het nummer van de windturbine aan.



Figuur 2.2 Close-up van de relevante panden van Figuur 2.1



2.2 Toekomstige bebouwing

Volgens het vigerende bestemmingsplan Buitengebied "Haerst, Tolhuislanden"[11] zijn de volgende Enkelbestemmingen gelegen binnen de maximale PR1E-05 en P1E-06 contour:

- Agrarisch met waarden; Realisatie van (beperkt) kwetsbare objecten is niet toegestaan
- Agrarisch; Realisatie van (beperkt) kwetsbare objecten is niet toegestaan
- Agrarisch met waarden; Realisatie van kwetsbare objecten is niet toegestaan
- Agrarisch; Realisatie van kwetsbare objecten is niet toegestaan
- Verkeer; Realisatie van kwetsbare objecten is niet toegestaan
- Water; Realisatie van kwetsbare objecten is niet toegestaan

Volgens het vigerende bestemmingsplan "Buitengebied Dalfsen"[12] zijn de volgende Enkelbestemmingen gelegen binnen de maximale PR 1E-06 contour:

- Agrarisch; Realisatie van kwetsbare objecten is niet toegestaan

Volgens het vigerende bestemmingsplan "Hessenpoort"[13] zijn de volgende Enkelbestemmingen gelegen binnen de maximale PR1E-05 contour:

- Groen; Realisatie van (beperkt) kwetsbare objecten is niet toegestaan

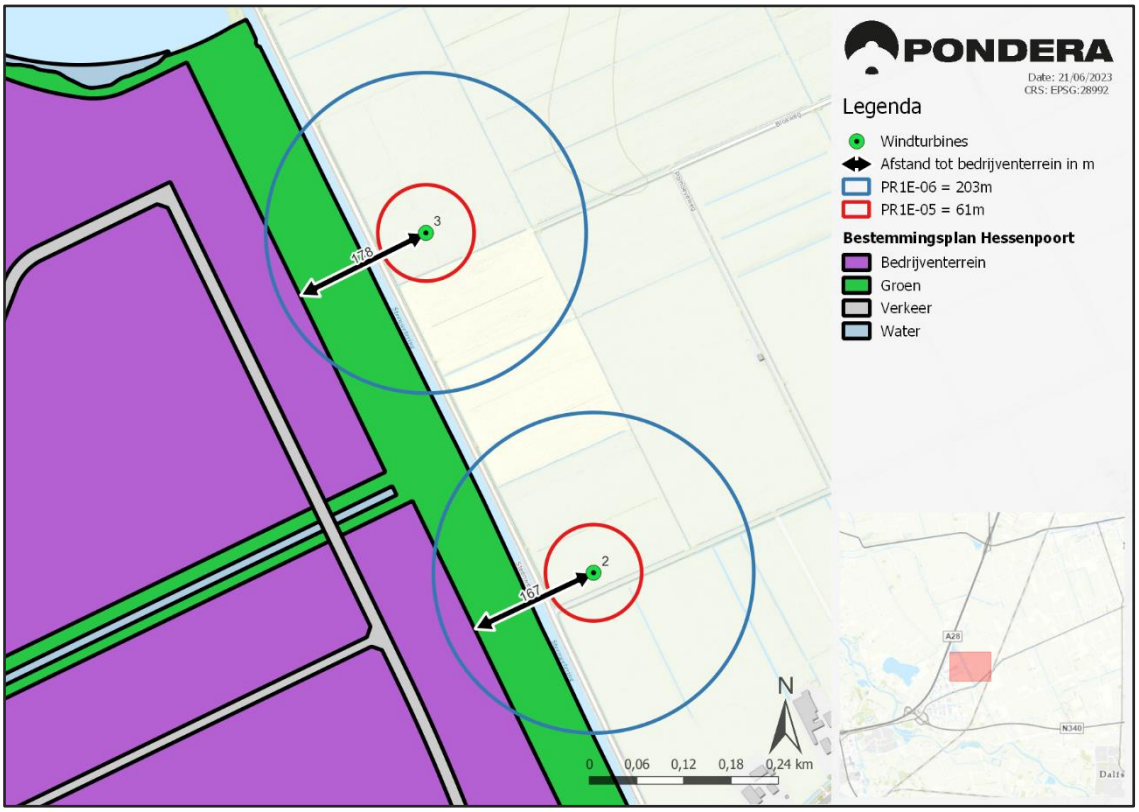
[11] Vastgesteld op 27 november 2012
[12] Vastgesteld op 24 juni 2013
[13] Vastgesteld op 2 oktober 2012

De volgende enkelbestemmingen van bestemmingsplan “Hessenpoort” zijn gelegen binnen de maximale PR 1E-06 contour:

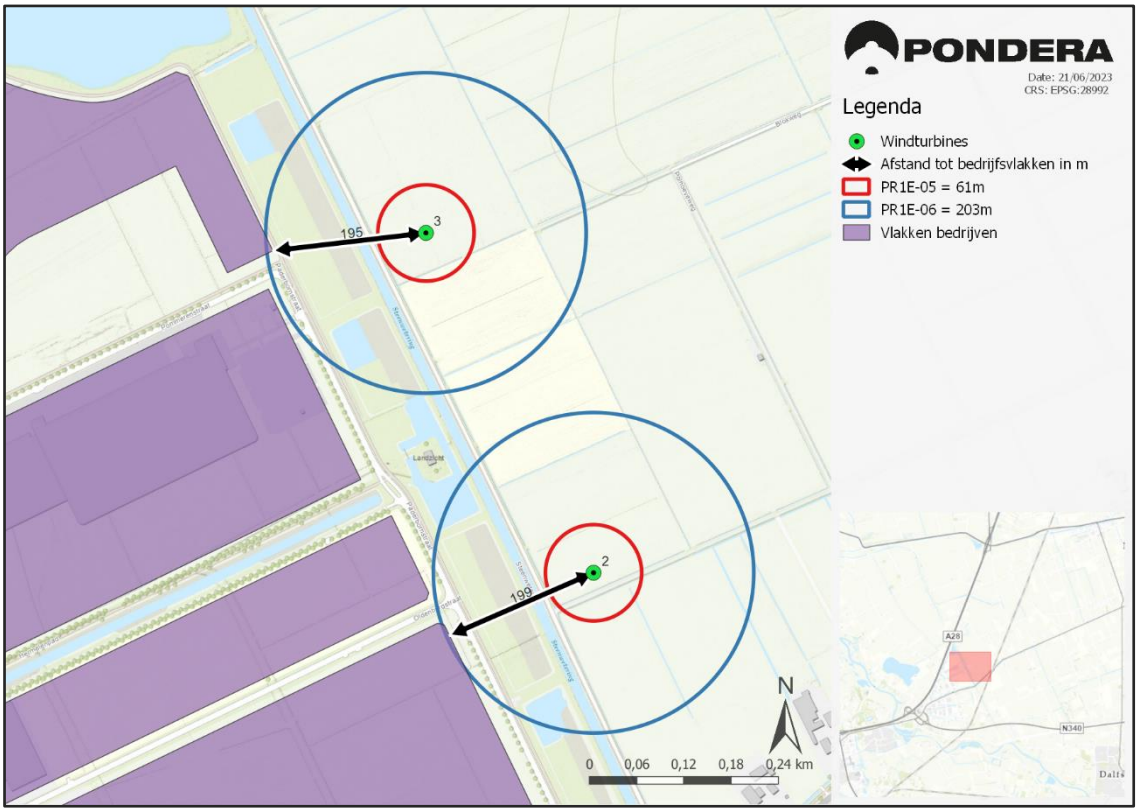
- Bedrijventerrein; Binnen de maximale PR1E-06 contour mogen geen (bedrijfs)woningen en zelfstandige kantoren worden gerealiseerd. Kantoorruimte mag alleen worden gerealiseerd als ondergeschikt onderdeel van een bedrijf tot maximaal 2.000 m^2. Hierdoor zijn nieuwe kwetsbare objecten wel realiseerbaar. Om een indicatie te geven van de te verwachten overlap van de PR1E-06 contour met het bedrijventerrein is de specifieke worst-case PR-contour berekend, welke anders is dan de generieke PR-contouren van Tabel 2.1. De generieke PR-contouren zijn gebruikt als eerste indicatie, terwijl de specifieke PR-contouren een realistischer beeld geven van de daadwerkelijke PR-contouren die gerealiseerd gaan worden. In de praktijk liggen de specifieke PR-contouren altijd onder de generieke PR-contouren. Met behulp van de worst-case doorrekening van de PR-contouren, op basis van turbinetypes die passen binnen de bandbreedte van Tabel 1.2, is visueel weergegeven hoeveel overlap de PR1E-06 contour heeft met het bedrijventerrein (zie Figuur 2.3). Met het huidige bestemmingsplan is het toegestaan een kwetsbaar object binnen de PR1E-06 contour te plaatsen.
- De verkochte bouwvlakken zoals aangeleverd zijn kleiner dan de bestemmingsplanvlakken met de enkelbestemming bedrijventerrein. De uitgegeven bouwvlakken[14] zijn inzichtelijk gemaakt (zie Figuur 2.4). Deze vlakken geven de ruimte binnen het bestemmingsvlak aan waar een gebouw wel daadwerkelijk in de praktijk ook gebouwd zal worden. Dit betekent dat dit de grens aangeeft tot waar de PR10-06 contour mag liggen zonder dat dit een belemmering voor de bouwmogelijkheden van de bedrijven oplevert. In de praktijk betekent dit dat de PR10-06 contour van windturbine 2 en 3 beperkt moeten worden tot 199m en 195m respectievelijk om geen belemmering te vormen voor eventuele toekomstige kwetsbare objecten.
- Groen; Realisatie van kwetsbare objecten is niet toegestaan;
- Water; Realisatie van kwetsbare objecten is niet toegestaan;
- Verkeer; Realisatie van kwetsbare objecten is niet toegestaan.

[14] Bron: verkooptekening gemeente Zwolle (09-03-2023),

Figuur 2.3 Overlap tussen worst-case PR-contouren en bedrijventerrein volgens het bestemmingsplan Hessenpoort (vastgesteld 2012-10-02)



Figuur 2.4 Overlap tussen worst-case PR-contouren en verkochte bouwkavels als vlakken volgens de aangeleverde vlakkenkaart van Hessenpoort.

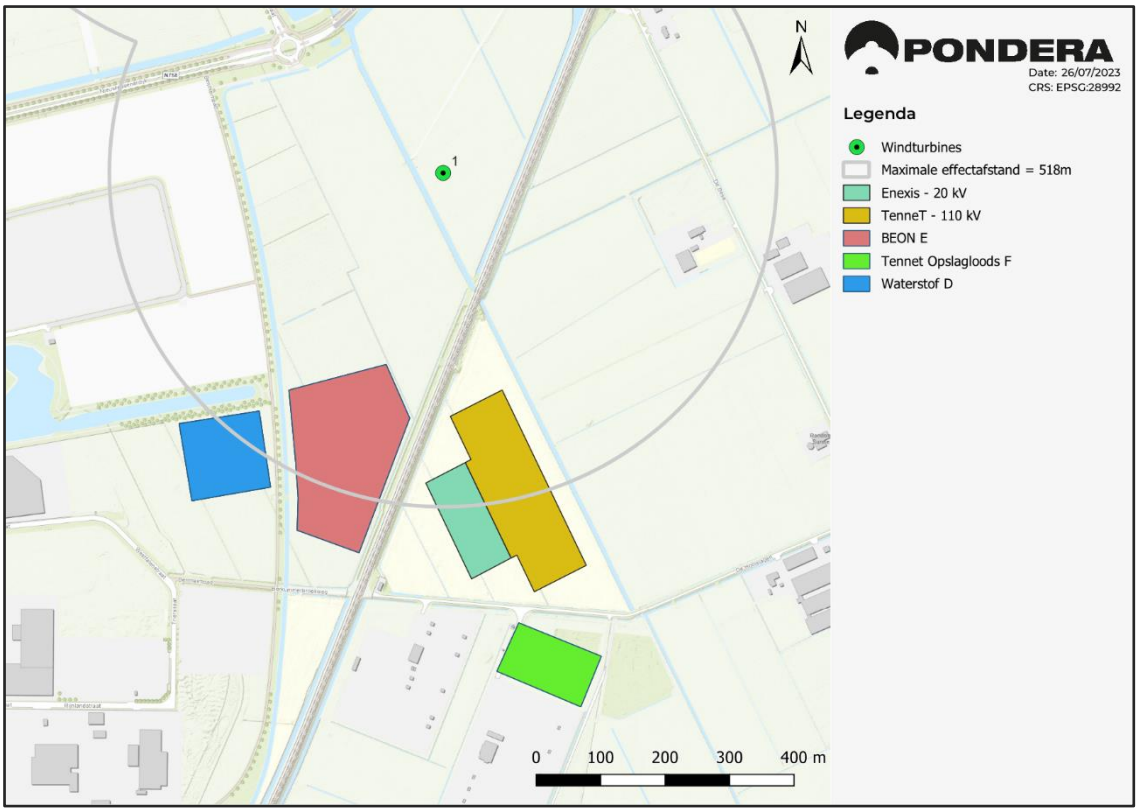


2.3 Autonome ontwikkelingen

Naast de in het bestemmingsplan opgenomen ontwikkelingen, onderzoekt de gemeente Zwolle en provincie Overijssel de mogelijkheden voor het ontwikkelen van een energiecluster ten oosten van het bedrijventerrein Hessenpoort. De plannen, zie Figuur 2.5 voor een visueel overzicht, voor dit energiecluster omvatten:

- Nieuw 110 kV station TenneT;
- Uitbreiding 380 kV station van TenneT;
- Nieuw 20 kV Enexis station;
- Groengasinstallatie van BEON;
- Energiehub voor de omzetting van duurzaam opgewekte stroom in waterstof.

Figuur 2.5 Overzicht van de autonome ontwikkelingen nabij windturbine 1.



Bron: gemeente Zwolle & TenneT (juli 2023)

In Figuur 2.5 is te zien dat percelen van de groengasinstallatie van BEON, het station van TenneT, het Enexis station en de energiehub voor waterstof impact zullen hebben van windturbine 1. Voor de stations van TenneT en Enexis zijn de voorgenomen stations ingetekend zoals aangeleverd door TenneT (juli 2023). In het geval van BEON en de energiehub zijn de voorgenomen percelen ingetekend.
Voor de percelen en stations binnen de maximale effectafstand is een trefkansanalyse uitgevoerd en de resultaten hiervan zijn vergeleken met de PR1E-06 van de installatie. Bij een toevoeging van minder dan 10% ten opzichte van de PR1E-06 van de installatie is de trefkans niet significant te noemen[15]. De resultaten van deze trefkansanalyse zijn in de orde grootte 1E-07 tot 1E-08. Alleen de procentuele toevoeging ten opzichte van de installatie is voor BEON-groengasinstallatie boven de 10% (zie Tabel 2.2).

Tabel 2.2 Totale trefkans per autonome ontwikkeling.

	Totale trefkans	Kans van optreden	Toevoeging (%)
BEON groengasinstallatie	1,55E-07	1 / 6.451.613 jaar	15,5
TenneT 110 kV station	9,84E-08	1 / 10.158.176 jaar	9,8
Enexis station	4,60E-08	1 / 21.725.600 jaar	4,6
Energiehub waterstof	4,26E-08	1 / 23.474.178 jaar	4,3

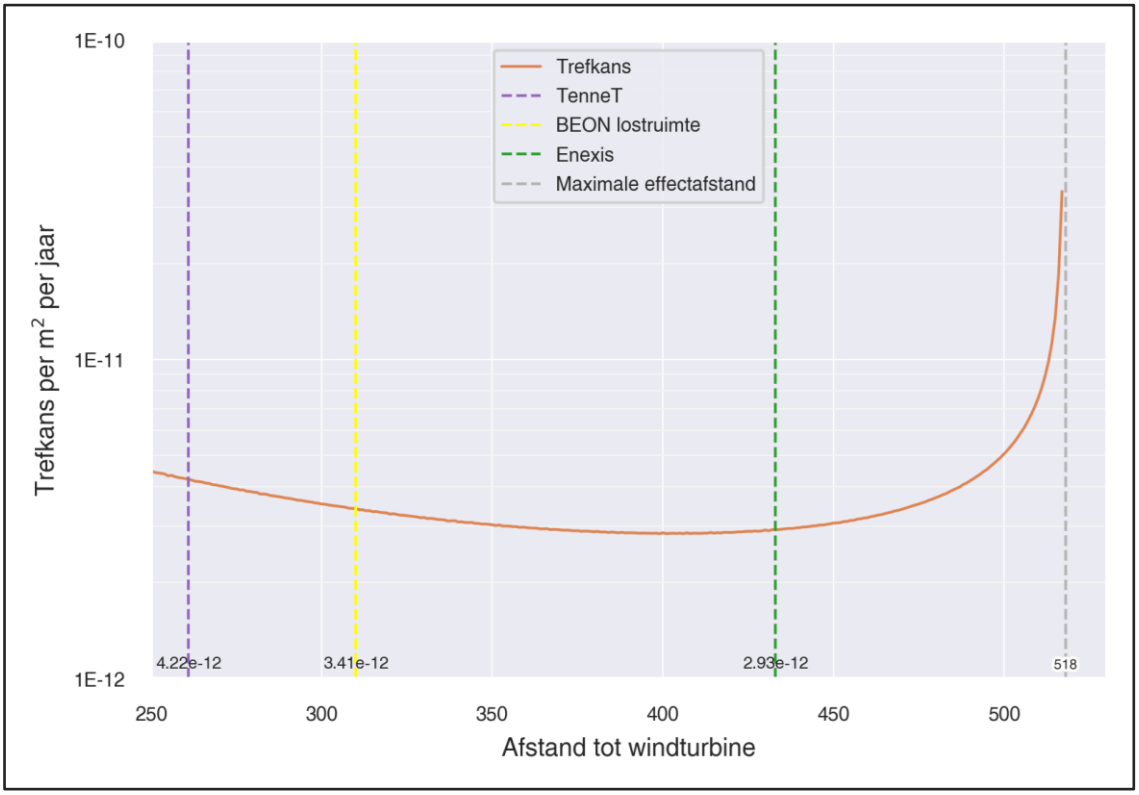
De huidige trefkansanalyse van de BEON groengasinstallatie is gedaan voor het gehele perceel en daardoor worst-case. Dat komt omdat de exacte inrichting van de groengasinstallatie op het perceel op

[15] Handreiking Risicozonering Windturbines (HRW2020)

moment van schrijven nog onbekend is. In de praktijk zal slechts een deel van dit perceel hoeven te worden beoordeeld als risicovolle installatie. Dat betekent dat het te raken oppervlakte door de windturbine af zal nemen en daardoor ook de totale trefkans op de autonome ontwikkelingen.

Omdat de BEON groengasinstallatie een significante toevoeging van meer dan 10% heeft, is er verder inzichtelijk gemaakt hoe de oppervlakte van de installatie de trefkans beïnvloed. In Figuur 2.6 is de trefkans per vierkante meter ten opzichte van de afstand tot de windturbine visueel weergeven om een indruk te geven wat de trefkans zal zijn wanneer er wel een perceelgrootte bekend is. Een installatie van bijvoorbeeld 10 m^2 gelegen tussen 260m en 270m heeft een totale trefkans van (in het ongunstigste geval en rekening gehouden met de trefzone van minstens 1/3x bladlengte) 10 x 4,2E-12 = 4,2E-11. Op een vergelijkbare manier kunnen perceeleigenaren de trefkans van de installaties bepalen. Indien de trefkansen onder de 1E-07 blijven, zal er geen significant risico (10% norm) worden toegevoegd.

Figuur 2.6 Trefkans per m^2 voor beoogde percelen. Stippellijnen geven minimale afstand van de windturbine tot perceelgrens aan.

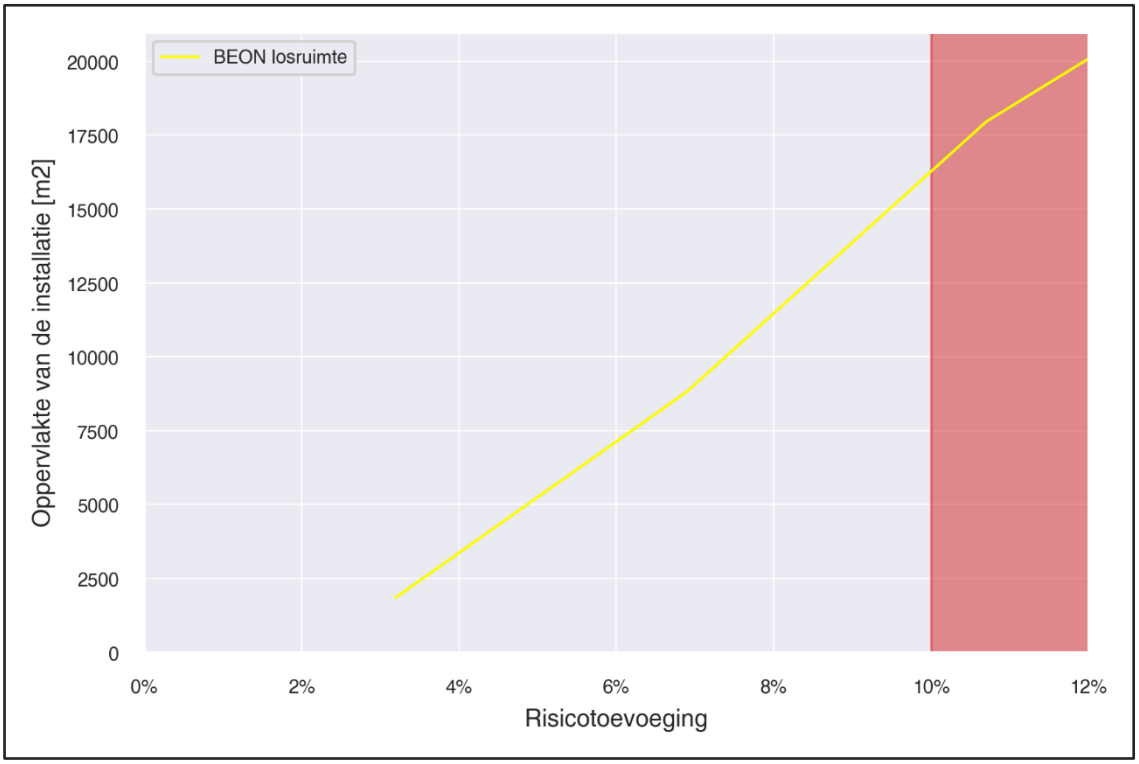


Om verder inzichtelijk te maken wat de grootte van de installatie voor invloed heeft op de risicotoevoeging is er gekeken naar de maximale worst-case installatieoppervlakte. Deze oppervlakte is in deze analyse de meest ongunstig gelegen oppervlakte ten opzichte van de windturbine op dat perceel. In de realiteit zal de trefkans altijd gunstiger uitvallen. Daarnaast kan het perceel ook gevuld worden met meerdere gebouwen en/of installaties die niet risicovol zijn, de berekende oppervlakte is enkel relevant voor risicovolle installaties. Andere gebouwen/installaties hoeven dus meegeteld te worden, hierdoor kan de totale bebouwde oppervlakte wel boven de berekende waardes uitkomen.
Figuur 2.7 laat een figuur zien waar in het geval van BEON de maximale risicotoevoeging van 10% wordt bereikt. Dit is voor BEON op circa 16.500 m^2 respectievelijk.

Indien de betrokken installaties kleiner zijn dan 16.500 m^2 voor BEON dan zijn de trefrisico's van de windturbines verwaarloosbaar klein en is de situatie acceptabel.

Indien de betrokken installaties groter zijn dan 16.500 m^2 voor BEON dan dient een Kwantitatieve Risico Analyse van de betrokken installaties inclusief het windturbine risico uitgevoerd te worden om inzichtelijk te maken of de situatie acceptabel is.

Figuur 2.7 Maximale gebouwgrootte BEON voordat de maximale risicotoevoeging van 10% wordt bereikt.



2.4 Groepsrisico

Het Groepsrisico (GR) gaat over de impact van een calamiteit met veel dodelijke slachtoffers tegelijk. Er geldt voor het bevoegd gezag een verantwoordingsplicht. In de motivering dienen de mogelijkheden en de voorgenomen maatregelen tot beperking van het groepsrisico in de nabije toekomst meegenomen te worden.

Het groepsrisico is geen beoordelingskader voor windturbines, maar er kan wel op dit aspect ingegaan worden in het kader van een goede ruimtelijke onderbouwing.

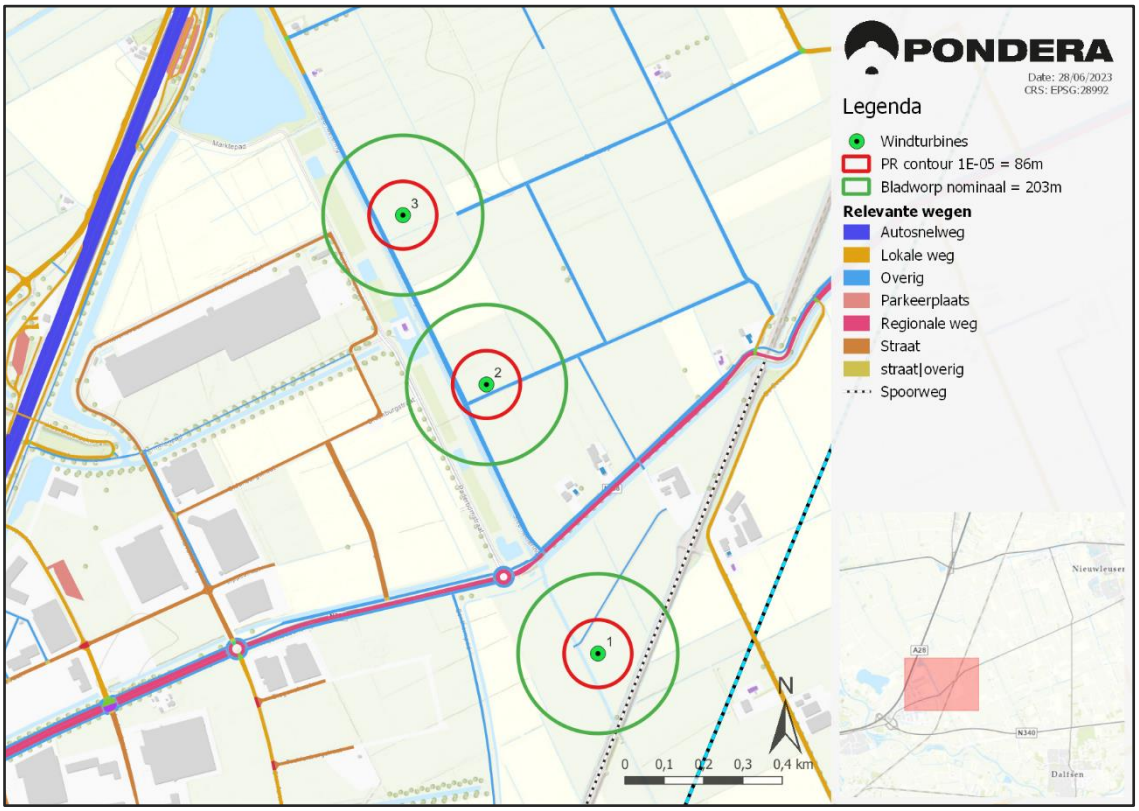
De gevolgen van een ongeval voor een groep zijn wezenlijk anders voor een ongeval met gevaarlijke stoffen dan met een ongeval met een windturbine. Bij een ongeval met gevaarlijke stoffen kunnen slachtoffers vallen verspreid over een groot gebied afhankelijk van de wijze waarop de gevaarlijke stof zich verspreidt in de omgeving. Tevens zijn ook de elementen zelfredzaamheid en hulpverlening wezenlijk anders. Bij een ongeval met een windturbine zullen alleen slachtoffers vallen op de plekken waar eventueel afgebroken onderdelen van een windturbine terecht komen, hetgeen een beperkt gebied is. Om

bij een ongeval met een windturbine een groep slachtoffers te krijgen moet er dus een grote personendichtheid zijn ter plaatse waar een onderdeel terecht kan komen. Indien er geen aanleiding is om een continue grote personendichtheid te verwachten binnen de contouren van een windturbine (PR 1E-5 / PR 1E-06), dan valt een beoordeling van het groepsrisico van windturbines altijd positief uit. Voor objecten en gebouwen wordt al getoetst aan de PR-contouren. Er lijken in de nabije omgeving geen aanleidingen te zijn om een hoge personendichtheid te verwachten buiten de wegen en gebouwen. Er is daarom geen aanleiding aanwezig om toetsing aan het groepsrisico voor dit project uit te laten voeren. Indien het bevoegd gezag eist dat het groepsrisico toch berekend moet worden, zal afgestemd moeten worden op welke wijze het groepsrisico berekend dient te worden.

3 Wegen

Windturbines kunnen een veiligheidsrisico vormen voor wegen indien deze binnen bepaalde effectafstanden liggen. De effectafstanden en de relevante wegen zijn weergegeven in Figuur 3.1. In de volgende secties worden de verschillende soorten wegen behandeld.

Figuur 3.1 De relevante wegen ten opzichte van de effectafstanden.



3.1 Rijkswegen

Het HRW stelt dat Rijkswaterstaat een vergunning afgeeft indien windturbines worden geplaatst op, in of over rijkswaterstaatwerken. Voor het verlenen van de vergunning hanteert Rijkswaterstaat een afstandseis van ten minste 30 meter of een halve rotordiameter.

Alle drie de windturbines bevinden zich op een afstand groter dan de halve rotordiameter (86m) tot rijkswegen, zie Figuur 3.1. Daarmee voldoen ze aan de gestelde afstandseisen waardoor er geen vergunning benodigd lijkt te zijn.

Alle drie de windturbines bevinden zich op een afstand groter dan de bladworp nominaal (203m) tot rijkswegen, zie Figuur 3.1. Daarmee voldoen ze aan de gestelde afstandseisen waardoor er geen Indvidueel Passanten Risico (IPR) en Maatschappelijk Risico (MR) berekening benodigd is.

3.1.1 Lokale wegen

Voor overige lokale wegen zijn geen algemene externe veiligheidsnormen van toepassing. Ter informatie worden de relevante lokale wegen hier kort benoemd.

Windturbine 1 bevindt zich binnen de halve rotordiameter tot een ‘overige’ weg en lijkt te behoren tot de nabijgelegen boerderij voor toegang tot het nabijgelegen land. Hierdoor worden er geen significante hoeveelheden verkeer verwacht. Er zijn geen logische stopmomenten aanwezig langs deze wegen waarmee er geen langdurige verblijfstijd op deze wegen wordt verwacht. Gezien de zeer beperkte hoeveelheid verkeersbewegingen en de korte verblijfstijd nabij de windturbines zullen de risico’s voor passanten minimaal zijn en is nadere analyse van deze lokale wegen niet benodigd.

Windturbine 2 en 3 bevindt zich binnen een halve rotordiameter tot een ‘overige’ weg Steenwetering. Op basis van de luchtfoto is dit een zand/fietspad waar net zoals de voorgaande weg geen significante hoeveelheden verkeer worden verwacht. Windturbine 2 bevindt zich ook nog naast een aftakking van dit zand/fietspad, waar ook geen significante hoeveelheden verkeer worden verwacht.

De straat gelegen binnen de bladworp nominaal afstand van windturbine 3 is de Pommerenstraat met een busbaan en toegang tot een parkeerplaats van het bedrijventerrein (parkeerplaats zelf ligt er net buiten. Er worden hier geen significante hoeveelheden verkeer verwacht. Ter informatie is het maximaal aantal passerende voertuigen welk binnen de MR van 2E-03 past berekend; 3.3 miljoen voertuigen per jaar. Dit aantal voertuigen gaat op deze straat niet worden bereikt.

3.2 Waterwegen

Ook voor waterwegen geldt dat er enkel algemene beleidsregels beschikbaar zijn voor rijkswaterwegen. Voor overige waterwegen zijn geen algemene externe veiligheidsnormen van toepassing.

Het hart van de dichtstbijzijnde waterweg in de omgeving (Overijsselsche Vecht) is gelegen op circa 1.724 meter afstand en de rand van het water is gelegen op 1.700 meter afstand. Dit is buiten de maximale effectafstand. Er zijn geen waterwegen die een risico ondervinden.

3.3 Spoorwegen

De eerste spoorweg in de omgeving ligt binnen de nominale bladworp afstand van de windturbine 1 en buiten de halve rotordiameter afstand van 86m. Dit betekent dat dit in ieder geval niet binnen 11 meter van het hart van het buitenste spoor ligt en er dus geen vergunningaanvraag benodigd is. Daarnaast is het ook buiten de minimaal 7,85 + halve rotordiameter (93,85m) wat het plaatsingsadvies van ProRail is. Er zal dus geen onaanvaardbaar verhoogd risico voor de verkeersdeelnemers optreden als gevolg van de windturbines.

Ter informatie is het maximaal aantal passerende trein welk binnen de maatschappelijk risico (MR) van 2E-03 past berekend; ruim 85.000 treinen per jaar. Dit aantal treinen gaat op deze spoorweg niet worden bereikt. Ook het Indvidueel Passanten Risico (oftwel IPR) blijft met 5,83E-08 onder de norm van 10E-06.

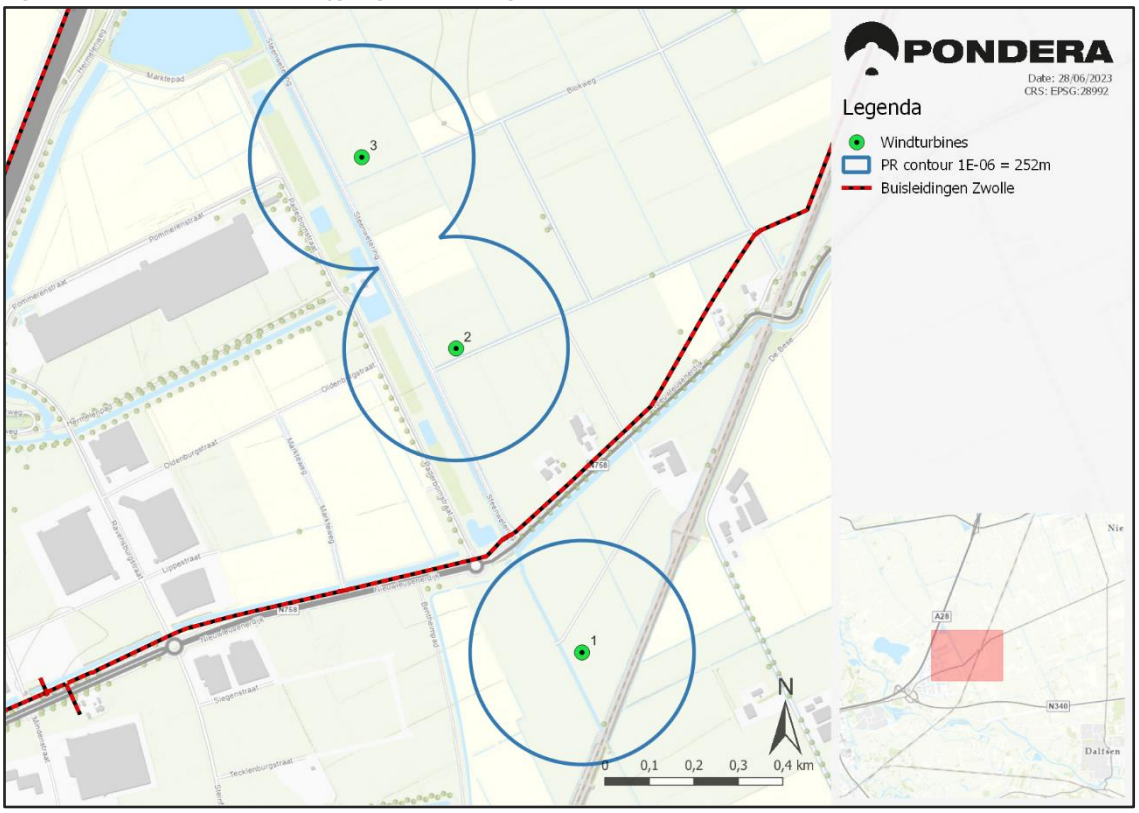
4 Risicovolle inrichtingen

Er zijn volgens de risicokaart (risicokaart.nl), geraadpleegd op 1 juni 2022, geen risicovolle installaties of risicovolle inrichtingen aanwezig binnen de maximale identificatieafstand van 518 meter. De eerste risicovolle inrichting is gelegen op ruim 700 meter afstand.

5 Buisleidingen

Binnen de identificatieafstand bevindt zich één buisleiding van Gasunie. Het HRW geeft aan dat voor ondergrondse buisleidingen een adviesafstand geldt die gelijk is aan de tiphoogte van de windturbines óf indien deze groter is de werpafstand bij nominaal toerental van de windturbines. Op basis van Tabel 1.4 wordt 252 meter aangehouden als toetsafstand. De toetsafstand ten opzichte van de nabijgelegen buisleidingen is weergegeven in Figuur 5.1. Hieruit volgt dat er geen buisleidingen binnen de toetsafstand liggen. De eerste buisleiding, N-550-30, ligt op ruim 300m afstand van de windturbines en kan alleen getroffen worden in het scenario bladworp bij overtoeren.

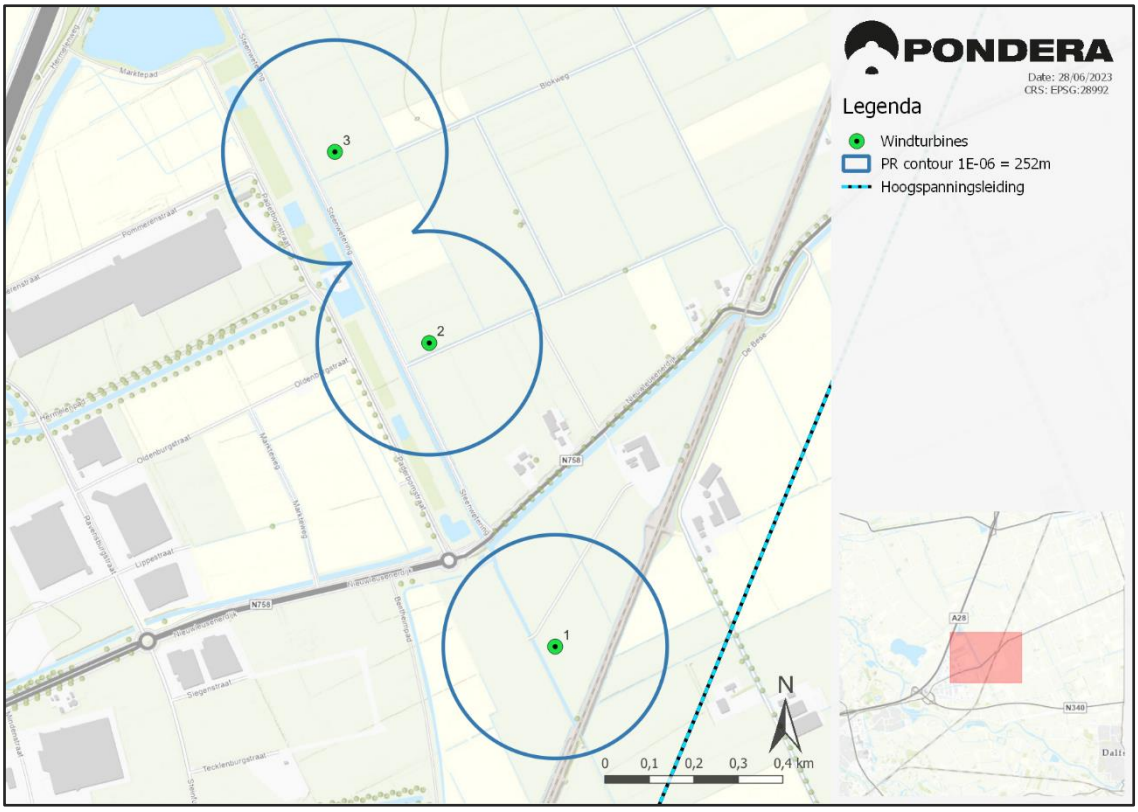
Figuur 5.1 De toetsafstand en nabijgelegen buisleidingen.



6 Hoogspanningsinfrastructuren

Binnen de identificatieafstand bevinden zich één hoogspanningsleiding. Het HRW geeft aan dat voor hoogspanningsleiding een adviesafstand geldt die gelijk is aan de tiphoogte van de windturbines óf indien deze groter is de werpafstand bij nominaal toerental van de windturbines. Op basis van Tabel 1.4 wordt 252 meter aangehouden als toetsafstand. De toetsafstand ten opzichte van de nabijgelegen hoogspanningsleiding is weergegeven in Figuur 6.1. Hieruit volgt dat er geen hoogspanningskabels binnen de toetsafstand liggen. De eerste hoogspanningsleiding ligt op circa 450m afstand van de windturbines en kan alleen getroffen worden in het faalscenario bladworp bij overtoeren.
Er wordt onderzocht of er in de toekomst een TenneT 110 kV station binnen de identificatieafstand van de windturbines gerealiseerd kan worden. De analyse hiervan is opgenomen in 2.3.

Figuur 6.1 De toetsafstand en nabijgelegen hoogspanningsleidingen.



7 Waterkeringen

Er is geen waterkering aanwezig in de nabijheid van het plangebied van het beoogde windpark. De eerste waterkering is aanwezig op een afstand van circa 1,6 kilometer.

8 Kwalitatieve analyse ijsworp scenario

Op 1 tot 2 dagen per jaar kunnen de weeromstandigheden in Nederland zodanig zijn dat er sprake is van significante ijs aangroei aan de windturbinebladen. Bij het loskomen van deze ijsblokken kunnen gevaarlijke situaties ontstaan voor onbeschermde personen of door schrikreacties tijdens transport. Moderne windturbines zijn veelal voorzien van systemen die kunnen detecteren of er sprake is van aangroeiend ijs en/of weersomstandigheden waarbij ijsaangroei kan worden verwacht. Bij het merendeel van de aanwezige windturbines in Nederland hoeven geen specifieke maatregelen te worden genomen om ijsaangroei te voorkomen of het vallen van ijs te voorkomen doordat de meeste windturbines worden geplaatst in open agrarische gebieden waar weinig aanwezigheid van personen worden verwacht. Om ijsworp te voorkomen dient de windturbine te worden stilgezet indien significante ijsaangroei aanwezig is. Het voorkomen van gevaarlijke situaties en het verplicht moeten stilzetten van windturbines is reeds geregeld in de regels van het Activiteitenbesluit Milieubeheer.

Om te analyseren of de omgeving gevoelig kan zijn voor ijsworp of ijsval wordt gekeken naar de directe omgeving van de windturbines tot aan een afstand gelijk aan de tiphoogte. Er zijn binnen dat gebied terreinen en objecten aanwezig die gevoelig zijn voor ijsworp of ijsval (zoals bijvoorbeeld bedrijven Wehkamp en enkele wegen/straten). Er wordt daarom geadviseerd om een goed ijsdetectiesysteem wat ijsaanvorming aan de bladen detecteert en de windturbine stilzet bij significante aangroei aan de windturbines. Daarmee worden de risico's van ijsworp verkleind. Indien de rotor niet draait wordt ijsval verwacht tot een zone van circa een halve rotordiameter plus 11 meter als afglij / dwarrel zone. Vanwege de nabijgelegen wegen wordt geadviseerd om een ijsprotocol op te stellen. Hierin kan dan onder andere worden geregeld hoe de windturbine gepositioneerd moeten worden bij ijsaangroei zodat het afdwarrelende ijs geen gevaar voor de omgeving vormt. Ook het gecontroleerd afwerpen en weer opstarten kan daarin worden beschreven.

Naast dat de omgeving gevoelig kan zijn voor ijsworp of ijsval, kan het geplande zonnepark onder windturbine 1 ook geraakt worden. Het zonnepark ligt in de afglij / dwarrel zone en kan daardoor ook bij stilstand geraakt worden door ijsworp of ijsval. Er wordt geadviseerd om significante ijsaangroei te voorkomen. Hiervoor zijn het reeds beschreven ijsdetectiesysteem en/of individuele softwarematige detectie van toepassing. De laatste herkent een afwijking in de power curve van de turbine en koppelt daaraan mogelijk ijsafzetting.

Het gebruik van de lokale wegen door passanten wordt zodanig laag geacht dat hiervoor geen maatregelen genomen hoeven te worden. Daar komt nog bij dat onbeschermde personen (niet in een auto) tijdens dergelijke winterse omstandigheden nog veel minder vaak aanwezig zullen zijn op de betrokken lokale wegen.

9 Conclusie

Voor drie te realiseren windturbines en het zonneveld is een analyse naar externe veiligheid uitgevoerd. Het zonneveld heeft, in termen van externe veiligheid, geen impact op de omgeving.

De windturbines zijn getoetst aan de gehanteerde normen in het handboek voor risicozonering van windturbines bestaande uit een handleiding en de handreiking (versie 1.1 – 20 mei 2020). De mogelijke effecten voor inrichtingen van derden in de omgeving in relatie tot het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) zijn inzichtelijk gemaakt. Ook zijn andere beleidsvraagstukken beschouwd zoals de invloed van de windturbines op de veiligheid van passanten (lokale wegen) en de effecten op buisleidingen. Daarnaast is een kwalitatieve analyse gedaan in relatie tot het onderwerp ijsworp.

Er wordt voldaan aan de gehanteerde norm van PR 1E-06 voor bestaande kwetsbare objecten en PR1E-05 voor beperkt kwetsbare objecten. Volgens het vigerende bestemmingsplan Hessenpoort mogen voor een enkelbestemming bedrijventerrein binnen de maximale PR1E-06 contour geen (bedrijfs)woningen en zelfstandige kantoren worden gerealiseerd. Kantoorruimte mag alleen worden gerealiseerd als ondergeschikt onderdeel van een bedrijf tot maximaal 2.000 m^2. Er is een overlap tussen de PR1E-06 contour en het bedrijventerrein, hierdoor zijn nieuwe kwetsbare objecten binnen de PR1E-06 contour wel realiseerbaar. Om te voorkomen dat er belemmering optreden voor eventueel kwetsbare objecten moeten de PR10-06 contouren van windturbine 2 en 3 beperkt moeten worden tot 199m en 195m respectievelijk.

De andere enkelbestemmingen van de bestemmingsplannen leveren geen verdere belemmeringen op. Ook wordt er voldaan aan de normstelling van Rijkswaterstaat met betrekking tot wegen. De dichtst gelegen buisleidingen en hoogspanningsleidingen liggen buiten de adviesafstand en voldoen daarmee ook aan de eisen. De dichtstbij gelegen waterkering ligt niet in de buurt van de windturbines en ondervindt daarmee geen hinder.

Altenburg & Wymenga
ECOLOGISCH ONDERZOEK

Ecologisch onderzoek en natuurtoets voor wind- en zonne-energie in gebied Tolhuislanden



A&W-rapport 21-253

in opdracht van

PONDERA

Ecologisch onderzoek en natuurtoets voor wind- en zonne-energie in gebied Tolhuislanden

A&W-rapport 21-253

Foto Voorplaat
Tolhuislanden, [redacted]

[redacted] **2022**
Ecologisch onderzoek en natuurtoets voor wind- en zonne-energie in gebied Tolhuislanden. A&W-rapport 21-253. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

Opdrachtgevers
Pondera Consult
Amsterdamseweg 13
6814 CM Arnhem
Telefoon 088 766 3372

Uitvoerder
Altenburg & Wymenga
ecologisch onderzoek bv
Suderwei 2
9269 TZ Feanwâlden
[redacted]
info@altwym.nl
www.altwym.nl

Adres Amsterdam
Gebouw Matrix II,
Science Park 400/K1.08/1.09
1098 XH Amsterdam

© Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv. Overname van gegevens uit dit rapport is toegestaan met bronvermelding.

Projectnummer
21-253

Projectleider
[redacted]

Status
Definitief

Autorisatie
[redacted]

Datum
8-6-2022

Kwaliteitscontrole

Paraaf
[redacted]

Inhoud

1 Inleiding 1
1.1 Achtergrond 1
1.2 Doel en opzet 3
1.3 Leeswijzer 3
2 Methoden 4
2.1 Inleiding 4
2.2 Plangebied 4
2.3 Veldwerk 4
2.4 Analyses aanvaringsslachtoffers 8
2.5 Beoordeling aanvaringsslachtoffers 10
3 Natuurwaarden 12
3.1 Kenschets plangebied 12
3.2 Natura 2000-gebieden 12
3.3 Overige gebiedsbescherming 13
3.4 Open grasland weidevogelbeheer kritische soorten 14
3.5 Beschermde soorten 14
4 Effectbeoordeling 29
4.1 Inleiding 29
4.2 Aanlegfase (verstoring of verlies van habitat) 29
4.3 Operationele fase 32
4.4 Effecten op Natura 2000 47
4.5 Effecten op overige beschermde gebieden 49
4.6 Open grasland weidevogel beheergebied kritische soorten 50
4.7 Cumulatieve effecten 50
5 Conclusies 58
5.1 Verstoring, barrièrewerking en habitatverlies 58
5.2 Aanvaringsslachtoffers onder vogels en vleermuizen 58
5.3 Effecten op Natura 2000 59
5.4 Effecten op overige beschermde gebieden en beheergebieden 59
5.5 Cumulatieve effecten 59
6 Literatuur 60

Bijlage 1 Fietsroute vleermuisonderzoek 63
Bijlage 2 Vlieghoogtes 64
Bijlage 3 Mortaliteit 68
Bijlage 4 Locatie plasdras en beheer Tolhuislanden 72

1 Inleiding

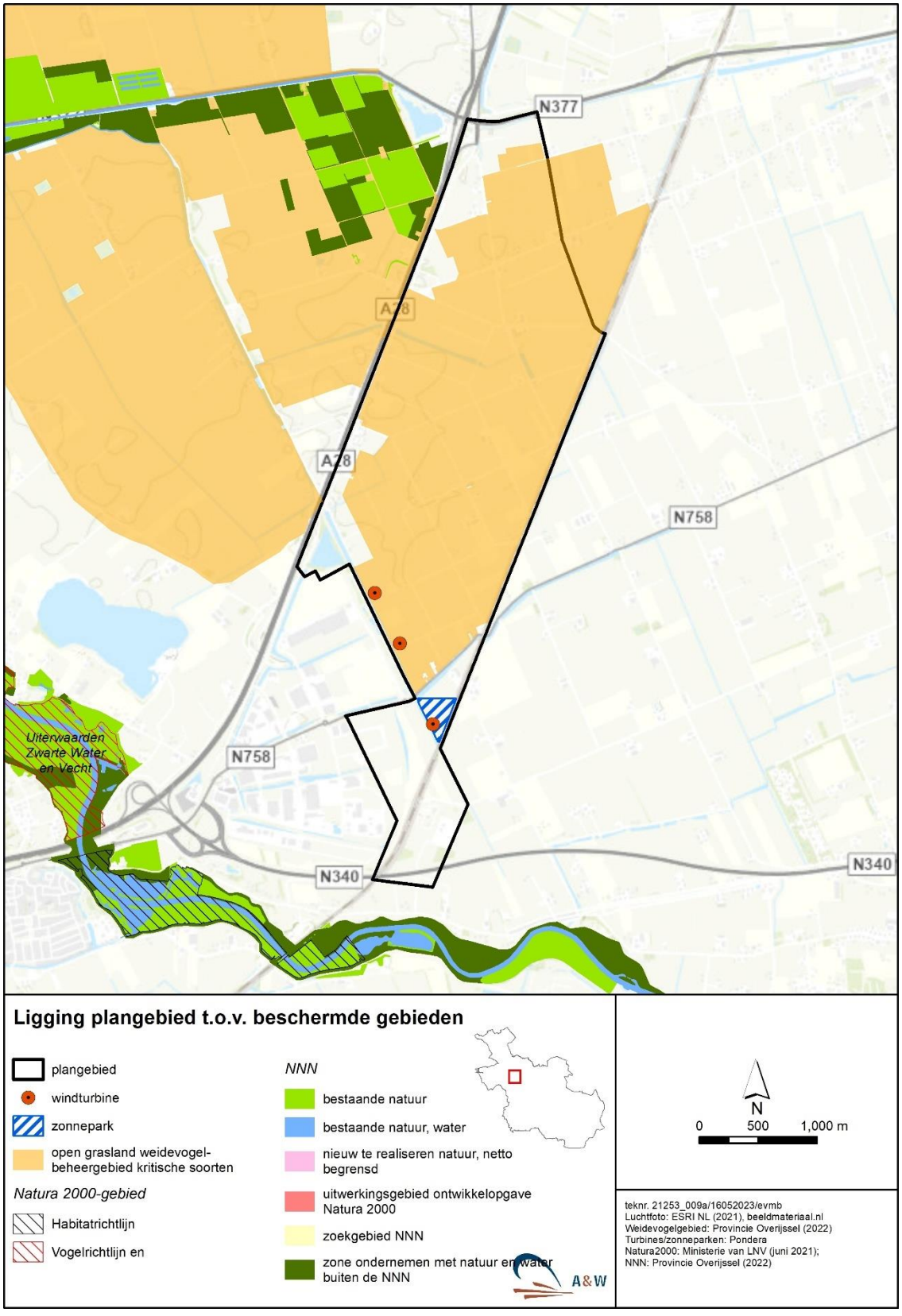
1.1 Achtergrond

In het kader van de energietransitie is de gemeente Zwolle op zoek naar mogelijkheden voor het opwekken van duurzame energie. Om een deel van deze ambitie te realiseren is het voornemen om in de Tolhuislanden, ten noorden van Zwolle, zonnevelden en windturbines te realiseren. De gemeente heeft de lokale coöperatie Tolhuislanden de ruimte gegeven de duurzame energieopgave te realiseren. Pondera Consult ondersteunt de coöperatie bij de uitwerking en heeft opdracht gegeven voor onderhavig onderzoek. In een eerder stadium zijn verschillende alternatieven in het gebied overwogen en is gekozen voor een voorkeursalternatief. Die bestaan uit een combinatie van wind (3 windturbines) en zon (ongeveer 7 hectare) in het zuiden van het oorspronkelijk gekozen plangebied (figuur 1.1).

De realisatie van zonnevelden en/of windturbines kan leiden tot negatieve effecten op beschermde natuurwaarden, waaronder nabijgelegen Natura 2000-gebieden of lokale soorten die zijn beschermd onder de Wet natuurbescherming. Het gaat dan om bijvoorbeeld verstoring van weidevogels, aanvaringsrisico's voor vogels en vleermuizen, barrièrewerking, ruimtebeslag, et cetera. De exacte effecten die optreden zijn afhankelijk van de aanwezige natuurwaarden en aspecten als de aantallen, locaties en ruimtelijke configuratie van de turbines en de zonnevelden.

Om de ecologische effecten van de turbines en zonnevelden in kaart te brengen en te toetsen aan de Wet natuurbescherming (Wnb) is nader ecologisch onderzoek nodig. Het gaat daarbij specifiek om de volgende potentiële effecten:

- Effecten op Natura 2000, zoals het nabijgelegen Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht (figuur 1.1). Het plangebied zelf ligt buiten Natura 2000-gebied maar door externe werking kan sprake zijn van mogelijke effecten op de instandhoudingsdoelen (met name vogels).
- Effecten op beschermde soorten tijdens de aanlegfase. Dit zijn tijdelijke effecten (bijvoorbeeld verstoring door werkzaamheden) maar moeten wel worden getoetst aan de natuurwetgeving.
- Effecten op beschermde soorten in de operationele fase, met name verstoring, barrièrewerking en aanvaringsslachtoffers onder vogels en vleermuizen. Vanwege het belang van het gebied voor weidevogels is specifiek aandacht nodig voor mogelijke effecten op deze soortgroep.



Figuur 1.1 Ligging van het plangebied, met voorkeursvariant van drie windturbines en een zonneveld, t.o.v. beschermde gebieden.

1.2 Doel en opzet

Het doel van het veldwerk en analyses is om de mogelijke effecten van de turbines en het zonneveld op de volgende soortgroepen te onderzoeken:

1. Vogels,
    a. Met name vliegbewegingen van de aantallen watervogels die in de winterperiode rond het plangebied aanwezig zijn en deels een beschermde status hebben voor het Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte water en Vecht;
    b. Vliegbewegingen van broedvogels die in het voorjaar en zomerperiode in het plangebied aanwezig zijn en een beschermde status hebben onder de Wet natuurbescherming;
    c. Jaarrond beschermde nesten in of nabij het plangebied;
    d. Weidevogelgebieden (Open grasland weidevogelbeheergebied kritische soorten);
2. Vleermuizen, op basis van de vliegactiviteit en het soortenspectrum in het plangebied;
3. Overige beschermde soorten, zoals Grote modderkruiper en Poelkikker.

1.3 Leeswijzer

Na deze inleiding wordt in hoofdstuk 2 de methodiek beschreven die is gehanteerd voor het opstellen van de beoordeling. Dit heeft betrekking op de verschillende veldonderzoeken die zijn uitgevoerd omtrent de aanwezigheid van beschermde natuurwaarden in en rondom het plangebied, en op het gebruikte rekenmodel waarmee de aantallen aanvaringsslachtoffers zijn berekend. In hoofdstuk 3 wordt een overzicht gegeven van deze beschermde natuurwaarden, zowel voor wat betreft soorten als beschermde gebieden. Ook wordt aangegeven in hoeverre de aanwezige natuurwaarden relevant zijn in het kader van onderhavige beoordeling. Een beoordeling van de mogelijke ecologische effecten van het voorkeursalternatief (VKA) wordt gegeven in hoofdstuk 4. Daarbij gaat het met name om effecten als mortaliteit door aanvaringen, verstoring, en effecten op omliggende Natura 2000-gebieden. Het rapport sluit af met conclusies (hoofdstuk 5) en een literatuurlijst (hoofdstuk 6).

2 Methoden

2.1 Inleiding

Het onderzoek bouwt voort op eerdere onderzoeken in het plangebied (zie Koopmans 2019) naar de aanwezigheid van vliegbewegingen in maart en april 2019, de aanwezigheid van jaarrond beschermde nestplaatsen en vleermuizen in mei - juli 2019. We hebben deze data geactualiseerd en waar nodig aangevuld om de effecten te kunnen kwantificeren. In onderstaande secties gaan wij in meer detail in op welke wijze we dit hebben gedaan.

2.2 Plangebied

Bij de start van het onderzoek in het najaar van 2021 is uitgegaan van het plangebied, zoals is opgenomen in figuur 1.1. Op het moment van schrijven is een voorkeursalternatief (VKA) ontwikkeld waarbij een zonneveld en drie turbines in een lijnopstelling komen te staan in het zuiden van het plangebied (figuur 1.1). Afhankelijk van het nog te kiezen turbinetype is er sprake van een ashoogte van ca. 149-167 m met een tiplaagte (de hoogte van de rotorbladen boven de grond) van ca. 67–80 m, en een tiphoogte van ca. 230–252 m. De huidige opstelling van de windturbines en het zonneveld (9 ha) en de aangegeven maten van de windturbines vormen de basis van de beoordeling van de effecten. Ten behoeve van de aanleg van de windturbines is het noodzakelijk om een aantal sloten tijdelijk te dempen ten behoeve van het realiseren van een aanvoerroute.



Overzicht van het plangebied vanuit het zuidwesten (foto A&W).

2.3 Veldwerk

Voor deze beoordeling zijn verschillende veldonderzoeken uitgevoerd omtrent de aanwezigheid van beschermde natuurwaarden in en rondom het plangebied.

2.3.1 Vogels

Vliegbewegingen

Om gegevens te verzamelen over vliegbewegingen van vogels zijn 12 tellingen uitgevoerd in de periode oktober 2021 – mei 2022 (tabel 2.1). De tellingen zijn uitgevoerd langs de zuidrand van het gebied (ter hoogte van de Steenwetering) (figuur 1.1) en deels in het centrale deel van het plangebied.

In de periode vanaf oktober 2021 tot maart 2022 zijn zeven tellingen van vliegbewegingen uitgevoerd waarmee de vliegpaden en vlieghoogtes van wintervogels zijn vastgelegd. Deze tellingen geven een goede indicatie welke soorten relevant zijn voor het voorgenomen windpark en welke vliegbewegingen in de winter plaatsvinden. De tellingen zijn uitgevoerd vanaf een uur voor zonsopgang tot twee uur daarna of vanaf 2 uur voor zonsondergang tot 1 uur daarna, in verband met de vliegbewegingen vanaf de slaapplaatsen naar de foerageergebieden en *vice versa*.

Aanvullend op deze tellingen zijn in april en mei 2022 tellingen uitgevoerd van de vliegbewegingen van lokale vogels, waaronder de weidevogels en overige broedvogels die in het gebied foerageren of in de directe omgeving in kolonies broeden zoals de Roek. De tellingen zijn uitgevoerd met verrekijker, telescoop en een Vectronix laser rangefinder, waarbij alle vliegbewegingen in het gebied zijn genoteerd. Naast de soort, aantal, type vliegbeweging en vliegrichting is ook de vlieghoogte bepaald met de rangefinder. De vliegbewegingen zijn onderverdeeld in lokaal (pleisterende niet-broedvogels, broedvogels in en rond het windpark), regionaal (binding met wateren of Natura 2000-gebieden in de omgeving, geen broedvogels) en voorjaarsmigratie. De tellingen zijn uitgevoerd onder verschillende weersomstandigheden, maar wel droog en tot een windkracht van maximaal 4 Beaufort.

Tabel 2.1 Data waarop vogeltellingen zijn uitgevoerd in het plangebied.

Telling	Datum	Tijd
1	13 oktober 2021	07:30 – 10:30
2	11 november 2021	14:30 – 17:30
3	20 december 2021	07:45 – 10:45
4	19 januari 2022	14:30 – 17:30
5	2 februari 2022	15:00 – 18:00
6	1 maart 2022	07:00 – 09:30
7	16 maart 2022	16:00 – 19:15
8	15 april 2022	12:00 – 16:30
9	3 mei 2022	18:30 – 21:30
10	11 mei 2022	20:00 – 21:00
11	12 mei 2022	14:00 -16:00
12	18 mei 2022	18:30 – 21:30

Weidevogels

Voor de analyse van de mogelijke effecten op weidevogels is gebruik gemaakt van gegevens van een inventarisatie uit 2020 (Bunskoek 2020). Daarnaast is een klein deel van het

onderzoeksgebied geïnventariseerd in 2022. Voor het uitvoeren van deze weidevogelkartering is gebruik gemaakt van het Broedvogel Monitoring Protocol. Dit is een gestandaardiseerde, door SOVON ontwikkelde methode (Vergeer & van Dijk 2016). Met deze uitgebreide territoriumkartering worden de te karteren gebieden vijfmaal bezocht in de periode april-juni. In tabel 2.2 is een overzicht gegeven van de bezoekdata. Alle territorium- en nest indicerende waarnemingen zijn tijdens de veldbezoeken op een veldkaart genoteerd. Na afloop van het veldwerk zijn de verzamelde waarnemingen overgebracht op soortkaarten waarna aan het eind van het inventarisatieseizoen de veldgegevens zijn geïnterpreteerd volgens de BMP-methodiek en omgezet naar territoria. De locatie van een territorium(stip) is toegewezen op basis van één of meer territoriale waarnemingen of waarnemingen van hogere broedcodes in de gekarteerde percelen. Dit betekent dat een stip op de verspreidingskaart niet overeen hoeft te komen met de exacte locatie van een nest maar geeft een beeld van de aanwezige broedparen in het gebied. De kartering is uitgevoerd onder goede weersomstandigheden met weinig wind en geen neerslag.

Tabel 2.2 Bezoekdata weidevogels en jaarrond beschermde nestplaatsen.

Weidevogels		**Jaarrond beschermde nestplaatsen**	
Bezoek	**Datum**	Bezoek	**Datum**
1	16 maart 2022	1	16 maart 2022
2	23 maart 2022	2	23 maart 2022
3	2 mei 2022	3	15 april 2022
4	12 mei 2022	4	3 mei 2022
5	31 mei 2022	5	18 mei 2022

Jaarrond beschermde nestplaatsen broedvogels

Voor de jaarrond beschermde nestplaatsen is uitgegaan van de soorten die zijn genoemd op de Lijst Vogelsoorten met jaarrond beschermde nesten Overijssel en Lijst vogelsoorten met jaarrond beschermd functioneel leefgebied Overijssel (https://zoek.officielebekendmakingen.nl/prb-2019-5102.html). Jaarrond beschermde nesten, zoals bijvoorbeeld van Buizerd, Roek en eventueel andere broedvogelsoorten, zijn tijdens de veldinventarisaties in de winterperiode en in het vroege voorjaar in kaart gebracht. De data en tijden van het onderzoek zijn weergegeven in tabel 2.2. Bij het onderzoek zijn de protocollen toegepast zoals beschreven in het Kennisdocument Buizerd (versie 1.0 juli 2017) en Roek (versie 1.0 juli 2017). Voor de weidevogels, die hieronder vallen, is gebruik gemaakt van gegevens uit 2020 (Bunskoek 2020) en van de inventarisatie in 2022.

2.3.2 Vleermuizen

Dit is een beschermde soortgroep en eventuele mortaliteit onder vleermuizen vormt een belangrijk onderdeel van de ecologische beoordeling bij windparken. De soortensamenstelling en mate van vliegactiviteit ter hoogte van het plangebied is onderzocht conform het Vleermuisprotocol. Dit is opgesteld door het Ministerie van EZ, Netwerk Groene Bureaus en de voormalige Gegevensautoriteit natuur en fungeert als protocol bij het doorlopen van procedures in het kader van de natuurwetgeving. De onderzoeksinspanning en -planning die volgens het vleermuisprotocol nodig is, wordt bepaald door de (potentieel) aanwezige soorten enerzijds en de te verwachten gebiedsfuncties anderzijds. Het gaat dan met name om de aanwezigheid van vliegroutes en/of foerageergebied, maar mogelijk zijn ook verblijfplaatsen aanwezig in de boerderijen of bomen bij het plangebied.

De voorgenomen opstellingen van de windturbines liggen in de open ruimte in het landschap en op ruime afstand van mogelijke verblijfplaatsen in gebouwen of bomen. Bij het onderzoek ligt de nadruk op het vast te stellen of er vliegroutes en foerageergebieden in het gebied aanwezig zijn. Hiervoor zijn vier veldbezoeken (van ca. een halve dag) uitgevoerd, waarvan twee in het najaar (trekperiode, balts) en twee in het voorjaar (kraamperiode). Hierbij zijn met behulp van batdetectors (type D240X en Batlogger A+) routes gefietst om de ruimtelijke verspreiding van vleermuizen op de locatie te onderzoeken (bijlage 1). De najaarsbezoeken zijn uitgevoerd op 7 en 28 september 2021. De voorjaarsbezoeken zijn uitgevoerd op 18 mei en 2 juni 2022 (tabel 2.3).

Tabel 2.3 Data waarop veldbezoeken zijn uitgevoerd voor onderzoek naar de vliegactiviteit van vleermuizen.

Veldbezoek	Datum	Tijd
1	7 september 2021	20:15 – 23: 45
2	28 september 2021	19:00 – 22:30
3	18 mei 2022	21:15 – 23:30
4	2 juni 2022	21:45 – 00:15

2.3.3 Vissen (Grote modderkruiper)

In principe zijn de sloten in het plangebied geschikt voor Grote modderkruiper. Ook ligt het gebied in het verspreidingsgebied van de soort (www.ravon.nl). Om deze reden is een aanvullend onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van de soort. Dit is gedaan volgens de eDNA methode (Kennisdocument Grote modderkruiper en Soorteninventarisatieprotocol Grote modderkruiper van het Netwerk Groene Bureaus). Deze methode is de meest betrouwbare voor het bepalen van aan- of afwezigheid van de Grote modderkruiper. De monsters voor het eDNA onderzoek naar Grote modderkruiper werden verzameld op 11 mei 2022. Er werden in totaal 7 watermonsters genomen in watergangen die in principe geschikt zijn als leefgebied voor de Grote modderkruiper. Hierbij is het bemonsteringsprotocol gehanteerd die Sylphium Molecular Ecology daarvoor heeft opgesteld (www.sylphium.nl). De monsters zijn geanalyseerd in het laboratorium\ van Sylphium Molecular Ecology.

2.3.4 Amfibieën (Poelkikker)

Van de volgens artikel 3.5 Wnb beschermde amfibieënsoorten komt mogelijk Poelkikker in de ruime omgeving van het plangebied voor. Het plangebied Tolhuislanden is door een ervaren veldecoloog onderzocht op de aanwezigheid van deze soort, waarbij het hele plangebied (zie figuur 1.1) is afgezocht. Hierbij zijn de richtlijnen van het soorteninventarisatieprotocol Netwerk Groene Bureaus (2017) gehanteerd. Op 11 mei 2022 en 31 mei 2022 is de directe omgeving van het VKA afgezocht op de aanwezigheid van Poelkikkers door te luisteren naar roepende exemplaren en gerichte vangacties met een Ravon-schepnet uit te voeren.

2.3.5 Overige soorten

De potentiële aanwezigheid van planten, reptielen, amfibieën, grondgeboden zoogdieren en ongewervelden (dagvlinders, libellen) is vastgesteld op basis van bestaande gegevens (NDFF) en terreinkenmerken, waarbij tijdens het veldwerk is onderzocht in hoeverre het plangebied geschikt is voor bepaalde soorten.

2.4 Analyses aanvaringsslachtoffers

Berekening mortaliteit vogels
De analyse van aanvaringsslachtoffers onder wintervogels op beide locaties is uitgevoerd aan de hand van het in Nederland veel gebruikte Flux Collision Model (Kleyheeg-Hartman et al. 2018). Deze modelanalyse bestaat kort gezegd uit de volgende stappen: *i*) omzetten van aantallen vogels en vliegbewegingen naar vogeldagen en fluxen (vliegbewegingen per tijdseenheid), *ii*) bepaling aanvaringskansen op basis van vlieghoogtes en ontwijkingsgedrag, *iii*) toepassing correcties, en *iv*) berekening van het aantal aanvaringen per soort per jaar. In de analyses van de aanvaringsslachtoffers wordt uitgegaan van turbines met een ashoogte van 149 m met een rotordiameter van 164 m (rotorzone 67 – 231 m, hierna te noemen "kleine turbines"), of een ashoogte van 167 m en een rotordiameter van 172 m (rotorzone 81 – 253 m, hierna te noemen "grote turbines").

Een analyse van de mortaliteit is een voorspelling met de nodige onzekerheden. Op basis van de hier beschreven methodiek wordt een onderbouwde analyse gegeven van de ordegrootte van het aantal aanvaringsslachtoffers. Om te voorkomen dat onzekerheden in de berekening leiden tot een ‘te gunstig beeld’ is bij verschillende parameters gekozen voor een *worst-case* benadering zodat onderschatting van de mortaliteit wordt voorkomen.

Flux Collision model
De achtergronden, opzet en beperkingen van het rekenmodel zijn uitvoerig beschreven door Kleyheeg-Hartman *et al*. (2018), en voor details wordt verwezen naar deze bron. Het model is gebaseerd op gegevens over aantallen vogels, vlieghoogtes, ontwijking (macro avoidance), dimensies van het windpark en de turbines, aanvaringskansen per soortgroep, en verschillende correcties ten aanzien van een referentiewindpark waarop de aanvaringskansen zijn gebaseerd. In onderstaande secties worden de verschillende parameters besproken die als input in het model zijn gebruikt.

Vliegbewegingen en fluxen door het windpark
Voor de berekening van de flux is uitgegaan van gemiddeld twee passages per soort per dag door het plangebied voor regionale vogels. Voor migrerende vogels is van twee passages per soort per jaar uitgegaan en voor lokale vogels 20 passages per soort per dag. Hierbij is uitgegaan van een lijnopstelling van drie turbines met een onderlinge afstand van gemiddeld 623 m (range 506-740 m).

Vlieghoogtes en ontwijkingsgedrag
De kans dat een vogel in aanvaring komt met een turbine is logischerwijs gerelateerd aan de gangbare vlieghoogte ten opzichte van de rotorhoogte van de turbines. De fractie vogels die op rotorhoogte vliegt is afkomstig uit de metingen van de vlieghoogtes. Ook voor het bepalen van de correctiefactor *h_cor*, die in het model corrigeert voor het aandeel vogels op rotorhoogte in het te toetsen windpark ten opzichte van het referentiewindpark, is op deze data gebaseerd.

Niet alle vliegbewegingen van langsvliegende vogels zullen door het windpark gaan, aangezien vogels windparken actief kunnen ontwijken (macro-ontwijking). De fractie vliegbewegingen die door het windpark gaat is afhankelijk van vele factoren zoals vliegrichting, gedrag, weersomstandigheden, mogelijke verplaatsingen van de vogels ten opzichte van de turbines, en de mate waarin bepaalde soorten actief uitwijking vertonen. Van sommige soortgroepen, zoals ganzen, eenden en kraanvogels, is bekend dat deze een hoge mate van uitwijking vertonen bij windparken (Fijn *et al*. 2007, Plonczkier & Simms 2012, Grünkorn *et al*. 2016), terwijl roofvogels en meeuwen in veel mindere mate (of in het geheel niet) actief windparken ontwijken (Cook *et*

al. 2014). Voor verschillende soortgroepen zijn geen exacte data over macro-uitwijking beschikbaar. In de studie van Grünkorn *et al*. (2016) werd in ca. 60–70% van de vliegbewegingen die nabij een windpark plaatsvonden horizontale uitwijking geregistreerd, maar dit was sterk afhankelijk van zowel de soortgroep als de locatie ten opzichte van het windpark. Op basis van de studie van Grünkorn *et al*. (2016) is voor alle soorten aangenomen dat 40% van de vliegbewegingen door het windpark gaat. De micro-uitwijking bij individuele turbines is in het rekenmodel verwerkt in de aanvaringskans (zie volgende sectie).

*Tabel 2.4 Aanvaringskansen per soortgroep gebruikt in het Flux Collision Model. * = gebaseerd op referentiepark Noordoosterpolder, ** = gebaseerd op referentiepark Oosterbierum.*

Soortgroep	**Aanvaringskans**
Ganzen*	0,005 %
Meeuwen en sterns*	0,06 %
Overige watervogels*	0,04 %
Eenden**	0,04%
Steltlopers**	0,06%
Kraaiachtigen en Zangvogels**	0,28%
Duiven en Roofvogels**	0,17 %
Overige niet-zangvogels**	0,17 %

Aanvaringskansen en correctiefactoren

Het Flux Collision Model maakt gebruik van aanvaringskansen per soortgroep die zijn gebaseerd op metingen in referentiewindparken, in dit geval Windpark Oosterbierum (Winkelman 1992) en Windpark Noordoosterpolder (A&W, ongepubliceerde data) (tabel 2.4). Aangezien de dimensies van zowel de turbines als de windparken als geheel aanzienlijk verschillen, worden in het model correctiefactoren toegepast ten aanzien van het rotoroppervlak, het gemiddeld aantal turbines dat wordt gepasseerd, en de aanvaringskans bij een bepaalde rotordiameter. Het kwantificeren van deze correctiefactoren is gedaan conform Kleyheeg-Hartman *et al*. (2018). De aanvaringskansen per soortgroep zoals genoemd in tabel 2.4 zijn gebaseerd op gepubliceerde data (Winkelman 1992, Fijn *et al.* 2012, Verbeek *et al*. 2012, Smits *et al*. 2013, A&W ongepubliceerde data). De uitwijking op turbineniveau (micro uitwijking) is reeds in deze aanvaringskansen verdisconteerd.

Mortaliteit vleermuizen

De mortaliteit onder de verschillende vleermuizen is bepaald op basis van de gemeten vliegactiviteit in het plangebied en gegevens uit de vakliteratuur m.b.t. vlieghoogtes per soort. Aan de hand van metingen van vlieghoogtes (Roemer *et al*. 2017), monitoringsdata en meta-analyses van de mortaliteit in bestaande windparken (o.a. Rydell *et al*. 2012) is bekend welke mate van sterfte optreedt onder vleermuizen in windparken, en hoe dit wordt gestuurd door factoren als locatie, rotorhoogte, terreintype etc. Deze data zijn gebruikt om een worst-case inschatting te geven van het aantal aanvaringsslachtoffers onder vleermuizen.

2.5 Beoordeling aanvaringsslachtoffers

Berekening natuurlijke mortaliteit

Vogels
Voor iedere vogelsoort is de landelijke populatiegrootte vastgesteld op basis van data van SOVON vogelonderzoek Nederland (www.sovon.nl). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de broedpopulatie en de aantallen die tijdens de migratieperioden en/of in het winterseizoen aanwezig zijn. Bij de berekening van de broedpopulatie is het aantal broedparen met drie vermenigvuldigd zodat rekening wordt gehouden met subadulten en niet-broedende vogels in de populatie. Voor zowel broedvogels als wintervogels is uitgegaan van de Nederlandse populatie, aangezien het niet mogelijk is om op ecologische gronden een lokale populatie te definiëren (er is hier geen sprake van bijvoorbeeld broedkolonies of geïsoleerde deelpopulaties). Voor de soorten waarbij sprake is van meer dan incidentele slachtoffers is nagegaan wat de huidige staat van instandhouding is (bron: www.sovon.nl) en in hoeverre aanvaringsslachtoffers daar effect op hebben.

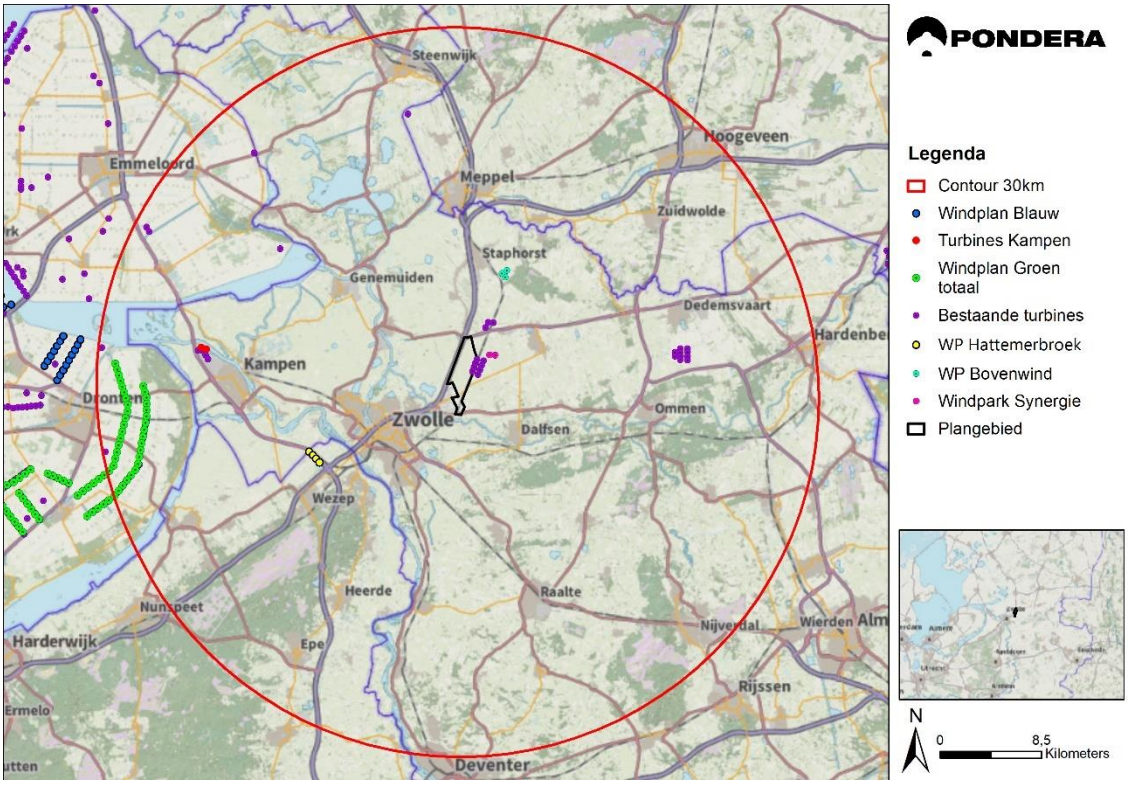
Ook voor migrerende soorten is uitgegaan van de landelijke aantallen en niet van de flyway-populatie. Deze aanpak geeft voor trekvogels dus een conservatieve en worst-case benadering. Vervolgens is voor iedere soort de natuurlijke sterfte bepaald aan de hand van data van de British Trust for Ornithology (www.bto.org). Ook hier is een worst-casebenadering gevolgd door de sterfte van adulte vogels als uitgangspunt te nemen. Aan de hand van de natuurlijke sterfte is de ‘1%-norm’ berekend, d.w.z. het aantal vogels dat gelijk is aan 1% van de natuurlijke mortaliteit.

Vleermuizen
Een toetsing van eventuele aanvaringsslachtoffers onder vleermuizen is uitgevoerd op basis van de zogenoemde ‘*catchment area*’. Deze methodiek wordt gebruikt om een indicatie te krijgen van de grootte van de lokale populatie. De *catchment area* is het gebied waarbinnen sprake is van genetische uitwisseling, en het aantal dieren binnen dit gebied wordt als lokale populatie aangeduid. De grootte van dit gebied wordt normaliter berekend als een cirkelvormig gebied met een straal van 30 tot 50 km. Hier wordt conservatief van een straal van 30 km uitgegaan. Vervolgens wordt de mortaliteit getoetst aan de 1%-mortaliteitsnorm.

Beoordeling turbineslachtoffers
De additionele mortaliteit als gevolg van de realisatie van het windpark wordt als verwaarloosbaar beschouwd indien deze lager is dan 1% van de natuurlijke mortaliteit. De 1%-norm is geen wettelijk vastgestelde drempelwaarde, maar wordt gebruikt als ‘alarmbel’. Indien deze 1%-norm wordt overschreden, moet nader worden onderzocht hoe de additionele mortaliteit zich verhoudt tot de populatietrend en de gunstige staat van instandhouding. De 1%-norm is erkend door de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State (bijv. uitspraak ABRvS2000801465/Rw, 1 april 2009).

Cumulatie
In de beoordeling van cumulatieve effecten is uitgegaan van een straal van 30 km rond het plangebied (figuur 1.1, 2.1). Deze afstand komt in grote lijnen overeen met het gebied waarbinnen een lokale populatie vleermuizen afgebakend kan worden (zie boven). Binnen een straal van 30 km rond het plangebied zijn de realisatie van vijf andere windparken relevant: Windpark Bovenwind, Windpark Synergie, Windpark Hattemerbroek, Windpark Groen en Windpark Kampen. De ecologische effecten van WP Bovenwind zijn getoetst door Klop *et al*. (2019); WP Veur de wind door Gyimesi *et al*. (2016) en Kleyheeg-Hartman *et al*. (2017); WP

Hattemerbroek door Klop (2016, 2017) en Kleyheeg-Hartman *et al*. (2018); WP Groen door Jonkvorst (2019) en WP Kampen door Bureau Waardenburg (2021).



Figuur 2.1: Straal van 30 km rondom het plangebied met zowel de bestaande als de geplande windparken (bron Pondera).

3 Natuurwaarden

3.1 Kenschets plangebied

Het plangebied voor het te realiseren windpark en zonneveld wordt oostelijk begrensd door de spoorlijn Zwolle-Meppel, noordelijk door de Dedemsvaart/N377 (Coevorden-Hasselt) en westelijk en zuidelijk door de Steenwetering (figuur 1.1). Het gebied wordt begrensd door de snelweg A28 (traject Zwolle-Meppel). Globaal vormt het spoor aan de oostkant de grens, een klein deel ligt ten zuidoosten hiervan. Verder wordt de noordgrens bepaald door de N377 en ligt ten zuiden van het plangebied het industriegebied Hessenpoort. De oppervlakte van het gebied bedraagt in totaal ca. 1.280 hectare. Het westelijk deel wordt gekarakteriseerd door graslanden ten behoeve van intensieve melkveehouderij. In het zuidelijk deel zijn enkele maïslandpercelen aanwezig. Het noordelijk deel heeft een meer open karakter met zandwegen in plaats van verharde wegen. Hier liggen een aantal extensief beheerde percelen. In het oostelijk deel, ten oosten van de A28, worden graslanden afgewisseld met bouwlandpercelen. Bouwlandpercelen met grotendeels maïs en deels andere gewassen (gerst) bevinden zich met name in het zuidelijk, westelijk en noordoostelijk deel. Intensieve graslanden liggen verspreid door het gebied, met name ten oosten van de Nieuwendijk bevindt zich een gebied wat grotendeels uit dit type grasland bestaat.

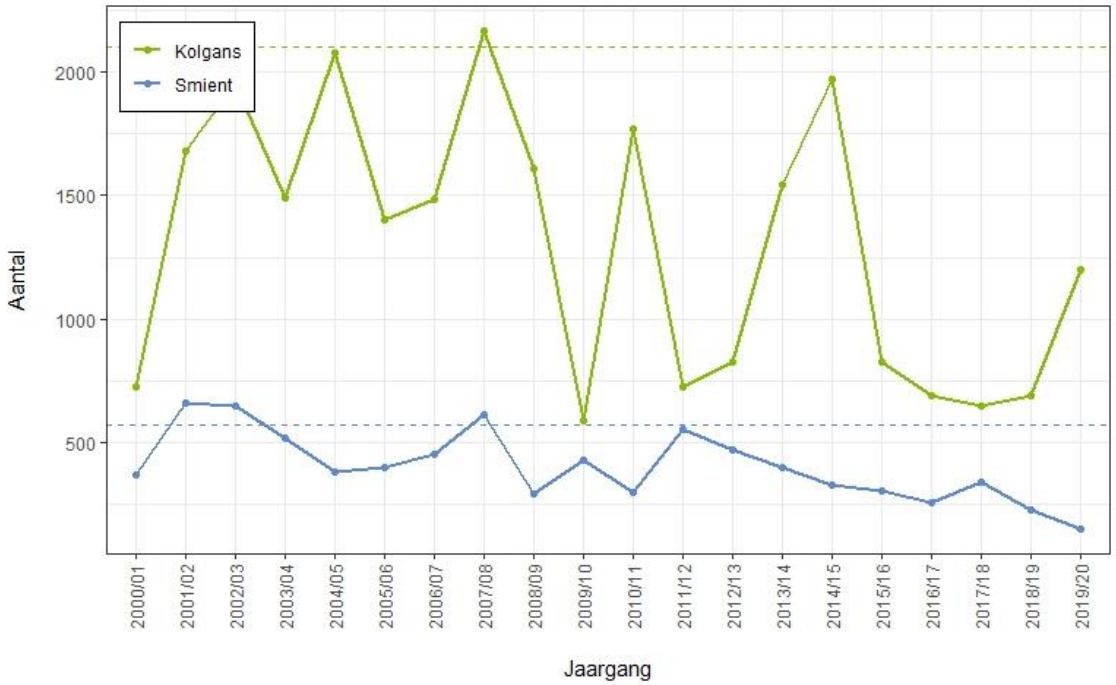
3.2 Natura 2000-gebieden

In de omgeving van de planlocatie zijn enkele Natura 2000-gebieden gelegen. Ten noordwesten, op ca. 7 km van het plangebied, ligt Olde Maten & Veerslootlanden. Ca. 15 km ten oosten van het plangebied ligt Vecht- en Beneden-Reggegebied. Beide Natura 2000-gebieden zijn aangewezen als Habitatrichtlijngebied en hebben geen instandhoudingsdoelen voor vogels of andere mobiele soorten. Effecten op deze gebieden kunnen daarom op voorhand worden uitgesloten. Ten zuidwesten van Zwolle ligt het Natura 2000-gebied Rijntakken, op ca. 9 km afstand van het plangebied. Hoewel soorten als ganzen en Kleine zwaan in principe deze afstand kunnen overbruggen, is de kans dat kwalificerende soorten vanuit het Natura 2000-gebied in het plangebied komen gering. Dit blijkt ook uit een eerdere analyse van externe werking rondom Gelderse Natura 2000-gebieden, waarbij voor Rijntakken een effectafstand van 4–7 km voor de relevante watervogels is gehanteerd (Jouta *et al*. 2021).

Het meest relevante Natura 2000-gebied in dit kader is het Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte water en Vecht, op ongeveer 2,5 kilometer ten zuidwesten van het plangebied. Dit gebied omvat het complex aan uiterwaarden van de Overijsselse Vecht en het Zwarte Water. Er komen hier verschillende habitattypen voor die kenmerkend zijn voor het rivierengebied, waaronder hooilanden, rivierbegeleidende bossen, hardhoutooibossen en natte graslanden. Naast de kwalificerende habitattypen is het gebied aangewezen voor vier habitatsoorten (Bittervoorn, Kleine en Grote modderkruiper, Rivierdonderpad), enkele broedvogelsoorten (Roerdomp, Porseleinhoen, Kwartelkoning, Zwarte stern, Grote karekiet) en niet-broedvogelsoorten (Kleine Zwaan, Kolgans, Smient, Pijlstaart, Slobeend, Meerkoet en Grutto).

Aangezien de voorziene ontwikkelingen allemaal buiten Natura 2000-gebied zijn gesitueerd, zijn in het kader van een effectbeoordeling uitsluitend effecten als gevolg van externe werking relevant. De mate van externe werking wordt dan vooral bepaald door de afstand tot het gebied in relatie tot de actieradius van de betreffende doelsoort. In dit geval zijn vooral doelsoorten van

het Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte water en Vecht als Kleine zwaan, Kolgans en Smient relevant, aangezien deze een grote actieradius hebben en mogelijk sprake is van dagelijkse vliegbewegingen tussen hun foerageergebieden en slaapplaatsen die (deels) over het plangebied zouden kunnen gaan. In dat geval kan de plaatsing van turbines leiden tot aanvaringen en daardoor een mogelijk effect hebben op de instandhoudingsdoelen van deze soorten. Belangrijk hierbij is dat de drie genoemde soorten ruim onder hun instandhoudingsdoel zitten (zie figuur 3.1 voor Kolgans en Smient; Kleine zwaan is niet getoond vanwege de zeer lage aantallen: IHD 4 vogels, werkelijke aantallen in de laatste jaren hooguit 1 vogel).



Figuur 3.1: Populatieomvang van Kolgans en Smient in Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht (bron: Sovon, www.sovon.nl). De twee stippellijnen geven de instandhoudingsdoelen voor beide soorten weer.

Ten aanzien van zonnevelden speelt mogelijk verlies van foerageergebied (grasland). Ten gevolge van de aanlegwerkzaamheden treedt emissie van stikstof op die in Natura 2000-gebied tot depositie kan leiden. Aangezien hiervoor een bouwvrijstelling geldt zal dit tijdens de toetsing berekend moeten worden maar is dit niet relevant voor de uitvoerbaarheid. Tijdens de exploitatiefase wordt geen relevante stikstofemissie verwacht.

3.3 Overige gebiedsbescherming

Gebieden in Nederland kunnen ook door regels omtrent het Natuurnetwerk Nederland (NNN) of via andere regelgeving ten aanzien van natuurwaarden worden beschermd, bijvoorbeeld via verordeningen of het bestemmingsplan. In dit geval gaat het om door de provincie Overijssel aangewezen NNN en natuurgebieden buiten NNN (zie figuur 1.1).

3.3.1 Natuurnetwerk Nederland

Op een afstand van ongeveer 2,5 km ten zuidwesten van het plangebied een NNN gebied gelegen. Het gaat om het Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte water en Vecht. Dit gebied is botanisch van belang en heeft belangrijke vogelwaarden. Daarnaast liggen binnen de

begrenzing gebieden waar er nog een verplichting is voor het verder uitwerken van Natura 2000-instandhoudingsdoelen. Verder bevinden zich op 3,5 km ten noordoosten van de turbinelocaties verscheidene graslandpercelen die aangewezen zijn als NNN-gebied. Hier liggen natte schraallanden en kruiden- en faunarijk grasland. Ook ligt hier een perceel nieuw te realiseren natuur.

Het beschermingsregime van het NNN is vastgelegd in de Provinciale Verordening 2017. Deze stelt dat NNN gebieden in bestemmingsplannen geen bestemmingen mogen krijgen die activiteiten mogelijk maken die leiden tot een significante aantasting van de wezenlijke kenmerken en waarden of tot een significante vermindering van de oppervlakte van die gebieden of van de samenhang tussen die gebieden.

Hoewel het plangebied geen onderdeel is van een NNN-gebied en er dus geen sprake is van directe werking, is er mogelijk wel sprake van een ecologische relatie tussen het plangebied en de NNN-gebieden.

Om deze reden wordt het beschermingsregime van het NNN meegenomen in de effectbeoordeling in hoofdstuk 4.

3.3.2 Zone ondernemen met natuur buiten NNN

In de omgeving van het voornemen liggen ook gebieden die in de Verordening van de Provincie Overijssel zijn aangewezen als natuur buiten de NNN. Hier zijn kleinschalige ruimtelijke ontwikkelingen mogelijk, mits de natuur in beperkte mate wordt aangetast en er per saldo er een versterking is van de natuurwaarden. Ook met deze gebieden is mogelijk een ecologische relatie te verwachten, zodat ook deze gebieden worden meegenomen in de effectbeoordeling van hoofdstuk 4.

3.4 Open grasland weidevogelbeheer kritische soorten

Het gebied waar de windturbines worden aangelegd maakt onderdeel uit van een leefgebied agrarisch natuurbeheer (zie figuur 1.1). Het gaat om een gebied dat in de Omgevingsvisie van Overijssel en het Natuurbeheerplan 2022 is aangemerkt als ‘Open grasland Weidevogelbeheer kritische soorten’. In het betreffende leefgebied wordt door de Provincie Overijssel ingezet op een efficiënt en effectief agrarisch natuurbeheer. Dit betekent dat voor het beheer van weidevogels een passend peilbeheer nodig is. Daarnaast wordt bij het ontwikkelen van nieuwe initiatieven in het leefgebied, naast de agrarische ontwikkelmogelijkheden, de functie voor het leefgebied voor weidevogels meegewogen (Geconsolideerde Omgevingsvisie 2017).

3.5 Beschermde soorten

3.5.1 Planten (vaatplanten) en (korst)mossen

Het gebied waar de windturbines en het zonneveld wordt gerealiseerd omvat in de huidige situatie voornamelijk landbouwgrond. De vegetatie bestaat uit plantensoorten van voedselrijke milieus en kent een lage botanische diversiteit. Gezien de specifieke eisen die beschermde planten en planten van de Rode lijst aan hun leefgebied stellen, worden binnen het plangebied dergelijke soorten niet verwacht. Plantensoorten die in het plangebied groeien zijn daarom niet relevant voor de effectbeoordeling in hoofdstuk 4.

Plantensoorten van de Rode lijst zijn wel aanwezig in een aantal percelen met (kalkrijke) vochtige schraallanden die ten noorden van het plangebied liggen. Het gaat om soorten als Blauwe knoop, Blonde zegge, Parnassia etc. (NDFF). Daarnaast grenst een groot deel van het plangebied in het zuiden aan een natuurgebied waar de Rode lijst soorten Korenbloem en Steenanjer groeien (NDFF). Deze percelen liggen zowel tijdens de aanlegfase als de operationele fase buiten de invloedssfeer van het voornemen, zodat er geen effecten zijn te verwachten op deze soorten. Ze zijn daarom verder niet relevant voor de effectbeoordeling in hoofdstuk 4.

3.5.2 Ongewervelde diersoorten

Libellen
De sloten en waterlopen in het gebied waar de windturbines en het zonneveld worden aangelegd zijn voedselrijk, hebben steile oevers en hebben nauwelijks plantengroei op en langs de oevers. De waterlopen zijn daarom niet geschikt voor wettelijk beschermde libellensoorten. Deze worden hier dan ook niet verwacht.

In het natuurgebied dat in het zuiden grenst aan het plangebied leven twee soorten wettelijk beschermde libellensoorten. Het gaat om de Kempense heidelibel en Beekrombout (NDFF). Beide soorten zijn beschermd volgens artikel 3.10 van de Wnb. Het natuurgebied waar deze soorten leven wordt tijdens de aanlegfase niet beïnvloed, zodat negatieve effecten op deze soorten kunnen worden uitgesloten.

Libellensoorten vliegen relatief laag en komen daarom niet of hooguit incidenteel in contact met de wieken van de windturbines. Daarom zijn ook tijdens de operationele fase geen effecten te verwachten op Kempense heilibel en Beekrombout.

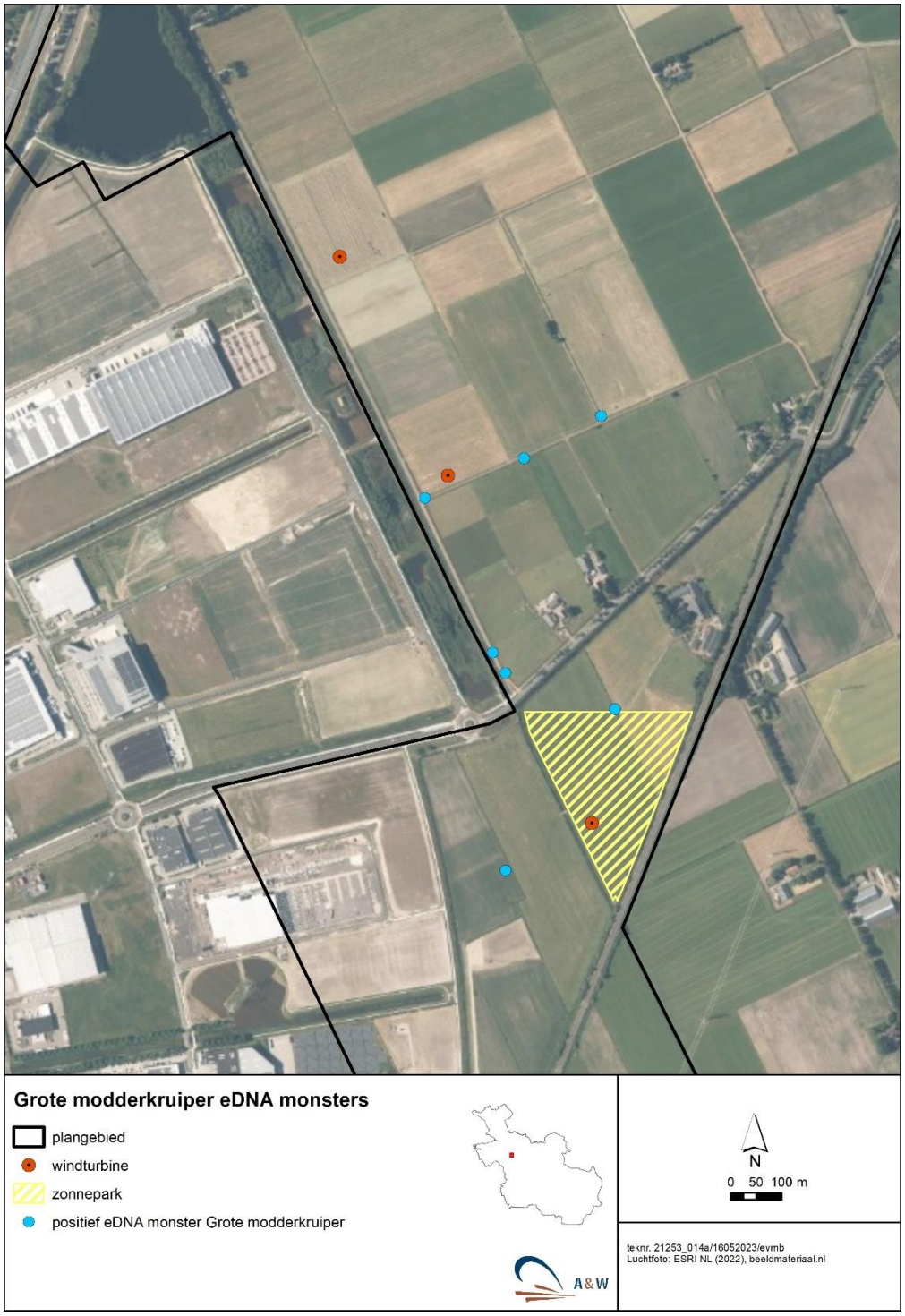
Om bovenstaande redenen worden libellen niet meegenomen in de effectbeoordeling in hoofdstuk 4.

Gestreepte waterroofkever en Platte schijfhoren
Het gebied waar de windturbines en het zonneveld worden aangelegd ligt binnen het verspreidingsgebied van Gestreepte waterroofkever en Platte schijfhoren. Beide soorten zijn afhankelijk van watergangen met een goede waterkwaliteit. De sloten en waterlopen in het gebied zijn echter voedselrijk, hebben steile oevers en hebben nauwelijks plantengroei op en langs de oevers. De waterlopen zijn daarom niet geschikt voor wettelijk beschermde Gestreepte waterroofkever en Platte schijfhoren. Deze soorten worden hier dan ook niet verwacht. Gestreepte waterroofkever en Platte schijfhoren worden daarom niet meegenomen in de effectbeoordeling in hoofdstuk 4.

3.5.3 Vissen

Volgens verspreidingsgegevens komt de volgens artikel 3.10 Wnb beschermde Grote modderkruiper voor in de omgeving van het plangebied (ww.ravon.nl). De sloten en waterlopen in en rond het plangebied zijn in principe geschikt als leefgebied voor de soort. Omdat er in het kader van het voornemen mogelijk sloten worden gedempt, is een aanvullend veldonderzoek uitgevoerd naar de aanwezigheid van Grote modderkruiper in en rond het plangebied. Hierbij is gebruik gemaakt van de eDNA methode (zie paragraaf 2.3.3). Uit het onderzoek komt naar voren dat de soort is aangetroffen in alle onderzochte waterlopen (figuur 3.2) en naar verwachting in de omgeving hiervan ook voorkomt. De soort is daarom relevant voor de effectbeoordeling in hoofdstuk 4.

Daarnaast komen in de waterlopen in en rond het plangebied ook vissensoorten voor die geen beschermde status hebben. In het kader van de Zorgplicht is deze soortgroep wel relevant voor de effectbeoordeling in hoofdstuk 4.



Figuur 3.2: Ligging van de locaties waar door middel van eDNA de aanwezigheid van de Grote modderkruiper is aangetoond.

3.5.4 Amfibieën

Amfibieënsoorten artikel 310 Wnb (vrijgestelde soorten)
Uit verspreidingsgegevens van amfibieën blijkt dat in het plangebied enkele algemeen voorkomende soorten voorkomen, zoals Bastaardkikker, Bruine kikker, Gewone pad en Kleine watersalamander. Deze soorten zijn beschermd volgens artikel 3.10 van de Wet natuurbescherming. De sloten binnen het plangebied kunnen door deze soorten worden gebruikt om zich voort te planten. Het gras- en akkerland waar de windturbines en het zonneveld worden gerealiseerd kan door deze soorten worden gebruikt om te foerageren.

Voor deze algemeen voorkomende amfibieënsoorten heeft provinciale staten van de provincie Overijssel vrijstelling van de verbodsbepalingen van de Wet natuurbescherming verleend voor projecten in het kader van ruimtelijke ontwikkeling. De soortgroep is in het kader van de Zorgplicht wel relevant voor de effectbeoordeling in hoofdstuk 4.

Amfibieënsoorten artikel 310 Wnb (niet-vrijgestelde soorten)
Overige amfibieënsoorten die zijn beschermd volgens artikel 3.10 Wnb maar geen vrijstelling genieten, komen in de omgeving van het plangebied niet voor en worden binnen het plangebied ook niet verwacht. Deze groep soorten is niet relevant voor de effectbeoordeling in hoofdstuk 4

Amfibieënsoorten artikel 3.5 Wnb
Het plangebied grenst in het zuiden aan een natuurgebied. Hier zijn een aantal waarnemingen gedaan van de volgens artikel 3.5 beschermde Poelkikker (NDFF). Daarom is er in het voorjaar van 2022 een aanvullend onderzoek uitgevoerd naar de aanwezigheid van de soort in en rond het plangebied (zie paragraaf 2.3.4). Tijdens het onderzoek is de soort niet aangetroffen in de omgeving van de opstellingen van de windturbines en het zonneveld. Om deze reden is de soort verder niet relevant voor de effectbeoordeling in hoofdstuk 4.

Overige soorten amfibieën die beschermde zijn volgens artikel 3.5 van de Wnb komen niet in het plangebied voor, omdat dit ongeschikt is voor deze soorten. Deze overige soorten worden daarom niet meegenomen in de effectbeoordeling in hoofdstuk 4.

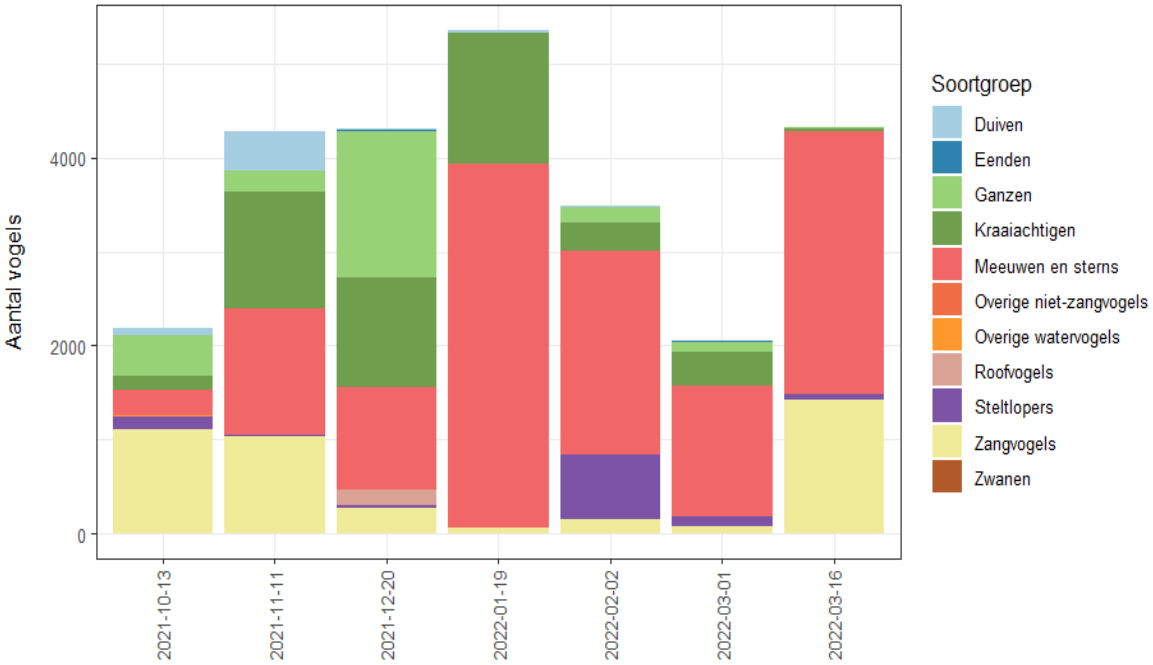
3.5.5 Reptielen

Het plangebied bestaat grotendeels uit intensief beheerde agrarische gras- en akkerlanden. Deze zijn ongeschikt als leefgebied voor reptielen. Deze soortgroep wordt hier daarom niet verwacht. Reptielen zijn daarom niet relevant voor de effectbeoordeling in hoofdstuk 4.

3.5.6 Vogels

Vliegbewegingen vogels

Wintervogels
Tijdens de zeven wintertellingen in de periode oktober 2021 – maart 2022 zijn in totaal 25.982 vogels geteld van ca. 50 soorten (tabel B2.1). De meest getelde soortgroepen zijn meeuwen, ganzen, kraaiachtigen, zangvogels en steltlopers (figuur 3.3).

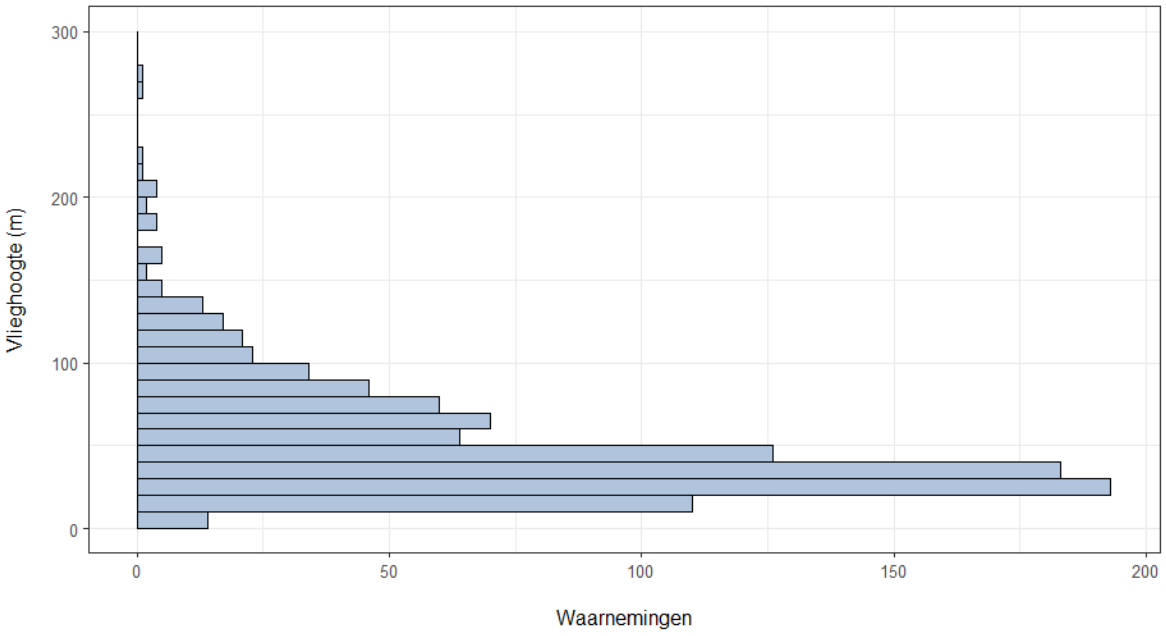


Figuur 3.3: aantal waargenomen wintervogels per soortgroep per telling voor de periode oktober 2021 – maart 2022.

Ongeveer 80% van de waargenomen vogels bestaat uit vijf soorten: Kauw, Kokmeeuw, Kolgans, Spreeuw en Stormmeeuw. De Kolgans is een kwalificerende soort voor het nabijgelegen Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht; de andere genoemde soorten zijn dat niet. Gezien de korte afstand tussen het Natura2000-gebied Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht en de tellocaties gaan we ervan uit dat deze ganzen uit dit Natura2000-gebied komen. Deze soorten zijn echter wel van belang in het kader van de soortbeschermingscomponent van de Wet natuurbescherming.

Er zijn relatief hoge aantallen vliegbewegingen van zowel meeuwen als kraaiachtigen in het zuidelijk deel van het plangebied. De meeuwen hebben hun slaapplaats waarschijnlijk bij de Bomhofsplas bij Haerst waardoor dagelijks de slaaptrek van en naar de plas plaatsvindt. De kraaiachtigen (Kauw, Zwarte kraai, Roek) slapen waarschijnlijk op het industrieterrein.

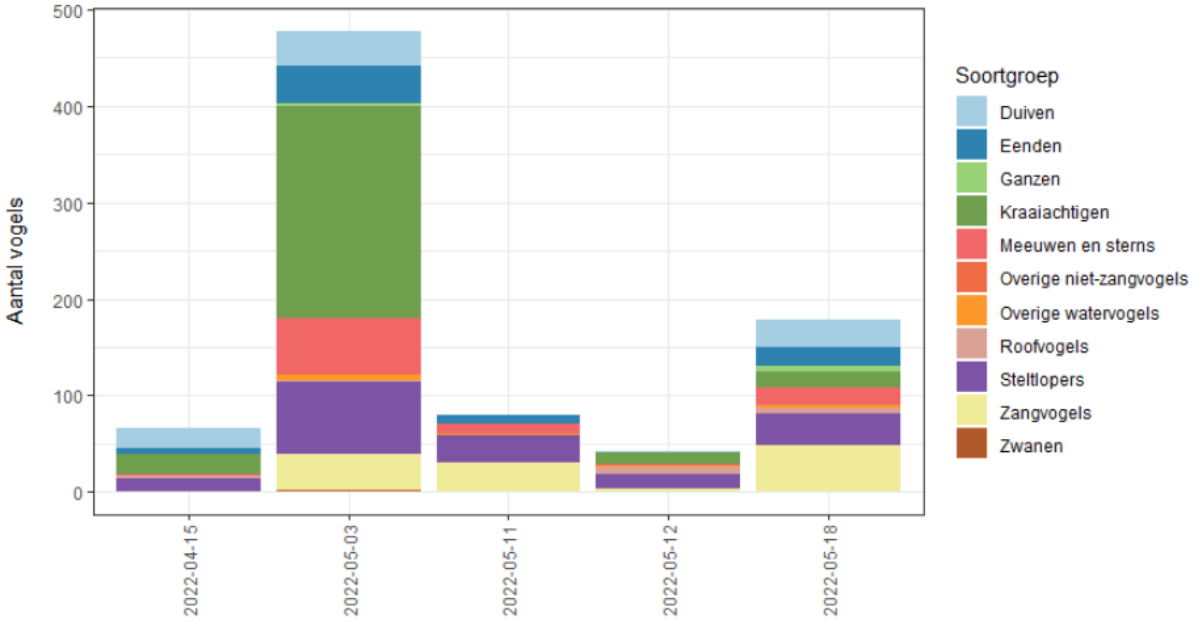
De verdeling van het aantal waarnemingen (niet het aantal vogels, want één waarneming kan betrekking hebben op meerdere vogels) per hoogteklasse van 10 m is weergegeven in figuur 3.4. De frequentiecurve van de vlieghoogten vertoont een asymmetrische verdeling waarbij het gros van de waarnemingen in de lagere hoogteklassen ligt.



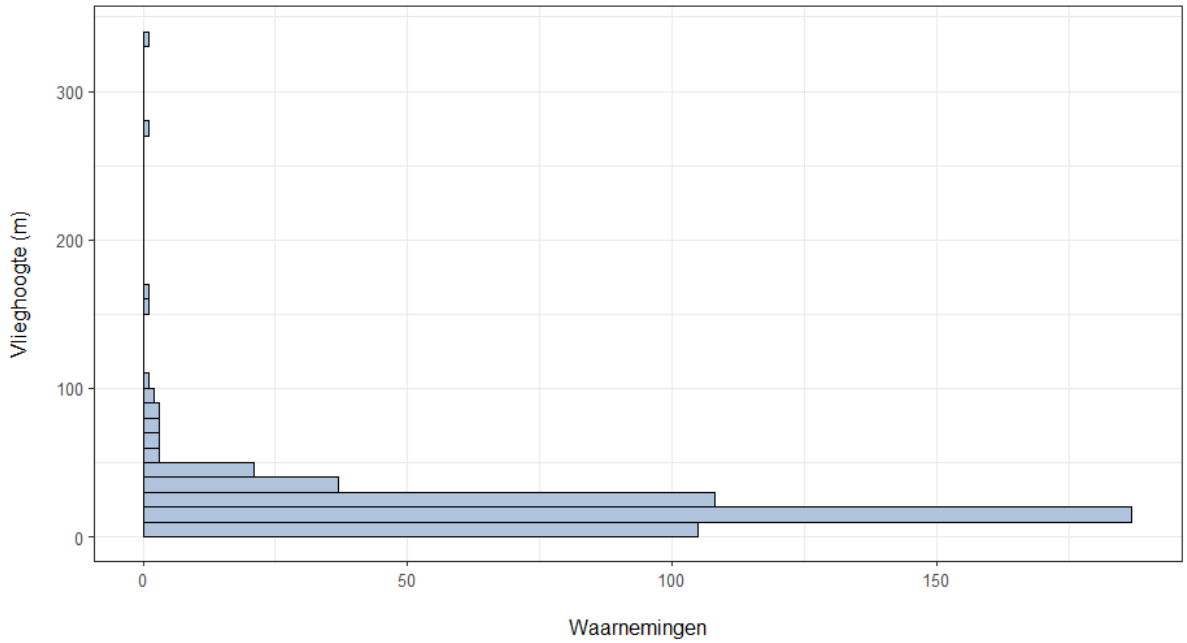
Figuur 3.4: aantal waarnemingen per hoogteklasse van 10 m voor de wintervogels in de periode oktober 2021 – maart 2022.

Zomervogels

Tijdens de vijf zomertellingen in de periode april – mei 2022 zijn in totaal 855 vogels geteld van ca. 43 soorten (tabel B2.2). De meest getelde soortgroepen zijn kraaiachtigen gevolgd door meeuwen en steltlopers (figuur 3.5).



Figuur 3.5: aantal waargenomen zomervogels per soortgroep per telling voor de periode april – mei 2022.



Figuur 3.6: aantal waarnemingen per hoogteklasse van 10 m voor de zomervogels in de periode april – mei 2022.

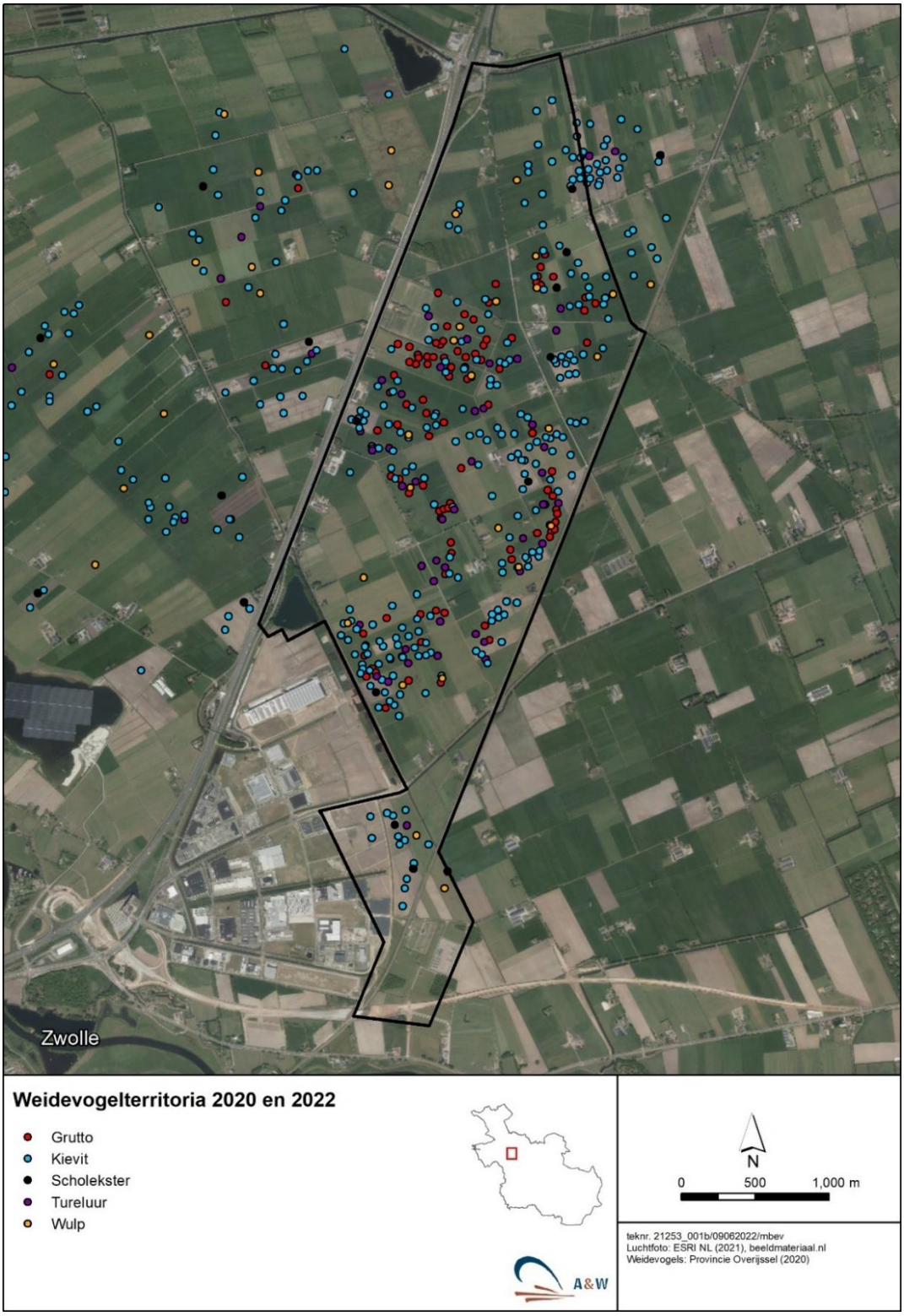
Vergeleken met de verdeling van de wintervlieghoogtes, betreffen de zomertellingen alleen lokale vogels en de verdeling van zomervlieghoogtes vertoont daardoor veel minder variatie (figuur 3.6). De gemiddelde vlieghoogte is aanzienlijk lager. Bij deze tellingen zijn ook de voedselvluchten van de Roek gevolgd, deze soort vloog gemiddeld tussen de 16 en 17 m hoogte van de foerageergebieden naar kolonie ten westen van het VKA (n= 116).

Broedvogels algemeen

Alle in Nederland voorkomende vogelsoorten vallen onder artikel 3.1 Wnb. Bij het aanleggen van de windturbines en het zonneveld moet volgens de Wnb rekening worden gehouden met het broedseizoen van vogels. De Wnb kent geen standaardperiode voor het broedseizoen. Het gaat erom of er een broedgeval is dat verstoord kan worden. Verstoring van nesten is niet toegestaan. Daarnaast kunnen tijdens de operationele fase vogels worden gedood door de draaiende wieken. Om deze reden is het van belang om ook vliegbewegingen in beeld te brengen van zowel zomervogels als wintervogels. Daar wordt in de volgende paragrafen aandacht aan besteed.

Broedvogels

In 2020 is een groot deel van het plangebied geïnventariseerd op broedvogels (Bunskoek 2020). Aanvullend hierop is in het voorjaar van 2022 het zuidoostelijk deel ten zuiden van N758 gekarteerd op weidevogels. Uit deze gegevens blijkt plangebied wordt gekenmerkt door soorten van open landschap waaronder de weidevogels en akkervogels. Hiervan is de Kievit een van de meest voorkomende broedvogels. Lokaal kan deze soort in hoge dichtheden voorkomen wanneer de broedgelegenheid en ideaal foerageergebied op korte afstand van elkaar liggen, zoals rond plasdras situaties. Daarnaast is de soort aanwezig op de akkers in het gebied. De andere steltlopers onder de weidevogels, zoals Tureluur en Grutto, laten een meer geconcentreerd beeld zien waarbij de voorkeur van deze soorten vooral uitgaat naar meer natte en vochtiger delen van het plangebied. De Wulp laat een ruimer verspreidingsbeeld zien. In figuur 3.7 is verspreiding van deze soorten in het plangebied opgenomen.



Figuur 3.7: Locaties van weidevogelterritoria van Grutto, Kievit, Scholekster, Tureluur en Wulp in het plangebied Tolhuislanden.

De zangvogels van het open landschap (Gele kwikstaart, Graspieper) worden aangetroffen in de ruigere graslanden en/of akkers in het plangebied. Hierbij kunnen deze soorten lokaal in een hoge dichtheid voorkomen. Voor een meer kritische soort als de Veldleeuwerik lijkt de Tolhuislanden minder aantrekkelijk. Deze soort is slechts met drie territoria aanwezig.

Op korte afstand van de zuidrand van het plangebied ligt langs de Steenwetering een smalle moerasstrook afgewisseld met boomgroepen. Hier zijn soorten van riet en ruigte aangetroffen zoals Rietgors, Waterral, Blauwborst, Bosrietzanger en Kleine karekiet. In de aangrenzende bosjes betref het Fitis, Grasmus en algemene soorten als Vink, Merel en Zwartkop.

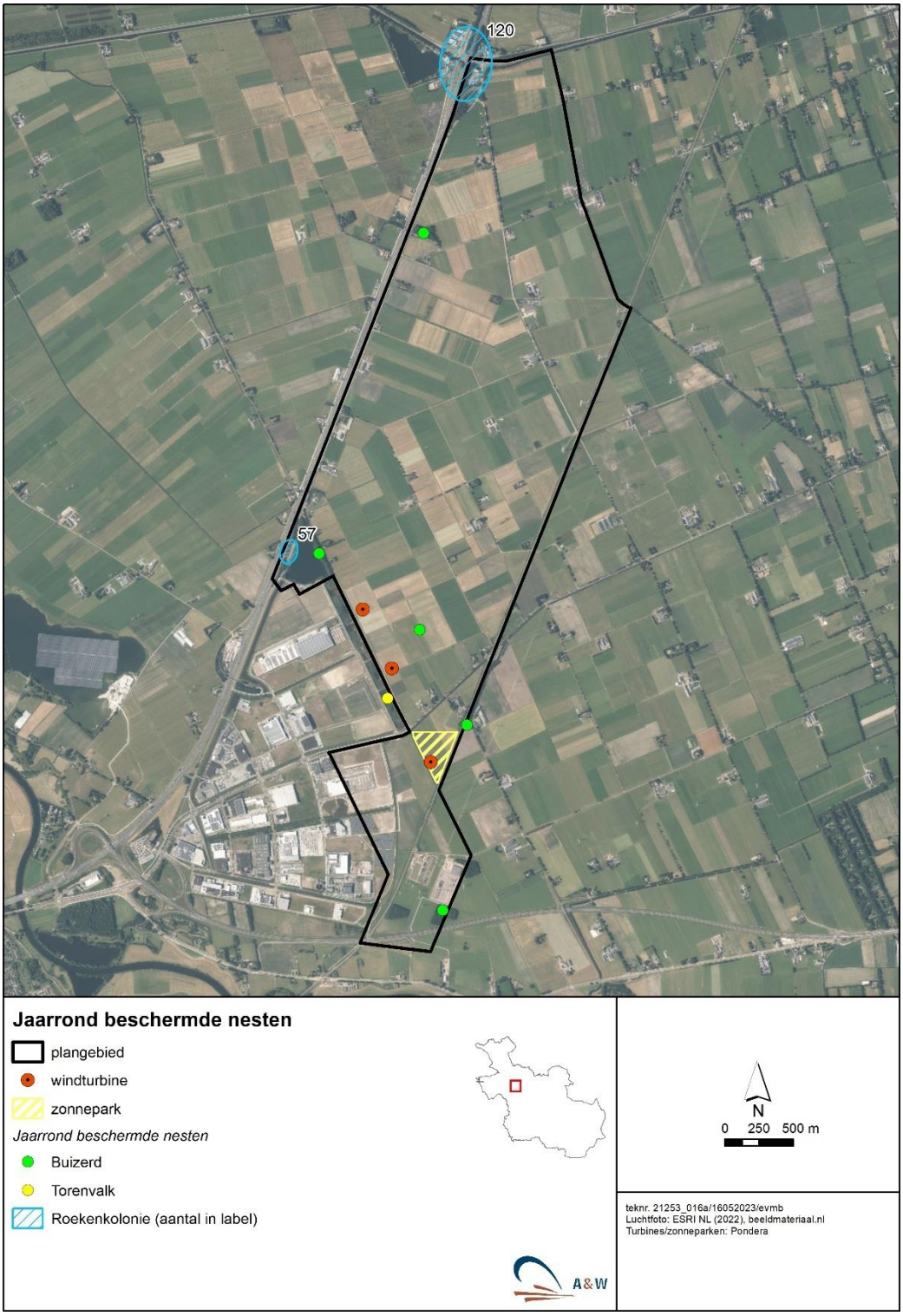
Jaarrond beschermde nestplaatsen
Buiten het broedseizoen vallen de meeste nestplaatsen niet onder de bescherming van de Wet natuurbescherming, maar een aantal vogelsoorten maakt gedurende het gehele jaar gebruik van de nestplaats of keert bijvoorbeeld jaarlijks terug op dezelfde plaats. Hun nesten en de functionele leefomgeving daarvan worden daarom het gehele jaar beschermd. Het gaat hierbij veelal om soorten die in gebouwen of bomen broeden en op de erven in het plangebied aanwezig kunnen zijn. De provincie Overijssel heeft in 2019 de landelijke lijst van jaarrond beschermde nesten van vogels herzien en aangepast aan de provinciale situatie. Deze lijst van 48 vogelsoorten is toegesneden op de vogels die in Overijssel een belangrijk leefgebied hebben. Voor deze soorten geldt dat hun nesten, rust- en verblijfplaatsen gedurende het gehele jaar beschermd zijn. Het betreft soorten die aangemerkt zijn als categorie 1 t/m 4 soorten.

Naast soorten waarvan daadwerkelijk nesten worden beschermd, zoals roofvogels en Roek, is een aantal soorten toegevoegd waarvoor geldt dat moet worden aangetoond dat er voldoende alternatieve leefomgeving in de omgeving aanwezig is om zich te kunnen vestigen, door de provincie Overijssel aangemerkt als vogelsoorten met jaarrond beschermd functioneel leefgebied. Het betreft hier soorten van categorie 5. Het gaat hierbij om soorten als Grutto, Tureluur, Wulp en Veldleeuwerik.

Categorie 1 t/m 4 soorten
Eén van de vogelsoorten waarvan de nesten jaarrond beschermd zijn en waarvan zich nesten binnen het plangebied bevinden is de **Buizerd (categorie 4)**. Buizerds kunnen nesten hebben in bomen of kleine bosjes in agrarisch gebied. In de omgeving van het plangebied zijn drie bezette nestlocaties vastgesteld (figuur 3.8). Het gaat hierbij om een nest in bosje langs de A28, in de bosrand van de plas Markte en in het zuidoosten van het plangebied. Bij de overige twee nestlocaties is wel regelmatig een paartje Buizerd aangetroffen, maar zijn deze dieren niet op het nest aangetroffen en/of zijn er geen waarnemingen dat deze nesten bezet zijn geweest. Mogelijk betreft het hier één paartje waarvan de broedpoging is mislukt. De broedparen gebruiken het plangebied als foerageergebied en zijn regelmatig overvliegend waargenomen.

De kolonies van de **Roek (categorie 2)** bevinden zich aan de noordwest en zuidwestkant van het plangebied (figuur 3.8). Het gaat hierbij om enkele kleinere kolonies van een twintigtal nesten tot een kolonie van 57 nesten. Omdat er meerdere vliegbewegingen van deze soort richting het zuidwesten zijn geconstateerd, is ook de kolonie langs de A28 ter hoogte van het pompstation Haerst geteld (120 nesten). Uit de literatuur blijkt dat de grootte van een kolonie gerelateerd is aan het areaal grasland binnen een afstand van 2 tot 3 kilometer van de kolonie (Griffin & Thomas 2000). Deze vliegafstand komt overeen met die gevonden in andere studies (Coombs 1961, MacDonald & Whelan 1986, Barnes 1997). Uit onderzoek in Drenthe bleek dat Roeken in de zomermaanden voornamelijk op lagergelegen graslanden met een relatief hoge grondwaterstand foerageren. De gemiddelde foerageerafstand tot de kolonie bedroeg hier gemiddeld 2 kilometer (Aerts & Spaans 1987). Bovenstaande afstanden zijn ook geconstateerd

tijdens de tellingen en andere veldbezoeken waarbij de foeragerende exemplaren vooral in het zuiden en het noorden van het plangebied zijn aangetroffen. De soort wordt hier waargenomen op (recent gemaaide) graslanden en of (maïs)akkers.



Figuur 3.8: Locaties van de jaarrond beschermde nesten in het plangebied Tolhuislanden.

In het plangebied zijn bij verschillende boerderijen en huizen de **Huismus (categorie 2)** en **Boerenzwaluw (categorie 3)** waargenomen, hierbij variëren de aantallen van enkele tot een tiental exemplaren. In het plangebied is een paar van de **Torenvalk (categorie 4)** aanwezig, deze broedt in de aanwezige nestkast.

Overige soorten van de jaarrond beschermde nestplaatsen van categorie 1 t/m 4 zijn niet binnen de invloedsfeer van de activiteiten aangetroffen of worden niet verwacht.

Categorie 5 soorten
Zoals ook al beschreven bij de broedvogels komen de soorten Grutto, Tureluur, Wulp en Veldleeuwerik in het plangebied voor. De nestplaatsen van deze soorten zijn alleen jaarrond beschermd als er geen alternatieve uitwijkmogelijkheden voor deze soorten in de omgeving aanwezig zijn. Hier wordt in hoofdstuk 4 dieper ingegaan.

Overige soorten van de jaarrond beschermde nestplaatsen van categorie 5 zijn niet binnen de invloedsfeer van de activiteiten aangetroffen of worden niet verwacht.

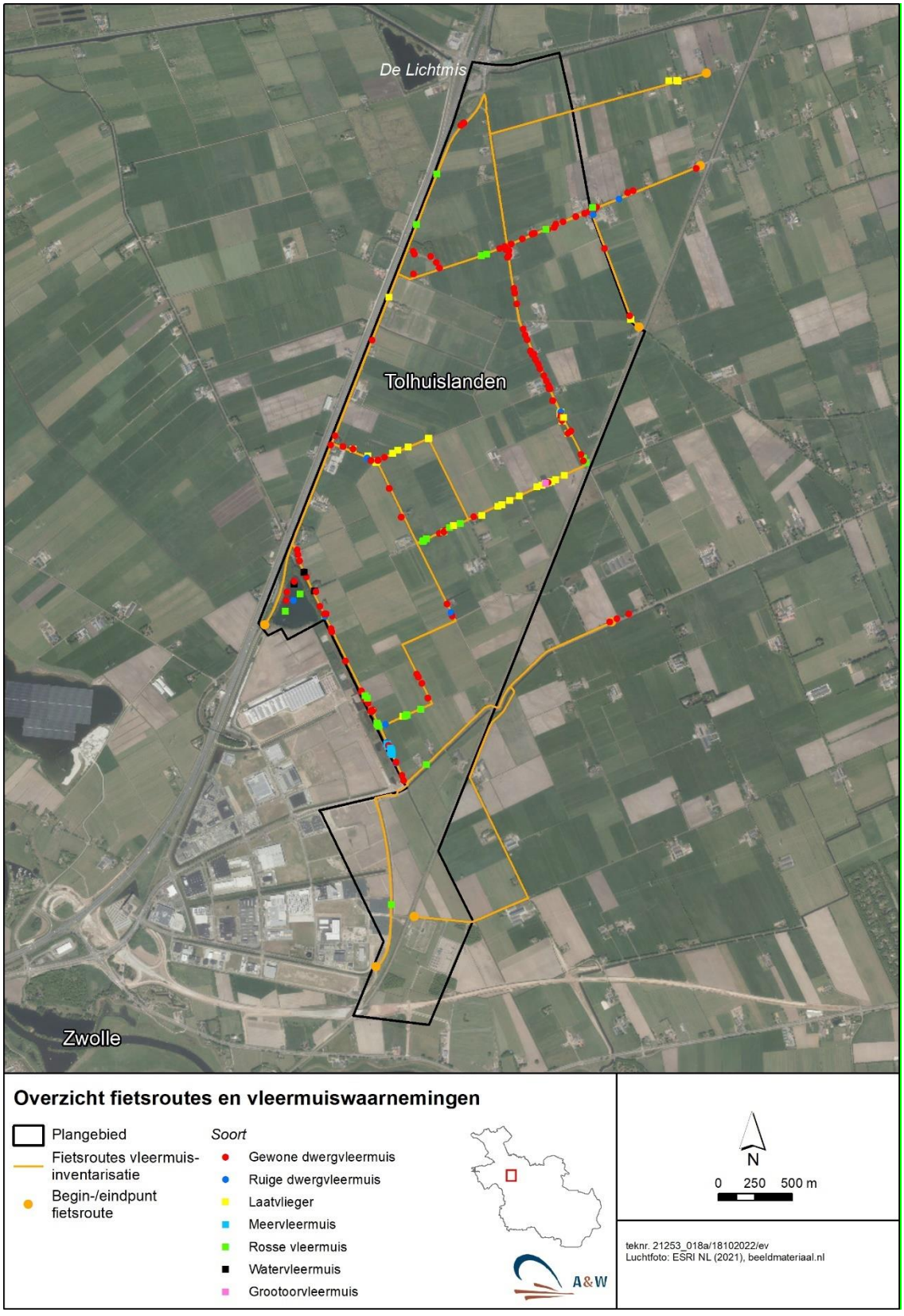
3.5.7 Vleermuizen

Alle in Nederland voorkomende vleermuissoorten zijn beschermd onder artikel 3.5 van de Wet natuurbescherming. Hierdoor gelden voor deze soorten striktere beoordelingscriteria bij ontheffingsaanvragen dan bij de meeste andere beschermde zoogdiersoorten. Om deze reden worden de vleermuizen in een aparte paragraaf besproken en worden de 'overige zoogdiersoorten' in de volgende paragraaf behandeld.

Volgens verspreidingsgegevens (NDFF) komen verschillende soorten vleermuizen voor in de omgeving van het plangebied. Deze zijn Gewone dwergvleermuis, Rosse vleermuis en Laatvlieger. Deze soorten kunnen in potentie gebruik maken van het plangebied. De soortensamenstelling en mate van vliegactiviteit in het plangebied is onderzocht conform het Vleermuisprotocol (zie ook paragraaf 2.3.2).

Tijdens de vier veldbezoeken, en met behulp van de Batlogger, werden in totaal zeven soorten vleermuizen waargenomen, namelijk Gewone en Ruige dwergvleermuis, Rosse vleermuis, Laatvlieger, Watervleermuis, Meervleermuis en Gewone grootoorvleermuis (tabel 3.1). Hierbij moet worden opgemerkt dat 1 opname niet gelijk staat aan 1 individu, aangezien hetzelfde dier meerdere malen door de Batlogger geregistreerd kan worden (tabel 3.1).

Dit soortenspectrum komt overeen met de data uit de NDFF en het onderzoek dat in het voorjaar van 2019 eerder is uitgevoerd. De meeste waarnemingen betreffen de Gewone dwergvleermuis, gevolgd door Rosse vleermuis en Laatvlieger. De andere soorten zijn in mindere mate waargenomen (tabel 3.1). Veruit de meeste vleermuizen betreffen foeragerende of overvliegende dieren.



Figuur 3.9: Verspreiding van de waargenomen soorten vleermuizen in het plangebied Tolhuislanden tijdens de veldbezoeken in het najaar 2021 en voorjaar 2022. In de figuur is ook de gevolgde fietsroute opgenomen.

Tabel 3.1: Aantal opnames door de Batlogger per vleermuissoort in het plangebied.

Soort	Najaar 2021		Voorjaar 2022		Totaal
	7 sept 2021	28 sept 2021	18 mei 2022	2 juni 2021	
Gewone dwergvleermuis	80	46	55	10	191
Ruige dwergvleermuis	1	12	3	-	16
Rosse vleermuis	48	-	8	3	59
Laatvlieger	47	2	5	1	55
Meervleermuis	-	-	-	24	24
Watervleermuis	-	3	-	1	4
Gewone grootoorvleermuis	1	-	-	-	1
Totaal	**177**	**63**	**71**	**39**	**350**

De Gewone en Ruige dwergvleermuizen worden verspreid in het plangebied aangetroffen, waarbij deze grote delen van het plangebied gebruiken als foerageergebied. Deze soorten zijn vooral aangetroffen rondom boerderijen en huizen, watergangen, en langs kleine bosjes en singels (figuur 3.9). Het open grasland gebied is minder aantrekkelijk voor de Gewone en Ruige dwergvleermuis. In een aantal gevallen zijn ook verblijfplaatsen van deze soorten op de erven vastgesteld. Het ging hierbij om lage aantallen (1 tot 4 ex.) Er zijn geen aanwijzingen voor een kraamverblijf van deze soorten binnen het plangebied waargenomen.

In het plangebied zijn waarnemingen van de Rosse vleermuis en Laatvlieger vastgesteld. De Rosse vleermuis komt vooral voor in het zuidelijk deel van het plangebied, rond de plas en watergang langs de zuidrand van het plangebied, ter hoogte van het VKA. Dit patroon is ook in 2019 vastgesteld (Koopmans 2019) Hierbij zijn verschillende exemplaren (tot 4 ex.) waargenomen. De Laatvlieger is meer verspreid door het gebied aangetroffen. Uit de resultaten van de inventarisatie blijkt dat deze soorten vooral in het najaar aanwezig zijn en in mindere mate in het voorjaar gebruik van het gebied maken. Dit komt ook overeen met het onderzoek uit het voorjaar van 2019 (Koopmans 2019).

De Watervleermuis is enkele keren foeragerend waargenomen tijdens het eerste veldbezoek en was foeragerend aanwezig op de brede watergang, de Steenwetering, aan de zuidwestkant van het plangebied. Hier is ook tijdens het laatste veldbezoek de Meervleermuis foeragerend aangetroffen, het betrof hier een viertal exemplaren die enige tijd op Steenwetering aanwezig waren. De Gewone grootoorvleermuis is eerder aangetroffen op een erf in het noorden van het plangebied (Koopmans 2019) en nu foeragerend ter hoogte van poel. Naar verwachting zal deze soort hier in de omgeving in een van de huizen verblijven.

3.5.8 Overige soorten zoogdieren

Vrijgestelde soorten van artikel 3.10 Wnb
In en rond het plangebied komt een aantal beschermde zoogdiersoorten voor. Het gaat onder andere om Haas, Konijn, Ree, Veldmuis en Vos (NDFF). Voor deze algemeen voorkomende zoogdiersoorten heeft provinciale staten van de provincie Overijssel echter vrijstelling van de

verbodsbepalingen van de Wet natuurbescherming verleend voor projecten in het kader van ruimtelijke ontwikkeling. De soortgroep is in het kader van de Zorgplicht wel relevant voor de effectbeoordeling in hoofdstuk 4.

Niet vrijgestelde soorten van artikel 3.10
In de Provincie Overijssel komen zoogdiersoorten voor van artikel 3.10 die niet zijn vrijgesteld. Het gaat om Waterspitsmuis, Grote bosmuis, Egel, Steenmarter en verscheidene soorten kleine marterachtigen. Hieronder wordt nagegaan of deze soorten in en rond het plangebied kunnen voorkomen.

Waterspitsmuis
De soort foerageert in plassen, meren en waterlopen met een goede waterkwaliteit. De verblijfplaats van de Waterspitsmuis bestaat uit rijk begroeide oevers en achterland. De sloten en waterlopen in en rond het gebied waar de windturbines en het zonneveld worden aangelegd hebben steile spaarzaam begroeide oevers. Ze zijn daarom ongeschikt als leefgebied voor de Waterspitsmuis. De soort wordt daarom hier niet verwacht. De Waterspitsmuis is niet relevant voor de effectbeoordeling in hoofdstuk 4.

Grote bosmuis
Het plangebied ligt buiten het verspreidingsgebied van Grote bosmuis (www.verspreidingsatlas) Bovendien is het plangebied ongeschikt als leefgebied van de soort. Grote bosmuis wordt hier daarom niet verwacht en is daarom niet relevant voor de effectbeoordeling in hoofdstuk 4.

Egel
Het plangebied bestaat grotendeels uit agrarische percelen zonder opslag van bomen en struiken. Het is daarom ongeschikt als leefgebied voor de Egel, die een voorkeur heeft voor terreinen met enige dekking. De soort wordt hier dan ook niet verwacht. Egel wordt daarom niet meegenomen in de effectbeoordeling in hoofdstuk 4.

Steenmarter
Volgens gegevens van de NDFF komt de Steenmarter voor in en rond het plangebied. Steenmarters planten zich meestal voort in gebouwen en/of op plekken met voldoende dekking. Het gebied waar de windturbines en het zonneveld worden aangelegd, bestaat uit agrarische percelen zonder bebouwing. Hier worden dan ook geen voortplantingsplaatsen van Steenmarter verwacht. Het gebied kan wel worden gebruikt als foerageergebied door Steenmarters. De soort wordt daarom meegenomen in de effectbeoordeling in hoofdstuk 4.

Kleine marterachtigen (Wezel, Bunzing, Hermelijn)
Het gebied waar de windturbines en het zonneveld worden aangelegd bestaat uit agrarische percelen zonder opslag van bomen of struiken. Het is daarom ongeschikt als voortplantings-plaats voor kleine marterachtigen, die een voorkeur hebben voor terreinen met voldoende dekking. Mogelijk dat het plangebied wel gebruikt wordt als foerageergebied door kleine marterachtigen. De soorten zijn daarom relevant voor de effectbeoordeling in hoofdstuk 4.

Soorten van artikel 3.5
In de vaart die in het zuiden grenst aan het plangebied is de Otter waargenomen. Het plangebied bestaat uit agrarische akkers en graslanden en is ongeschikt als voortplantingsgebied voor de soort. Ook het natuurgebied ten zuiden van het plangebied is ongeschikt als voortplantingsplaats van Otter, vanwege de aanwezige verstoring van de aangrenzende weg, het bedrijventerrein en menselijke betreding. Bovendien wordt dit gebied niet aangetast door het voornemen. Omdat de

vaart die grenst aan het plangebied wel als foerageergebied kan worden gebruikt is de soort wel relevant voor de effectbeoordeling in hoofdstuk 4.

3.5.9 Samenvatting relevante natuurwaarden

In de onderstaande tabel wordt een samenvatting gegeven van de beschermde natuurwaarden binnen het plangebied en in de directe omgeving daarvan. Een beoordeling van de mogelijke effecten van de plaatsing van de geplande windturbines en het zonneveld gedurende de aanlegfase en de gebruiksfase is te vinden in hoofdstuk 4.

Tabel 3.2. Beschermde natuurwaarden in of nabij het plangebied.

Natuurwaarden in en rond het plangebied	**Afstand tot plangebied**			
Overige beschermde gebieden				
Natura 2000-gebied	2,5 km			
NNN buiten Natura 2000-gebied	3,5 km			
Natuur buiten NNN en Natura 2000-gebied	3,5 km			
Weidevogelgebied	0 km			
	Aanwezig in omgeving	**Aanwezig in plangebied**	**Beschermings -regime**	**Relevant voor onderhavige beoordeling**
Beschermde soorten				
Planten	Nee	Nee		Nee
Ongewervelde diersoorten	Ja	Nee		Nee
Beschermde Vissen (Grote modderkruiper)	Ja	Ja	3.10 Wnb	Ja
Niet beschermde vissen	Ja	Ja	Zorgplicht Wnb	Ja
Amfibieënsoorten art 3.10 (vrijgesteld)	Ja	Ja	3.10 Wnb	Ja
Amfibieënsoorten art 3.10 (niet vrijgesteld)	Nee	Nee	3.10 Wnb	Nee
Amfibieënsoorten 3.5 Wnb (Poelkikker)	Ja	Nee	3.5 Wnb	Nee
Reptielen	Nee	Nee		Nee
Broedvogels	Ja	Ja	3.1 Wnb	Ja
Jaarrond beschermde nestplaatsen	Ja	Nee	3.1 Wnb	Ja
Vleermuizen (verblijfplaatsen, foerageergebied, vlieg- en trekroutes)	Ja	Ja	3.5 Wnb	Ja
Zoogdieren art. 3.10 (vrijgesteld)	Ja	Ja	3.10 Wnb	Ja
Zoogdieren art. 3.10 (niet vrijgesteld)			3.10 Wnb	
Waterspitsmuis	Mogelijk	Nee	3.10 Wnb	Nee
Grote bosmuis	Nee	Nee	3.10 Wnb	Nee
Egel	Ja	Nee	3.10 Wnb	Nee
Steenmarter	Ja	Ja	3.10 Wnb	Ja
Kleine marterachtigen	Mogelijk	Mogelijk	3.10 Wnb	Ja

4 Effectbeoordeling

4.1 Inleiding

De ecologische effecten van windturbines op land zijn vaak primair het gevolg van verstoring tijdens de aanlegwerkzaamheden of van verhoogde mortaliteit en barrièrewerking onder vogels en vleermuizen wanneer de turbines operationeel zijn. De potentiële effecten zijn als volgt te categoriseren:

1. **Aanlegfase**
    a. Verstoring door mensen of machines tijdens de constructiewerkzaamheden;
    b. Tijdelijke degradatie of verlies van habitat.
2. **Operationele fase**
    a. Mortaliteit door aanvaringen;
    b. Barrièrewerking (verstoring van vliegbewegingen);
    c. Verstoring van rust-, foerageer- en/of broedgebieden;
    d. Permanent habitatverlies, zoals door grondbeslag door de turbines.

De bovenstaande indeling wordt in dit hoofdstuk aangehouden om de potentiële negatieve ecologische effecten door het windpark te beschrijven en te beoordelen. Daarbij wordt nauw aangesloten op de inventarisatie van (beschermde) natuurwaarden in en rond het plangebied zoals beschreven in het vorige hoofdstuk. In twee separate secties wordt nader ingegaan op mogelijke effecten op Natura 2000-gebieden en op cumulatieve effecten.

4.2 Aanlegfase (verstoring of verlies van habitat)

4.2.1 Vissen

Grote modderkruiper
In de sloten in het plangebied is de Grote modderkuiper aangetroffen. Ten behoeve van de aanleg van de windturbines is het noodzakelijk om een aantal sloten tijdelijk te dempen ten behoeve van het realiseren van een aanvoerroute. Hierdoor gaat tijdelijk een uiterst beperkt areaal van een vaste voortplantingsplaats van de Grote modderkruiper verloren. In dat geval is er een overtreding van artikel 3.10 lid 1 van de Wnb en moet er een ontheffing worden aangevraagd bij het bevoegd gezag (Provincie Overijssel).

Mitigerende en compenserende maatregelen
Als mitigerende maatregel om de effecten te minimaliseren, wordt geadviseerd om vooraf aan de dempingswerkzaamheden het betreffende deel van de sloot af te dammen en vooraf leeg te vissen. Hierbij moet de waterdiepte eerst tot 30-40 cm worden verlaagd. De gevangen vissen worden in dezelfde sloot weer uitgezet buiten de invloedssfeer van de activiteiten. Ook is het van belang om de vissen zonder langdurige tussentijdse opslag te verplaatsen. Vervolgens wordt na het leegvissen de modder in het te dempen deel op de kant verspreid en doorzocht op resterende grote modderkruipers. Ook deze vissen worden in de niet te dempen delen van de sloot weer teruggeplaatst. Door deze maatregelen wordt voorkomen dat dieren worden gedood.

Het is niet noodzakelijk om compenserende maatregelen te nemen, aangezien er in verhouding met het beschikbaar oppervlak leefgebied van Grote modderkruiper in de omgeving er slechts een uiterst beperkt areaal verloren gaat. Er is dan ook meer dan voldoende leefgebied in de omgeving van het plangebied aanwezig waar de vissen naar kunnen uitwijken. Daarbij kan nog

worden toegevoegd dat het verlies aan leefgebied slechts tijdelijk is. Nadat de windturbines zijn geplaatst, worden de gedempte delen van de sloten in het gebied weer open gegraven en weer in verbinding gebracht met de rest van de sloten. Hierdoor wordt het leefgebied van Grote modderkruiper weer hersteld.

Niet beschermde vissoorten
Ten aanzien van niet beschermde vissoorten dient de Zorgplicht in acht te worden genomen. Dit betekent dat de dempingswerkzaamheden op een zo visvriendelijke manier moeten worden uitgevoerd. In de paragraaf over de mitigerende maatregelen onder het kopje ‘Grote modderkruiper’ (zie hierboven) is aangegeven hoe dit het best kan worden gedaan.

4.2.2 Amfibieën (vrijgestelde soorten art. 3.5)

In het plangebied komen enkele algemeen voorkomende amfibieënsoorten voor. Deze soorten zijn beschermd volgens artikel 3.10 van de Wet natuurbescherming. Door de aanlegwerkzaamheden zal leefgebied van deze soorten tijdelijk worden verstoord en/of aangetast. Voor algemeen voorkomende amfibieënsoorten heeft Provinciale staten van de provincie Overijssel vrijstelling van de verbodsbepalingen van de Wet natuurbescherming verleend voor projecten in het kader van ruimtelijke ontwikkeling. Om deze reden is er geen tegenstrijdigheid met de Wet natuurbescherming ten aanzien amfibieën.

Ten aanzien van algemeen voorkomende amfibieënsoorten van artikel 3.10 Wnb waarvoor een vrijstelling is verleend van de verbodsbepalingen, dient wel de Zorgplicht in acht te worden genomen. Dit betekent dat bij het uitvoeren van dempingswerkzaamheden van open water gedurende de aanlegfase amfibieën de gelegenheid moeten krijgen om het werkgebied te verlaten.

4.2.3 Broedvogels

Broedvogels algemeen
Door de werkzaamheden rond de aanleg van de turbines worden mogelijk broedvogels verstoord indien de aanleg plaatsvindt gedurende het broedseizoen van vogels (globaal tussen half maart en half juli). Verstoring van actieve nesten is niet toegestaan volgens de Wet natuurbescherming. Indien de werkzaamheden plaatsvinden buiten het broedseizoen of door te verzekeren dat geen broedende vogels in en rond het werkgebied aanwezig zijn, kunnen negatieve effecten worden uitgesloten. In dat geval is er geen tegenstrijdigheid met de Wet natuurbescherming.

Jaarrond beschermde nestplaatsen
De jaarrond beschermde nestplaatsen die in het plangebied voorkomen, liggen op ruime afstand van de te realiseren windturbines. Aantasting en/of verstoring van nestplaatsen is daarom niet aan de orde. Er is dus geen tegenstrijdigheid met de Wet natuurbescherming ten aanzien van jaarrond beschermde nestplaatsen tijdens de aanlegfase.

4.2.4 Vleermuizen

In en rond het plangebied komen verschillende soorten vleermuizen voor. Voor vleermuizen zijn drie onderdelen van het leefgebied te onderscheiden die van belang zijn voor de functionaliteit van het leefgebied. Deze zijn verblijfplaatsen, foerageergebieden en vliegroutes. Hieronder worden de effecten van het voornemen op deze drie elementen besproken.

Verblijfplaatsen
Ten behoeve van de aanleg van de windturbines en het zonneveld hoeven geen bomen te worden gekapt en/of gebouwen te worden gesloopt. Tijdens de aanleg van de windturbines en het zonneveld gaan er dus geen verblijfplaatsen van vleermuizen verloren. Er is daarom tijdens de aanlegfase geen tegenstrijdigheid met de Wet natuurbescherming ten aanzien van verblijfplaatsen van vleermuizen.

Foerageergebied en vliegroutes
Het gebied waar de windturbines worden gerealiseerd grenst in het zuiden aan een vaart en een natuurgebied. Uit het vleermuisonderzoek komt naar voren dat met name de vaart en de randen van het natuurgebied frequent worden gebruikt door verschillende soorten vleermuizen. Het gaat hier om foerageergebied, maar mogelijk ook om een vliegroute. Uit het onderzoek komt verder naar voren dat het gebied waar het zonneveld wordt gerealiseerd nauwelijks van belang is voor vleermuizen. Dit komt waarschijnlijk omdat hier geen opgaande landschapsstructuren aanwezig zijn. Door de aanleg van de windturbines en het zonneveld gaat er geen of nauwelijks foerageergebied van vleermuizen fysiek verloren. Negatieve effecten als gevolg van verlies van habitat is daarom niet aan de orde.

Wel is het van belang om bij aanlegwerkzaamheden verstoring van vleermuizen door licht te voorkomen. Dit is dan alleen relevant wanneer er in de avond en/of nacht wordt gewerkt, of als het werkgebied uit veiligheidsoverwegingen ook in de nachtelijke uren moet worden verlicht. In dat geval is het van belang om lichtarmaturen te gebruiken die niet direct schijnen op het nabijgelegen wateroppervlak en het natuurgebied. In dat geval kan verstoring van vleermuizen door licht worden voorkomen en is er geen tegenstrijdigheid met de Wet natuurbescherming.

4.2.5 Overige zoogdieren

Zoogdieren artikel 3.10 (vrijgesteld)
In het plangebied komen enkele algemeen voorkomende zoogdiersoorten voor. Deze soorten zijn beschermd volgens artikel 3.10 van de Wet natuurbescherming. Door de aanlegwerkzaamheden zal leefgebied van deze soorten tijdelijk worden verstoord en aangetast. Voor algemeen voorkomende zoogdiersoorten heeft Provinciale staten van de provincie Overijssel vrijstelling van de verbodsbepalingen van de Wet natuurbescherming verleend voor projecten in het kader van ruimtelijke ontwikkeling. Om deze reden is er geen tegenstrijdigheid met de Wet natuurbescherming ten aanzien van deze soortgroep.

Ten aanzien van algemeen voorkomende zoogdiersoorten van artikel 3.10 Wnb waarvoor een vrijstelling is verleend van de verbodsbepalingen, dient wel de Zorgplicht in acht te worden genomen. Dit betekent dat bij het uitvoeren van werkzaamheden gedurende de aanlegfase zoogdieren de gelegenheid moeten krijgen om het werkgebied te verlaten.

Zoogdieren artikel 3.10 (niet vrijgesteld)
De locaties waar de windturbines, het zonnepark en de aanvoerroutes worden gerealiseerd, bestaan grotendeels uit intensief beheerd grasland. Deze plekken zijn daarom ongeschikt als vaste voortplantingsplaats voor kleine marterachtigen. Het realiseren van het voornemen leidt hier daarom niet tot negatieve effecten op vaste voortplantingsplekken van deze soortgroep.

De oevers van de sloten hebben hier en daar wel een iets ruigere begroeiing. Deze kunnen in principe wel gebruikt worden als een tijdelijke vaste voortplantingsplek voor kleine marterachtigen. Deze plekken kunnen eventueel worden aangetast tijdens de aanleg van de aanvoerroutes, tenminste wanneer de werkzaamheden tijdens de voortplantingsperiode worden

uitgevoerd. Overigens is de kans hierop zeer gering, aangezien de aanleg van de aanvoerroute leidt tot verlies van een zeer gering oppervlak slootoever. Echter, om alle risico's op aantasting van een voortplantingsplek te voorkomen, is het advies om de werkzaamheden op en langs (verruigde) slootoevers buiten de periode van voortplanting van kleine marterachtigen uit te voeren. De voortplantingsperiode van deze soortgroep loopt van 15 maart tot 1 september. In dat geval is er geen aantasting van vaste verblijfplaatsen en dus geen knelpunt met de Wet natuurbescherming.

Wel kunnen kleine marterachtigen en Steenmarter in het gebied foerageren. Door de aanleg van de windturbines, de aanvoerwegen en het zonneveld gaat er nauwelijks foerageergebied van Steenmarter en kleine marterachtigen fysiek verloren. Het is mogelijk dat tijdens de aanlegwerkzaamheden wel sprake is van enige verstoring, met name als er tijdens de avond en nacht wordt gewerkt. Omdat er echter voldoende alternatief foerageergebied voor deze soorten in de omgeving aanwezig is, zal dit niet leiden tot negatieve effecten op de betreffende soorten. Er is daarom geen tegenstrijdigheid met de Wnb ten aanzien van Steenmarter en kleine marterachtigen.

Zoogdieren artikel 3.5 (Otter)
Het plangebied en de omgeving is ongeschikt als voortplantingsplaats van Otter. Wel foerageert de soort af en toe in de brede vaart aan de zuidzijde van het plangebied. Otters zijn dieren die in de avond en nacht foerageren en dan tientallen kilometers af kunnen leggen. De kans dat er een Otter door de aanlegwerkzaamheden wordt verstoord is nihil. Er is daarom geen tegenstrijdigheid met de Wet natuurbescherming ten aanzien van Otter.

4.3 Operationele fase

4.3.1 Mortaliteit door aanvaringen

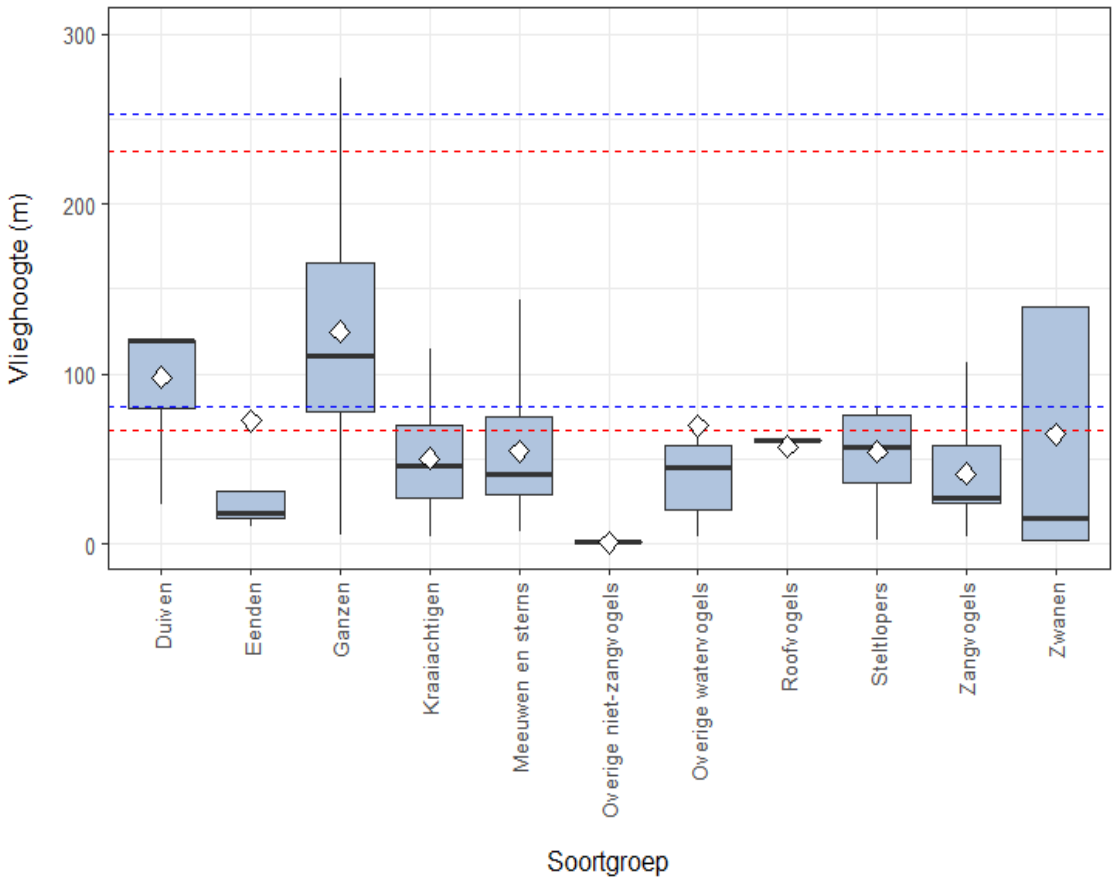
Eén van de belangrijkste effecten van de plaatsing van de turbines is mortaliteit onder vogels en vleermuizen doordat zij in botsing komen met de draaiende rotorbladen. Zoals beschreven in hoofdstuk 2, is per seizoen en per soort onder de vogels de mortaliteit uitgerekend met behulp van het Flux Collision Model (Kleyheeg-Hartman *et al*. 2018).

Wintervogels
Uit een eerste verkennende analyse van de data blijkt dat de verspreiding van vlieghoogtes voor sommige soortgroepen hoog is en met de rotorhoogte kan overlappen (figuur 4.1). Als een gemiddelde vlieghoogte wordt berekend (gewogen voor het aantal waargenomen vogels), dan overlappen vooral eenden, duiven en ganzen met de rotorhoogte van de turbines (gem. hoogte respectievelijk 73, 98 en 125 m) (tabel B2.1). Voor de andere soortgroepen ligt de gemiddelde vlieghoogte lager (tabel B2.1).

Uit de modelberekeningen voor de wintervogels komt een aanzienlijk aantal potentiële aanvaringsslachtoffers naar voren, ondanks het lage aantal turbines. In totaal wordt een mortaliteit van 83 vogels per winterseizoen verwacht bij de 'kleine turbines' (rotorzone 67-231 m) en van 61 bij 'grote turbines' (rotorzone 81-253 m), hoewel mogelijk sprake is van een overschatting bij Houtduif (zie onder).

Bij realisatie van het VKA worden meer dan incidentele slachtoffers (>1/jr) verwacht onder de niet-broedvogels Holenduif, Houtduif, Kauw, Kokmeeuw, Stormeeuw en Spreeuw. Er worden jaarlijks maximaal ca. 42 slachtoffers verwacht bij Houtduif. Deze berekende mortaliteit is opvallend hoog, en wordt waarschijnlijk veroorzaakt door enkele tellingen waarin hoge aantallen

Houtduiven zijn waargenomen. Mogelijk is hier sprake van een overschatting. Een overzicht van de maximale mortaliteit onder wintervogels voor de twee type turbines is gegeven in tabel 4.1. De volledige soortenlijst met de berekende mortaliteit voor wintervogels is gegeven in tabel B3.1.



Figuur 4.1: Boxplots van vlieghoogtes per soortgroep voor waarnemingen van wintervogels in de periode oktober 2021 – maart 2022. De horizontale zwarte lijnen in de boxplots geven de gewogen (voor het aantal waargenomen vogels) mediane waarde weer. De witte ruiten geven de gewogen (voor het aantal waargenomen vogels) gemiddelde waarde weer. De rode stippellijn geeft de rotorzone weer van de 'kleine' turbines (67-231 m); de blauwe stippellijn die van de 'grote' turbines (81-253 m).

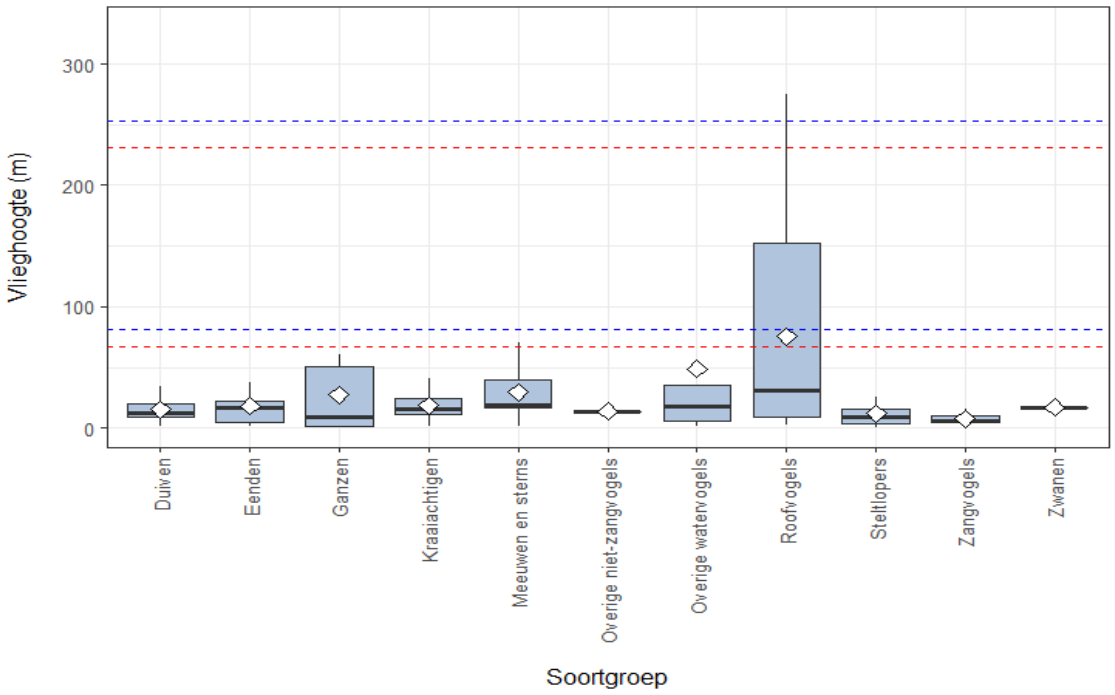
Kolgans is één van de meest frequent getelde soorten en als doelsoort aangewezen voor het Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte water en Vecht. Indien de overvliegende Kolganzen tot de Natura 2000-populatie behoren, kunnen aanvaringsslachtoffers onder deze soort leiden tot een effect op het instandhoudingsdoel. Hoewel ganzen vaak een hoge mate van ontwijkingsgedrag vertonen bij windturbines en daardoor een relatief lage aanvaringskans hebben, kan door de hoge aantallen vliegbewegingen sprake zijn van meer dan incidentele slachtoffers. De sterfte door aanvaringen gekwantificeerd met behulp van een aanvaringsmodel is 1 bij beide grote en kleine turbines (tabel 4.1 en B3.1).

Tabel 4.1. Beoordeling aanvaringsslachtoffers per alternatief tijdens het winterseizoen aan de 1%-norm, voor de verschillende alternatieven. Hier zijn uitsluitend de soorten getoond waarvoor minimaal één slachtoffer wordt verwacht. NL pop = gemiddelde landelijke populatie niet-broedvogels (data: SOVON). Nat mort = natuurlijke sterfte (bron: British Trust for Ornithology, www.bto.org).

Soort	Mortaliteit bij grote turbines 81-253 m	Mortaliteit bij kleine turbines 67-231 m	NL pop	Nat mort	1%-norm
Holenduif	4,0	4,0	150.000	45 %	675
Houtduif	42,4	41,9	1.500.000	39 %	5895
Kauw	1,7	7,1	400.000	31 %	1224
Kokmeeuw	3,1	7,4	400.000	10 %	400
Kolgans	1,0	1,0	925.000	27,6 %	2590
Spreeuw	0,9	1,3	2.000.000	31 %	6260
Stormmeeuw	6,9	16,4	390.000	14 %	546
Zwarte kraai	0,2	1,0	300.000	52 %	1560

Zomervogels

Uit een verkennende analyse van de data uit de zomertellingen blijkt dat de verspreiding van vlieghoogtes voor Roofvogels en Overige watervogels hoger is dan bij andere soortgroepen en met de rotorhoogte kan overlappen (figuur 4.2). Als een gemiddelde vlieghoogte wordt berekend (gewogen voor het aantal waargenomen vogels), dan overlappen in het bijzonder de Ooievaar met 89 m en de Buizerd met 98,5 m met de rotorhoogte van de turbines, deze soorten lopen dus een risico op aanvaring (tabel B2.2). Voor de andere soortgroepen ligt de gemiddelde vlieghoogte lager dan 50 m (tabel B2.2).



Figuur 4.2: Boxplots van vlieghoogtes per soortgroep voor zomervogels geteld in de periode april – mei 2022. De horizontale zwarte lijnen in de boxplots geven de gewogen (voor het aantal waargenomen vogels) mediane waarde weer. De witte ruiten geven de gewogen (voor het aantal waargenomen vogels) gemiddelde waarde weer. De rode stippellijn geeft de rotorzone weer van de 'kleine' turbines (67–231 m); de blauwe stippellijn die van de 'grote' turbines (81–253 m).

De resultaten van het Flux Collision Model tonen geen slachtoffers aan onder lokaal verblijvende vogels (tabel B3.2). Er wordt dus ten aanzien van de zomervogels geen meer dan incidentele mortaliteit verwacht onder alle waargenomen soorten. Voor alle vogelsoorten geldt dat de verwachte mortaliteit ruim onder de 1%-norm blijft. Er is geen sprake van een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding.

Vleermuizen
Voor soorten als Gewone dwergvleermuis, Laatvlieger, Watervleermuis en Gewone grootoorvleermuis is de kans op aanvaring relatief beperkt als we uitgaan van de aangegeven turbinetypen. De Gewone dwergvleermuis, die veruit de meest algemene soort in het plangebied is, vliegt over het algemeen vrij laag. Het gaat hierbij om enkele tientallen meters van de grond, hoewel hij incidenteel op grotere hoogte wordt waargenomen. Aangezien de meeste vliegactiviteit onder de rotorzone plaatsvindt is de kans op aanvaringen voor deze soort beperkt. De meeste andere soorten vliegen over het algemeen nog lager waardoor de kans op aanvaring zeer beperkt is. Daarentegen vliegen Ruige dwergvleermuis en Rosse vleermuis vaak op grotere hoogte, waardoor de kans op aanvaring met windturbines relatief hoog is en deze soorten in verhouding vaak als aanvaringslachtoffer worden aangetroffen.

Mortaliteit onder vleermuizen valt goed en effectief te mitigeren door middel van een stilstandvoorziening, waarbij de cut-in speed (de windsnelheid waarbij de turbines operationeel worden) wordt verhoogd zodat slechts weinig vliegbewegingen plaatsvinden bij windsnelheden waarbij de turbines operationeel zijn. Dit kan leiden tot een aanzienlijke reductie in mortaliteit. De mortaliteit onder vleermuizen in verschillende windparken in West- en Centraal-Europa ligt tussen de 0 en 10 slachtoffers per turbine per jaar, hoewel sprake is van enkele uitschieters (Rydell *et al*. 2010, 2012). Net als bij vogels is de locatie en ‘setting’ van een windpark bepalend voor het aantal slachtoffers. De hoogste mortaliteit wordt gevonden bij windparken langs de kust of op heuvels in bosgebieden. De mortaliteit in laaggelegen, open gebieden ligt meestal vrij laag met <3 per turbine per jaar (Rydell *et al*. 2010, 2012).

Het merendeel van de slachtoffers in West-Europese windparken bestaat uit Ruige dwergvleermuis, Gewone dwergvleermuis en Rosse vleermuis. De meeste vleermuisslachtoffers vallen in de nazomer (augustus-september), wat overeenkomt met de migratieperiode van enkele soorten. De vroege zomer lijkt geen risicovolle periode te zijn. Van Rosse vleermuis en Ruige dwergvleermuis is bekend dat ze ook op grotere hoogte foerageren, en daarmee risico lopen op aanvaring met een turbine. Hieronder wordt voor de verschillende soorten die in de nabijheid van het plangebied kunnen voorkomen (Douma *et al*. 2011) een analyse gegeven van de mortaliteit per jaar. Deze analyse is gebaseerd op de (internationale) literatuur, de vergelijking met andere windparken en *expert judgement*. De data met betrekking tot vlieghoogtes zijn gebaseerd op Limpens *et al*. (2007), Rodrigues *et al*. (2015), Haarsma (2016) en Roemer *et al*. (2017).

Watervleermuis
Deze soort foerageert boven watergangen en is waargenomen op de Steenwetering. De vlieghoogte is dusdanig laag (<5 m) dat aanvaringsslachtoffers zijn uit te sluiten.

Meervleermuis
Deze soort foerageert laag (<5 m) boven open water en is aangetroffen op de Steenwetering. Slachtoffers zijn daarom uit te sluiten.

Gewone dwergvleermuis
Deze algemene soort vliegt over het algemeen vrij laag, binnen enkele tientallen meters van de grond, hoewel hij incidenteel op grotere hoogte wordt waargenomen. Aangezien de meeste vliegactiviteit onder rotorhoogte plaatsvindt is de kans op aanvaringen relatief laag. Gezien deze lage aanvaringskans, en het geringe aantal turbines, worden weinig slachtoffers verwacht onder Gewone dwergvleermuis (1–2 slachtoffer per turbine per jaar).

Ruige dwergvleermuis
Deze soort behoort tot de frequentere aanvaringsslachtoffers in West-Europese windparken, vanwege een relatief hoge vlieghoogte (tot >100 m) en omdat dit een migrerende soort is die tijdens de trek diverse windparken kan tegenkomen. In Nederland komen (vrijwel) geen kraamkolonies van Ruige dwergvleermuis voor. De voornaamste kans op aanvaring heeft daarom betrekking op migrerende dieren in de nazomer. Het plangebied ligt buiten de bekende migratieroutes van deze soort, zodat geen sprake is van gestuwde trek (zie Buij *et al*. 2018). Tijdens de veldbezoeken zijn enkele Ruige dwergvleermuizen aangetroffen. De mortaliteit wordt ingeschat op hooguit incidentele (<1) slachtoffers per turbine per jaar.

Rosse vleermuis
Deze soort vliegt vaak op grotere hoogte (tot >100 m), waardoor de kans op aanvaring met de rotorbladen relatief hoog is. De Rosse vleermuis komt algemeen voor in de regio en is veelvuldig aangetroffen in het zuidelijk deel waar deze soort foerageert boven de Steenwetering en de Markte, maar ook boven het open grasland gebied ter hoogte van het VKA. Gezien de activiteit in het plangebied en de opstelling van de windturbines langs de Steenwetering kunnen voor deze soort enkele slachtoffers per jaar worden verwacht (1-2 slachtoffers per turbine per jaar).

Laatvlieger
De Laatvlieger is een vrij algemene soort die relatief laag boven de grond (<50 m) in open gebied foerageert. Slachtoffers kunnen niet worden uitgesloten, maar de kans op aanvaring is vanwege de lage vlieghoogte gering. Er worden hooguit incidentele slachtoffers verwacht (<1 per turbine per jaar).

Gewone grootoorvleermuis
Deze soort is gebonden aan boshabitats en kleinschalige landschappen. Grootoorvleermuizen foerageren normaliter vrij laag op beschutte plekken langs bosranden, singels e.d. Vanwege de overwegend lage vlieghoogte, het type jachtterrein en het ontbreken van veldwaarnemingen worden geen slachtoffers onder deze soort verwacht.

Bovenstaande analyse is samengevat in tabel 4.2. Gezien de activiteit en vlieghoogte zijn de voornaamste risicosoorten Rosse vleermuis en, in mindere mate, Gewone dwergvleermuis. Slachtoffers onder Ruige dwergvleermuis en Laatvlieger kunnen niet worden uitgesloten maar dit zal een incidenteel karakter hebben. Gebaseerd op gegevens m.b.t. de vlieghoogtes, verspreiding, jachtbiotoop en het risico op aanvaringen met turbines, worden geen slachtoffers verwacht onder de andere soorten.

De Gewone dwergvleermuis is in Nederland een algemene soort, met een populatie van ca. 300.000 tot 500.000 dieren (Van Vliet *et al*. 2014). De grootte van de lokale populatie kan worden berekend aan de hand van de '*catchment area*', i.e. het gebied waarbinnen sprake is van genetische uitwisseling (zie Arcadis 2017 voor meer details). De grootte van dit gebied wordt normaliter berekend als een cirkelvormig gebied met een straal van 30 tot 50 km. In deze beoordeling wordt conservatief van een straal van 30 km uitgegaan. Gebaseerd op een gemiddelde dichtheid van ca. 9 dieren per km^2 komt de lokale populatie op ca. 25.000 dieren.

De natuurlijke sterfte ligt tussen een vijfde en een derde (Sendor & Simon 2003, Dietz *et al*. 2011). Dit resulteert in een 1%-norm voor de lokale populatie van 51 tot 84 dieren. De mortaliteit in Windpark Tolhuislanden ligt vele malen lager. Daarmee is er voor wat betreft de Gewone dwergvleermuis geen sprake dat de gunstige staat van instandhouding in gevaar komt.

Tabel 4.2: Risicoanalyse mortaliteit vleermuizen in WP Tolhuislanden. Geschatte slachtoffers zijn per jaar per turbine.

Soort	Waargenomen in plangebied	Activiteit	Risico op aanvaring	Slachtoffers te verwachten
Watervleermuis	Ja	Laag	Laag	Nee
Meervleermuis	Ja	Laag	Laag	Nee
Gewone dwergvleermuis	Ja	Hoog	Matig	Ja (1-2 per tb/jr)
Ruige dwergvleermuis	Ja	Matig	Hoog	Incidenteel (<1 per tb/jr)
Rosse vleermuis	Ja	Hoog	Hoog	Ja (1-2 per tb/jr)
Laatvlieger	Ja	Hoog	Laag	Incidenteel (<1 per tb/jr)
Gewone grootoorvleermuis	Ja	Laag	Laag	Nee

Van de Laatvlieger worden hooguit incidentele slachtoffers verwacht. De Laatvlieger is geen migrerende soort en heeft een populatiegrootte in Nederland van ca. 25.000 tot 40.000 individuen (Buij *et al*. 2018). Uitgaande van een dichtheid van 1 Laatvlieger per km^2 landoppervlak en een natuurlijke sterfte van 15% (Chauvenet *et al*. 2014) komt de 1%-norm voor de lokale populatie (binnen 30 km) op ca. 4 dieren. Voor deze soort geldt dat vanwege het incidentele karakter van eventuele aanvaringsslachtoffers de gunstige staat van instandhouding niet in gevaar komt.

De Ruige dwergvleermuis en Rosse vleermuis zijn migrerende soorten. De Rosse vleermuis is deels een migrerende soort met de belangrijkste kraamgebieden in Noord- en Noordoost Europa. De soort overwintert in vooral in Zuidelijk en Midden-Europa. In het najaar vliegen de dieren in zuidwestelijke richting en in het voorjaar richting het noordoosten (BIJ12). Het is echter niet bekend hoeveel Rosse vleermuizen tijdens de migratieperiodes door Nederland heen trekken, zodat daarvoor geen accurate 1%-norm berekend kan worden. De berekening voor de 1% norm is daarom gebaseerd op de landelijke populatie en betreft dan ook een worstcase scenario. De landelijke populatie bedroeg eind vorige eeuw ca. 4.000 tot 6.000 dieren (zie www.vleermuis.net). Dit komt neer op een gemiddelde dichtheid van ca. 0,12 tot 0,18 dieren per km^2 landoppervlak. In een *catchment area* met een straal van 30 km zou de lokale populatie dan 339–509 dieren bedragen. Bij een natuurlijke sterfte van 44% per jaar (Heise & Blohm 2003) komt de 1%-norm dan op 1,5 tot 2,2 dieren. Dit is een conservatieve berekening aangezien eventuele migrerende dieren hierbij buiten beschouwing is gelaten. Op basis van de inschatting van het aantal aanvaringsslachtoffers onder deze soort ligt de mortaliteit in het windpark mogelijk hoger dan de 1%-norm.

Van de Ruige dwergvleermuis worden incidentele slachtoffers verwacht. Jaarlijks trekken er naar schatting ca. 50.000 tot 100.000 Ruige dwergvleermuizen over Nederland. Indien wordt

uitgegaan van een dichtheid van 3 Ruige dwergvleermuizen per km^2 (Arcadis 2017) en een natuurlijke sterfte van 33% (Dietz *et al*. 2011), komt de populatie binnen een straal van 30 km op ca. 8.500 dieren met een bijbehorende 1%-norm van 28 dieren. Voor deze soort geldt dat vanwege het incidentele karakter van eventuele aanvaringsslachtoffers de gunstige staat van instandhouding niet in gevaar komt.

*Tabel 4.3: Toetsing mortaliteit onder de relevante soorten vleermuizen. Er is uitgegaan van een catchment area met een straal van 30 km. Voor meer details zie Klop et al. (2019). * De analyse voor Rosse vleermuis is gebaseerd op een dichtheid van 0,12 – 0,18 dieren per km^2, exclusief de migrerende dieren.*

Soort	Slachtoffers per jaar in totaal	Lokale populatie	1%-norm	Overschrijding?
Gewone dwergvleermuis	3 - 6	25.447	51–84	Nee
Ruige dwergvleermuis	<1	8.482	28	Nee
Laatvlieger	<1	2.827	4	Nee
Rosse vleermuis	3 - 6	339–509 *	1–2 *	Ja

Het in werking treden van de windturbines kan in de gebruiksfase zorgen voor een toename in vleermuissterfte. Hierbij is sprake van een incidentele sterfte van individuen van Ruige dwergvleermuis en Laatvlieger (tabel 4.3). Ontheffing van verbodsbepalingen genoemd in artikel 3.5 lid 1 van de Wet natuurbescherming is voor alle genoemde soorten nodig.

Voor de eerste drie soorten gaat het om zeer lage aantallen, lager dan de 1%-mortaliteitsnorm (tabel 4.3). Een effect van het windpark op de gunstige staat van instandhouding van de lokale en regionale populaties van deze soorten is daarmee op voorhand uit te sluiten. Voor Rosse vleermuis ligt het te verwachten aantal aanvaringsslachtoffers boven deze normwaarde (tabel 4.3). Effecten op de gunstige staat van instandhouding van de Rosse vleermuis zijn (zonder mitigerende maatregelen) niet uit te sluiten.

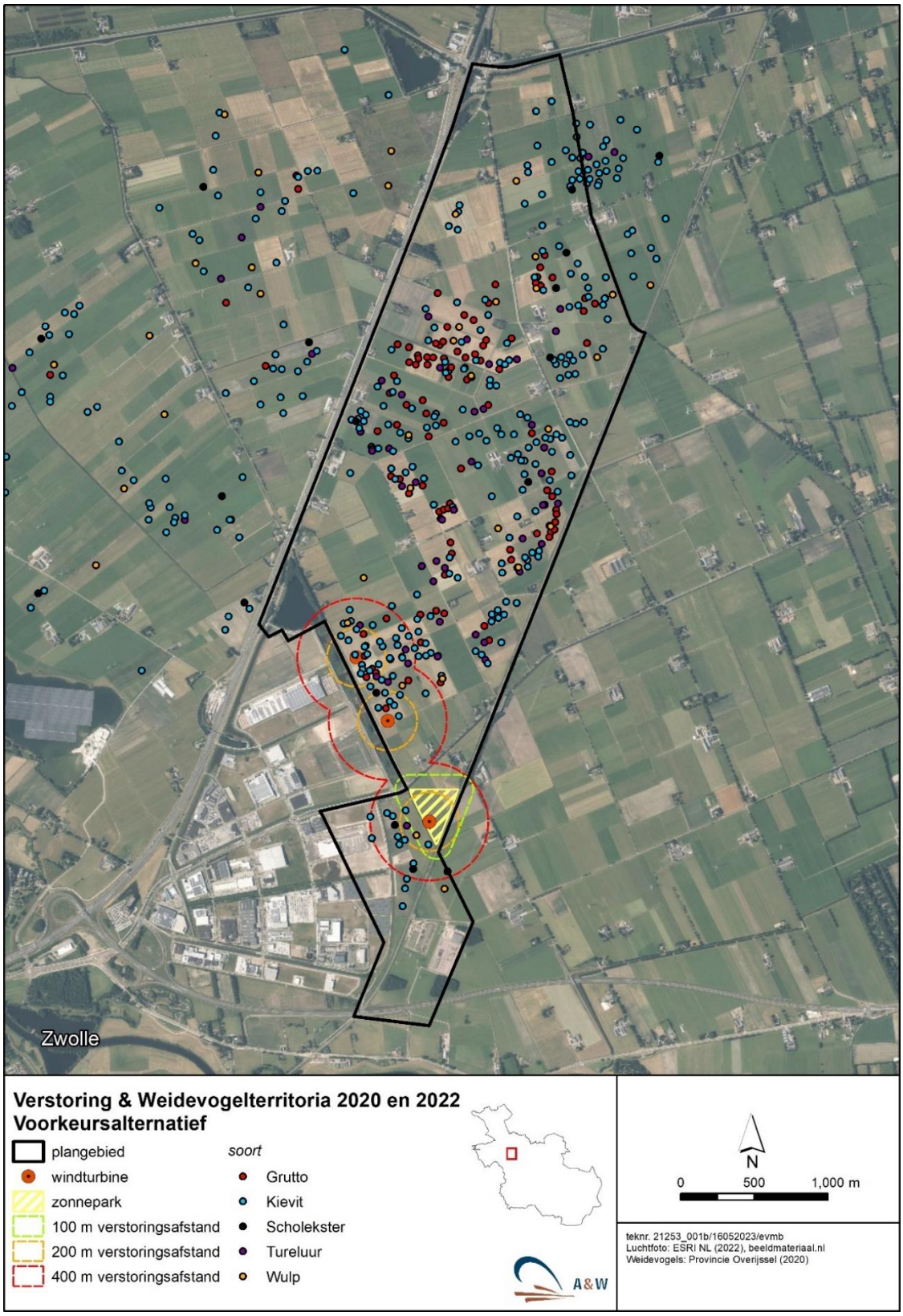
4.3.2 Verstoring in operationele fase

Weidevogels

Het open agrarische land in Tolhuislanden en omgeving is van belang voor diverse soorten weidevogels en weidezangvogels die in graslanden van het onderzoeksgebied broeden. Het gaat hierbij om Kievit, Graspieper, Veldleeuwerik, Gele kwikstaart, Grutto, Tureluur en Wulp. Tussen 2001 en 2020 zijn Gele kwikstaart en Graspieper min of meer stabiel gebleven tussen 2001 en heden. Grutto en Kievit zijn na een forse afname in 2008 weer geheel terug op het oude niveau van 2001. Tureluur is ook hier sterk toegenomen, daartegenover staat dat Wulp, Scholekster en Veldleeuwerik zijn afgenomen (Bunskoek 2020).

Verstoring

Voor weidevogels is, naast de mogelijk mortaliteit door aanvaring, de verstorende werking van windturbines en zonnevelden een belangrijk aspect. Deze soortgroep is gevoelig voor de verstoring van de open ruimte door opgaande begroeiing of bebouwing. De mate van verstoring hangt samen met de hoogte van de turbines en het zonnepark, het geluid en de bewegende rotorbladen. De beschikbare literatuur ten aanzien van de verstoring van weidevogels door windturbines laat gemengde effecten zien die waarschijnlijk te wijten zijn aan lokale verschillen in voedselbeschikbaarheid, ecologische verschillen tussen soorten en locatie-specifieke eigenschappen (Buij *et al.* 2018).



Figuur 4.3: Weidevogelterritoria van de vijf weidevogels t.o.v. windturbines en zonnepark met verstoringsafstanden.

Om het effect van ingrepen in een open landschap te bepalen, wordt over het algemeen gewerkt met een verstoringsafstand: dit is de afstand waarbinnen geen of weinig vogels broeden en/of foerageren. Verstoring is gradueel en neemt af met de afstand tot de turbine. Vlak bij de turbines broeden en foerageren vaak helemaal geen vogels en is er mogelijk sprake van habitatverlies. In principe geldt dat meer turbines tot een hogere mate van verstoring en daarmee een afname in functioneel leefgebied leiden. De effecten zullen in de praktijk ook vooral afhangen van de ligging van de turbines ten opzichte van de territoria/nesten van weidevogels, de kwaliteit van het gebied voor weidevogels en de huidige verstoring van het gebied. Dit kan worden bepaald aan de hand van een ruimtelijk analyse in GIS op basis van de verstoringsafstanden en data m.b.t. de broedlocaties en territoria van weidevogels. De gegevens van de weidevogels betreffen een integrale weidevogelkartering die in 2020 in opdracht van de provincie Overijssel is uitgevoerd. Deze zijn aangevuld met de gegevens van de inventarisatie van 2022.

Het verstorende effect van windturbines lijkt tussen weidevogelsoorten sterk te verschillen. Soorten als Scholekster en Kievit zijn minder verstoringsgevoelig dan bijvoorbeeld Grutto, Tureluur en Wulp. Voor de meeste weidevogelsoorten is een verstoringsafstand in de ordegrootte van 100-200 m van toepassing (Pot *et al*. 2020, 2021). Uitzondering zijn de Wulp en Grutto, die gevoeliger zijn en een grotere afstand kunnen aanhouden (tot 400/800 m). Het gaat hierbij veelal om studies in het buitenland waarbij de landschappen sterk afwijken van de Nederlandse situatie. Daarom zijn voor de analyse verstoringsafstanden van andere onderzoeken uit Nederland naar storingsbronnen in het landschap bij dit onderdeel betrokken (Bruinzeel & Schotman 2011; Everaert 2015/2017). Bij deze analyse is uitgegaan van een verstoringsafstand van 200 meter voor Kievit en Scholekster en 400 m voor Grutto, Tureluur en Wulp. Naar verwachting zal de verstoring vanuit een zonnepark op weidevogels beperkt zijn gezien de hoogte van het park (max. 4 m). We gaan daarom in eerste instantie uit van een verstoringsafstand van 100 m. Dit is wel afhankelijk van de aankleding van het park.

Weidezangvogels zoals Graspieper lijken niet tot weinig gevoelig voor verstoring te zijn en kunnen tot op relatief korte afstand van de turbines worden aangetroffen (Pearce-Higgins *et al*. 2009, Hötker 2017, Sierdsema *et al*. 2019). Dit zal naar verwachting ook gelden voor Gele kwikstaart. Van de Veldleeuwerik is bekend dat deze soort kritischer is ten aanzien van verstoring van het open landschap dan de andere zangvogels. Voor deze soort is uitgegaan van een verstoringsafstand van 200 m. In onderstaande tabel zijn de territoria van de weidevogels binnen de verstoringsafstand weergegeven. De territoria van de Scholekster vallen net buiten de verstoringsafstand van 200 m van de windturbines. Watersnip is niet opgenomen in de tabel, het gaat hierbij om 1 territorium waarmee de zeggingskracht te beperkt is. Hierbij dient wel te worden vermeld dat de locaties van de territoria slechts 1 jaar betreffen en dat er door jaren heen wel sprake is van ruimtelijke variatie in gebruik van de percelen door de verschillende weidevogelsoorten. Wel is duidelijk dat de clusters van de weidevogels door de jaren heen vooral te vinden zijn ter hoogte van de noordelijke windturbines (www.tolhuislanden.nl).

Op basis hiervan worden in totaal 45 territoria van weidevogels door de realisatie van de windturbines beïnvloed en zal dit deel van het gebied voor deze soorten minder aantrekkelijk worden. Een deel van de zone zal verloren gaan als broedgebied en in een deel van de verstoorde zone zal gradueel de kwaliteit afnemen en hierdoor ook de dichtheid aan weidevogels. Het is hierbij wel zo dat de zuidrand in de huidige situatie al verstoord wordt door opgaande begroeiing en het fietspad langs de zuidrand en uitstraling vanuit het industrieterrein Hessenpoort. Hier zijn in een zone van ongeveer 25 - 50 m niet of nauwelijks weidevogels aanwezig, rondom de plasdras is deze afstand korter. In die zin is in het zuidelijk deel van het onderzoeksgebied al sprake een zekere gewenning aan verstoring van openheid en rust door deze weidevogels. Naar verwachting hangt dit samen met de kwaliteit van dit deel van het gebied

door de aanwezigheid van een plasdras situatie langs de Steenwetering de in combinatie met de hier aanwezige beheerpercelen met een laat maairegime (rode cirkel, bijlage 4 – Bunskoek 2020). Door de realisering van de windturbines zal een verstoorde zone verder opschuiven naar het noorden, maar zijn de lokale omstandigheden ook van invloed tot hoever deze zone reikt. Hierdoor zijn de eerder gebruikte verstoringsafstanden minder eenduidig te hanteren en is daarnaast uitgegaan van expert jugdement.

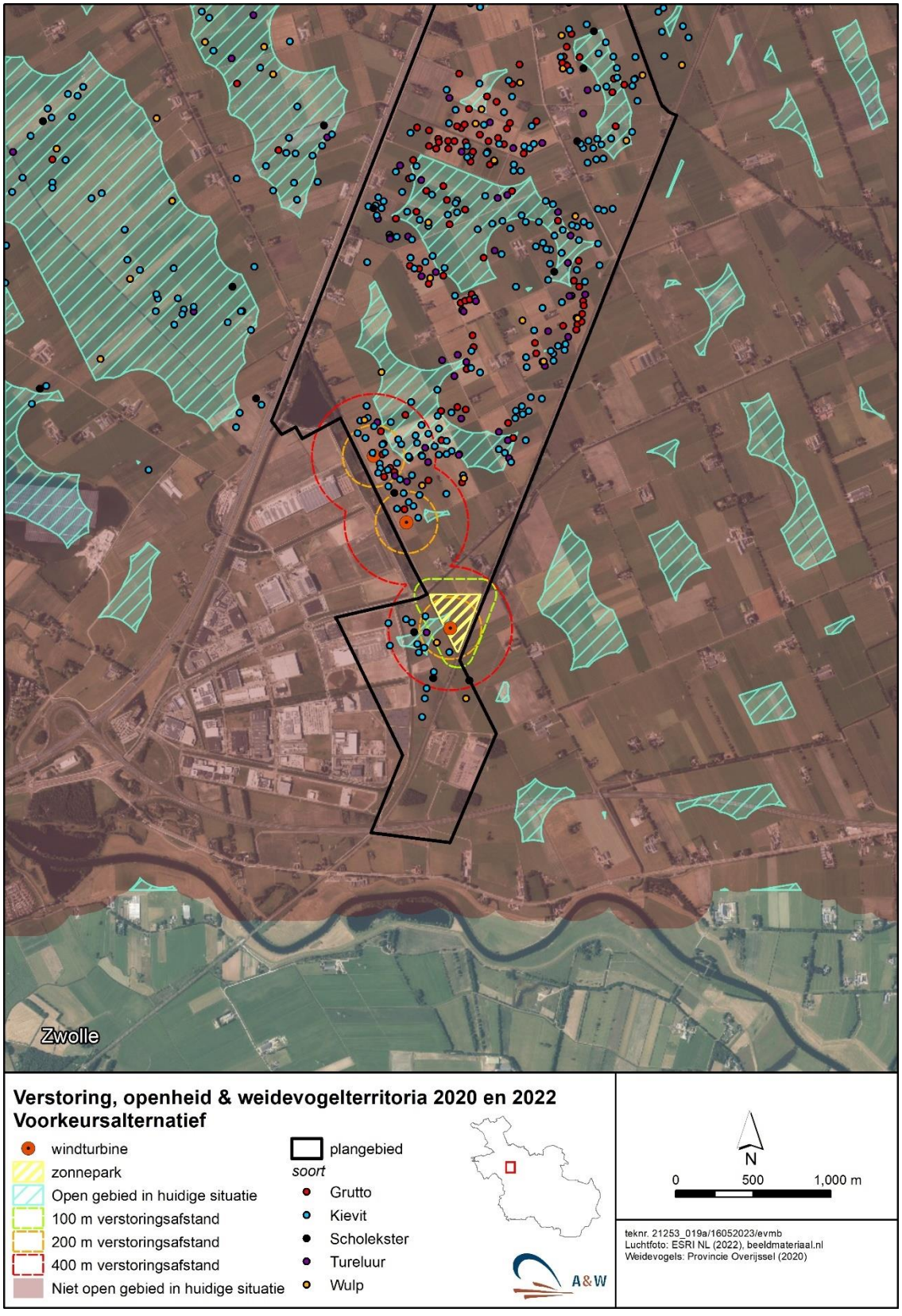
Tabel 4.4: Overzicht van het aantal beïnvloede territoria per verstoringsafstand en de totale aantallen in de Tolhuislanden (Bunskoek 2020 en eigen gegevens 2022). De weidevogels die worden verstoord door het zonneveld vallen binnen de contour van de windturbine.

Soort	Verstoringsafstand		Totaal verstoord	Territoria THL e.o.
	200 m	400 m		
Gele Kwikstaart	3	-	3	49
Graspieper	1	-	1	53
Grutto	-	11	11	99
Kievit	21	-	21	260
Tureluur	-	5	5	51
Wulp	-	3	3	30
Veldleeuwerik	1	-	1	3
Totaal	**26**	**19**	**45**	**545**

Habitatverlies

Door de realisering van de windturbines (opstelplaats en fundament) zal een klein deel van het grasland permanent verdwijnen. In dit deel van het onderzoeksgebied grasland zijn geen weidevogels waargenomen. Verder verdwijnt een oppervlakte van ongeveer 7 ha aan grasland door de aanleg van een zonnepark. In potentie kan dit deel als broedgebied fungeren voor weidevogels, maar er zijn tijdens de inventarisatie in 2022 in dit deel zijn geen weidevogels vastgesteld. Gezien deze resultaten, de huidige verstoorde situatie en beperkte habitatkwaliteit is dit deel van het gebied niet van belang voor deze soortgroep.

Zoals al aangegeven zijn weidevogels gevoelig voor opgaande structuren en kunnen door de realisering van de windturbines tot op een bepaalde afstand worden verstoord. Dit varieert per soort en is ook afhankelijk van de omstandigheden in het gebied. Doordat deze vogels het gebied rondom windturbines mijden, kan er ook sprake zijn van habitatverlies. Uitgaande van de mogelijke verstoringsafstand 400 m voor de gevoelige soorten zoals Grutto, Wulp en Tureluur wordt ongeveer 114 ha aan potentieel weidevogelhabitat (90 ha grasland en 24 ha akker) beïnvloed door de realisatie van de windturbines. Een groot deel van deze oppervlakte, ongeveer 55 ha grasland wordt in huidige situatie niet of nauwelijks gebruikt door weidevogels, omdat het agrarisch beheer te intensief is, een beperkte habitatkwaliteit heeft en/of dat de graslandpercelen zijn omgegeven door storingsbronnen zoals het spoor, wegen, opgaande begroeiing en industrieterrein. Dit geldt ook voor ongeveer 14 ha aan akker of braakliggend industrieterrein. Deze delen voldoen niet meer aan de eisen van de weidevogels.



Figuur 4.4: Weidevogelterritoria van de vijf weidevogels t.o.v. windturbines en zonnepark met verstoringsafstanden.

De clusters met weidevogels die worden aangetroffen binnen de invloedsfeer van de windturbines omvatten ongeveer 35 ha grasland en 10 ha akker. Hierbij wordt een deel hiervan in de huidige situatie al verstoord door opgaande begroeiing, wegen, spoor en het fietspad langs de Steenwetering en uitstraling vanuit het industrieterrein Hessenpoort. In figuur 4.4 is de huidige verstoring vanuit het industrieterrein, opgaande begroeiing, spoorlijn en wegen rond de opstelling van de windturbines en het zonnepark aangegeven in combinatie met de vogelterritoria. Hiervoor zijn verstoringsafstanden van verschillende (landschaps)elementen gebruikt (bron weidevogelnota Fryslân 2021 - 2030 - Provincie Fryslân 2021).

Gezien de verspreiding van de weidevogels is er sprake van een zekere gewenning aan de verstoring van openheid en rust ter hoogte van de voorgenomen locaties van de windturbines en het zonnepark. Daarbij speelt vooral, bij de meest noordelijk twee windturbines, de kwaliteit van het habitat een rol. Naar verwachting zal de invloed van de verstoring vanuit het zonnepark en de (zuidelijke) windturbine beperkt zijn en zullen de aanwezige weidevogels, vooral Kievit, van deze akkers gebruik blijven maken. Habitatverlies voor weidevogels is daarom hier niet of nauwelijks aan de orde zijn.

Het is aannemelijk dat de weidevogels ter hoogte van de voorgenomen locatie van de twee noordelijke windturbines minder kritisch zijn ten aanzien van verstoring en daarmee ook een kortere afstand tot de windturbine kunnen verdragen dan de aangegeven verstoringafstanden. Op basis van de huidige verstoring van openheid en rust gaan we daarom uit van een zone van 150 m rondom de windturbine die niet meer aantrekkelijk is voor de vestiging van weidevogels. Door de realisering van de windturbines is er sprake van een habitatverlies van ongeveer 7 ha waardoor er mogelijk een negatief effect is. De verspreiding van de clusters met weidevogels ten noorden van het VKA omvat ongeveer 425 ha (uitgaande van verspreiding 2020). Het habitatverlies is ongeveer 2% van deze oppervlakte. Hiermee is het effect van het habitatverlies beperkt en naar verwachting niet van invloed op de gunstige staat van instandhouding van de weidevogels.

Daarnaast zal door de realisering van de twee noordelijke windturbines een deel van de weidevogels waaronder Grutto, Wulp en Tureluur zich waarschijnlijk verplaatsen tot buiten de 400 m, maar zal een deel hiervan zich hier blijven vestigen tussen de 150 m tot 400 m zone mede door de gewenning aan de huidige verstoorde situatie en de aanwezigheid van plasdras en beheerpercelen. Dit geldt ook voor Kievit en Scholekster. Naar verwachting neemt hier de huidige kwaliteit door de toegenomen verstoring af met als een gevolg een lagere dichtheid aan weidevogels. Het gaat hierbij om een gradueel afnemend verstorend effect vanuit de windturbines. Het gebied rondom de windturbines blijft wel beschikbaar als broedgebied voor weidevogels.

Een deel van de oppervlakte binnen de invloedsfeer van noordelijke windturbines is in de huidige situatie nog onverstoord (figuur 4.4). Het gaat hierbij om ongeveer 11 ha. In dit deel zijn vooral territoria van Kievit aanwezig, naast enkele territoria van Grutto's en Tureluur. Naar ons inziens zal het effect van de verstoring op weidevogels in dit deel zeer beperkt zijn, maar kan dit mogelijk wel leiden tot een lagere dichtheid aan deze soorten.

Territoria weidevogels

Voor Gele kwikstaart gaat het om relatief lage aantallen die worden beïnvloed door de opstelling van de windturbine ten opzichte van het totaal aantal territoria in de omgeving (tabel 4.4). De Veldleeuwerik is een zeldzame broedvogel in de Tolhuislanden (in totaal 3 territoria), door de opstelling valt 1 territoria binnen de verstoringszone van 200 m. Naar verwachting zal deze zich verplaatsen tot buiten deze zone. Voor de soorten Kievit (21 territoria), Grutto (11 territoria),

Tureluur (5 territoria) en Wulp (3 territoria) betreft het ongeveer 10 % van de populatie die in de directe omgeving (Tolhuislanden) voorkomt. Hiervan komt van de Kievit 12 territoria en de Grutto 4 territoria voor binnen de zone van 150 m voor. Deze exemplaren zullen als gevolg van het habitatverlies door de realisering van de windturbines zich verplaatsen. Daarnaast zal een deel verhuizen als gevolg van de toenemende verstoring. We gaan hierbij in totaal uit van de helft van de beïnvloedde territoria van Kievit, Grutto en Tureluur (tabel 4.4). Vooral soorten als Grutto en Tureluur concentreren zich in het gebied rond de beheerpercelen met plasdras condities, die ook in het centralere deel van de Tolhuislanden aanwezig zijn. Hier liggen ook mogelijkheden voor hervestiging (bijlage 4). Daarnaast zijn hier ook mogelijkheden voor Kieviten aanwezig, waarbij deze soort deels op de akkers in het gebied terecht kan. Uit een onderzoek naar het verhuisgedrag van weidevogels door verlies aan broedbiotoop is gebleken dat een deel van de Grutto's, waarvan het oude broedgebied ongeschikt werd, in staat was een nieuwe broedplaats te vinden en vervolgens met succes een nest te laten uitkomen. Hervestiging vond merendeels plaats binnen twee kilometer van de oorspronkelijke nestlocatie, met uitschieters tot 15 kilometer. Deze exemplaren toonden een voorkeur voor gebieden waar al andere Grutto's broedden (Bos *et al.* 2017). Naar verwachting zullen de verstoorde exemplaren een nieuwe broedlocatie ten noorden van de windturbines vinden.

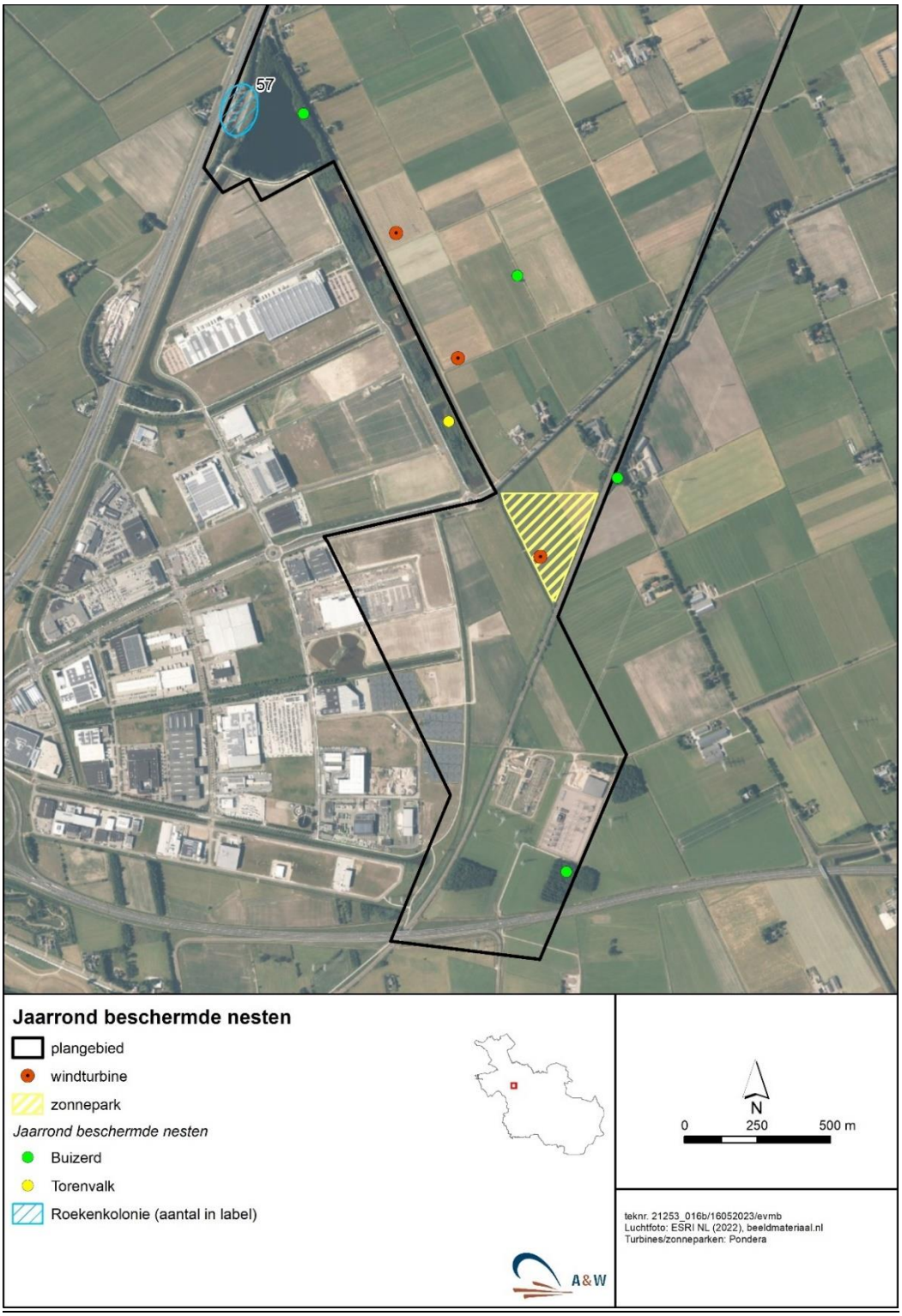
Ten aanzien van de Wulp is de verwachting dat de drie territoria worden verstoord door de opstelling van de windturbines. Ook lijkt er bij deze soort ook een koppeling te zijn met de beheerpercelen, hier ligt de dichtheid van deze soort hier drie keer zo hoog als in het reguliere agrarisch gebied. In 2020 is het aantal Wulpen in de Tolhuislanden en omgeving bijna gehalveerd ten opzichte van de inventarisatie in 2001 (Bunskoek 2020). Deze afname is vooral een gevolg van de lage reproductie van deze soort als gevolg van predatie en niet zo zeer door een verandering van landgebruik in het gebied of het minder geschikt worden van het gebied als broedgebied voor deze soort. Ten aanzien van de vestigingsfase lijken er voor deze soort geen beperkingen te zijn. Door Gerritsen (2021) wordt aangegeven dat in een groot deel van Noordwest- Overijssel waaronder de Tolhuislanden nog steeds een basis is voor een duurzame wulpenpopulatie waarbij de grootste uitdaging ligt in het vergroten van aantal kuikens dat vliegvlug wordt. Gezien de eerdere hogere dichtheden van de soort in het gebied tijdens inventarisaties in 2001 en 2008 zijn er voor de drie territoria Wulp of een deel hiervan voldoende mogelijkheden voor deze soort om zich te hervestigen in het gebied ten noorden van de windturbines.

Jaarrond beschermde nestplaatsen

Categorie 1 t/m 4 soorten
Langs de Polhoevenweg is een nest van de Buizerd aangetroffen. Het nest ligt op een afstand van ruim 350 meter van het gebied waar de windturbines worden aangelegd. Gezien deze grote afstand is er geen kans dat er sprake is van verstoring of aantasting van het nest. De kolonie Roeken ligt op ruime afstand van de opstelling van de windturbines waardoor er geen sprake is van verstoring van deze nesten. De Torenvalk broedt op ongeveer 120 m afstand vanaf de middelste windturbine. Gezien deze grote afstand worden er geen verstorende effecten op de nestplaats van deze soort verwacht.

Categorie 5 soorten
De soorten Grutto, Tureluur, Wulp en Veldleeuwerik behoren in de provincie Overijssel tot categorie 5 van de lijst met jaarrond beschermde nestplaatsen. Het gaat hierbij om nesten van vogels die over voldoende flexibiliteit beschikken om zich elders te vestigen waarbij de aanwezigheid van voldoende alternatieve leefomgeving in de omgeving om zich te kunnen vestigen van belang is. De lokale populaties van de Grutto en Tureluur in de Tolhuislanden laat

de laatste jaren een sterke toename zien, waarschijnlijk het gevolg van de inzet op weidevogelbeheer en plasdraspercelen (Bunskoek 2020). De Wulp daarentegen is in aantallen afgenomen, waarbij vooral de beperkte aanwas een belangrijke rol speelt bij de afname van deze soort. Dit geldt ook voor de Veldleeuwerik.



Figuur 4.5: Jaarrond beschermde nesten (cat. 1 t/m 4) in het zuiden van het plangebied t.o.v. windturbines en zonnepark.

Zoals aangegeven in tabel 4.4 worden 11 territoria van de Grutto, 5 territoria van de Tureluur, 1 territorium van de Veldleeuwerik en 3 territoria van de Wulp beïnvloed door de windturbines. Door de aanwezigheid van de windturbines zal het huidige gebied voor Grutto, Tureluur, Veldleeuwerik en Wulp minder aantrekkelijk worden en deels door deze soorten worden verlaten. Het is hierbij wel zo dat een deel van de verstoringszone in de huidige situatie al verstoord wordt door opgaande begroeiing en het fietspad langs de zuidrand en uitstraling vanuit het industrieterrein Hessenpoort. In die zin is in het zuidelijk deel van het onderzoeksgebied al sprake een zekere gewenning aan verstoring van openheid en rust door deze weidevogels. Naar verwachting zal daarom een deel van de broedparen van de Wulp, Grutto en Tureluur zich handhaven rond de huidige plasdras situatie en beheerpercelen en het andere deel zal uitwijken naar een andere broedplaats. Dit geldt naar verwachting ook voor de Veldleeuwerik. Er zijn hiervoor voldoende alternatieve nestmogelijkheden in het graslandgebied ten noorden van het windpark rond de plasdrassituaties en aangrenzende beheerpercelen in de Tolhuislanden (bijlage 4). Deze liggen binnen 1 tot 2 km afstand van de huidige broedlocaties.

Samengevat is er geen tegenstrijdigheid met de Wet natuurbescherming ten aanzien van alle categorieën jaarrond beschermde nestplaatsen.

4.3.3 Barrièrewerking

Windturbines kunnen in bepaalde situaties de vliegroutes van vogels belemmeren. Het kan daarbij gaan om seizoenstrek of dagelijkse trekbewegingen, bijvoorbeeld tussen de slaap- en foerageergebieden en/of tussen broedlocatie en foerageergebieden. De effecten op vliegroutes hangen samen met:

- de locatie, het aantal en de hoogte van de windturbines;
- de opstelling en de uitvoering van de windturbines;
- de periode (dag of nacht, de seizoenen);
- de weersomstandigheden.

Barrièrewerking kan optreden wanneer turbines in de nabijheid van vogelconcentraties en bijbehorende vliegbewegingen worden geplaatst. Het windpark is niet gelegen op een belangrijke migratieroute van trekvogels langs de kust. Gezien de locatie is geen sprake van gestuwde trek, maar van diffuse trek die in een breed front over Nederland plaatsvindt. Effecten van barrièrewerking tijdens de seizoensmigratie kunnen daarom worden uitgesloten.

Het plangebied ligt echter wel op een vaste dagelijkse vliegroute van (water)vogels tussen slaapplaats en foerageergebied. Het gaat met name om meeuwen en kraaiachtigen. Van beide soortgroepen is bekend dat deze niet of nauwelijks vermijdingsgedrag vertonen ten opzichte van windturbines. Er wordt daarom geen wezenlijke barrièrewerking op deze soortgroepen verwacht. Van sommige soortgroepen, zoals ganzen en eenden is bekend dat deze een hoge mate van uitwijking vertonen bij windparken (Fijn *et al*. 2007, Plonczkier & Simms 2012, Grünkorn *et al*. 2016). Gezien de huidige locatie en opstelling van de drie windturbines zal voor deze soorten er niet of nauwelijks sprake zijn van een barrièrewerking.

4.3.4 Habitatverlies

Grote modderkruiper
Door de aanleg van het zonnepark en de windturbines is sprake van habitatverlies voor beschermde soorten. Het gaat hierbij om sloten die door de aanleg van het zonnepark gedempt worden. In de sloten is de aanwezigheid van de Grote modderkruiper aangetoond of op basis van het onderzoek te verwachten. Door aanleg van de dammen en duikers in de sloten zal een klein deel van deze sloten tijdelijk verdwijnen als leefgebied en na afloop van de realisatie van de windturbines weer beschikbaar zijn. Door de duiker zal de connectiviteit tussen de watergangen geborgd blijven. De effecten op de populatie zijn hierdoor marginaal en is er geen sprake van een effect op de gunstige staat van instandhouding. Voor de tijdelijk aantasting van het leefgebied van de Grote modderkruiper moet een ontheffing worden aangevraagd.

Buizerd
Door de aanleg van met name het zonnepark gaat er ongeveer 7 ha aan foerageergebied van de Buizerd verloren. Dit zal echter niet leiden tot verlies of aantasting van de nestplaats, aangezien er nog voldoende foerageergebied voor de vogels overblijft. Een negatief effect op Buizerd als gevolg van habitatverlies is daarom niet aan de orde en is er geen conflict ten aanzien van jaarrond beschermde nestplaatsen van de Buizerd.

4.4 Effecten op Natura 2000

Het meest nabij gelegen Natura 2000-gebied (Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht) ligt op 2,5 km afstand van het windpark en zonneveld. Vanwege deze afstand kunnen effecten zoals verstoring van kwalificerende soorten (zowel tijdens de aanleg- als de operationele fase) en aantasting of verlies van habitattypen op voorhand worden uitgesloten.

Voor het Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht geldt dat dit mogelijk een ecologische relatie met het plangebied heeft. Hieronder wordt per instandhoudingsdoel nader op de mogelijke effecten ingegaan.

Habitatsoorten
De meeste aangewezen soorten zijn gebonden aan de biotopen binnen de begrenzing van de Natura 2000-gebieden. Om deze reden worden deze soorten niet in het plangebied verwacht en ontstaat door de aanleg van de windturbines geen conflict met de Wet natuurbescherming.

Broedvogels
Voor broedvogels geldt dat ze in principe wel buiten het Natura 2000-gebied kunnen voorkomen en negatieve effecten zouden kunnen ondervinden van de windturbines. Voor het Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht zijn instandhoudingsdoelen opgesteld voor broedvogels. Het gaat om de soorten Roerdomp, Porseleinhoen, Kwartelkoning, Zwarte stern en Grote karekiet. Met uitzondering van Zwarte stern zijn dit allemaal soorten die sterk aan hun specifieke leefgebied zijn gebonden (uitgestrekte rietmoerassen of natte extensieve graslanden) en niet ter hoogte van het windpark worden verwacht. De meeste van de kwalificerende broedvogels komen dan ook nauwelijks voor in de internationale database van aanvaringsslachtoffers in Europese windparken: *Staatliche Vogelschutzwarte des Landesamtes für Umweltträgt* (samengesteld door T. Dürr). Er is een enkel slachtoffer gevonden van Kwartelkoning en Porseleinhoen in respectievelijk Bulgarije en Polen. Dit zijn landen waar beide soorten in veel hogere dichtheden voorkomen dan in Nederland. Onderzoek naar gezenderde Porseleinhoentjes in Fryslân heeft laten zien dat deze een beperkt leefgebied hebben van ca.

0.20–0.45 ha en dat ze zich tijdens de broedperiode nooit buiten het leefgebied van laagveenmoerassen begeven (van der Hut *et al.* 2013).

Ook Roerdomp is aangewezen als kwalificerende broedvogel voor het Natura 2000-gebied, en deze kan tijdens baltsvluchten wel degelijk binnen de rotorzone vliegen. In de internationale database van aanvaringsslachtoffers zijn dan ook twee slachtoffers uit Duitsland, twee uit Nederland en één uit Polen opgenomen. Tijdens de monitoring van Windpark Eemshaven zijn verschillende Roerdompen als aanvaringsslachtoffer gevonden (Klop & Brenninkmeijer 2014). Onderzoek met GPS-zenders in het Ilperveld (Noord-Holland) heeft echter laten zien dat Roerdompen tijdens de broedperiode het moerasgebied en hun eigen territorium, dat *ca*. 200–300 ha omvat, nauwelijks verlaten. Behoudens enkele migrerende vogels die in zuidelijke streken overwinteren, hebben Roerdompen ook in de winter een beperkt leefgebied en begeven zich nauwelijks buiten de moerasgebieden (van der Winden & Hogeweg 2014). De kans dat Roerdompen uit het Natura 2000-gebied in aanraking komen met de windturbines bij Tolhuislanden is dus zeer klein.

Zwarte sterns zijn gebonden aan waterrijke moerasgebieden waar zij vaak op lage hoogte boven het water foerageren. Vanwege de overwegend lage vlieghoogte is de kans op aanvaringen met windturbines gering, maar niet geheel uitgesloten. Gezien de terreintypen in het plangebied worden echter geen Zwarte sterns in het plangebied verwacht. Deze zijn ook niet waargenomen in het voorjaar van 2022.

Samengevat kunnen vanwege de afstand en de sterke binding aan moerashabitats negatieve effecten op kwalificerende broedvogels voor het Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht worden uitgesloten.

Niet-broedvogels
Sommige niet-broedvogelsoorten, waarvoor het Natura 2000-gebied is aangewezen, slapen en/of foerageren in het Natura 2000-gebied en foerageren deels ook in gebieden buiten de grenzen van het gebied. Door de externe werking van de Wet natuurbescherming zijn mobiele soorten ook beschermd buiten de begrenzing van Natura 2000-gebieden. Het gaat dan om soorten zoals ganzen en Smient. Hieronder wordt voor deze soorten nader op mogelijke effecten ingegaan.

Het Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht heeft voor de Kolgans uitsluitend een foerageerfunctie als doelstelling. Zoals gezegd in paragraaf 3.2 liggen de daadwerkelijke aantallen Kolganzen in het Natura 2000-gebied ruim onder het instandhoudingsdoel (zie figuur 3.1): de gemiddelde populatiegrootte in de periode 2015/16 – 2019/20 bedraagt 811 vogels, terwijl het instandhoudingsdoel 2.100 vogels bedraagt (tabel 4.5). Daarbij moet wel worden bedacht dat de populatie Kolganzen aanzienlijke fluctuaties vertoont (zie figuur 3.1) en dat patronen op grote ruimtelijke schaal van invloed kunnen zijn op de lokale aantallen. Met een gemiddelde populatiegrootte van 811 vogels en een natuurlijke sterfte van 27,6% (bron: British Trust for Ornithology, www.bto.org) komt de 1%-norm op 2,2 dieren per jaar (tabel 4.5). Uit de analyses met het Flux Collision Model blijkt dat maximaal 1 slachtoffer per jaar onder Kolgans wordt verwacht. Dit is ruim onder de 1%-norm van het relevante Natura 2000-gebied.

De realisatie van zonnevelden (9 ha) zou kunnen leiden tot een verlies aan graasoppervlak voor ganzen. Overwinterende ganzen kunnen verder worden verstoord door de aanwezigheid van windturbines, waarbij de verstoringsafstanden variabel zijn, van 800 m bij de Kolgans tot slechts 100-200 m bij de Kleine Rietgans (Kruckenberg & Jaene 1999, Larsen & Madsen 2000). Hierbij is ook sprake van gewenning waarbij de omvang van de verstoring ook afhankelijk lijkt te zijn

van het voedselaanbod. In andere studies wordt een gemiddelde verstoringsafstand tussen 150-400 m aangehouden voor zwanen-, ganzen en enkele steltlopersoorten, (Hötker *et al*. 2006, Steinborn *et al*. 2011, Langgemach & Dürr 2015). Uitgaande van 400 m wordt ongeveer 86 ha grasland en 28 ha akker potentieel foerageergebied door de windturbines beïnvloed.

Uit gegevens van de NDFF blijkt dat de afgelopen 10 jaar geen foeragerende Kolganzen in de ruime omgeving van het plangebied zijn aangetroffen. Ook tijdens de tellingen in 2021/2022 zijn er geen Kolganzen aan de grond waargenomen. Naar verwachting worden de graslanden in de omgeving van de windturbines en zonnepark niet door deze soort gebruikt. Daarnaast zijn er binnen een straal van 5 kilometer van het Natura2000 gebied voldoende alternatieve locaties als foerageergebied voor deze soort.

Significant negatieve effecten op kwalificerende Kolganzen kunnen daarom worden uitgesloten.

Tabel 4.5: Beoordeling Kolgans aanvaringsslachtoffers tijdens het winterseizoen aan de 1%-norm, voor de verschillende alternatieven (Gr. = grote turbines, met rotorzone 80-250 m; Kl. = kleine turbines, met rotorzone 70-210 m). IHDS = belangrijkste functie van het gebied voor de soort. IHD = Instandhoudingsdoelstelling voor populatie in het gebied: langjarige gemiddelde van het aantal overwinterende of doortrekkende individuen. N2000 pop = gemiddelde populatiegrootte in Natura-2000 gebied Uiterwaarden Zwarte water en Vecht (data: SOVON). Nat mort = natuurlijke sterfte (bron: www.bto.org).

Soort	Mortaliteit Gr. turbines	Mortaliteit Kl. turbines	IHDS	IHD	N2000 pop	Nat mort	1%-norm
Kolgans	1	1	foerageergebied	2100	811	27,6 %	2,2

De Smient is voor het Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht aangewezen als niet-broedvogelsoort. Smienten foerageren voornamelijk binnen een straal van globaal 5 km van de slaapplaatsen in de Natura 2000-gebieden. Het is aan te nemen dat deze soort minder ver foerageert dan ganzen. Tijdens de veldbezoeken zijn geen Smienten in het plangebied waargenomen. Dit wordt ondersteund door gegevens uit de NDFF (2017 -2022). Daarom, ondanks de afstand van potentiële slaapplaatsen tot het plangebied (>2,5 km), worden geen kwalificerende Smienten binnen het plangebied verwacht. De realisatie van het windpark veroorzaakt daarom geen conflict met de Wet natuurbescherming ten aanzien van de Smient.

4.5 Effecten op overige beschermde gebieden

4.5.1 Natuurnetwerk Nederland en Natuur buiten NNN

In de bovenstaande paragraaf zijn de effecten weergegeven op het Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte water en Vecht, onderdeel van het Natuurnetwerk Nederland. Op basis daarvan kan worden geconcludeerd dat er mogelijke wel een ecologische relatie is maar dat er geen significante effecten zijn te verwachten. Er is daarom geen aantasting te verwachten van de wezenlijke waarden van dit deel van het NNN.

Het NNN-gebied ten noorden van het plangebied is vooral van belang voor weidevogels. Gezien de grote afstand tussen deze gebieden en de windturbines, zijn er geen negatieve effecten te verwachten op de wezenlijke waarden van dit deel van het NNN.

4.6 Open grasland weidevogel beheergebied kritische soorten

Het gebied waar er twee windturbines worden aangelegd, maakt deel uit van een in de Omgevingsvisie vastgesteld open grasland weidevogel beheergebied kritische soorten. Het gaat om een gebied waarvoor de Provincie Overijssel de ambitie heeft om de weidevogelwaarden alhier te versterken. Een van de instrumenten die hiervoor kunnen worden aangewend zijn het inzetten van SNL (subsidieregeling Natuur en Landschap).

Uit paragraaf 4.3.2 (paragraaf 'weidevogels') komt naar voren dat de aanleg van de windturbines leidt tot een beperkte aantasting van de kwaliteit van een deel van het weidevogelgebied. Daarmee is er een tegenstrijdigheid met de beleidsdoelen zoals die zijn vastgelegd in de Omgevingsvisie en het Natuurbeheerplan 2022. Om deze reden wordt de initiatiefnemer geadviseerd om hierover in overleg te treden met het bevoegd gezag (Provincie Overijssel).

4.7 Cumulatieve effecten

Binnen een straal van 30 km is sprake van vijf andere initiatieven om windenergie op te wekken, namelijk Windpark Bovenwind, Windpark Veur de wind, Windpark Hattemerbroek, Windpark Groen en Windpark Kampen. De ecologische effecten van deze windparken worden hieronder kort beschreven.

Windpark Bovenwind in Staphorst van coöperatie Wij Duurzaam Staphorst heeft betrekking op een driehoek opstelling van drie turbines. De ecologische effecten zijn als volgt (zie Klop *et al*. 2019):

- De turbines kunnen leiden tot meer dan incidentele slachtoffers onder Kolgans, Kokmeeuw, duiven en verschillende soorten zangvogels. Er wordt een mortaliteit verwacht in de ordegrootte van ca. 10 slachtoffers per turbine per jaar.
- Mogelijke effecten op de Natura 2000-gebieden Wieden en Zwarte meer bestaan uit maximaal 2 slachtoffers per jaar onder Kolgans. Dit is echter ruim lager dan de 1%-norm van de betrokken populaties, zodat significant negatieve effecten op nabijgelegen Natura 2000-gebieden kunnen worden uitgesloten.
- Per jaar worden enkele slachtoffers verwacht onder Gewone dwergvleermuis. De mortaliteit ligt ver onder de bijbehorende 1%-norm. Er is geen sprake van een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding. Onder Ruige dwergvleermuis, Rosse vleermuis en Laatvlieger worden hooguit incidentele slachtoffers verwacht. Dit is verwaarloosbaar ten opzichte van de natuurlijke sterfte bij deze soorten.

Windpark Veur de wind van coöperatie Nieuwleusen Synergie heeft betrekking op twee turbines nabij een reeds bestaand windpark ten westen van Nieuwleusen. De effecten kunnen als volgt worden samengevat (gebaseerd op Gyimesi *et al*. 2016, Kleyheeg-Hartman 2017):

- Er worden geen structurele aanvaringsslachtoffers onder lokale broedvogels verwacht. Wel kunnen per jaar enkele slachtoffers vallen onder de niet-broedvogels Wilde eend, Kokmeeuw, Stormmeeuw, en verschillende trekvogels als lijsters en Spreeuw tijdens de seizoensmigratie.
- De realisatie van het windpark heeft geen effect op kwalificerende habitatsoorten en/of habitattypen van omliggende Natura 2000-gebieden. Voor de vogelsoorten Kolgans, Grutto, Kievit en Smient uit het nabijgelegen Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht is het totaaleffect van Windpark Veur de wind verwaarloosbaar klein (zie §5.2.1 en §7.2.3 in Gyimesi *et al*. 2016).
- Significant negatieve effecten op omliggende Natura 2000-gebieden kunnen daarmee worden uitgesloten.

- Bij vleermuizen kunnen slachtoffers vallen onder Gewone dwergvleermuis, Rosse vleermuis en Laatvlieger. De maximale jaarlijkse sterfte onder deze soorten is ingeschat op ca. 3 slachtoffers bij Gewone dwergvleermuis en <1 slachtoffer bij Rosse vleermuis of Laatvlieger. Hier is in een stilstandvoorziening voorzien.

Bij **Windpark Energiemaatschappij Hattemerbroek** gaat het om vier turbines langs de N50 bij het verkeersknooppunt Hattemerbroek. De effecten op beschermde natuurwaarden kunnen als volgt worden samengevat (gebaseerd op Klop 2016, 2017 en Kleyheeg-Hartman *et al*. 2018):

- Op basis van een worst-caseanalyse kunnen hier onder 22 vogelsoorten meer dan incidentele aanvaringsslachtoffers vallen. In de praktijk zal de mortaliteit beperkt zijn tot slechts een paar soorten waarbij sprake is van structurele slachtoffers. De voornaamste risicosoorten zijn Wilde eend, Kievit, Kokmeeuw en enkele zangvogels als Boerenzwaluw, Huiszwaluw, en Spreeuw.
- Voor Smient, Wilde eend en Kievit worden jaarlijks enkele slachtoffers uit Natura 2000-gebieden voorzien. Dit is echter ruim lager dan de 1%-norm van de betrokken populaties, zodat significant negatieve effecten op nabijgelegen Natura 2000-gebieden kunnen worden uitgesloten.
- Ten aanzien van vleermuizen kunnen enkele slachtoffers per jaar vallen onder Ruige dwergvleermuis en Rosse vleermuis. Het gaat hierbij om lage aantallen aangezien geen sprake is van gestuwde trek en de vliegactiviteit binnen het plangebied relatief laag is. Voor beide soorten geldt dat in het windpark hooguit incidenteel (ordegrootte 0–3) slachtoffers per jaar worden verwacht. Hierbij is ook voorzien in een stilstandvoorziening.

Windpark Groen heeft betrekking tot 90 turbines in Flevoland. Ongeveer de helft van dit windpark ligt binnen de straal van 30 km. De effecten op beschermde natuurwaarden kunnen als volgt worden samengevat (gebaseerd op Ministerie van EZK en Ministerie van BZK 2019)

- Ten gevolge van windturbines treden 10 aanvaringsslachtoffers per turbine per jaar op onder vogels.
- Uit de Passende Beoordeling komt voor 3 soorten waarvoor instandhoudings-doelstellingen zijn gesteld naar voren dat er jaarlijks slachtoffers worden verwacht. Voor de Grauwe gans (Natura 2000- gebieden Ketel- en Vossemeer en Oostvaardersplassen) en de Toendrarietgans (Natura 2000-gebied Ketel- en Vossemeer) komt het berekende aantal aanvaringsslachtoffers uit op 1-2 slachtoffers per jaar. Voor de Kleine zwaan (Natura 2000-gebied Veluwerandmeren) zijn 1-2 slachtoffers per jaar verwacht. Deze sterfte is kleiner dan de 1% mortaliteitsgrens voor de actuele populaties van de Natura 2000-gebieden. Voor de Brandgans en Kolgans komt het berekende aantal aanvaringsslachtoffers uit op <1 slachtoffer per jaar.
- Voor de vleermuissoorten is de additionele sterfte berekend op ca. 58 slachtoffers per jaar. Door een gerichte stilstandvoorziening is de sterfte, ook in cumulatie lager dan de 1% mortaliteitsnorm. Significant negatieve effecten op Natura 2000-doelstellingen zijn met zekerheid uit te sluiten evenals, rekening houdend met mitigatie, negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding van beschermde soorten. Daarmee is een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding uitgesloten.

Windpark Kampen heeft betrekking tot twee windturbines. De effecten kunnen als volgt worden samengevat (gebaseerd op Bureau Waardenburg, 2021).

- Het gebruik van de twee geplande windturbines bij Kampen leiden tot een voorzienbare sterfte van 11 lokale vogelsoorten die binding hebben met het plangebied (o.a. broedvogelsoort: Kokmeeuw en niet-broedvogelsoorten: Wilde eend, Wulp, Kokmeeuw) en 102 vogelsoorten op seizoenstrek. In totaal gaat naar schatting maximaal op jaarbasis om 20 aanvaringsslachtoffers bij beide windturbines samen.

- (Significant) negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van alle habitattypen en soorten van Bijlage II Habitatrichtlijn, broedvogels en niet-broedvogels van Natura 2000-gebieden in de omgeving zijn uitgesloten.
- De twee geplande windturbines veroorzaken jaarlijks sterfte onder Gewone dwergvleermuis en Ruige dwergvleermuis en incidenteel onder Rosse vleermuis (< 1 exemplaar per jaar - hooguit enkele exemplaren gedurende de looptijd van het windpark). Hierbij is ook voorzien in een stilstandvoorziening. De gunstige staat van instandhouding van deze soorten is niet in het geding.

Cumulatieve effecten op Natura 2000-gebieden
Zoals blijkt uit onderhavige beoordeling kunnen vanwege de afstand tussen Windpark Tolhuislanden en het omliggende Natura 2000-gebied effecten als verstoring, barrièrewerking of areaalverlies op voorhand worden uitgesloten.

Uit de analyses met het Flux Collision Model blijkt dat in Windpark Tolhuislanden maximaal 1 slachtoffer per jaar onder Kolgans wordt verwacht. Omdat de afstand klein is (2,5 km), kan dit in theorie een Kolgans uit het omliggende Natura 2000-gebied zijn. Bij Windpark Veur de wind worden hooguit incidenteel slachtoffers onder Kolgans verwacht (Gyimesi *et al*. 2016, Kleyheeg-Hartman 2017). Bij Windpark Bovenwind worden onder Kolgans 2 slachtoffers per jaar verwacht. Het is waarschijnlijker dat deze Kolganzen afkomstig zijn uit de Natura 2000-gebieden Wieden en Zwarte meer (met slaapplaatsfunctie) dan uit het Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte water en Vecht die aangewezen is met foerageergebied functie. Er is daardoor geen sprake van cumulatieve effecten op kwalificerende Kolganzen uit het omliggende Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte water en Vecht.

Tabel 4.6: Kolgans aanvaringsslachtoffers tijdens het winterseizoen aan de 1%-norm, voor de verschillende Windparken en Natura 2000-gebieden. IHDS = belangrijkste functie van het gebied voor de soort. IHD = Instandhoudingsdoelstelling voor populatie in het gebied: langjarige gemiddelde van het aantal overwinterende of doortrekkende individuen. N2000 pop = gemiddelde populatiegrootte in het Natura-2000 gebied (data: SOVON). Nat mort = natuurlijke sterfte (bron: www.bto.org).

Windpark	Verwachte mortaliteit onder Kolganzen	Uit welk N2000-gebied	1%-norm
Tolhuislanden	1	Uiterwaarden Zwarte water en Vecht	2,2
Bovenwind	2	Zwarte meer	33
Veur de wind	Incidenteel (<1)	Uiterwaarden Zwarte water en Vecht	2,2
Hattemerbroek	0-1	Rijntakken	377
Groen	incidenteel (<1)	Rijntakken	377
Kampen	0,2	Ketelmeer & Vossemeer	1,2

Al met al is geen sprake van cumulatie met de windparken Bovenwind, Veur de wind, Hattemerbroek, Groen en Kampen ten aanzien van effecten op het Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte water en Vecht.

Cumulatieve effecten op vogels

Bij Windpark Tolhuislanden is bij realisatie van drie turbines sprake van meer dan incidentele slachtoffers onder de niet-broedvogels Holenduif, Houtduif, Kauw, Kokmeeuw, Stormeeuw en Spreeuw. Van de hier genoemde soorten is bij de overige windparken sprake van meer dan incidentele slachtoffers onder Kokmeeuw, Stormmeeuw, Houtduif, Holenduif en Spreeuw (tabel 4.7). Hierbij moet worden opgemerkt dat voor een van de vijf betreffende windparken, WP Hattemerbroek, geen modelberekeningen zijn uitgevoerd: de mortaliteit is bepaald op basis van *expert judgement* en worden ordegroottes aangegeven. Bij WP Veur de wind, WP Bovenwind, WP Groen en WP Kampen is de mortaliteit op basis van modelberekeningen bepaald (Kleyheeg-Hartman 2017, Klop et al 2019, Ministerie van EZK en Ministerie van BZK 2019, Bureau Waardenburg 2021).

Veruit de hoogste mortaliteit vindt plaats bij WP Groen, met voornamelijk slachtoffers onder Spreeuw (11-50), Kokmeeuw, (11-50) en Stormmeeuw (11-50). Bij WP Bovenwind is de mortaliteit maximaal 5 voor Spreeuwen en maximaal 1-2 voor Kokmeeuw en de twee duivensoorten. Bij WP Veur de wind ligt de mortaliteit voor Spreeuwen tussen 3 en 10 en maximaal 1-2 voor de meeuwen soorten. Bij WP Hattemerbroek is de mortaliteit voor Spreeuwen ingeschat op maximaal 5 en voor duiven en meeuwensoorten op maximaal 2. Tijdens de trekperiodes in het voorjaar en najaar trekken miljoenen Spreeuwen door Nederland, en de cumulatieve mortaliteit van de hier beoordeelde windparken ligt dusdanig ver onder de 1%-norm dat dit als verwaarloosbaar kan worden beschouwd. Ook bij de winterpopulaties van de meeuwen en duivensoorten is dat het geval. Bij soorten waarvan in de windparken geen structurele slachtoffers worden verwacht, kan deze incidentele mortaliteit als verwaarloosbaar worden beschouwd.

Tabel 4.7: Mortaliteit onder wintervogels voor de verschillende windparken (WP1= Tolhuislanden; WP2= Hattemerbroek; WP3= Veur de wind; WP4=Bovenwind; WP5=Groen; WP6=Kampen). Het aantal slachtoffers is per windpark per jaar. NL pop = gemiddelde landelijke populatie niet-broedvogels (data: SOVON). Nat mort = natuurlijke sterfte (bron: British Trust for Ornithology, www.bto.org).

Soort	Mort. WP1	Mort. WP2*	Mort. WP3	Mort. WP4	Mort. WP5	Mort. WP6	Cumulatie	NL pop	Nat mort	1%-norm
Holenduif	4	< 2	< 1**	1-2	3-10	< 1	9-18	150.000	45 %	675
Houtduif	42	< 2	< 1**	1-2	3-10	< 1	47-56	1.500.000	39 %	5895
Kauw	1-7	< 1	< 1**	0-1	1-2	< 1	2-10	400.000	31 %	1224
Kokmeeuw	3-7	< 2	1-2	1-2	11-50	< 1	17-63	400.000	10 %	400
Spreeuw	1	< 5	3-10**	5	11-50	1-2	19-63	2.000.000	31 %	6260
Stormmeeuw	7-16	< 2	1-2	-	11-50	< 1	20-70	390.000	14 %	546
Zwarte kraai	1	< 1	-	-	1-2	-	2-3	300.000	52 %	1560

*Bij WP Hattemerbroek worden ordegroottes aangegeven, de mortaliteit is niet op basis van modelberekeningen bepaald.

**Bij WP Veur de wind worden voor deze soorten slachtoffers verwacht onder vogels op seizoenstrek. Deze zijn nu niet meegenomen in de cumulatie, waar de 1%-norm op de gemiddelde landelijke populatie niet-broedvogels is berekend.

Effecten in relatie tot de gunstige staat van instandhouding
Onder de wintervogels waarbij meer dan incidentele slachtoffers worden verwacht, hebben Houtduif, Holenduif, Kokmeeuw, Stormmeeuw, en Spreeuw een gunstige staat van instandhouding. De GSI van Kauw is niet beoordeeld door Sovon.

Ten aanzien van de hier besproken soorten is het niet aannemelijk dat de sterfte in Windpark Tolhuislanden tot een aantasting van de gunstige staat van instandhouding zal leiden. Dit geldt ook in cumulatie met de vijf nabijgelegen initiatieven. Een effect van Windpark Tolhuislanden op de gunstige staat van instandhouding van de betrokken populaties is ook in een breder perspectief gezien daarom met zekerheid uit te sluiten.

Cumulatieve effecten op vleermuizen
Bij Windpark Tolhuislanden worden vooralsnog uitsluitend structurele slachtoffers verwacht onder Gewone dwergvleermuis en Rosse vleermuis, in de ordegrootte van enkele (3-6) slachtoffers per jaar in het gehele windpark.

De maximale jaarlijkse sterfte onder de Gewone dwergvleermuis bij de windparken Bovenwind, Veur de wind, Hattemerbroek, Groen en Kampen bedraagt respectievelijk maximaal ca. 1-2, 3, 3, 11, 4 slachtoffers per jaar. In zijn totaliteit ligt de cumulatieve mortaliteit in de ordegrootte van ca. 25 slachtoffers per jaar. Gebaseerd op een gebied met een straal van 30 km waarbinnen genetische uitwisseling plaatsvindt, bedraagt de lokale populatie ca. 25.000 dieren. De bijbehorende 1%-norm voor de lokale populatie komt dan op 51 tot 84 dieren. De cumulatieve mortaliteit ligt ruim onder de bijbehorende 1%-norm en er is geen sprake van een effect op de gunstige staat van instandhouding.

De maximale jaarlijkse sterfte onder de Rosse vleermuis is bij de windparken Bovenwind, Veur de wind en Kampen incidenteel (<1), en bij windparken Hattemerbroek en Groen bedraagt respectievelijk, 0-3 en 3 slachtoffers per jaar. Voor het windpark Groen is uitgegaan van de helft (gehele windpark Groen betreft 6 aanvaringsslachtoffers Rosse vleermuis). In zijn totaliteit ligt de cumulatieve mortaliteit inclusief WP Tolhuislanden in de ordegrootte van ca. 6-12 slachtoffers per jaar. Gebaseerd op een gebied met een straal van 30 km waarbinnen genetische uitwisseling plaatsvindt, bedraagt de lokale populatie ca. 339–509 dieren. De bijbehorende 1%-norm voor de lokale populatie komt dan op 1,5-2,2 dieren. De cumulatieve mortaliteit ligt hiermee op boven de bijbehorende 1%-norm. Er is sprake van een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding.

Bij WP Tolhuislanden worden hooguit incidentele slachtoffers verwacht onder Ruige dwergvleermuis en Laatvlieger. In WP Veur de wind gaat het om 1 slachtoffer per jaar onder Laatvlieger (Gyimesi *et al*. 2016). In WP Bovenwind is de mortaliteit ingeschat als enkele Ruige dwergvleermuizen per jaar en <1 Laatvliegers (Klop et al. 2019). Bij WP Groen liggen de aantallen Ruige dwergvleermuizen rond de 12 aanvaringsslachtoffers en <1 exemplaar van de Laatvlieger. Al met al is de cumulatieve mortaliteit onder deze soorten lager dan de 1% norm. Er is geen sprake van een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding.

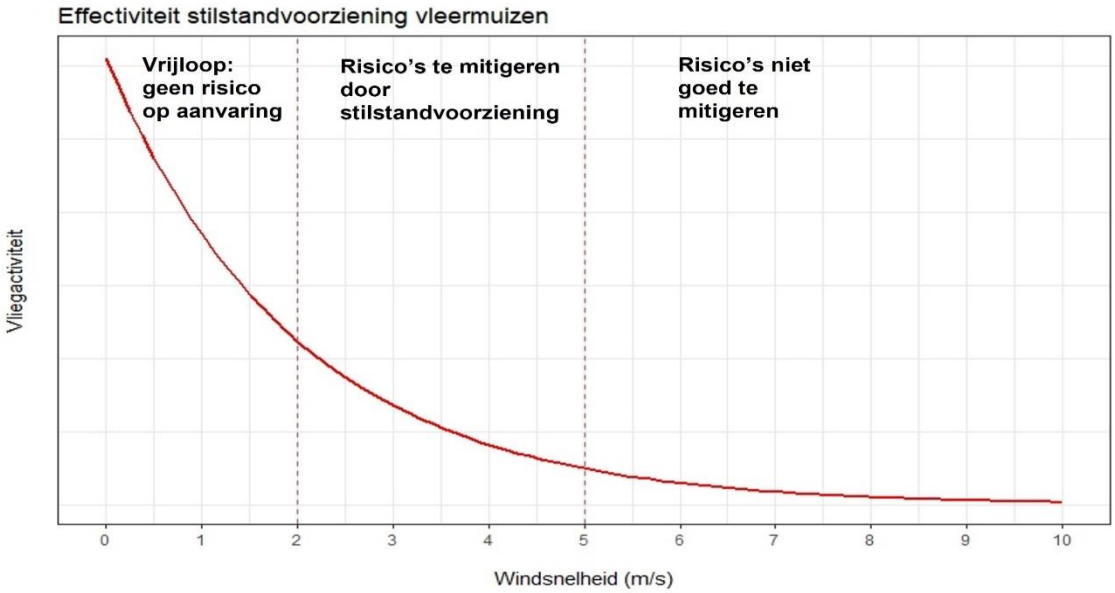
Stilstandvoorziening
Mortaliteit onder vleermuizen is goed te mitigeren door middel van een stilstandvoorziening. Uit de literatuur en eerder onderzoek is bekend dat de vliegactiviteit van vleermuizen het hoogst is tijdens nachten met weinig wind en temperaturen hoger dan ongeveer 12 °C. Vrijwel alle vliegactiviteit vindt plaats bij windsnelheden lager dan 5-6 m/s (Ahlén *et al*. 2007, Gray *et al*. 2012, Limpens *et al*. 2013, Cryan *et al*. 2014). Het effect van windsnelheid op vliegactiviteit is echter soortspecifiek: Ruige dwergvleermuis en Rosse vleermuis lijken wat toleranter te zijn voor

hogere windsnelheden dan Gewone dwergvleermuis. De relatie tussen windsnelheid en vliegactiviteit biedt mogelijkheden voor mitigatie. De meeste moderne turbines hebben een 'cut-in speed' (windsnelheid waarbij de turbine gaat draaien) van circa 3 m/s; indien deze cut-in speed wordt verhoogd naar 5-6 m/s betekent dit dat er vrijwel geen vleermuizen meer vliegen als de turbine operationeel is. Een hogere cut-in speed betekent dus minder risico op aanvaringen en daardoor een substantieel lagere mortaliteit. In de VS is de effectiviteit van een verhoging van de startsnelheid uitvoerig onderzocht en blijkt een reductie van de mortaliteit tussen 44% en 93% haalbaar (Baerwald *et al*. 2009, Arnett *et al*. 2010, 2011). Tegelijkertijd is het rendementsverlies van de turbines gering vanwege het lage rendement bij lage windsnelheden. Bovendien hoeft het alleen te worden toegepast in de zomerperiode, tussen zonsondergang en zonsopkomst en bij temperaturen hoger dan 12 °C. Het verhogen van de cut-in speed is dus een zeer effectieve vorm van mitigatie. Onderzoek naar de relatie tussen windsnelheid en de vliegactiviteit van vleermuizen op gondelhoogte in Windpark Noordoostpolder laat zien dat bij windsnelheden tot maximaal 5 m/s de volgende percentages van de vliegactiviteit plaatsvinden (zie Klop & Kappers 2022):

- Gewone dwergvleermuis: 97%
- Ruige dwergvleermuis: 92%
- Laatvlieger: 100%
- Rosse vleermuis: 95%

Met andere woorden, bij een windsnelheid van 5 m/s is nog slechts een klein percentage van de vleermuizen actief. Met name de relatief laagvliegende soorten als Gewone dwergvleermuis en Laatvlieger zijn dan al grotendeels gestopt met vliegen. Bij de hoogvliegende soorten als Ruige dwergvleermuis en Rosse vleermuis is een iets groter percentage nog actief (respectievelijk 8% en 5%).

Bovenstaande relatie tussen windsnelheid en vliegactiviteit kan worden gebruikt om een analyse te maken van de potentiële effectiviteit van een stilstandvoorziening voor de betrokken soorten. Hierbij is van belang dat bij zeer lage windsnelheden de turbines sowieso stilstaan of in vrijloop draaien. Het is niet bekend wat de cut-in speed is van de geplande turbines; bij de meeste moderne turbines ligt dit in de ordegrootte van 2–3 m/s. Gemakshalve wordt er hier vanuit gegaan dat de geplande turbines operationeel worden bij een windsnelheid van 2 m/s. Hieruit volgt de aanname dat bij windsnelheden tot 2 m/s geen sprake is van aanvaringsrisico's onder vleermuizen. De aanvaringsrisico's als relatie van windsnelheid zijn visueel samengevat in figuur 4.6. Hieruit wordt duidelijk dat een stilstandvoorziening alleen effectief is op de mortaliteit die plaatsvindt bij windsnelheden tussen 2 en 5 m/s.



Figuur 4.6: Indicatieve curve van de vliegactiviteit onder vleermuizen als functie van windsnelheid, en de zones waarin een stilstandvoorziening voor vleermuizen effectief is. De verticale stippellijn bij 2 m/s geeft de cut-in speed weer; de lijn bij 5 m/s geeft de boevengrens aan van de stilstandvoorziening. Aanvaringsrisico's bij hogere windsnelheden zijn alleen te mitigeren indien de cut-in speed verder wordt verhoogd.

Op basis van de data in windpark Noordoostpolder vindt ca. 35% van de vliegactiviteit van Ruige dwergvleermuis plaats bij windsnelheden hoger dan 2 m/s (Klop & Kappers 2022). Hiervan vindt 80% plaats bij windsnelheden tussen 2 – 5 m/s. Met andere woorden, een stilstandvoorziening die de cut-in speed verhoogt van 2 m/s naar 5 m/s kan de mortaliteit onder Ruige dwergvleermuis met maximaal 80% reduceren. Dit percentage zal voor Rosse vleermuis nog iets hoger zijn, omdat de vliegactiviteit van deze soort iets sneller afneemt dan van Ruige dwergvleermuis (zie de hiervoor genoemde percentages). Een stilstandvoorziening die de cut-in speed verhoogt van 2 m/s naar 5 m/s kan de mortaliteit onder Rosse vleermuis met maximaal 85% reduceren (Klop & Kappers 2022).

Bij een stilstandvoorziening zal niet alleen de sterfte onder Ruige dwergvleermuis en Rosse vleermuis, maar ook onder de andere soorten sterk worden gereduceerd. Aangezien de Gewone dwergvleermuis veel eerder stopt met vliegen bij hoge windsnelheden dan Ruige dwergvleermuis of Rosse vleermuis, zal de mortaliteit onder Gewone dwergvleermuis in het windpark bij een verhoging van de cut-in speed tot 5 m/s worden gereduceerd tot praktisch nul. Dit geldt ook voor Laatvlieger. In cumulatie wordt de mortaliteit onder Gewone dwergvleermuis met een stilstandvoorziening tot 5 m/s gereduceerd tot hooguit enkele exemplaren per jaar. Dit is ruim onder de 1%-norm. Negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding kunnen daarmee ook in cumulatie met omliggende windparken worden uitgesloten.

Bij een 'strengere' stilstandvoorziening met een cut-in speed van 6 m/s kunnen slachtoffers onder de andere soorten nagenoeg worden uitgesloten. Bij deze windsnelheden zijn Laatvlieger en Gewone dwergvleermuis vrijwel niet op gondelhoogte waargenomen. Van Rosse vleermuis zijn enkele waarnemingen gedaan bij een windsnelheid van 6 m/s of hoger maar de vliegactiviteit is dusdanig laag dat de kans op slachtoffers vrijwel nihil is (figuur 4.6).

De verwachte mortaliteit in het windpark bedraagt 3 – 6 slachtoffers per jaar onder zowel Rosse vleermuis als Gewone dwergvleermuis (zie tabel 4.3). Uitgaande van een minimale jaarronde reductie met 85% komt de mortaliteit onder Rosse vleermuis na een stilstandvoorziening op

maximaal 0,45 – 0,9 slachtoffers per jaar. Dit is onder de 1%-norm van 2,2 slachtoffers. Negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding als gevolg van windpark Tolhuislanden kunnen daarmee worden uitgesloten.

Zoals hiervoor beschreven ligt de cumulatieve mortaliteit onder Rosse vleermuis in de ordegrootte van ca. 6-12 slachtoffers per jaar. De bijbehorende 1%-norm voor de lokale populatie ligt op 1,5 tot 2,2 slachtoffers per jaar. Na een reductie met 85% als gevolg van een stilstandvoorziening die in de omringende windparken is opgenomen en voor WP Tolhuislanden wordt voorgesteld, ligt het aantal aanvaringsslachtoffers tussen de 0,9 en 1,8 slachtoffers en blijft het aantal slachtoffers onder de 1%-norm. Hierbij dient te worden opgemerkt dat dit is een conservatieve berekening (worst case) betreft, waarbij eventuele migrerende dieren hierbij buiten beschouwing zijn gelaten. Mogelijk zal voor de lokale populatie van de Rosse vleermuis het aantal aanvaringsslachtoffers iets lager uitvallen. Daarbij komt dat er nog geen rekening is gehouden het feit dat de catchment areas van de genoemde windparken samengevoegd een veel groter areaal bestrijken dan een straal van 30 km waardoor er een grotere populatie bij betrokken zal zijn en hiermee een hogere 1% norm. Negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding kunnen als gevolg van de cumulatieve mortaliteit in combinatie met een stilstandvoorziening, met een cut-in speed tot en met 5 m/s, worden uitgesloten.

Naast een stilstandvoorziening adviseren we om de activiteit van vleermuizen ter hoogte van de windturbines te monitoren om de stilstandvoorziening af te stemmen op de lokale omstandigheden.

5 Conclusies

5.1 Verstoring, barrièrewerking en habitatverlies

- Indien de aanlegwerkzaamheden worden uitgevoerd tijdens het broedseizoen, kan sprake zijn van verstoring van broedende vogels. Dit kan worden voorkomen door te werken buiten het broedseizoen of door zeker te stellen dat geen broedende vogels zich vestigen op de werklocaties.
- Door de aanleg van het zonnepark en de windturbines is sprake van (tijdelijk) habitatverlies van de Grote modderkruiper. Hierdoor is er sprake van een tegenstrijdigheid met de Wet natuurbescherming en is een ontheffing nodig. In de ontheffing worden mitigerende maatregelen opgenomen om de effecten te minimaliseren, het gaat hierbij onder meer om het wegvangen van exemplaren en de periode van uitvoering.
- Ongeveer 114 ha aan potentieel weidevogelhabitat (90 ha grasland en 24 ha akker) wordt beïnvloed door de realisatie van de windturbines. Een groot deel hiervan is in huidige situatie niet geschikt voor weidevogels. De clusters met weidevogels binnen de invloedsfeer van de windturbines omvatten ongeveer 35 ha grasland en 10 ha akker. Hiervan wordt 7 ha ongeschikt als weidevogelgebied. Het habitatverlies is ongeveer 2% van het omringende weidevogelgebied. Hiermee is het effect van het habitatverlies beperkt en niet van invloed op de gunstige staat van instandhouding van de weidevogels.
- Door de realisering van de windturbines en zonneveld worden 45 territoria van weidevogels verstoord waardoor dit deel van de Tolhuislanden minder aantrekkelijk wordt voor deze soorten. Naar verwachting zal een deel van de broedparen van de Wulp, Kievit, Grutto en Tureluur zich handhaven rond de huidige plasdras situatie en beheerpercelen en het andere deel een andere broedplaats kunnen vinden in de omgeving ten noorden van de windturbines. Hiermee zal het effect van de verstoring vanuit de windturbines en zonnepark op deze soorten beperkt van aard zijn en niet van wezenlijke invloed op de staat van instandhouding van de betreffende weidevogels. Er is geen tegenstrijdigheid met de Wet natuurbescherming.
- In de omgeving van het VKA zijn verschillende jaarrond beschermde nesten aanwezig. Het gaat hierbij om Roek, Buizerd, Torenvalk en enkele weidevogelsoorten waaronder Grutto, Tureluur, Veldleeuwerik en Wulp. Er is voor deze soorten geen sprake van een tegenstrijdigheid met de Wet natuurbescherming ten aanzien van jaarrond beschermde nestplaatsen.
- Er is geen tegenstrijdigheid met de Wet natuurbescherming ten aanzien van verblijfplaatsen, vliegroutes en foerageergebied van vleermuizen, mits lichtuitstraling naar het nabijgelegen wateroppervlak wordt voorkomen.
- Er is geen sprake van wezenlijke barrièrewerking op seizoensmigratie van vogels of op de dagelijkse vliegbewegingen tussen slaapplaats en foerageergebied van (water)vogels.

5.2 Aanvaringsslachtoffers onder vogels en vleermuizen

- De realisatie van Windpark Tolhuislanden kan leiden tot meer dan incidentele slachtoffers onder Kauwen, Spreeuwen, en twee soorten meeuwen en duiven.
- Voor alle waargenomen vogelsoorten geldt dat de verwachte mortaliteit ruim onder de 1%-norm blijft. Er is geen sprake van een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding.

- Bij vleermuizen wordt onder de Gewone dwergvleermuis en de Rosse vleermuis een meer dan incidentele mortaliteit voorzien. De mortaliteit ligt voor de Gewone dwergvleermuis ver onder de 1%-norm van de lokale populatie, terwijl de 1%-norm wordt voor de Rosse vleermuis overschreden. Er is daardoor voor deze soort sprake van een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding.
- Uitgaande van een minimale reductie met 85% door een stilstandvoorziening komt de mortaliteit onder Rosse vleermuis na een stilstandvoorziening op maximaal 0,45 – 0,9 slachtoffers per jaar. Dit is onder de 1%-norm. Negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding als gevolg van windpark Tolhuislanden kunnen daarmee worden uitgesloten.

5.3 Effecten op Natura 2000

- Vanwege de afstand kunnen effecten als verstoring, barrièrewerking of areaalverlies op Natura 2000-gebieden op voorhand worden uitgesloten.
- De afname van grasland als beschikbaar foerageergebied voor Kolgans, Smient en Kleine zwaan is zeer beperkt en heeft geen effect op deze soorten.
- Er wordt maximaal 1 slachtoffers per jaar onder Kolgans verwacht. Dit is onder de 1%-norm van het relevante Natura 2000-gebied. Significant negatieve effecten op kwalificerende Kolganzen kunnen daarom worden uitgesloten.
- Negatieve effecten op kwalificerende Habitattypen als gevolg van stikstofemissie kunnen worden uitgesloten.

5.4 Effecten op overige beschermde gebieden en beheergebieden

- Er bestaat mogelijk een ecologische relatie met het plangebied maar er zijn geen significante effecten te verwachten op de wezenlijke waarden van het NNN.
- Uit onderhavige studie komt naar voren dat de aanleg van de windturbines leiden tot een beperkt negatief effect op de kwaliteit van het nabijgelegen weidevogelgebied. Daarmee is er een tegenstrijdigheid met de beleidsdoelen, zoals die zijn vastgelegd in het in de Omgevingsvisie en het Natuurbeheerplan 2022. Om deze reden wordt de initiatiefnemer geadviseerd om hierover in overleg te treden met het bevoegd gezag (Provincie Overijssel).

5.5 Cumulatieve effecten

- In cumulatie kunnen significant negatieve effecten op Natura 2000-gebieden en overige vogelsoorten worden uitgesloten.
- Voor de Rosse vleermuis ligt de cumulatieve mortaliteit in de ordegrootte van ca. 6-12 slachtoffers per jaar. De bijbehorende 1%-norm voor de lokale populatie ligt op 1,5-2,2 slachtoffers per jaar. Na een reductie met 85% als gevolg van stilstand blijft het aantal slachtoffers (de 0,9 en 1,8 slachtoffers per jaar) grotendeels onder de 1%-norm. Hierbij dient te worden opgemerkt dat dit is een conservatieve berekening (worst case) betreft, waarbij eventuele migrerende dieren buiten beschouwing zijn gelaten en dat er nog geen rekening is gehouden het feit dat de *catchment areas* van de genoemde windparken samengevoegd een veel groter areaal bestrijken dan een straal van 30 km en hiermee een hogere 1% norm. Negatieve cumulatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding van deze soort zijn daardoor uitgesloten.
- Voor de overige vleermuissoorten kunnen negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding in cumulatie met omliggende windparken worden uitgesloten.

6 Literatuur

Aerts, M., A. Spaans. 1987. Terreinkeuze van voedselzoekende Roeken Corvus frugilegus in Zuidoost-Drenthe. Limosa 60:123-128.).

Arcadis 2017. Groningse windparken: cumulatie ecologie. Rapport opgesteld voor de Provincie Groningen door Arcadis, Altenburg & Wymenga, Bureau Waardenburg en Pondera Consult.

Barnes, S. L. 1997 Home range analysis and habitat selection in rooks Corvus frugilegus L. in County Durham. MSc thesis, University of Durham, UK.

BIJ12, 2021. Kennisdocument Grote modderkruiper.

Bos, D. R. Kentie, G. Hoekstra Y. van der Heide E. Wymenga F. Hoekema, J. Hooijmeijer & T. Piersma De populaties van weidevogels in Nederland staan onder grote druk. De Levende Natuur - jaargang 118 - nummer 2 blz 40 -46.

Buij, R., R.H. Jongbloed, S. Geelhoed, H. van der Jeugd, E. Klop, S. Lagerveld, H. Limpens, H. Meeuwsen, F. Ottburg, P. Schippers, J. Tamis, J. Verboom, J.T. van der Wal, R. Wegman, E. Winter & A. Schotman. 2018. Kwetsbare soorten voor energie-infrastructuur in Nederland: overzicht van effecten van hernieuwbare energie-infrastructuur en hoogspanningslijnen op de kwetsbare soorten vogels, vleermuizen, zeezoogdieren en vissen, en oplossingsrichtingen voor een natuurinclusieve energietransitie. Wageningen Environmental Research, Rapport 2883.

Bunskoek, M. (red. P.W. Schermerhorn). Weidevogelinventarisatie Tolhuislanden-Ruiten-Veenekampen en het Lierder- en Molenbroek 2020 – Inzicht in de effecten van de subsidieregeling agrarisch natuurbeheer op de weidevogelstand. Rapport 2020-05a. Bunskoek Natuurlijk, Punthorst, 2020.

Bureau Waardenburg, 2021. Natuurtoets twee windturbines Kampen. Toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming en Natuurnetwerk Nederland. Rapport 20-097. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Chauvenet, A.L.M., A.M. Hutson, G.C. Smith & J.N. Aegerter 2014. Demographic variation in the U.K. serotine bat: filling gaps in knowledge for management. Ecology and Evolution 4: 3820–3829.

Cook, A.S.C.P., E.M. Humphreys, E.A. Masden & N.H.K. Burton 2014. The Avoidance Rates of Collision Between Birds and Offshore Turbines. Scottish Marine and Freshwater Science Volume 5, Number 16.

Coombs, C. J. F. 1961 Rookeries and roosts of the rook and jackdaw in south-west Cornwall. Part II. Roosting. Bird Study 8, 55-70.

Dietz, C., O. von Helversen & D. Nill 2011. Vleermuizen – alle soorten van Europa en Noordwest-Afrika. Tirion Uitgevers B.V.

Everaert J. (2015). Effecten van windturbines op vogels en vleermuizen in Vlaanderen. Leidraad voor risicoanalyse en monitoring. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015 (INBO.R.2015.6498022). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Fijn, R.C., K.L. Krijgsveld, H.A.M. Prinsen, W. Tijsen & S. Dirksen 2007. Effecten op zwanen en ganzen van het ECN windturbine testpark in de Wieringermeer: aanvaringsrisico's en verstoring van foeragerende vogels. Rapportnr. 07-094, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Griffin, L.R. & C.J. Thomas (2000). The spatial distribution and size of rook (Corvus frugilegus) breeding colonies is affected by both the distribution of foraging habitat and by intercolony competition. Porc. R. Soc. Lond. B. 267: 1463-1467.

Grünkorn, T., J. Blew, T. Coppack, O. Krüger, G. Nehls, A. Potiek, M. Reichenbach, J. von Rönn, H. Timmermann & S. Weitekamp 2016. Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen (PROGRESS). Schlussbericht zum durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des 6.

Energieforschungsprogrammes der Bundesregierung geförderten Verbundvorhaben PROGRESS, FKZ 0325300A-D.

Gyimesi, A., D.B. Kruijt & C. Heunks 2016. Windpark Nieuwleusen en effecten op natuur: achtergrondrapport natuur voor combi-MER. Windpark Nieuwleusen Rapportnr. 16-158, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Gerritsen, G.J. (2021). De broedbiologie van Wulpen in West-Overijssel. Limosa 94 (2021): 19-29.

Haarsma, A.J. 2016. Omgaan met effecten van windturbines op vleermuizen. De Levende Natuur 117: 11-15.

Heise, G. & T. Blohm, 2003. Zur Altersstruktur weiblicher Abendsegler (Nyctalus noctula) in der Uckermark. Nyctalus (N.F.) 9: 3-13.

Hötker H. 2006. Auswirkungen des 'Repowering' von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse. Michael-Otto-Institut im NABU-Forschungs- und Bildungszentrum für Feuchtgebiete und Vogelschutz, Berghusen.

Jouta, J., E. Klop, R. de Jong, E. van der Veen 2021. Externe werking wind- en zonne-energie rond Natura 2000-gebieden in Gelderland. A&W-rapport 21-084, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

Jonkvorst, R.J., M. Boonman & C. Heunks. 2019. Windplan Groen en effecten op natuur. Achtergrondrapport natuur en alternatievenafweging in het kader van het MER. Bureau Waardenburg Rapportnr. 18-017. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Kleyheeg-Hartman, J.C. 2017. Onderbouwing ontheffingsaanvraag Wnb t.a.v. vogelsterfte - uitbreiding Windpark Nieuwleusen. Notitie met kenmerk 15-765/17.09195/JonKl, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Kleyheeg-Hartman, J.C. 2018. Aanvulling passende beoordeling Windmolenpark Hattemerbroek: herbepaling en –beoordeling van aanvaringsslachtoffers van kwalificerende soorten. Rapportnr. 18-212, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Kleyheeg-Hartman, J.C., K.L. Krijgsveld, M.P. Collier, M.J.M. Poot, A.R. Boon, T.A. Troost & S. Dirksen 2018. Predicting bird collisions with wind turbines: Comparison of the new empirical Flux Collison Model with the SOSS Band model. Ecological Modelling 387: 144-153.

Klop, E. 2016. Verwachte mortaliteit vleermuizen bij Windpark Hattemerbroek. A&W-notitie FIM-KA #3 2016. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

Klop, E. 2017. Mortaliteit vogels Windmolenpark Hattemerbroek. A&W-rapport 2334-2, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

Klop, E. 2019. Ecologische beoordeling Windpark Staphorst. A&W-rapport 2508 Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

Klop, E & E. Kappers 2022 Vleermuizen in Windpark Noordoostpolder. Aanvullende analyses. A&W-rapport 21-061 Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden

Koopmans, M. 2019. Ecologisch onderzoek Tolhuislanden. Zomer 2019. A&W-rapport 2569. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

Kruckenberg H. & Jaene J. 1999. Zum Einfluss eines Windparks auf die Verteilung weidender Bläßgänse im Rheiderland (Landkreis Leer, Niedersachsen). Natur und Landschaft, 74(10), pp.420-427.

Larsen J. K. & Madsen J. 2000. Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese (Anser brachyrhynchus): A landscape perspective. Landscape ecology, 15(8), 755-764.

Langgemach T & Dürr T (2016): Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel. Stand 20. September 2016. 98 Seiten.

Limpens, H.J.G.A., M. Boonman, F. Korner-Nievergelt, E.A. Jansen, M. van der Valk, M.J.J. La Haye, S. Dirksen & S.J. Vreugdenhil 2013. Wind turbines and bats in the Netherlands-Measuring and predicting. Report 2013.12, Zoogdiervereniging & Bureau Waardenburg.

MacDonald, R. A. & Whelan, J. 1986 Seasonal variation in feeding range and flock structure of the rook Corvus frugilegus in eastern Ireland. Ibis 128, 540^557

Ministerie van EZK en Ministerie van BZK, 2019. Milieueffectrapport Windplan Groen. Rapport nummer 716137.

Plonczkier, P. & I.C. Simms 2012. Radar monitoring of migrating pink-footed geese: behavioural responses to offshore wind farm development. Journal of Applied Ecology 49: 1187-1194.

Rodrigues, L., Bach, L., Duborg-Savage, M. J., Karapandza, B., Kovac, D., Kervyin, T., Dekker, J., Kepel, A., Bach, P., Collins, J., Harbusch, C., Park, K., Micevski, B. & Minderman, J. (2015). Guidelines for consideration of bats in wind farm projects—Revision 2014. EUROBATS Publication Series, (3).

Roemer, C., T. Disca, A. Coulon & Y. Bas 2017. Bat flight height monitored from wind masts predicts mortality risk at wind farms. Biological Conservation 215: 116-122.

Rydel, l.J., Bach, L., Dubourg-Savage, M.J., Green, M., Rodrigues, L. & Hedenström, A. 2010. Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? European Journal of Wildlife Research 56: 823-827.

Rydell, J., H. Engström, A. Hedenström, J.K. Larsen, J. Pettersson & M. Green 2012. The effects of wind power on birds and bats: a synthesis. Report 6511, Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm.

Sendor, T. & Simon, M. Population dynamics of the pipistrelle bat: e□ects of sex, age and winter weather on seasonal survival. J. Anim. Ecol. 72, 308–320 (2003).

Steinborn, H., M. Reichenbach & H. Timmerman, 2011. Windkraft – Vögel – Lebensräume. Ergebnisse einer siebenjährigen Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel. ARSU Gmbh.

Smits, R.R., F. van Vliet & H.A.M. Prinsen 2015. Natuurtoets voor Windpark De Veenwieken provincie Overijssel: achtergrondrapport bij het MER. Rapportnr. 15-071, Bureau Waardenburg, Culemborg.

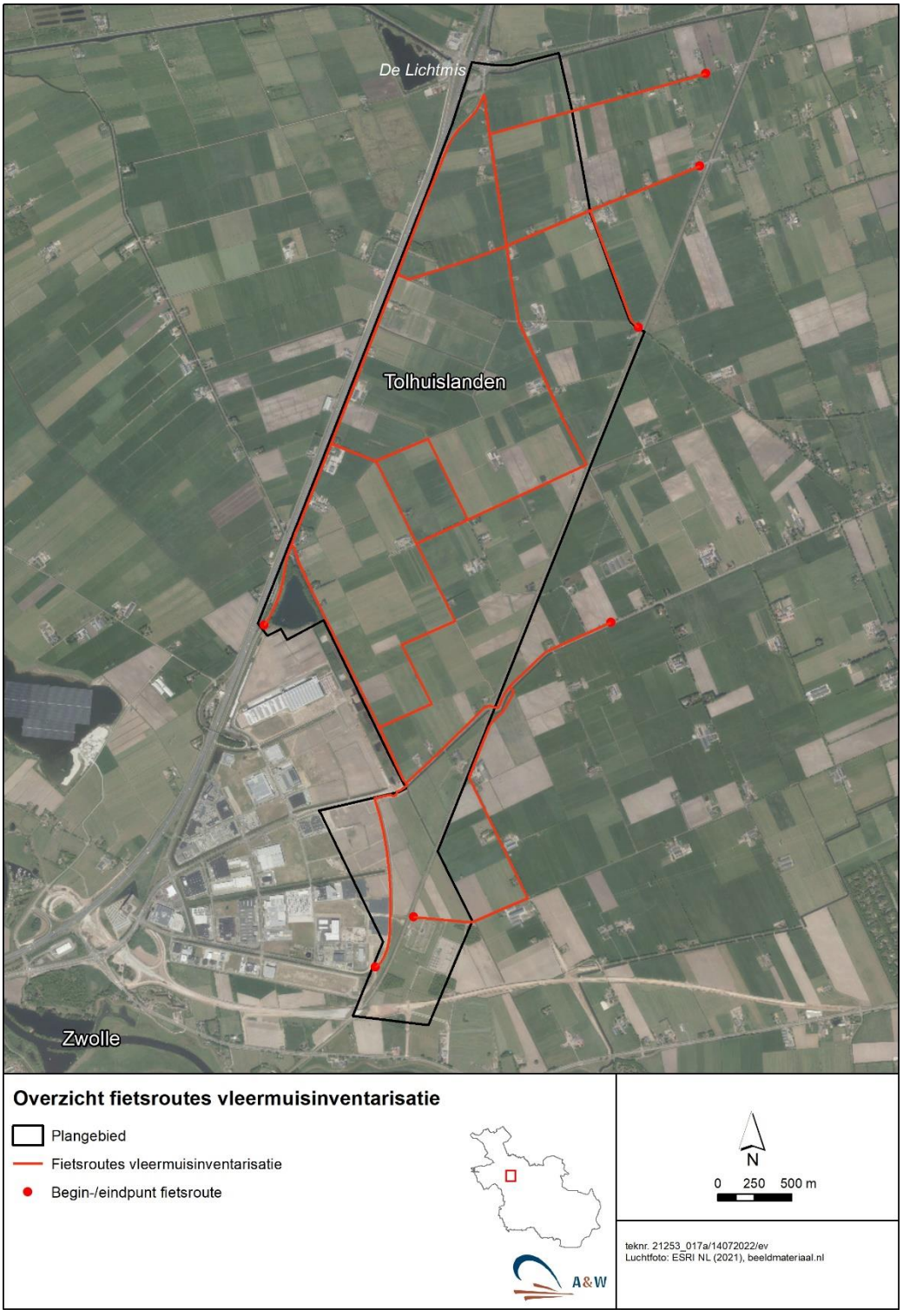
van der Hut et al. 2013

Van Vliet, F., M. Van der Valk, M. Boonman, K.D. van Straalen, J.C. Kleyheeg & J. Van der Winden, 2014. Natuurtoets Windpark Wieringermeer. Toetsing in het kader van de Flora- en faunawet. Rapport 13-244. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Vergeer J.W., van Dijk A.J., Boele A., van Bruggen J. & Hustings F. 2016. Handleiding Sovon broedvogelonderzoek: Broedvogel Monitoring Project en Kolonievogels. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Winkelman, J.E. 1992. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. Deel 2: nachtelijke aanvaringskansen. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.

Bijlage 1 Fietsroute vleermuisonderzoek



Bijlage 2 Vlieghoogtes

Tabel B2.1: aantal waarnemingen per soort tijdens de 7 wintertellingen, het totale aantal vogels, de gemiddelde vlieghoogte (in meters, gewogen per aantal vogels) en de standaard deviatie (SD).

	Soort	Waarnemingen	Aantal	Gem. hoogte	SD
1	Aalscholver	16	27	45	21,1
2	Blauwe kiekendief	2	2	16	15,6
3	Blauwe reiger	5	8	177,2	199,9
4	Brandgans	1	25	88	-
5	Buizerd	9	9	18,8	13,4
6	Canadese gans	7	90	33,3	9,5
7	Ekster	5	6	12,7	8,3
8	Gaai	2	2	9,5	6,4
9	Gans spec.	1	19	274	-
10	Goudplevier	1	340	76	-
11	Graspieper	12	50	24,4	9
12	Grauwe gans	42	487	85,7	64,6
13	Grote gele kwikstaart	1	1	25	-
14	Grote zilverreiger	4	4	22,2	10,9
15	Grutto	2	6	55	0
16	Holenduif	23	111	36,2	26,1
17	Houtduif	13	443	113,6	49,8
18	IJsvogel	1	1	1	-
19	Kauw	107	3719	52,1	27,9
20	Keep	2	5	79	49,5
21	Kievit	16	649	43,5	21
22	Kleine zwaan	1	3	140	-
23	Knobbelzwaan	2	4	8,5	9,2
24	Kokmeeuw	145	3999	58,9	34,2
25	Kolgans	42	1663	146,9	63,8
26	Koperwiek	6	69	54	49
27	Kramsvogel	3	108	26,5	41
28	Merel	1	1	21	-
29	Nijlgans	9	54	50	47,2
30	Pijlstaart	1	3	320	-
31	Putter	1	2	20	-
32	Ringmus	3	9	22	8,3
33	Roek	77	394	43,8	30,2
34	Scholekster	3	5	44,2	25,5
35	Sijs	6	45	40,3	12,3
36	Slechtvalk	1	1	57	-
37	Sperwer	1	1	2	-

38	Spreeuw	62	3357	42,8	31,3
39	Stormmeeuw	194	8846	53,2	36,6
40	Toendrarietgans	4	163	81,1	19,5
41	Torenvalk	8	173	60	30,1
42	Veldleeuwerik	30	292	32,2	20
43	Vink	13	186	38,3	30,6
44	Watersnip	6	9	48,4	19
45	Wilde eend	7	18	31,6	27,8
46	Witte kwikstaart	6	7	20,4	9,4
47	Wulp	3	3	15,3	9,5
48	Zanglijster	3	9	63,4	37,8
49	Zilvermeeuw	7	29	48	23,4
50	Zwarte kraai	87	525	41,4	22,5

Tabel B2.2: aantal waarnemingen per soort tijdens de 5 zomertellingen, het totale aantal vogels, de gemiddelde vlieghoogte (in meters, gewogen per aantal vogels) en de standaard deviatie (SD).

	Soort	Waarnemingen	Aantal	Gem. hoogte	SD
1	Blauwe reiger	7	7	27,14	29,7
2	Boerenzwaluw	3	4	16,5	11,78
3	Bruine kiekendief	2	2	4,5	2,12
4	Buizerd	11	13	98,54	98,84
5	Canadese gans	2	4	31,5	41,72
6	Ekster	2	3	2,67	1,41
7	Gele kwikstaart	16	26	7,42	4,27
8	Gierzwaluw	1	1	14	-
9	Graspieper	1	1	5	-
10	Grauwe gans	2	3	23	29,7
11	Grote mantelmeeuw	1	1	29	-
12	Grote zilverreiger	1	1	3	-
13	Grutto	16	32	13,44	9,51
14	Holenduif	22	45	15,04	9,36
15	Houtduif	22	38	17,16	12,88
16	Huismus	1	1	4	-
17	Huiszwaluw	8	19	10,58	10,65
18	Kauw	17	27	15,74	9,68
19	Kievit	56	69	11,78	8,56
20	Kleine mantelmeeuw	10	13	47,46	25,19
21	Knobbelzwaan	1	2	17	-
22	Kokmeeuw	34	70	26,83	22,32
23	Krakeend	1	1	9	-
24	Kuifeend	1	1	14	-
25	Meeuw spec.	1	1	39	-
26	Nijlgans	1	1	25	-
27	Ooievaar	5	5	89	138,03
28	Postduif	2	4	3	1,41
29	Ringmus	1	1	16	-
30	Roek	106	235	19,62	12,08
31	Scholekster	12	17	18	21,78
32	Spreeuw	15	62	7,55	5,04
33	Stormmeeuw	1	1	2	-
34	Torenvalk	2	3	23,67	15,56
35	Tureluur	24	29	5,14	5,04
36	Vink	1	3	4	-
37	Watersnip	1	1	11	-
38	Wilde eend	38	70	18,31	16,91
39	Witte kwikstaart	1	2	3	-
40	Wulp	15	17	15,76	13,53

41	Zangvogel spec.	2	4	2,75	2,12
42	Zilvermeeuw	4	5	27,40	11,92
43	Zwarte kraai	7	10	8,8	7,65

Bijlage 3 Mortaliteit

Tabel B3.1: aantal verwachte aanvaringsslachtoffers per soort per winterseizoen bij plangebied Tolhuislanden voor de twee type turbines, gebaseerd op het Flux-Collision Model (Kleyheeg-Hartman et al. 2018).

Soort	Mortaliteit bij grote turbines 81-253 m	Mortaliteit bij kleine turbines 67-231 m
Aalscholver	0	0
Blauwe kiekendief	0	0
Blauwe reiger	0	0
Buizerd	0,01	0,01
Canadese gans	0,06	0,06
Ekster	0	0
Gaai	0	0
Goudplevier	0	0,71
Graspieper	0	0
Grauwe gans	0,28	0,29
Grote gele kwikstaart	0	0
Grote zilverreiger	0	0
Grutto	0	0,01
Holenduif	4,06	4,06
Houtduif	42,4	41,86
IJsvogel	0	0
Kauw	1,72	7,12
Keep	0	0
Kievit	0	0,74
Kleine zwaan	0	0
Knobbelzwaan	0	0
Kokmeeuw	3,11	7,1
Kolgans	1	1,05
Koperwiek	0	0
Kramsvogel	0	0
Merel	0	0
Nijlgans	0,02	0,02
Putter	0	0
Ringmus	0	0
Roek	0,15	0,64
Scholekster	0	0,01
Sijs	0	0
Slechtvalk	0	0
Sperwer	0	0
Spreeuw	0,83	1,26
Stormmeeuw	6,87	16,37
Toendrarietgans	0,04	0,04
Torenvalk	0	0

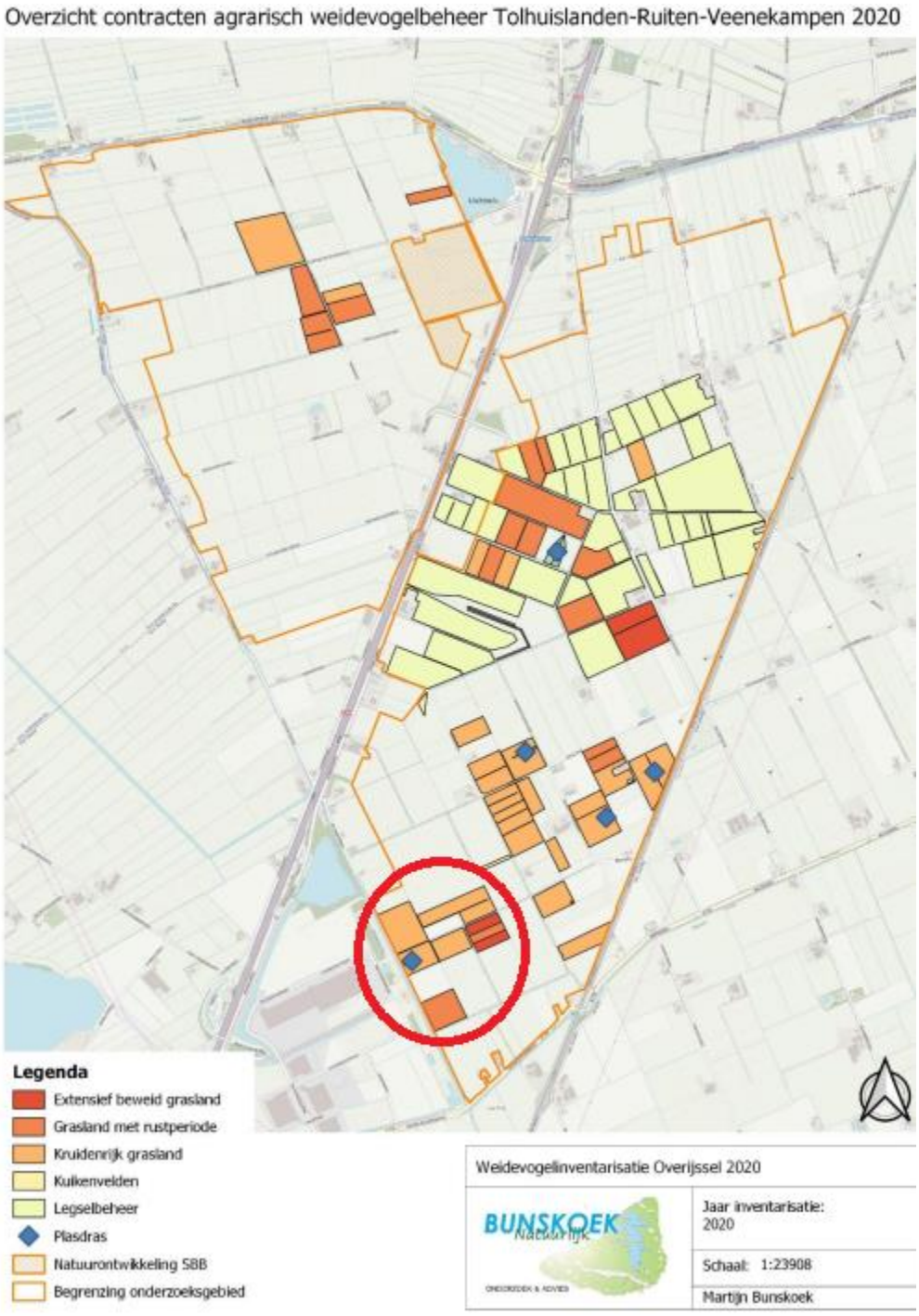
Veldleeuwerik	0	0
Vink	0	0
Watersnip	0	0,01
Wilde eend	0	0
Witte kwikstaart	0	0
Wulp	0	0,01
Zanglijster	0	0
Zilvermeeuw	0,02	0,06
Zwarte kraai	0,24	1,01

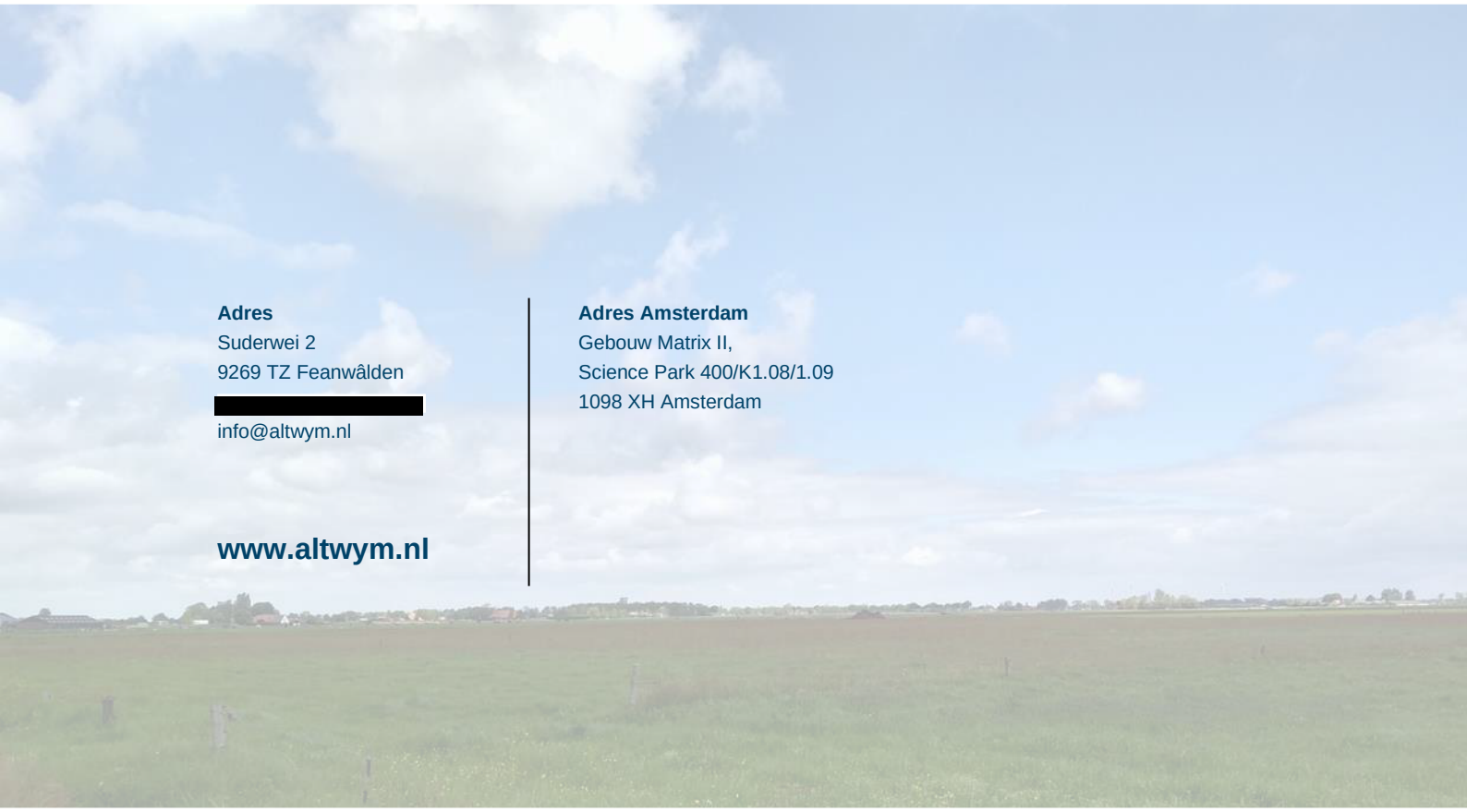
Tabel B3.2: aantal verwachte aanvaringsslachtoffers per soort per zomerseizoen bij plangebied Tolhuislanden voor de twee type turbines, gebaseerd op het Flux-Collision Model (Kleyheeg-Hartman et al. 2018).

Soort	Mortaliteit bij grote turbines 81-253 m	Mortaliteit bij kleine turbines 67-231 m
Blauwe reiger	0,01	0,06
Boerenzwaluw	0	0
Bruine kiekendief	0,01	0,03
Buizerd	0,07	0,18
Canadese gans	0	0
Ekster	0	0
Gele kwikstaart	0	0
Gierzwaluw	0	0
Graspieper	0	0
Grauwe gans	0	0
Grote mantelmeeuw	0	0,01
Grote zilverreiger	0	0,01
Grutto	0	0
Holenduif	0	0
Houtduif	0	0
Huismus	0	0
Huiszwaluw	0	0
Kauw	0	0
Kievit	0	0
Kleine mantelmeeuw	0	0,1
Knobbelzwaan	0	0
Kokmeeuw	0,02	0,54
Krakeend	0	0
Kuifeend	0	0
Meeuw spec.	0	0,01
Nijlgans	0	0
Ooievaar	0,01	0,04
Postduif	0	0
Ringmus	0	0
Roek	0	0,1
Scholekster	0	0
Spreeuw	0	0
Stormmeeuw	0	0,01
Torenvalk	0,02	0,04
Tureluur	0	0
Vink	0	0
Watersnip	0	0
Wilde eend	0	0,01
Witte kwikstaart	0	0

Wulp	0	0
Zangvogel spec.	0	0
Zilvermeeuw	0	0,04
Zwarte kraai	0	0

Bijlage 4 Locatie plasdras en beheer Tolhuislanden





Adres
Suderwei 2
9269 TZ Feanwâlden
[redacted]
info@altwym.nl

www.altwym.nl

Adres Amsterdam
Gebouw Matrix II,
Science Park 400/K1.08/1.09
1098 XH Amsterdam

ARTEFACT! RAPPORT 720

Zwolle, Windturbines en Zonnepark Tolhuislanden
Gemeente Zwolle

Archeologisch Bureauonderzoek en IVO-O door middel van profielputten

[redacted] & [redacted]

ARTEFACT
advies en onderzoek in erfgoed

ARTEFACT! RAPPORT 720

Zwolle, Windturbines en Zonnepark Tolhuislanden

Gemeente Zwolle

Archeologisch Bureauonderzoek en IVO-O door middel van profielputten

[redacted] & [redacted]

Colofon

Titel	Zwolle, winturbines en zonnepark Tolhuislanden. Archeologisch Bureauonderzoek en IVO-O door middel van profielputten.
Auteur(s)	[redacted] & [redacted]
Status rapport	Concept C2.2
Datum	21 januari 2023
Projectcode	2022ART62
Projectleider	[redacted] senior archeoloog KNA, 83774963
Projectmedewerker(s)	[redacted] senior prospector KNA, 49891398
Opdrachtgever	Pondera Consult
ISSN	2213-7424

Autorisatie	**Naam**	[redacted] (Senior KNA Archeoloog)
	Datum	21-01-2023
	Paraaf	[redacted]

Artefact! Advies en Onderzoek in Erfgoed!
Riemensstraat 9
4543 BW Zaamslag
T 0115 851614
E info@artefact-info.nl
W www.artefact-info.nl

© Artefact! Advies en Onderzoek in Erfgoed, 2023
Artefact! Advies en Onderzoek in Erfgoed aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van het hierin verwoorde advies.

Inhoud

Samenvatting 7
Administratieve Gegevens 9
1 Inleiding 11
1.1 Aanleiding, doel en opzet van het onderzoek 11
1.2 Beleidskader 12
2 Archeologisch Bureauonderzoek 17
2.1 Onderzoeksmethode 17
2.2 Aardkundige Waarden 17
2.2.1 Geologische en geomorfologische context 17
2.3 Bewoningsgeschiedenis 23
2.3.1 Inleiding 23
2.3.2 Historische ontwikkeling van het plangebied 23
2.3.3 Bekende archeologische waarden 27
2.4 Interpretatie 29
2.5 Gespecificeerde archeologische verwachting 31
3 Inventariserend veldonderzoek 34
3.1 Methodiek 34
3.2 Huidig gebruik van het plangebied 38
3.3 Resultaten veldwerk 40
3.3.1 Pakketten 4 en 5 40
3.3.2 Pakket 3 41
3.3.3 Pakket 2 42
3.3.4 Pakket 1 43
3.4 Bodem 43
3.5 Archeologische sporen en indicatoren 45
3.5.1 Inleiding 45
3.5.2 Greppels 45
3.6 Discussie en archeologische verwachting 49
4 Conclusie en Advies 51
4.1 Resultaten bureauonderzoek 51
4.2 Resultaten inventariserend veldonderzoek 51
4.3 Conclusie 52
4.4 Advies 53

Bronnen 55
Verklarende Woordenlijst 57
Tijdstabel 59
Bijlage 1 ARCHIS waarnemingen 61
Bijlage 2 Ligging proefputten 65
Bijlage 3 Profielbeschrijvingen 66
Bijlage 4 Lithogenetisch profiel 87

Samenvatting

Namens de Cooperatie Duurzaam Tolhuislanden heeft Pondera Consult bv Artefact! Advies en Onderzoek in Erfgoed opdracht gegeven om een archeologisch bureauonderzoek en een verkennend onderzoek (IVO-P) uit te voeren voor het plangebied Tolhuislanden, Nieuwleusenerdijk te Zwolle (gemeente Zwolle). Het plangebied heeft een oppervlakte van ca. 8,9 ha. Opdrachtgever is voornemens hier een zonnepark en drie windturbines aan te leggen.

De ondergrond bestaat uit een sequentie van pakketten zand, grind en klei van de Formatie van Kreftenheye afgezet in een gedurende het Saalien gevormd glaciaal bekken. In de warmste fase van het Eemien is klei en veen afgezet, waarin antropogeen materiaal is aangetroffen dat toegeschreven is aan Neanderthalers (Acheuléen). Waar, en op welke diepte dit kleipakket voorkomt, is vooralsnog onbekend. Het is dan ook niet op voorhand uit te sluiten dat binnen het plangebied vindplaatsen uit het Acheuléen aangetroffen kunnen worden. Na het Eemien is gedurende de laatste ijstijd opnieuw fluviatiel en periglaciaal materiaal afgezet (Kreftenheye I) en eolisch materiaal, dekzand (Formatie van Boxtel). Deze afzetting lijkt in dit gebied een dikte te hebben van 3 tot 4 meter, de top vormt het huidige maaiveld. Gedurende het Weichselien zal het op deze breedtegraad doorgaans te koud voor bewoning zijn geweest, pas vanaf het beginnend Holoceen werd het weer aantrekkelijk. Vanaf circa 2000 BC begint de vernatting van het landschap dat uiteindelijk leidt tot een meer of minder gesloten veendek.

Het uitgevoerde veldonderzoek bevestigde deze verwachting omtrent de landschappelijke ontwikkeling. Op een pakket zand gevormd in het laatglaciaal (pleniglaciaal) in een verwilderd, vlechtend riviersysteem heeft zich onder warme omstandigheden een bodem gevormd, vermoedelijk in het Bølling- of Allerød-interstadiaal. Deze bodem is afgedekt door zand, afgezet gedurende het Oude of Jonge Dryas onder koude omstandigheden, eveneens in een vlechtend systeem. Ook het daarop liggende pakket bestaat uit zand, afgezet in deels diep in de onderliggende horizonten ingesneden geulen. Het homogene karakter van het pakket wijst op een vorming binnen relatief korte tijd, vermoedelijk in het Jonge Dryas. Hierop heeft zich een veenlaag gevormd. Daarvan resteert alleen de zandige en structuurloze basis, het grootste deel van dit pakket is verdwenen door turfwinning en/of landbouw. Het veen zal vanaf het begin van het Holoceen zijn ontstaan als gevolg van de doorgaand stijgende grondwaterspiegel. Voor 1500 BC heeft het veen het plangebied bedekt. Het bodemprofiel wordt afgesloten door een erosief op de onderliggende natuurlijke horizonten liggend antropogeen gevormd pakket dat vermoedelijk pas laat is ontstaan, mogelijk pas als gevolg van maatregelen in het kader van bodemverbetering in de 20ste eeuw. De natuurlijke bodem is een weinig uitgesproken zwarte beekeerdgrond met gleyverschijnselen vanaf 0,6 m onder het huidige maaiveld. Alleen in werkput 22, aan de uiterste noordgrens van het plangebied is een veldpodzol waargenomen. Opvallend is dat er vrijwel geen aanwijzingen voor afzettingen van dekzand zijn aangetroffen.

Vondsten uit het mesolithicum en latere periodes binnen het plangebied en de directe omgeving zijn schaars. Uit het mesolithicum zijn enkele klingen van silex en uit de Romeinse tijd enkele scherven aardewerk bekend, die aangetroffen zijn op wat vermoedelijk een dekzand verhoging in een verder vlak landschap was. De vindplaats is tijdens de ruilverkaveling in de jaren zeventig verstoord. Het uitgevoerde veldonderzoek heeft geen aanwijzingen voor bewoning aangetroffen, uitgezonderd greppels uit de nieuwe tijd. Het onderzoek heeft verder aangetoond dat het plangebied te dynamisch (tot begin holoceen) en vervolgens te nat is geweest voor permanente bewoning. Activiteiten in de periferie van – op grotere afstand gelegen - nederzettingen zijn niet uit te sluiten, maar moeilijk aan te

tonen. Als dergelijke activiteiten plaats hebben gevonden, dan is de kans zeer klein dat deze nog intact zijn, de bodem is als gevolg van landbouw in de 20ste eeuw tot in de natuurlijke ondergrond verstoord.

Geadviseerd wordt om het plangebied vrij te geven voor ontwikkeling.

Administratieve Gegevens

Onderzoeksvorm	**Archeologisch Bureauonderzoek**			
Projectnaam	**Zwolle zonnepark Tolhuislanden**			
Locatie				
Provincie	Overijssel			
Gemeente	Zwolle			
Plaats	Zwolle			
Adres / Locatie	Tolhuislanden, Nieuwleusenerdijk			
Kadastrale Perceelsnummers	X 1158 en W 1299 (deels).			
RD-coördinaten X/Y	**NW**	209.180 / 506.440	**ZW**	209.340 / 505.740
	ZO	209.440 / 505.750	**NO**	209.590 / 506.140
Kaartblad	21 G			
Oppervlakte plangebied	Circa 8,9 ha.			
Bekende waarden binnen plangebied				
AMK-status	n.v.t			
Archis waarnemingen				
Archis vondstmeldingen	n.v.t.			
Opdrachtgever				
Naam	Pondera Consult BV			
Contactpersoon	[redacted]			
Adres	Amsterdamseweg 13 6814 CM Arnhem			
Contactgegevens	**E**	[redacted]ponderaconsult.com		
Bevoegde Overheid				
Naam	College B&W gemeente Zwolle			
Contactpersoon	[redacted]			
Adres	Postbus 10007 8000 GA Zwolle			
Contactgegevens	**T**	[redacted]		
	E	archeologie@zwolle.nl		

Beheer en plaats van documentatie en vondsten

Naam	Gemeentelijk depot voor Bodemvondsten
Contactpersoon	
Adres	Voorstraat 34, 8011 ML Zwolle
Contactgegevens	**T** [redacted] **E** archeologie@zwolle.nl

Beheer digitale gegevens

E-depot	[redacted]

Uitvoerder

Naam	Artefact! Advies en Onderzoek in Erfgoed.
Contactpersoon	[redacted]
Adres	Riemensstraat 9, 4543 BW Zaamslag
Contactgegevens	**T** [redacted] **E** [redacted]artefact-info.nl

Onderzoeksgegevens

Uitvoeringsperiode	Juni – juli en oktober 2022
Planologische aanleiding	Omgevingsvergunning
Archis-onderzoeksmelding	5277104100 (BO) en 5301088100 (IVO-O)
Nieuw aangetroffen vindplaats(en)	**INFR.PER** greppels/sloten uit Nieuwe tijd laat

1 Inleiding

1.1 Aanleiding, doel en opzet van het onderzoek

In opdracht van Pondera Consult bv voerde Artefact! Advies en Onderzoek in Erfgoed een archeologisch bureauonderzoek uit voor het plangebied Tolhuislanden, Nieuwleusenerdijk te Zwolle (gemeente Zwolle). Pondera Consult BV is in opdracht van de Cooperatie Duurzaam Tolhuislanden bezig met de ontwikkeling van 3 windturbines en een zonnepark op deze locatie. In het kader van de vergunningverlening van dit project dient, conform het gemeentelijk beleid, een archeologisch bureauonderzoek te worden voorgelegd. Het plangebied heeft een oppervlakte van ca. 8,9 ha, verdeeld over 3 locaties, zie Fig 2.

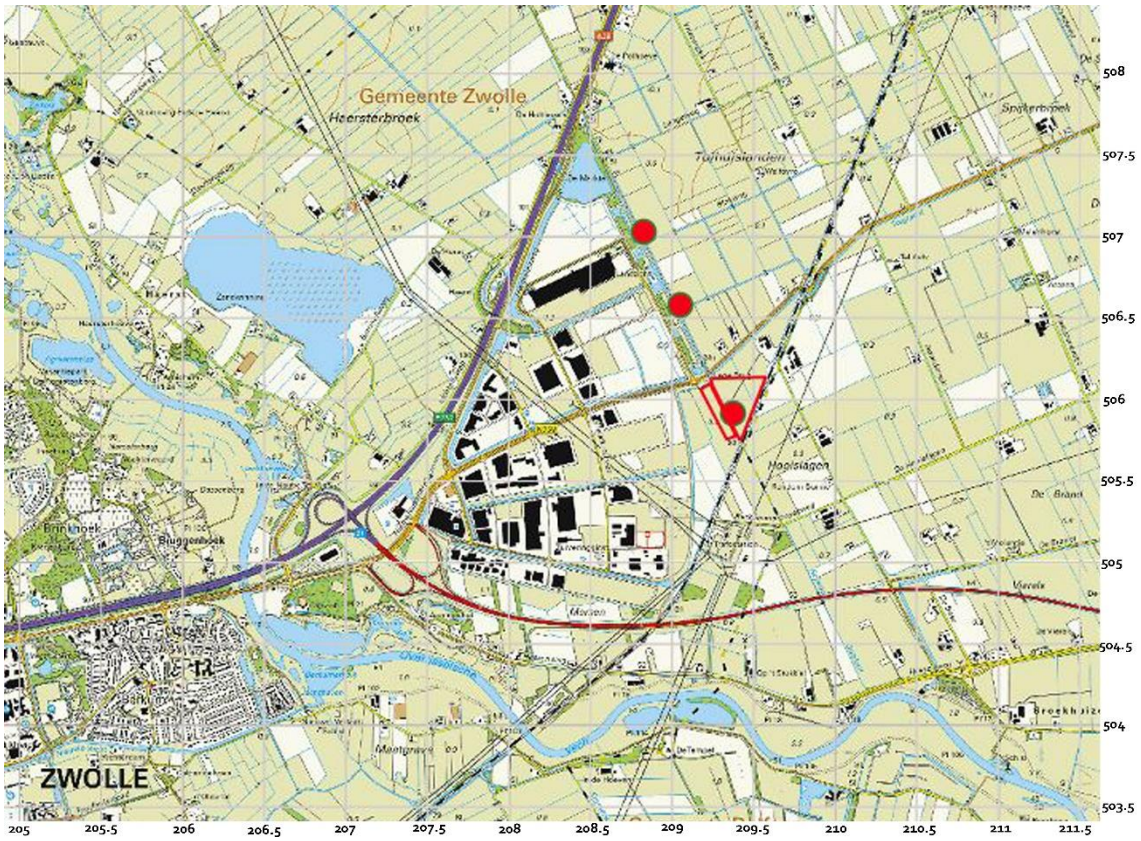
Het doel van het archeologisch bureauonderzoek en het inventariserend veldonderzoek (IVO-O) is het verwerven van informatie, aan de hand van bestaande bronnen, over bekende of verwachte archeologische waarden, binnen een omschreven gebied, om daarmee te komen tot een specifieke archeologische verwachting. De resultaten van dit onderzoek geven een indicatie over de aan- of afwezigheid, de aard, de omvang, de gaafheid, de conservering en de inhoudelijke kwaliteit van de archeologische waarden.



Figuur 1 Ligging van het plangebied (rode stip) in Nederland

Op basis van de gegevens uit het bureauonderzoek wordt een waardering en een inhoudelijk advies gegeven waarop een verantwoorde beleidsbeslissing genomen kan worden ten aanzien van (eventueel) vervolgonderzoek. De gegevens van dit onderzoek worden gepresenteerd in de voorliggende rapportage.

Het archeologisch bureauonderzoek werd uitgevoerd conform de eisen gesteld in de KNA Versie 4.1 en de aanvullende eisen van de gemeente Zwolle.



Figuur 2 Ligging van het plangebied in de regio. Het zonnepark is rood omkaderd, de locaties van de windturbines zijn aangegeven met rode stippen. Bron ondergrond: Top25raster PDOK.

1.2 Beleidskader

Rijk

Met het in werking treden van de Wet op de archeologische monumentenzorg (Wamz) in 2007 is het Europese Verdrag van Valletta binnen de Nederlandse wetgeving geïmplementeerd. Deze wet regelt de bescherming van archeologisch erfgoed in de bodem, de inpassing ervan in de ruimtelijke ontwikkeling en de financiering van archeologische onderzoeken. De belangrijkste veranderingen als gevolg van deze nieuwe wetgeving betreffen:

- het streven naar behoud en bescherming van archeologische waarden in de bodem;
- de archeologische monumentenzorg wordt een geïntegreerd onderdeel van het ruimtelijk ordeningsproces;
- de kosten van archeologische werkzaamheden komen in principe voor rekening van de initiatiefnemer van bodemverstorende activiteiten (principe van 'veroorzaker betaalt').

Sinds 1 juli 2016 is de overkoepelende Erfgoedwet van kracht die de Wamz vervangt.

Daarnaast is er op landelijk niveau een Nationale Onderzoeksagenda Archeologie (NoaA 2.0) opgesteld waarin thematisch de archeologische kennis van regio's en perioden is beschreven.

Gemeente

Met de komst van de Wet op de Archeologische Monumentenzorg (Wamz) in 2007, vanaf 2016 opgenomen in de Erfgoedwet, is de verantwoordelijkheid voor het cultureel erfgoed in grote mate verschoven van Rijk en provincie naar de gemeenten. Gemeenten worden verantwoordelijk gehouden voor de omgang met archeologische waarden binnen het gemeentelijk grondgebied. Daartoe dienen gemeenten een eigen archeologiebeleid te voeren.

Het onderhavig archeologisch onderzoek wordt uitgevoerd binnen het kader van het ruimtelijke ordeningsbeleid, de beleidsnota en de beleidskaart van de gemeente Zwolle. De archeologische beleidskaart (figuur 3) werd door de gemeente opgesteld en is te raadplegen via Geopoort Zwolle, laag erfgoed. Op deze kaart wordt aangegeven of en in welke vorm er onderzoek noodzakelijk is. Het plangebied ligt in het zuidwesten in een zone met een archeologische verwachting van 10% (lage archeologische waarde, geel op de kaart) waarvoor geen eisen inzake archeologie worden gesteld; in het zuidoosten in een zone met een verwachting van 50% (archeologisch waardevol, lichtbruin op de kaart),deze omvat het grootste deel van het plangebied; en in het noorden in een zone met een archeologische verwachting van 100% (archeologie aangetoond, bruin op de kaart). Over de achtergrond van deze waardering bericht de gemeentelijk archeoloog van Zwolle het volgende:
'Het 100% gebied betreft een lange strook die gebaseerd is op een waterloop en betrekking heeft op een zogenaamde waterbodems. Deze waterbodems moeten nog een correcte waardering krijgen en zou in dit geval dan ook nog geen 100 % waardering moeten hebben.'[1]

Dit zou ook de reden zijn dat deze zone niet is opgenomen in het geldende bestemmingsplan. Hij concludeert dat alleen de 50% zone wat de archeologie betreft relevant is voor dit project. Gezien deze verwachting is archeologische onderzoek nodig en is dit bureauonderzoek uitgevoerd.

[1] Email M.D.J. Klomp d.d. 25 juli 2022 aan Pondera.

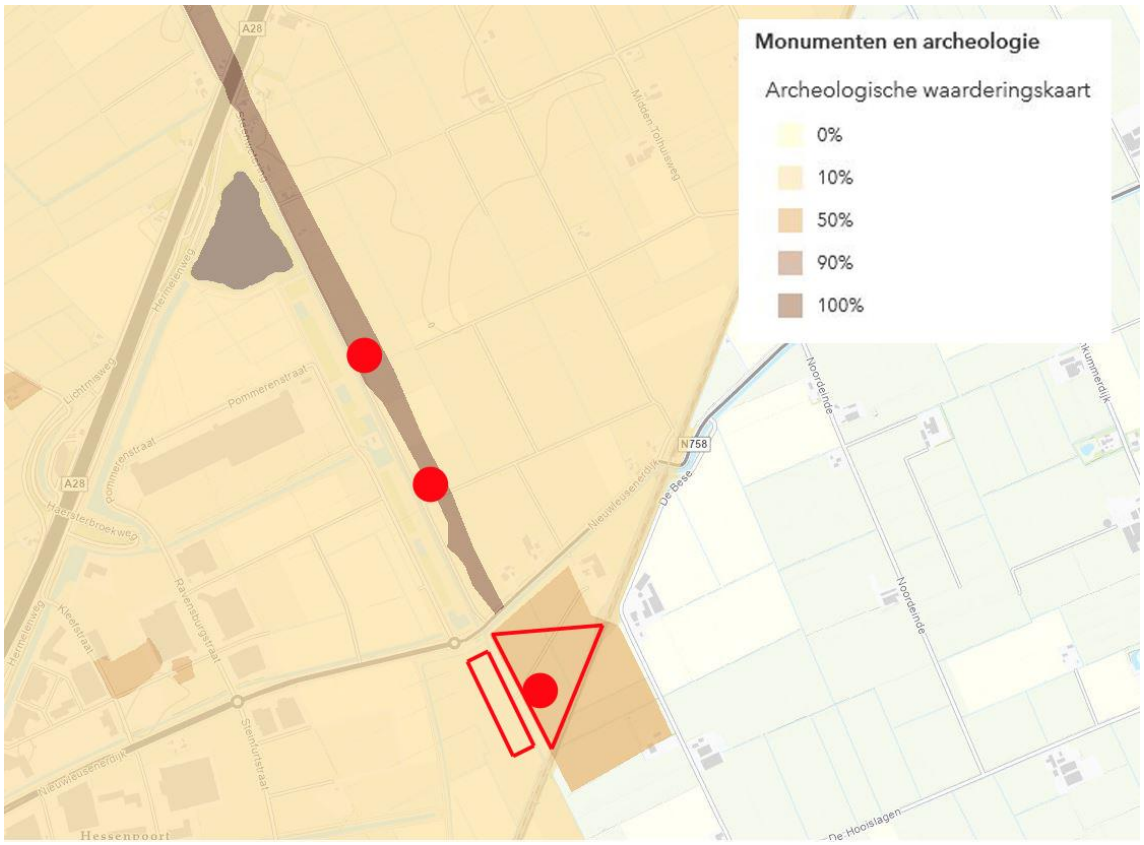


Fig. 3 Uitsnede van de archeologische beleidsadvieskaart van de gemeente Zwolle. De locaties van de windturbines worden indicatief aangegeven door rode stippen, de ligging van het zonnepark is aangegeven door een rood kader (bron: Geopoort Zwolle)

Plangebied: afbakening en (toekomstig) grondgebruik

Het plangebied bestaat uit een meer of minder driehoekig terrein tussen de Nieuwleusenerdijk in het noordwesten en de spoorlijn Zwolle – Meppel in het zuidoosten (afbeelding 4), dat verdeeld is in twee blokken die gescheiden worden door een noordwest – zuidoost georiënteerde waterloop. Ten noorden van de Nieuwleusenerdijk liggen twee kleinere delen van het plangebied ter grootte van de funderingen van twee windturbines. Momenteel is het plangebied volledig in gebruik als grasland, en wordt van noordoost naar zuidwest doorsneden door een verharde landbouwweg.

De opdrachtgever is voornemens om het gehele plangebied in te richten als zonnepark met drie windturbines (zie Figuur 4). De exacte technische details van de constructie van de stellingen van de zonnepanelen is in dit stadium van de planvorming nog niet bekend. De windturbines zullen een fundering met een diameter van circa 15 m en een diepte onder maaiveld van 5 meter krijgen. Deze fundering rust op heipalen met vooralsnog onbekende lengte. Naast deze structuren dient ook rekening te worden gehouden met de kabeltracés om de windturbine en de zonnepanelen te verbinden met de technische ruimtes voor de koppeling aan het openbare transportnet en de aansturing van de panelen en turbine zelf. Voor deze tracés zijn evenmin al details bekend.



Figuur 4 Inrichting van het plangebied. Bron: Pondera, bewerkt.

2 Archeologisch Bureauonderzoek

2.1 Onderzoeksmethode

Voorliggend Archeologisch Bureauonderzoek is uitgevoerd conform de eisen gesteld in de KNA Versie 4.1. Om tot een specifieke archeologische verwachting te komen werden volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- bepalen van het onderzoekskader (aanleiding onderzoek en begrenzing onderzoeksgebied);
- het vaststellen van het huidige en historische gebruik van het onderzoeksgebied en naaste omgeving door het raadplegen van de beheerder/eigenaar van de grond en/of de opdrachtgever en de door hen overgedragen gegevens;
- het vaststellen van de toekomstige inrichting van het onderzoeksgebied;
- het bepalen van de landschappelijke (geologische en bodemkundige) kenmerken aan de hand van bestudering van de bodem-, geologische en geomorfologische kaarten en gegevens uit eerder verricht bodemonderzoek;
- het bestuderen van oude kaarten;
- het raadplegen van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN);
- het raadplegen van relevante literatuur en luchtfoto's;
- het inventariseren van gegevens uit het ARCHeologisch Informatie Systeem (ARCHIS) van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) te Amersfoort;
- het inventariseren van gegevens omtrent archeologie verstrekt door de gemeente Zwolle;
- het raadplegen van de Archeologische Monumentenkaart (AMK) van Nederland;
- het raadplegen van de Cultuurhistorische Hoofdstructuur;
- het raadplegen van milieukundig onderzoek binnen het onderzoeksgebied;

Bij het tot stand komen van voorliggend onderzoeksrapport werd gebruikt gemaakt van de hieronder genoemde historische of oude kaarten. Enkel de kaarten waarop nieuwe, afwijkende of kenmerkende informatie met betrekking tot het plangebied wordt weergegeven, zijn afgebeeld in het rapport.

2.2 Aardkundige Waarden

2.2.1 Geologische en geomorfologische context

Landschap

Het plangebied is als grasland in gebruik. Het vormt een vlak gebied (Fig. 5). Een NW-ZO waterloop ligt tussen het zuidwestelijke, rechthoekige deel en het noordoostelijke, driehoekige deel.



Fig. 5: Beeld van het plangebied vanaf twee plekken op de Nieuwleusenerdijk: boven centrale deel, kijkende in zuidelijke richting juni 2021, onder zuidelijke deel, kijkende in oostelijke richting, maart 2022. Het plangebied grenst niet aan het water langs de Nieuwleusenerdijk, maar ligt op enige afstand ervan, meer op de achtergrond van de foto's (bron: Google Streetview; google.com).

Geologie en morfologie

De Geomorfologische kaart[2] geeft de mate van reliëf en de vormen aan die in het landschap te onderscheiden zijn. Het plangebied en een ruime zone eromheen behoort tot een vlakte van ten dele verspoelde dekzanden (kaartcode 2M53). Het dekzand is gevormd door de wind. Verspoeld zand is plaatselijk door smeltwater geërodeerd en verplaatst. Het reliëf is circa 0,3 à 0,5 m. Dat het gebied vlak is, wordt ook duidelijk uit de foto's van Fig. 5. Geologisch behoren de afzettingen tot het Laagpakket van Wierden van de Formatie van Boxtel.

Voor meer informatie over de opbouw van de bodem is de website geraadpleegd met Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond[3]. Dicht bij de noordoostelijke hoek van het plangebied ligt boring B21G0300 (coördinaten: 209654, 506163). Het maaiveld ligt daar op circa 0,8 m +NAP. De boring reikt tot een diepte van circa 93,5 m -mv. De opbouw van bovenste 10 m van de boring is als volgt: De bodem is modern geroerd tot circa 1,1 m -mv. Eronder ligt tot 3,5 m –mv een pakket matig grof zand dat sterk humeus is. Vermoedelijk is alleen een deel van dit bereik sterk humeus. De boring is namelijk wat grof beschreven, wat logisch is gezien de grote diepte van de boring. De

[2] Geraadpleegd via archis.cultuureelerfgoed.nl.
[3] DINOloket; dinoloket.nl.

afzettingen behoren tot de Formatie van Boxtel. Dieper liggen lagen zeer en uiterst grof zand die deels grindhoudend zijn. Dit zijn afzettingen van de Formatie van Kreftenheye.

Ten noorden van het plangebied zijn diverse boringen gezet, bijvoorbeeld boring BHR000000084339 (coördinaten: 209474, 506455). Het maaiveld ligt op circa 0,2 m +NAP. De bovenste 0,3 m van de bodem bestaat daar uit sterk lemig zand. Eronder ligt tot circa 1,2 m –mv een pakket zwak humeus leemarm zand. De afzettingen zijn die van de Formatie van Boxtel. Een dik zwak humeus pakket is opmerkelijk. Mogelijk is door de beschrijver de klasse zwak humeus hier gebruikt als 'niet- tot zwak humeus'.

Even westelijk van plangebied ligt boring B21G0926 (coördinaten: 208590, 506570). Het maaiveld ligt op circa 0,1 m +NAP. De opbouw is hier als volgt: De bovenste circa 0,3 m bestaat uit humeus zand. Tot 1,40 m –mv reikt een pakket met lagen zwak siltig matig grof zand. Eronder ligt tot 2,2 m –mv een meer variabel pakket met lagen grover en grindhoudend zand en een dunne leemlaag. Dieper ligt tot circa 3,4 m –mv een pakket zwak siltig zeer fijn zand. Tot de einddiepte van circa 4,0 m komen lagen matig en zeer grof zwak siltig zand voor. De afzettingen van de pakketten zijn als die van de Formatie van Boxtel geïnterpreteerd. Maar voor het traject van circa 3,4 tot 4,0 m –mv kan worden bediscussieerd dat het, analoog aan de diepe afzettingen van B21G0300 tot de Formatie van Kreftenheye behoort.

Landschappelijke context

Het plangebied ligt circa 1,5 km ten noorden van de huidige loop van de Vecht en circa 9,5 km ten noordoosten van de Ijssel. De ontwikkelingen van de dalen waarin de Vecht en Ijssel liggen zijn de volgende. De tekst van deze paragraaf is vooral gebaseerd op Borsen[4] en daarnaast ook op Wolfert & Maas[5].

Aan het begin van het Pleistoceen werd door vooral de voorloper van de huidige Rijn op Tertiaire afzettingen grof zand en later ook fijn zand en klei afgezet. Tijdens het Elsterien bereikte het Scandinavische landijs Nederland tot ongeveer deze huidige locatie van de Vecht. Rivieren die door dit ijs werden afgebogen sleten een diep dal uit. Hoewel dit nog niet kan worden gezien als een voorloper van het Vechtdal, kan het wel als een belangrijk fundament worden gezien. Tijdens het Saalien – de voorlaatste ijstijd – lag een groot deel van Noord- en Midden-Nederland onder een dik ijsdek. Het langzaam bewegende landijs maakte stuwwallen. Het huidige Ijsseldal ligt in het grootste glaciale bekken uit het Saalien, het Ijsseldalbekken. Het wordt geflankeerd door stuwwallen: de hogere Veluwe in het westen en de iets minder hoge Sallandse heuvelrug (met de Holterberg) in het oosten. Toen aan het einde van het Saalien het klimaat warmer werd en de ijskap begon af te smelten, werd het Ijsseldalbekken een diep meer. In het midden van het Ijsseldal kwam veel sediment van de eroderende stuwwallen in het bekken terecht.

Ook smeltwaterdalen ontstonden toen. Aan de zuidzijde van het Drentse Keileemplateau en ten noorden van de Overijsselse stuwwallen ontstond zo het oerstroomdal van de Vecht. Dit begon als een heel breed en diep dal, maar werd later langzaam opgevuld met fluvioglaciale zanden (Formatie van Drenthe). Dit materiaal was vrijgekomen bij het smelten van het landijs.

[4] Borsen , 2012.
[5] Wolfert & Maas, 2007.

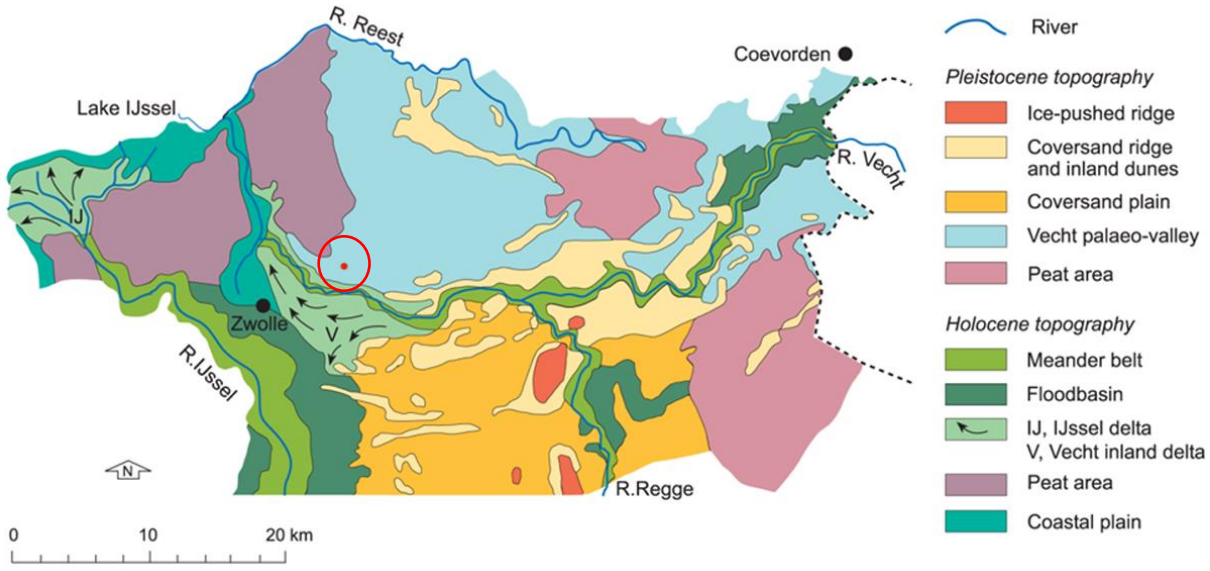


Fig. 6. Overzicht van grote morfologische eenheden. De ligging van het plangebied is indicatief aangegeven met een rode stip en cirkel. Zowel pleistocene als holocene eenheden zijn op de kaart weergegeven, bron: Wolfert & Maas, 2007.

Het warme Eemien volgde op het koude Saalien. Verdere opvulling met verspoelde afzettingen en met mariene afzettingen vond plaats. Na het Eemien volgde het Weichselien, de laatste ijstijd voor het huidige warme Holoceen. In het Weichselien bereikte het landijs Nederland niet, maar was sprake van een vrijwel permanent bevroren bodem. Toen speelde er een aantal verschillende processen die de geschiedenis van de Vecht hebben beïnvloed, en zou uiteindelijk het huidige Vechtdal ontstaan. Bepalend zijn de verschillende afzettingen zoals rivierafzettingen, fluvioperiglaciale afzettingen en windafzettingen. Rivierafzettingen zijn in dit gebied voor een groot deel door (een voorloper van) de Vecht afgezet. Tijdens de maximale uitbreiding van het landijs stroomde er een brede rivier door het oerstroomdal van de Vecht. De rivier had een vlechtend karakter en zette grindhoudende, grove zanden af (Formatie van Kreftenheye). Klei werd slechts in kleine hoeveelheden afgezet.

Naast die rivierafzettingen zijn ook de fluvioperiglaciale afzettingen sterk beïnvloed door water, zij het op een andere manier. Door de bevroren grond was het voor regen- en dooiwater onmogelijk om opgenomen te worden. Het gevolg was dat de glaciale smeltwaterdalen uit het Saalien weer water gingen voeren en werden uitgediept. Ook ontstonden er nieuwe erosiedalen. Het water nam naast fijn en grof zand ook grind mee (Formatie van Boxtel). Dit materiaal vormt ook de bodem in onderhavig plangebied. Al dit materiaal zorgde er uiteindelijk voor dat het oerstroomdal zich dusdanig opvulde dat de stroom zich naar het zuiden verplaatste, naar de plek van de huidige Vecht. Direct ten zuiden van het Drentse keileemplateau ontstond een nieuw dal omdat de verbinding met de hoofdstroom was verbroken, het huidige Reestdal. Door het oerstroomdal van de Vecht stroomden nu dus twee stromen: de Vecht en de Reest.

Een derde wijze van afzetten gebeurde onder invloed van de wind. Tijdens de koudste periode van het Weichselien was er sprake van een woestijnklimaat waar poolwinden flink konden stormen. Het gevolg was dat de bovenste lagen zand verstoven en verderop werden afgezet als dekzand. Deze deken van dekzand kwam ook in de diepe dalen terecht waardoor het reliëf vervlakte. Langs de rivier ontstonden zogenoemde rivierduinen, opgebouwd uit opgewaaid zand afkomstig van de

riviervlakte. De vegetatie aan de rand van de riviervlakte speelde een belangrijke rol in de accumulatie van het zand. Onderhavig plangebied ligt ten noorden van de zone met rivierduinen (Fig. 7).

In het Holoceen werd het klimaat milder, nam de aanvoer van sediment af en werd de afvoer van water veel constanter. Het riviersysteem veranderde van vlechtend in meanderend. De Vecht zette vooral klei af. Of de afzetting ook tot in onderhavig plangebied reikte is onduidelijk, maar vermoedelijk niet.

In het Holoceen werd de vegetatie belangrijker in de vorming van het landschap. Het stuivende zand werd vastgelegd en door de begroeiing en de ontwikkeling van bodems kwam geleidelijk op gang. Ten (noord)oosten van Zwolle was sprake van een soort delta in een laaggelegen zone waar ook sprake was van de vorming van mariene afzettingen. Verder kwam veen tot ontwikkeling bij en ten noorden van Zwolle. Dit kon plaatsvinden omdat tot in de vroege middeleeuwen het IJsseldal een laagte bleef die was verstoken van grote rivieren. De rivier de IJssel ontstond in de vroege middeleeuwen.



Fig 7. De ligging van rivierduinen langs de Vecht en de mogelijke oude Vechtlopen. De ligging van het plangebied is indicatief met een rood vlak aangeduid (bron: Bodemkaart van Nederland blad 21 Oost).

Actueel Hoogtebestand

Het plangebied ligt in een laag en vlak gebied (Fig. 8). Het maaiveld ligt overwegend op circa 0,4 à 0,5 m +NAP. Het maaiveld in het meest noordelijke en zuidwestelijke deel ligt op circa 0,3 m +NAP. Hoger geleggen gronden liggen vooral bij de Vecht en op de plaats van het historische centrum en ruime omgeving van Zwolle ten zuid(west)en van de getoonde uitsnede van Fig. 8. Kleinere hooggelegen gronden liggen ten zuidoosten van het plangebied. Dit zijn dekzandkopjes waar op de hogere delen veldpodzolen zijn gevormd.

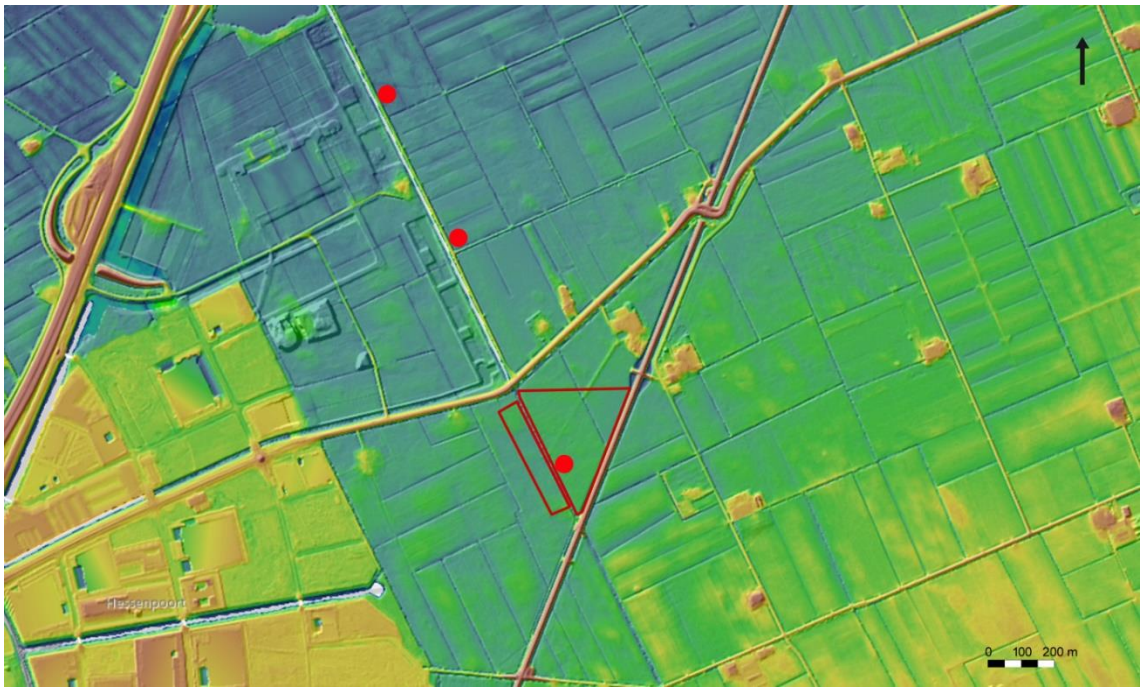


Fig. 8. Uitsnede van het Actueel Hoogtebestand Nederland 3 (AHN 3). De ligging van het plangebied is met de rode contouren aangegeven, bron: ahn.nl.

Bodem

Volgens de Bodemkaart van Nederland (afb. 9) komen in het plangebied beekeerdgronden voor die zijn gevormd in leemarm of zwak lemig fijn zand (kaartcode pZg21). In het noordwestelijke deel is een zone met beekeerdgronden die zijn gevormd in lemig fijn zand (kaartcode pZg23). Deze lemige zone is buiten het plangebied ook verder in zuidelijke en oostelijke richting te volgen.

Roest komt tot hoog in het bodemprofiel voor. Beekeerdgronden zijn hydro-zandeerdgronden. Het zijn vochtige gronden die voorkomen in gebieden die ten opzichte van hun omgeving laag liggen. Verder zijn de wisselende grondwaterstanden kenmerkend. Een donkere deels geoxideerde humeuze laag ligt op bodemkundig gezien weinig veranderde zandige afzettingen. De humeuze eerdlaag is minstens 0,1 m dik en de top ligt ondieper dan 0,5 m –mv.

De zones met beekeerdgronden in het plangebied maken onderdeel uit van een groot en vlak gebied tussen Zwolle, Dalfsen en Nieuwleusen. Het helt zwak af naar het westen. Kwelwater van hogere delen stagneert in het gebied door slechte afvoermogelijkheden richting de Vecht in het zuiden en naar het veengebied in het westen. Het resulteerde in een nat gebied. Maatregelen als sloten voor waterafvoer zullen het gebied wat droger hebben gemaakt.

Het verschil in leemgehalte van de bodems komt vooral door een verschil in lemigheid van de bovengrond. De lemige beekeerdgronden van eenheid pZg23 hebben een zwak tot zeer sterk lemige bovengrond die overwegend wat meer lutum en humus bevat dan de beekeerdgronden van eenheid pZg21. In een hoger gelegen zone op circa 150 m afstand van het plangebied zijn veldpodzolen (kaartcode Hn21) tot ontwikkeling gekomen op een dekzandkopje.

2.3 Bewoningsgeschiedenis

2.3.1 Inleiding

Ten behoeve van het opstellen van de archeologische verwachting wordt gebruik gemaakt van de relatie die bestaat tussen de situering van de archeologische vindplaatsen en het landschap, of zelfs specifieke landschapselementen. Deze relatie (locatiekeuzefactoren) verschilt per archeologische periode en per complextype. Omdat de locatiekeuze sterk gebonden is aan het landschap in Nederland in de Nationale Onderzoeksagenda Archeologie (NoaA) verdeeld in zogenaamde Archeoregio's. Hierbij is het onderzoeksgebied ingedeeld bij het Fries veengebied.

2.3.2 Historische ontwikkeling van het plangebied

Historische en kartografische bronnen

Voor het plangebied zijn historische kaarten met voldoende detail voorhanden vanaf begin 19e eeuw. Een oudere kaart, namelijk van de Hottinger Atlas (1773-1794) laat in het plangebied geen specifieke details zien (Versfelt, blad 33). Op het gedetailleerde kadastrale minuutplan van 1820[6] valt op te maken dat het plangebied toen onderdeel was van een gebied dat was onderverdeeld in smalle, lange stroken die als hooiland in gebruik waren (Fig. 9). Hierop en op de topografische kaart van rond 1850 staat het toponiem 'Hooislagen', die verwijst naar de smalle kavels en het grondgebruik (Fig. 10). De lengterichting van de kavels was loodrecht op de Nieuwleusenerdijk met het water erlangs dat op historische kaarten aangeduid wordt als 'Hermelijn of Tolgracht'. Het toponiem voor de weg wat nu als de Nieuwleusenerdijk wordt aangeduid, was 'Tolweg naar Dedemsvaart'.

De waterloop dat het zuidwestelijke deel van het driehoekige noordoostelijke deel van het plangebied scheidt is de 'Berkummer Togtsloot', zoals zichtbaar op de kaart van rond 1900 (Fig. 10). Een tochtsloot voert polderwater af dat via sloten wordt aangevoerd. Dit water gaat naar een sluis of afwateringskanaal. Vermoedelijk is dat in dit geval is dat de Steenwetering die in het verlengde aan de noordzijde van de Nieuwleusenerdijk ligt. Of anders is het de Tolgracht die daar loodrecht op staat. Tegenwoordig behoort de watergang tussen beide plangebiedsdelen in ieder geval tot de Steenwetering.

[6] Zie voor datering Verzamelplan Gemeente Dalfsen Beeldbank RCE nr, mino4008vk* (https://beeldbank.cultureelerfgoed.nl/rce-mediabank/detail/996b8db0-94d7-11e5-a8ef-9bbf1c2addd3/media/0816d4bf-4b81-5843-57b5-3fbbeec74e44?mode=detail&view=horizontal&q=mino4008vk*&rows=1&page=1&sort=order_s_documentvolgorde%20asc)

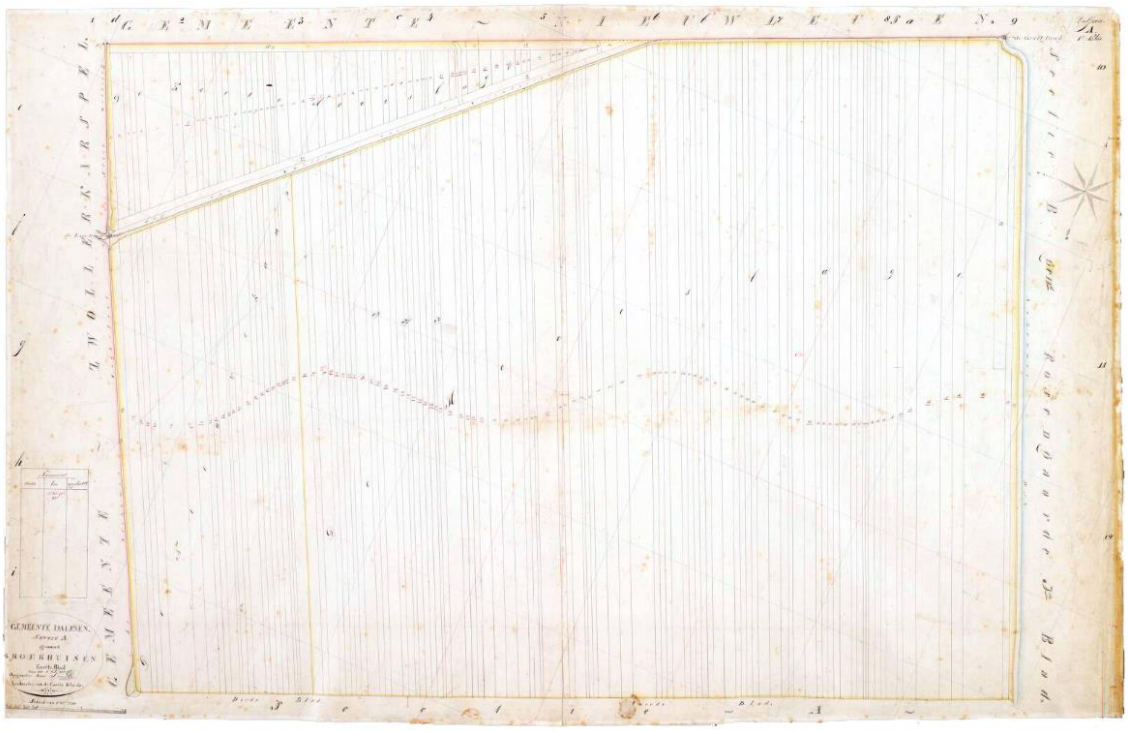


Fig. 9. Smalle, langgerekte kavels op het veldminuutblad waartoe het plangebied behoort (niet ingetekend). De golvende lijn is geen topografisch element, maar de rij met perceelsnummers. Het noorden is rechtsboven, bron: Minuutplan Sectie A Broekhuisen 1e blad.

In 1867 werd de spoorlijn Zwolle – Meppel (Staatsspoorlijn A) in dienst genomen. [7] Deze lijn doorsnijdt de kavels schuin en ligt op een dijk en is te zien op de kaart van rond 1900 (Fig. 10). Op de topografische kaarten uit 1850 en 1900 is de opstrekverkaveling zichtbaar op het kadastrale minuutplan van 1850 omwille van de leesbaarheid niet weergegeven. Deze verkaveling is gerelateerd aan het gebruik van het land als hooi- en weiland over een lange tijd. De Hooilanden lagen in een dekzandlandschap dat oorspronkelijk bedekt was met veen dat echter door langdurig gebruik en de daaraan verbonden oxidatie is verdwenen. Het maakte deel uit van de in 1859 verdeelde Rozengaarder Marke, en werd, omdat de weidegronden langs de Vecht ontoereikend waren voor de behoefte van Dalfsen, gebruikt als hooiland en weidegrond.[8] Waar de waterhuishouding in de gemeente Dalfsen doorgaans in orde was, was de situatie in de Hooilanden minder gunstig. Door de overlaat bij Lichtmis stroomde met een zekere regelmaat overtollig water uit de Dedemsvaart over het lagergelegen land tussen dit kanaal en de Vecht. Bij langdurige natheid vormde dit water een probleem voor de landbouw, maar bij een normale aanvoer werd het gebruikt voor een systeem van vloeiweiden, waarbij het water niet alleen voor irrigatie werd gebruikt, maar ook als bemesting. Een eerste poging in 1911 om tot een herverkaveling te komen mislukte door de onwil van een deel van de ingezetenen om het vloeiweidensysteem op te geven. Bij een tweede poging begin jaren twintig lukte het wel om voldoende steun te verwerven voor een herverkaveling. De nieuwe indeling van de Hooilanden bestond uit blokken die ieder begrensd waren door sloten. De problemen met wateroverlast waren echter niet verdwenen omdat de overlaat bij Lichtmis

[7] https://wiki.ovinnederland.nl/wiki/Staatslijn_A
[8] Van den Bergh 2001, 59..

buiten de ruilverkaveling viel[9]. Rond 1950 (Fig. 10) is de nieuwe landinrichting dan wel te zien, maar is het gebruik van het landschap in essentie nog grotendeels dezelfde. Wel is een enkel perceel als bouwland in gebruik en zijn – voor het eerst – boerderijen gebouwd binnen de Hooilanden.

Mogelijke verstoringen

Uit de hierboven vermelde bronnen zijn geen aanwijzingen voor grootschalige verstoringen naar voren gekomen, anders dan watergangen die in de loop van de tijd gegraven zijn. Wel is er op de kaart van rond 2000 een nieuw lijnvormig element getekend, min of meer parallel aan de oostzijde van het spoor. Op luchtfoto's lijken graafwerkzaamheden hiervoor te zijn verricht. Bij het Bodemloket zijn geen aanwijzingen voor verstorende saneringen bekend (bodemloket.nl). Dat past in het langdurig agrarisch gebruik van de Hooilanden.

Wel staat vast dat binnen het plangebied een of meerdere ruilverkavelingen hebben plaatsgevonden, al dan niet met grootschalige bodemingrepen. In 1920 is vermoedelijke alleen sprake geweest van een ruilverkaveling met beperkte bodemingrepen, voornamelijk het graven van nieuwe perceelsgrenzen en het dichten van oudere. In 1972 lijkt echter vooral bodemverbetering te zijn uitgevoerd, waaronder egaliseren.[10] De horizontale en verticale spreiding van de bodemingrepen uit 1972 zijn echter niet bekend (zie ook de opmerkingen bij de omschrijving van deze waarneming in paragraaf 2.2.3).

[9] Van den Bergh 2001.

[10] Van Beek 1993



Fig. 10: Uitsneden van historische topografische kaarten uit circa 1850, circa 1900, en circa 1950 bron: topotijdreis.nl.

2.3.3 Bekende archeologische waarden

Voor de uitkomst van het bureauonderzoek is het van belang de bekende archeologische waarden te beschrijven. Kennis daaromtrent bepaalt mede de onderzoeksstrategie van vervolgactiviteiten.

Archeologische monumentenkaart

De archeologische Monumentenkaart (AMK) is een digitaal bestand van alle bekende behoudenswaardige archeologische terreinen in Nederland. Het is opgesteld door de RCE samen met de provincies. Op de kaart staan terreinen met een archeologische status aangegeven. De kaart baseert zich op gegevens uit ARCHIS. Statustoekenning vindt plaats nadat het terrein is getoetst aan een aantal door de RCE gehanteerde criteria (kwaliteit, zeldzaamheid en contextwaarde).

Het plangebied maakt geen deel uit van een AMK terrein en in een straal van 1 km liggen ook geen AMK terreinen.

ARCHIS-waarnemingen

ARCHIS is het geautomatiseerde Archeologisch Informatiesysteem voor Nederland. Het bestaat uit een databank waarin allerlei gegevens over archeologische vindplaatsen en terreinen in Nederland zijn opgeslagen, daterend van de prehistorie tot de nieuwe tijd.

In ARCHIS staan geen waarnemingen of vondstmeldingen geregistreerd binnen het plangebied. Van nabij het plangebied (binnen een straal van circa 2,2 km) zijn negen waarnemingen en vondstmeldingen bekend (Figuur 11 en bijlage 1).

Archeologische vondstlocaties

Van direct ten zuiden van het plangebied, aan de andere zijde van de spoorlijn, zijn vondsten bekend gerelateerd aan agrarische werkzaamheden uitgevoerd in 1983 (zaakid. ARCHIS 3057112100 en waarneming 257 op Beleidskaart gemeente Zwolle).[11] Het gaat om circa 100 fragmenten vroeg-Romeins keramiek (handgevormd aardewerk gerelateerd aan vormen die voorkomen in de typologieën van Ruinen-Wommels en Paddepoel en fragmenten van een bakplaat). Verder staat vermeld dat er onder de vondsten ook 'een paar mesolithische klingetjes' waren. De vondsten zijn gedaan tijdens het scheuren van grasland in een gebied dat tijdens de ruilverkaveling van 1972 was geëgaliseerd, de daarbij vrijgekomen grond is gebruikt om sloten in de omgeving te dempen. Vermoedelijk betreft het een nederzettingsterrein op een dekzandkopje. De aangegeven vondstlocatie is waarschijnlijk slechts een indicatie van de zone waarover de nederzetting zich kan uitstrekken.

Omdat de landschappelijke context van het plangebied vrijwel uitsluitend agrarisch grasland is, zijn er in het verleden maar weinig waarnemingen gedaan of onderzoeken uitgevoerd. Om toch tot een betrouwbaar inschatting van het archeologisch risico te kunnen opstellen, is gekozen om de straal van het onderzoeksgebied groter te maken dan gebruikelijk: in plaats van 500 m 2,2 km. De overige vondsten uit de omgeving zijn van oud naar jong de volgende.

[11] Van Beek 1993.

Circa 2,2 km ten westen ligt zaakid. 2818641100. Het gaat om vondsten uit de nabijgelegen zand- en grindplas, de Bomhofsplas, van bewerkt vuursteen uit het midden paleolithicum, het Jong Archeuleen (in het Eemien). Ook nabij deze plas en ook op circa 2,2 km ten westen ligt 2830078100, eveneens een baggervondst uit de Bomhofsplas van bewerkt vuursteen uit het midden paleolithicum. De vondsten zijn afkomstig uit lagen dieper dan het pakket verspoeld dekzand. De vinders van de eerstgenoemde vondst beredeneren dat het materiaal afkomstig zou kunnen zijn uit venige klei uit afzettingen uit het Kreftenheye, specifiek uit het warme Eemien. Deze afzettingen zouden zich tussen 14 tot 17m onder maaiveld bevinden.12

Circa 680 m ten zuidwesten van het plangebied ligt nabij de Bentheimstraat zaakid. 2762679100. Het betreft een vuurstenen bijl uit het midden of laat neolithicum. Het is gevonden tijdens graafwerkzaamheden in een bouwput, in het pakket schoon zand onder een humuslaag. Hier nabij ligt 2762938100 (coördinaten administratief geplaatst) dat de vondst van ook een vuurstenen bijl uit het midden of Laat neolithicum. Beide zijn van het type *Flint-Rechteckbeil*. Het zal om dezelfde bijl gaan, waarvan de locatie van zaakid. 2762679100 de vermoedelijke vindplaats is. Zaakid. 2762938100 is immers administratief geplaatst. De kans is groot dat een dergelijke bijl samenhangt met een rituele depositie (depotvondst) in een onbewoond nat gebied en niet met een nederzetting.

Circa 1,4 km ten zuiden van het plangebied ligt zaakid. 2890545100. Het hangt samen met een losse vondst van een munt uit de Midden Romeinse tijd B, afkomstig uit een nieuw gegraven sloot. De context is onbekend. Circa 2,2 km zuidwestelijk van het plangebied ligt 2761933100, fragmenten kogelpotaardewerk uit de periode van de vroege middeleeuwen C tot en met de late middeleeuwen B. Van zo'n 2,0 km ten westen van het plangebied ligt 2762727100 is gebruiks- en bouwkeramiek bekent dat dateert uit de nieuwe tijd A en B en samenhangt met een havezate die daar lag. Circa 2,2 m ten westen ligt 3997621100 zijn vondsten en sporen aangetroffen uit overwegend de Nieuwe tijd B en C. Hier lag een kolk die is opgevuld met puin en afval.

[12] Van Uum & Wouters 1991.

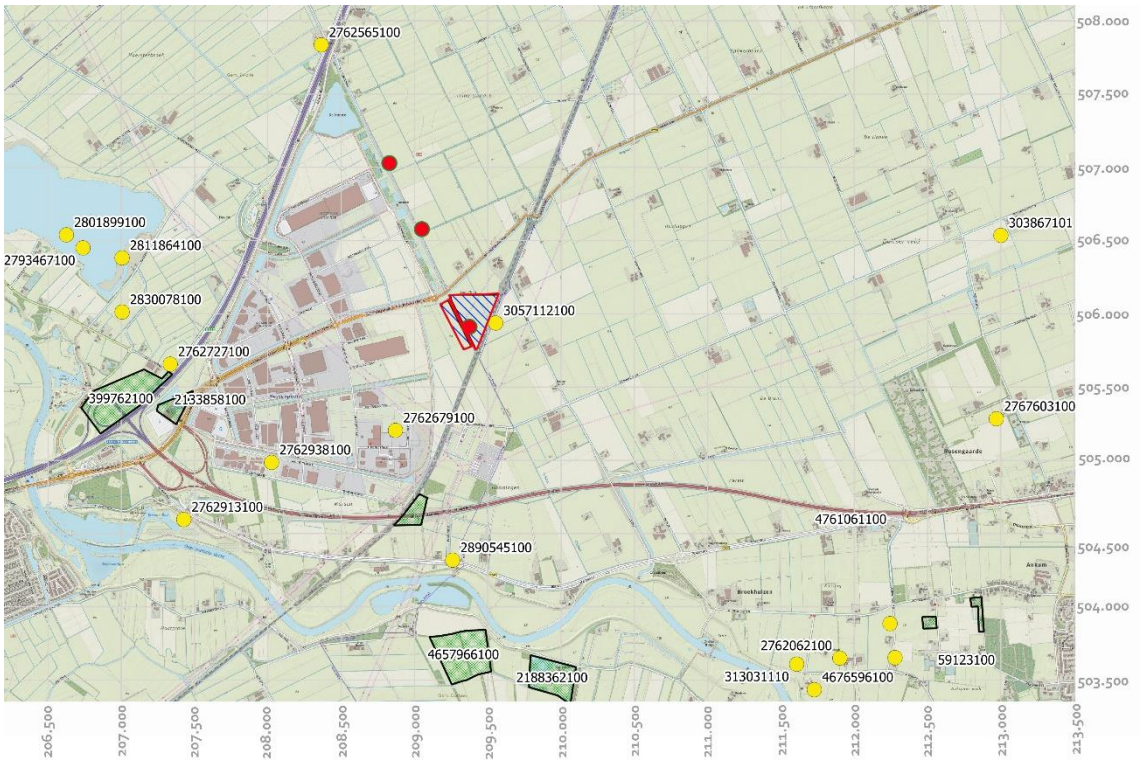


Fig. 11 Meldingen uit ARCHIS, zie ook Bijlage 1.

Onderzoeksmeldingen

In een straal van circa 500 m van het zoekgebied zijn twee onderzoeksmeldingen bekend. Zaakid. 5129133100 is van een groot en langgerekt gebied waar een archeologisch bureauonderzoek door RAAP is uitgevoerd. Het gebied loopt ten zuiden langs het plangebied op circa 250 m afstand. Zaakid. 4772912100 is van een gebied aan de Berkummerbroekweg waar Antea Group Archeologie een bureauonderzoek voor heeft uitgevoerd. Het gebied ligt op circa 500 m ten zuiden van onderhavig plangebied.

Beide onderzoeken hebben geen nieuwe informatie opgeleverd.

2.4 Interpretatie

De ondergrond bestaat uit een sequentie van pakketten zand, grind en klei afgezet in een gedurende het Saalien gevormd glaciaal bekken. In het Eemien – het interglaciaal na het Saalien (130 – 115 kya) – is dit bekken grotendeels gevuld sediment grotendeels afkomstig van het glaciaal gestuwde materiaal langs de zuidrand van het voormalige ijsfront. Aanvankelijk met vooral grover materiaal, maar gaandeweg met fijner materiaal. In de warmste fase van het Eemien is ook klei en veen afgezet. In deze venige klei afzettingen is bij zandwinning ten westen van het plangebied antropogeen materiaal aangetroffen dat toegeschreven is aan Neanderthalers (Acheuléen) en dat na circa 120 kya zal zijn gedeponeerd. Het kleipakket waaruit dit materiaal afkomstig is zou rond 15m min maaiveld hebben gelegen en is, als gevolg van erosie gedurende de laatste fase van het Eemien (Kreftenheye I) nog residueel aanwezig.[13] Waar, en op welke diepte dit kleipakket elders

[13] VanUum & Wouters 1991, 40.

nog voorkomt, is vooralsnog onbekend, Het is dan ook niet op voorhand uit te sluiten dat binnen het plangebied vindplaatsen uit het Acheuléen aangetroffen kunnen worden. Het risico is echter gering, en nog geringer dat dit binnen bereik van het grondwerk in het kader van de aanleg van de windturbine zal zijn.

Na het Eemien is gedurende de laatste ijstijd opnieuw fluviatiel en periglaciaal materiaal afgezet (Kreftenheye I) en eolisch materiaal, dekzand (Formatie van Boxtel). Deze afzetting lijkt in dit gebied een dikte te hebben van 3 tot 4 meter, de top vormt het huidige maaiveld. Gedurende het Weichselien zal het op deze breedtegraad doorgaans te koud voor bewoning zijn geweest, pas vanaf het beginnend Holoceen werd het weer aantrekkelijk.

Vondsten uit het mesolithicum en neolithicum zijn, evenals uit latere periodes, echter schaars. Waarschijnlijk is dit echter eerder een waarnemingsprobleem dan een bewijs voor afwezigheid van bewoning en activiteiten doorheen de tijd. De landschappelijke context van het plangebied wordt de laatste eeuw gevormd door grasland met doorgaans lange perioden tussen het opnieuw inzaaien, en een schaarse en ruime verspreide bebouwing. De kansen om archeologische waarnemingen uit te voeren zijn daarom zeer beperkt geweest. De overheersende verwachting dat het gebied te nat is geweest om aantrekkelijk te zijn voor bewoning heeft in het Malta-tijdperk er toe geleid dat archeologisch onderzoek als niet zinvol wordt beschouwd, en de bestaande verwachting derhalve niet wordt getoetst. De weinige vondsten die uit het gebied bekend zijn, zijn allen toevallige vondsten gedaan bij graafwerkzaamheden. De vondstcontext biedt daardoor weinig houvast over de oorspronkelijke context waar het object deel van heeft uitgemaakt.

Wel geven ze een indicatie van de mogelijkheid of bewoning binnen het plangebied. Uit het mesolithicum zijn enkele klingen van silex bekend, aangetroffen binnen of in de directe omgeving van het plangebied (ID 3057112100). De vermoedelijke vondstlocatie is een dekzand verhoging in een verder vlak landschap. Bij een zeeniveau dat tenminste 8 m lager dan nu was,[14] zal dit landschap gedurende het mesolithicum droog en ecologisch rijk genoeg zijn geweest om te wonen en te exploiteren. Ook in de daarop volgende periode, het neolithicum, zal dit nog het geval zijn geweest, de zeespiegel stijgt dan tot circa 1 meter onder het huidige niveau, maar door het stuwend effect van het hogere peil van de zee zal het grondwaterpeil in het achterland hoger zijn. Rond het begin van het 2de millennium zal dan ook de vernatting van het landschap hebben ingezet. Of het landschap, anders dan voor de jagers/verzamelaars uit het mesolithicum, aantrekkelijk was voor de eerste boeren, is echter een nog onbeantwoorde vraag. Gebruik en bewoning kunnen wellicht marginaal zijn geweest, en deels bepaald door langer of korter durende klimaatoptima. Op de laagst gelegen delen van het landschap ontstaat hoogveen dat zich gedurende de tijd in zowel verticale als horizontale richting uitbreid en een aaneengesloten dek vorm. Gedurende de metaaltijden (circa 2000 BC tot 0) stijgt de zeespiegel tot rond 0 m, landinwaarts stijgt het grondwater mee, evenals de ontwikkeling van het hoogveen.[15] Voor 1500 BC heeft het veen het plangebied bedekt, rond 1500 BC ligt het plangebied net binnen het veenlandschap. De vraag is of er inderdaad sprake is van een volledig veenpakket, of dat zich een nat heidelandschap op het onderliggende dekzandpakket vormt. In ieder geval is het landschap in ieder geval deels nog in gebruik in de Romeinse tijd. De vondst van een groot aantal scherven keramiek uit deze tijd op dezelfde dekzandrug of -kop als waar het hierboven genoemde vuursteen uit het mesolithicum kan als een indicatie worden beschouwd

[14] Behre 2004, Abb. 2.

[15] Tussen 2000 en 1500 BC wordt het plangebied bedekt met veen, zie kaartbladen 2000 en 1500 van de Paleogeografische kaart van Nederland: https://rce.webgispublisher.nl/Viewer.aspx?map=Paleogeografischekaarten#

voor bewoning op deze locatie gedurende de Romeinse tijd. Aanwijzingen voor bewoning in de middeleeuwen en nieuwe tijd lijken geheel te ontbreken. Als, dan concentreert zich dat in een zone met stuifduinen langs de noordelijke oever van de Vecht. De afwezigheid van sporen van bewoning in het landschap daar ten noorden van wil echter niet zeggen dat daar geen menselijke activiteiten hebben plaatsgevonden. Maar deze zullen vooral gericht zijn geweest op exploitatie, niet op bewoning. De ruilverkaveling van de Hooilanden laat zien dat deze deel hebben uitgemaakt van de agrarisch-economische structuur van de zuidwaarts langs de Vecht gelegen nederzettingen. Pas rond en na deze ruilverkaveling in het begin van de 20ste eeuw wordt binnen de Hooilanden begonnen met bebouwing. Het betreft hier dan vooral het verplaatsen van agrarische bedrijven vanuit de nederzettingen naar de landerijen.

2.5 Gespecificeerde archeologische verwachting

Op basis van de in eerdere paragrafen beschreven informatie over de huidige situatie, de aardwetenschappelijke gegevens, de historische situatie en bekende archeologische waarden in de omgeving van het plangebied, kan een specifieke archeologische verwachting worden opgesteld. Indien mogelijk wordt hierbij informatie verstrekt over het complextype en worden nadere kenmerken van de vindplaats beschreven.

De oudste vondsten die in het plangebied voor kunnen komen, maar waar de genoemde verwachting geen betrekking op heeft, zijn die uit paleolithicum (zaak. 2818641100 en 2830078100). Uit het midden-paleolithicum is uit de Bomhofsplas bewerkt vuursteen bekend uit diepe lagen uit het Eemien. Gezien dezelfde landschappelijke setting van het plangebied kunnen dergelijke vondsten hier ook voorkomen. Onzeker is echter op welke diepte, maar zeker is wel dat vondsten uit deze periode alleen een risico vormen binnen de locatie van de windturbine. Erin een vooronderzoek (IVO) naar zoeken is gezien de diepteligging en zeldzaamheid echter haalbaar noch zinvol.

De voor het plangebied meest relevante vondst is die direct ten oosten van het plangebied van mesolithisch bewerkt vuursteen en Romeins keramiek (zaakid. 2762679100). Het geeft aan dan in zowel de prehistorie als Romeinse tijd in het gebied activiteiten waren. Logischerwijs zullen die vooral aan relatief hoge delen in het landschap gekoppeld zijn geweest, zoals aan resten van dekzandkopjes, waarvan er een deels in en tot circa 150m ten zuidoosten van het plangebied ligt.

In de natte delen zijn weinig resten te verwachten. Toch kunnen puntvondsten worden gedaan zoals ook de neolithische bijl is (zaakid. 2762679100 en 2762938100). Mogelijk hangt die samen met een rituele depositie (depotvondst). De kans op aantreffen van dergelijke resten bij de voorgenomen graafwerkzaamheden in het plangebied is gering door de zeldzaamheid van dergelijke depotvondsten.

Het langdurig gebruik als grasland (hooiland) heeft op zich de bodem vermoedelijk slechts weinig geroerd. De onbekende factor wordt echter gevormd door de ruilverkavelingen in de 20ste eeuw en mogelijk ook de eerdere ontginningen in de 19de eeuw. Of, en zo ja, in welke mate de bodem daarbij verstoord is, is vooralsnog onbekend. De kans is echter groot dat plaatselijk een aanzienlijke verstoring heeft plaatsgevonden.

Paleolithicum – Afzettingen uit het Eemien (Kreftenheye II)

Datering	Paleolithicum.
Complextype	Algemeen – niet gespecificeerd: bewoning, begraving, voedselvoorziening;
Soort vindplaats	Vindplaatsen met alleen vondststrooiing (vuursteen); mogelijk haardplaatsen.
Omvang	Onbekend.
Uiterlijke kenmerken	Voorkomen van archeologische indicatoren zoals verbrand bot, vuursteen, verbrande botanische resten. Maar ook indicatoren die niet met zekerheid als antropogeen kunnen bestempeld worden.
Vondstdichtheid	Zeer laag tot laag: < 40 per m².
Diepteligging	Begraven landschap, onder afzettingen dekzand en Kreftenheye III.
Locatie	Verspreid over plangebied.
Gaafheid en conservering	Onbekend.
Mogelijke verstoringen	Onbekend, maar vermoedelijk in situ.
Verwachting	Laag tot middelhoog: aangetoond in omgeving.

Holoceen dekzandlandschap – Afzettingen van Boxtel

Datering	Mesolithicum – neolithicum.
Complextype	Algemeen – niet gespecificeerd: bewoning, begraving, voedselvoorziening.
Soort vindplaats	Vindplaatsen met grondsporen en vondststrooiing.
Omvang	Onbepaald.
Uiterlijke kenmerken	Voorkomen van archeologische indicatoren zoals verbrand bot, keramiek, (vuur)steen, verbrande botanische resten, haardplaatsen, paalkuilen, greppels, afhankelijk van periode.
Vondstdichtheid	Laag tot hoog: >40 tot >80 per m², afhankelijk van periode.
Diepteligging	Direct onder de bouwvoor of opgebrachte bodems, vondsten kunnen zijn opgenomen in de bouwvoor; diepere sporen (Neolithicum) kunnen beter behouden zijn.
Locatie	Geheel plangebied.
Gaafheid en conservering	Slecht tot zeer goed: onder ophooglagen (zeer) goed bewaard, in door bodembewerking verstoorde bodems slecht tot matig bewaard; afhankelijk van de verstoringsdiepte.
Mogelijke verstoringen	Door – diepe – bodemverbetering (scheuren of diepploegen) – en egalisatie – plaatselijk – geheel of gedeeltelijk verstoord.
Verwachting	Laag tot hoog. Binnen het plangebied is vuursteen uit deze periode aangetroffen op een dekzandkop nabij het plangebied.

Holoceen dekzandlandschap met veenafzetting – Afzettingen van Boxtel

Datering	Bronstijd, ijzertijd; Romeinse tijd en vroege middeleeuwen.
Complextype	Algemeen – niet gespecificeerd: bewoning, grafvelden, landinrichting, infrastructuur, agrarische productie en voedselvoorziening.
Soort vindplaats	(Periferie van) rurale nederzetting: vindplaatsen met grondsporen en vondststrooiing; sporen gerelateerd aan het gebruik van het landschap.

Omvang	Onbepaald.
Uiterlijke kenmerken	Grondsporen: huisplattegronden, spiekers, kuilen, haarden en (veld)ovens, greppels, sporen agrarisch landgebruik, graven en grafstructuren.
Vondstdichtheid	Laag tot hoog: >40 tot >80 per m².
Diepteligging	Direct onder de bouwvoor of opgebrachte bodems, vondsten kunnen zijn opgenomen in de bouwvoor.
Locatie	Geheel plangebied.
Gaafheid en conservering	Slecht tot zeer goed: onder ophooglagen (zeer) goed bewaard, in door bodembewerking verstoorde bodems slecht tot matig bewaard; afhankelijk van de verstoringsdiepte.
Mogelijke verstoringen	Door – diepe – bodemverbetering (scheuren of diepploegen) – en egalisatie – plaatselijk – geheel of gedeeltelijk verstoord.
Verwachting	Middelhoog tot hoog, afhankelijk van (deel)periode en locatie binnen het plangebied. Romeins aardewerk is aangetroffen op een dekzandkop die deels binnen het plangebied is gelegen.

Holoceen dekzandlandschap met veenafzetting – Afzettingen van Boxtel

Datering	Volle middeleeuwen tot nieuwe tijd.
Complextype	Uitsluitend (grond) structuren gerelateerd aan landinrichting en -gebruik.
Soort vindplaats	Landinrichting gerelateerd.
Omvang	Onbekend.
Uiterlijke kenmerken	Greppels, sloten etc.
Vondstdichtheid	Zeer laag, puntlocaties.
Diepteligging	Direct onder de bouwvoor of (recent) opgebrachte bodems of dieper dan onderzijde verstoring als gevolg van ruilverkaveling; vondsten kunnen zijn opgenomen in de bouwvoor.
Locatie	Geheel plangebied.
Gaafheid en conservering	Slecht tot zeer goed: onder ophooglagen of verstoringsniveau (zeer) goed bewaard.
Mogelijke verstoringen	Bodemingrepen tijdens ruilverkaveling en civieltechnische werkzaamheden landinrichting.
Verwachting	Hoog, echter alleen voor landinrichting.

3 Inventariserend veldonderzoek

3.1 Methodiek

Het voorliggend hoofdstuk omvat de resultaten van het Inventariserend Veldonderzoek door middel van kijkgaten en boringen (IVO-O, verkennende fase). Het onderzoek is uitgevoerd conform protocol 4003 (IVO-O) van de KNA 4.1 en het hiertoe opgestelde Programma van Eisen16. Voorafgaand aan het opstellen daarvan is overleg geweest met de archeoloog van de Gemeente Zwolle, [redacted] over de te volgen methodiek

Gangbaar is dat bij een IVO-O een booronderzoek wordt uitgevoerd waarmee kan worden vastgesteld of de in het bureauonderzoek opgestelde archeologische verwachting juist is en of de bodemopbouw nog intact is. Een verkennend booronderzoek is echter niet altijd de meest geschikte methode voor het in kaart brengen van de bodemopbouw, bij het nu onderzochte terrein was boren zeker niet de meest aangewezen strategie. Het probleem dat hier speelt betreft de onzekerheid over aard en omvang van eventuele bodemingrepen uitgevoerd in de kader van de twee ruilverkavelingen die in de 20ste eeuw binnen het plangebied zijn uitgevoerd. Bepaalde mechanische vormen van bodemverbetering (diepploegen, scheuren) kunnen leiden tot een (diepe) verstoring van de bodemopbouw die echter moeilijk te herkennen is in boorprofielen. Daarnaast speelde de vraag of de sporen van bewoning of gebruik van het land die eerder ten zuidoosten van de spoordijk waren aangetroffen, zich voortzetten naar het noorden. Tenslotte was er de afweging dat veruit het grootste deel van het plangebied in gebruik zou worden genomen als zonnepark, de bodemverstoring veroorzaakt door de plaatsing van de substructuren van de panelen en de bekabeling is beperkt. Veruit het grootste deel van het plangebied zal derhalve niet verstoord worden, alleen de tracés van kabels en eventueel dienstwegen zouden leiden tot verstoring van de bodem. Een verkennend onderzoek door middel van proefsleuven (IVO-P) zoals voorgestelde door de gemeente Zwolle zou proportioneel in geen verhouding staan tot de beperkte mate van verstoring veroorzaakt door ingrepen in het kader van de realisatie van de plannen. Derhalve is gekozen voor een onderzoek door middel van kijkgaten met een oppervlak van circa 1x1 m aangevuld meet een beperkt aantal diepte boringen. De strategie en werkwijze is afgestemd op de bovengenoemde overwegingen en richtlijnen en in onderstaande tabel opgenomen:

[16] [redacted] 06-09-2022: Programma van Eisen IVO-O Zwolle zonnepark Tolhuislanden.

Aantal kijkgaten	33, alleen binnen de zone van het toekomstige zonnepark.
Grid	Driehoeksgrid met noordwest-zuidoost oriëntatie.
Dichtheid	6 kijkgaten per hectare.
Plaats- en hoogtebepaling	RTK-GNSS (GPS & GLONASS, max. afwijking horizontaal/verticaal= 2 cm).
Profiel- en boorgegevens	In het veld analoog, profielen ook gefotografeerd, aantekeningen uitgewerkt in TerraIndex.
Gebruikte codelijsten - standaard	(afgeleide van) ASB (Archeologische Standaard Boorbeschrijvingsmethode) en ABR (Archeologisch Basis Register).
Boordiepte	Maximaal 1,7 m-mv / 1,28 m-NAP.
Methodiek aanleg profielen	Minigraver <2,5 ton, op rups met gladde bak met breedte 1,2 m.
Gehanteerde boor	Edelmanboor (Ø 7 cm tot circa 1,70 m -mv).
Opsporen indicatoren	In het veld visueel door versnijden/verbrokkelen.
Monstername	Geen.
Oppervlaktekartering	Geen: grassland.

Tijdens het beschrijven van de profielen boringen is verder specifieke aandacht besteed aan de volgende geologische en bodemkundige kenmerken:

- de lithologie, kleur en kalkgehalte van het sediment;
- aard van de laagovergangen (erosieverschijnselen, bioturbatie);
- de genese van de laag;
- bodemvormende kenmerken (bodemvorming/veraarding, ontkalking, rijping e.d.);
- de aard van biologische indicatoren (insecten, schelpen, hout- en plantenresten;
- de diepteligging van het reductievlak.

De boorpuntenkaart wordt afgebeeld op figuur 12, de boorstaten zijn opgenomen in bijlage 5.

Bij het verkennend veldonderzoek zijn 33 kleine proefputten gegraven. Daarin zijn 39 kolommen gedocumenteerd; in de meeste putten één kolom en soms twee (Bijlage 2, Figuur 12). De profielputten liggen in een regelmatig grid met een dichtheid van zes putten per hectare. De proefputten 4, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24 en 26 zijn aangelegd op 18 oktober 2022. De andere de dag erna. De putten zijn vlaksgewijs verdiept. De uiteindelijke diepte varieert van circa 0,6 tot 1,1 m, tot ruim in het bodemkundig niet of nauwelijks veranderede uitgangsmateriaal, de C-horizont. De locaties zijn uitgezet met GPS. Informatie van de KLIC-melding over de ligging van kabels en leidingen is geraadpleegd in het veld.

De proefputten zijn gegraven met een minigraver met een 1,2 m brede bak. De meeste kolommen zijn met een boring verlengd. De boringen zijn gezet met een Edelmanboor met een boorkop met een diameter van 7 centimeter. De boordiepte werd gelimiteerd door het uit de boorkop lopen van zand onder grondwater.



Fig. 12 Kaart met ligging proefputten.

De diepste met een boring verlengde kolommen reiken tot circa 1,5 à 1,7 m –mv. Alle kolommen reiken in ieder geval tot ruim onder het niveau vanaf waarop eventueel aanwezige archeologische resten kunnen worden verwacht. De diepst reikende kolommen geven logischerwijs de meeste informatie over het ontstaan van het gebied. Verder geven deze en de overige, ondieper reikende, kolommen informatie over de mate van intactheid van de bodem.

Alle onderscheiden lagen van de kolommen en boringen zijn conform ASB (Archeologische Standaard Boorbeschrijving 5.2) beschreven, zie Bijlage 3. Gelet is op de aanwezigheid van archeologische indicatoren als fragmenten keramiek, fosfaatvlekken en brokjes houtskool en verbrande leem. Daartoe zijn de opgeboorde monsters verbrokkeld. Het kalkgehalte is bepaald met een 10 procent zoutzuuroplossing. Omdat de ondergrond hoofdzakelijk uit zand bestaat, is voor nader onderscheid speciaal gelet op de mediane korrelgrootte, mate van sortering en een eventuele bijmenging van grind.

Op een denkbeeldige ZZW-NNO-georiënteerde lijn zijn de kolommen geprojecteerd (Figuur 13a). Hierdoorheen is een lithogenetisch profiel geconstrueerd (Figuur 13b, Bijlage 4).



Fig. 13a Ligging van de denkbeeldige lijn (lichtpaars) die gebruikt is voor het lithogenetisch profile (Fig 13b).

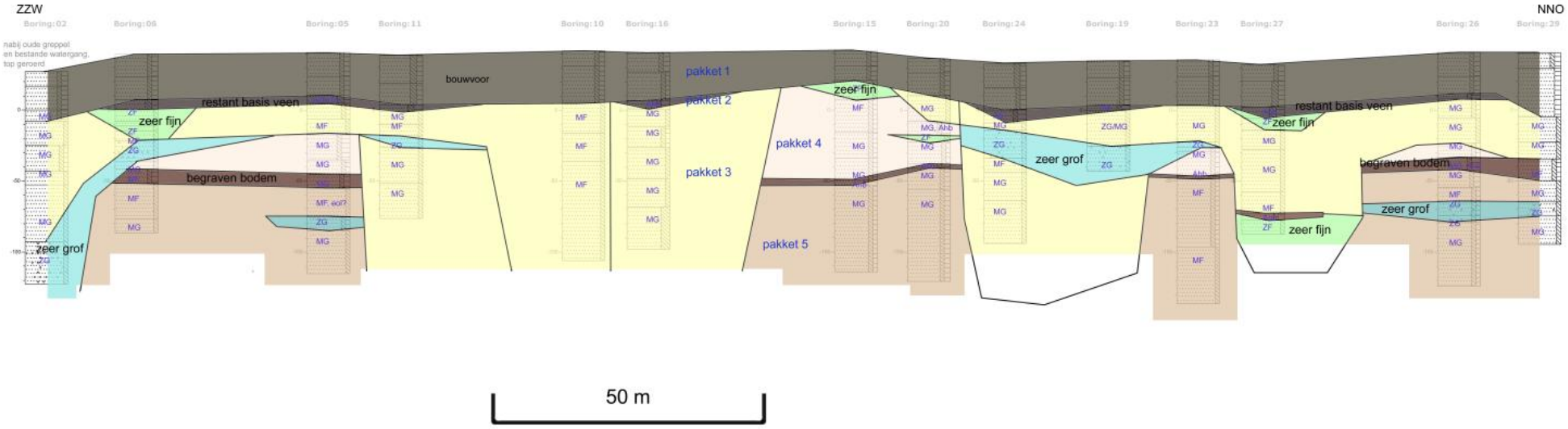


Fig 13b Door de kolommen geconstrueerd lithogenetisch profiel. Een grotere versie staat in Bijlage 4. De ligging staat in Figuur 13a.

3.2 Huidig gebruik van het plangebied

Het plangebied is in gebruik als grasland, meer precies als weiland (Figuur 14 – Figuur 17). Een wetering (brede watergang) tussen percelen grasland vormt de zuidwestelijke grens (Figuur 14). Een watergang en een spoordijk vormen de zuidoostelijke grens. Een verharde weg ligt tussen de noordelijke en zuidelijke helft. Een smalle sloot ligt tussen het oostelijke deel en het centrale en westelijke deel.



Figuur 14 Wetering in het zuidwestelijke deel, kijkende in zuidwestelijke richting (oktober 2022).



Figuur 15 Zuidwestelijk deel van het plangebied, kijkende vanuit de zuidelijke deel naar het noordwesten (oktober 2022).



Figuur 16 Aanleg van de proefputjes met een minigraver in het noordwestelijke deel (oktober 2022).



Figuur 17 Noordoostelijk deel van het plangebied, kijkende in noordwestelijke richting. Bij de lage struiken in het linkerdeel van de foto ligt een smalle sloot (oktober 2022).

3.3 Resultaten veldwerk

De ondergrond van het plangebied kan globaal worden onderverdeeld in vijf pakketten (pakketten 1-5). Het oudste is pakket 5 en het jongste is pakket 1. Hierna worden de pakketten in volgorde van vorming besproken.

3.3.1 Pakketten 4 en 5

Zowel de pakketten 4 als 5 zijn natuurlijk gevormde pakketten zand. Het zand is vrijwel geheel zwak siltig. De grofheid van het zand varieert van zeer grof tot zeer fijn. Matig fijn en matig grof zand zijn dominant. In beide pakketten komen veel zwak tot sterk humeuze lagen voor. In beide pakketten komen boomwortels voor, die van vermoedelijk zwarte els zijn herkend. Onderscheid tussen beide pakketten is grotendeels gebaseerd op de ligging, namelijk die van onder of boven een laag matig tot sterk humeus zand rond 0,5 à 0,4 m –NAP. Die humeuze zandlaag is gevormd in de top van de afzettingen van pakket 5 en is door het hele plangebied te vervolgen. Het komt voor in elf proefputten (Figuur 18), een derde van alle proefputten. Delen ontbreken door latere erosie. Pakket 4 dekt pakket 5 af. In pakket 4 zijn er ook humeuze bodems, maar die hebben een lokaal karakter en zijn niet te vervolgen.

Interpretatie

Het zand van de pakketten 4 en 5 is door stromend water gevormd in een verwilderd, vlechtend, systeem. De lokale lagen met zeer grof zand vormde vermoedelijk eens de meest grove delen van de bedding. Lagen met (lokaal) verwaaid zand, dus met eolische afzettingen, kunnen voorkomen, maar zijn niet herkend. De humeuze laag in de top van pakket 5 is een oude bodem die met de vorming van pakket 4 begraven raakte. De bodem ontwikkelde zich in een brede reliëfloze vlakte in een rustige en relatief warme periode. De lokaal voorkomende humeuze lagen in pakket 4 zijn mogelijk de vochtige, humeuze delen van kleine depressies. De boomwortels in de pakketten 4 en 5 lijken niet samen te hangen met begroeiing tijdens of kort na de vorming van beide pakketten, maar wel met de vorming van pakket 2. De wortels zijn dus jonger en komen van hoger. De wortels zijn in het gereduceerde deel van de bodem behouden.

De begraven geraakte bodem in de top van pakket 5 zal een laatglaciale datering hebben. Vermoedelijk dateert het uit het Bølling- of Allerød-interstadiaal. Daarvan uitgaande, dateren de sedimenten van pakket 5 uit het Pleniglaciaal, de afzettingen van pakket 4 uit het Oude of Jonge Dryas.



Figuur 18. Kolommen met een begraven bodem in de top van pakket 5.

3.3.2 Pakket 3

Pakket 3 bestaat ook uit vooral zwak siltig zand. Het wijkt af van dat van de pakketten 4 en 5 doordat maar weinig van het zand humeus is. Verder is vooral sprake van matig grof zand, ook al komen lagen grindhoudend zeer grof zand en lagen zeer fijn zand voor. Pakket 3 reikt plaatselijk door pakket 4 en de top van pakket 5 heen, tot dieper dan de boringen en kolommen reiken. In pakket 3 komen net als in de pakketten 4 en 5 plaatselijk ook boomwortels voor, hetzij mogelijk minder.

Interpretatie

Ook pakket 3 is gevormd door stromend water onder koude omstandigheden. Waar pakket 3 diep reikt was sprake van een erosief ingesneden geul. Vermoedelijk was de situatie anders dan bij de vorming van de pakketten 4 en 5. Er was geen brede kale vlakte met ondiepe geulen, maar van een vlakte met minder en diepere geulen die langer actief bleven. Toch was de levensduur nog steeds beperkt en raakten de geulen snel verstopt met verspoeld niet-humeus zand. Het waren geen geulen van een veel stabieler meanderend systeem. De datering is dan ook vóór de klimaatsverbetering aan het begin van het Holoceen, uit vooral het Jonge Dryas. Tussen de geulen waren grote eilanden of zandbanken met daarin afgetopte resten van pakket 4. Zeker in de top van pakket 3 kan plaatselijk ver- of opwaaiing van zand zijn geweest, maar daarvoor zijn er geen duidelijke indicaties.

Het is door het homogene karakter aannemelijk dat pakket 3 in een relatief korte periode is gevormd. Het kan zelfs samenhangen met een of enkele grote overstromingen. De boomwortels hangen, net als die in de pakketten 4 en 5, mogelijk vooral samen met het nu grotendeels verdwenen pakket 2 en zijn dus jonger. Ze wijzen niet op stabiele omstandigheden.

3.3.3 Pakket 2

Pakket 2 is een dunne, donkere, veelal zwarte of zwartgrijze, sterk humeuze zandlaag die als 'venig' is beschreven. Het komt voor in elf proefputten (Figuur 19). Dat is bij een derde van alle proefputten. De basis is gevormd in pakket 3 en het zand is daardoor vooral matig fijn of grof en zwak siltig. De grens met het erboven gelegen pakket 1 is scherp.

Interpretatie

Pakket 2 is vermoedelijk een restant van de basis van een veenpakket dat verdwenen is, mogelijk door afgraving voor turfwinning en anders door oxidatie en sub-moderne omwerking. De veenvorming had plaats in de loop van het Holoceen door een stijgende grondwaterspiegel. Het nu resterende deel is de zandige en structuurloze basis die deels door bioturbatie is omgewerkt. Het verdwenen hoger gelegen veen zal lichter van kleur en mineraalarm zijn geweest en hebben bestaan uit plantenresten en brokjes (verspoelde) organische stof.

Het veengebied van noordwest Overijssel vormde zich in het circa 25 kilometer brede dal van de Vecht uit het Saalien. Door de holocene veenvorming in dit dal ontstond een veengebied van circa 12 duizend hectare. De dikte varieerde van enige decimeters tot vier meter. Het veengebied werd sinds de 12e eeuw op wat grotere schaal dan alleen voor privégebruik ontgonnen. Van veenwinning op grote schaal was echter nog geen sprake. Marktgerichte turfwinning op wat grotere schaal was er waarschijnlijk wel al in de 15e eeuw.[17] In het veengebied van noordwest Overijssel was er in de 17e eeuw nog veel veenwinning, uiteindelijk stopte de veenwinning begin 20e eeuw. Niet achterhaald is of en wanneer vervening in het plangebied plaatshad. Een eventuele vervening zal uiterlijk in de 18e eeuw, maar vermoedelijk (veel) eerder, geweest zijn, gezien de al bestaande percellering op het kadastrale minuutplan van 1820



Figuur 19 Kolommen met een restant van pakket 2.

[17] http://www.stellingwerven.dds.nl/index17e/economie/turf1.htm

3.3.4 Pakket 1

Pakket 1 ligt scherp en erosief op de natuurlijke pakketten 2-4. Het bestaat hoofdzakelijk uit matig humeus, zwak siltig, matig grof zand. De dikte varieert van circa 0,3 tot 0,4 m en is alleen dikker op de plaats van moderne verstoringen en gedempte greppels (paragraaf 3.5). De bovenste circa 0,3 m is modern geploegd.

Interpretatie

Pakket 1 is een antropogeen gevormd dek. Het bestaat uit opgebrachte grond, al komen er ter plaatse verploegde brokken grond uit de pakketten 3-4 erin voor. Het plangebied is modern kort gebruikt als bouwland, namelijk voor de teelt van maïs. Dit is in overeenstemming met een bouwvoor van circa 0,3 m. Pakket 1 zal zijn opgebracht om het vochtige land agrarisch meer rendabel te maken. Vermoed wordt dat pakket 1 niet kort na de ontginning is gevormd, maar pas later, mogelijk medio 20e eeuw, toen ook de indeling in percelen veranderde.

3.4 Bodem

De bodem die van nature is ontwikkeld, is weinig uitgesproken (figuur 20 profielen 7, 15, 27). Bodemvorming had plaats onder natte tot vochtige condities. Onder het (verdwenen) veenpakket en humeuze zand ligt het weinig veranderde uitgangsmateriaal van zand met daarin weinig of veel roestvlekken (gley). Dat is de Cg-horizont. Het natuurlijke humeuze zand erboven is een restant van de Ah(g)b- of ACgb-horizont. Het bovenste (sub-)modern geroerde zandpakket is opgebracht en daarmee een Aa-horizont. De bodem is overwegend gereduceerd vanaf circa 0,6 à 1,0 m -mv. Het bovenste sub-modern opgebrachte pakket van circa 0,3 à 0,4 vormt de Aa-horizont. De bodem is een hydro-eerdgrond, namelijk een zwarte beekeerdgrond. Alleen plaatselijk is er een veldpodzol gezien, namelijk in werkput 22 (figuur 22 rechtsonder). Daar zijn inspoelingslaagjes met humus en sesquioxiden (ijzer- en aluminium-verbindingen) aanwezig.



Figuur 20 Profielkolommen 7 (linksboven), 15 (rechtsboven), 27 (linksonder) en 22 (rechtsonder).

3.5 Archeologische sporen en indicatoren

3.5.1 Inleiding

Alhoewel niet het hoofddoel van een verkennend veldonderzoek als deze, is gelet op de aanwezigheid van archeologische vondsten en andere indicatoren die kunnen wijzen op archeologische waarden in de ondergrond. Ook is bij de aanleg gelet op eventuele archeologische sporen.

Archeologische vondsten en archeologische indicatoren zoals houtskool of verbrande leem zijn niet aangetroffen. Wel komen uit het bovenste, sub-modern geroerde, pakket 1 bij de aanleg van kolom 19 een fragment van een baksteen en ook een compleet exemplaar. De bakstenen zijn hard. Van het complete exemplaar zijn de lengte, breedte en hoogte respectievelijk 22, 10 en 6 cm. De bakstenen zijn in de Nieuwe tijd B of C te dateren. Verder komen uit ditzelfde pakket uit boring 16 enkele brokjes sintel.

3.5.2 Greppels

Archeologisch sporen komen voor in de vorm van opgevulde greppels, namelijk in de proefputten 2, 11 en 33.

In proefput 2 was in de noordoostwand van de proefput de vulling van een opgevulde greppel zichtbaar (Figuur 21 en Figuur 22). De greppel reikt tot circa 0,7 m –mv en is zichtbaar vanaf circa 0,3 m –mv. Dit is vanaf de onderkant van de bouwvoor in pakket 1. De greppel loopt parallel aan de huidige wetering. De afstand tot de wetering is enkele meters. De vulling bestaat uit brokken niet- tot matig humeus zand dat matig grof is. De vulling is zwak roesthoudend. Een waterbodem ontbreekt. Mogelijk was het een droge greppel. De plaats van de zuidwestgrens van de greppel komt vrijwel overeen met het ingemeten piket van kolom 2.



Figuur 21 Greppel in het vlak in de proefput bij kolom 2. De punt van de troffel geeft het noorden aan.



Figuur 22 De greppel in de proefput bij kolom 2 in het profiel. De punt van de troffel geeft het noorden aan.

In proefput 11 is een greppel zichtbaar vanaf circa 0,3 m –mv, vanaf de onderkant van de bouwvoor in pakket 1 (Figuur 23 en figuur 24). De greppel doorsnijdt de donkere laag van pakket 2 onder pakket 1 en reikt tot in pakket 3 tot circa 0,5 cm –mv. De breedte was in de top van pakket 3 circa 42 cm. De bodem is donkerder en humeuzer dan het hoger gelegen deel van de vulling. Vermoedelijk was het geen humeuze waterbodem. Het was vermoedelijk een droge greppel met een vochtige bodem. Het hogere deel van de vulling is gevlekt. Het is met brokken opgevuld bij het dichten. De vulling bestaat grotendeels uit matig humeus matig grof zand. De niet-humeuze brokken zand in de vulling komen uit de C-horizont



Figuur 23 De greppel bij kolom K11 in het vlak. De punt van de troffel geeft het noorden aan.



Figuur 24 De greppel van kolom 11 in het zuidoostelijke profiel.

In proefput 33 ligt een greppel die deels afwijkt van die uit de proefputten 2 en 11 (Figuur 25 en Figuur 26). Die van proefput 33 heeft flauwere oevers en de vulling is grotendeels egaal en gelijk aan pakket 1, op met enkele brokken niet-humeus zand uit de C-horizont na. De breedte is net onder de bouwvoor in pakket 1 op circa 0,3 m –mv circa 90 cm. Op circa 10 cm onder de bouwvoor is het circa 45 cm. De greppel reikt tot circa 0,5 m –mv. Dat is tot circa 0,2 m onder bouwvoor. De ondergrens is scherp. Ook deze greppel ligt parallel aan de wetering.

De drie aangetroffen voormalige greppels hangen samen met de fijnmazige percellering zoals die op het kadastrale minuutplan van 1820 ingetekend staat en waarvan kan worden aangenomen dat die tot minstens de 18e eeuw teruggaat.



Figuur 25 Zuidoostprofiel van proefput 33.



Figuur 26 Noordwest profiel van proefput 33.

3.6 Discussie en archeologische verwachting

In theorie zijn er meerdere niveaus waarop archeologische resten kunnen voorkomen. Het diepste niveau is de top van pakket 5, waar een later begraven geraakte humeuze bodem in is ontwikkeld. Omdat bodemvorming plaatshad onder natte of vochtige condities, is dit vooral een hypothetisch niveau.

Het bovenste niveau ligt direct in de top van de natuurlijke afzettingen van pakket 3. onder pakket 1 of 2. Aanvankelijk, aan het begin van het Holoceen, zal sprake zijn geweest van een laaggelegen terrein met bodemcondities die nog droger waren dan na de latere grondwaterspiegelstijging. In het overgrote deel van het Holoceen was de bodem vochtig of nat. In het laaggelegen gebied zullen kopjes met opgestoven zand bewoonbaar zijn geweest. Dergelijke kopjes zijn binnen het plangebied niet aangetroffen. Hierdoor is de archeologische verwachting laag voor alle perioden vóór de Nieuwe tijd. In de Nieuwe tijd was het gebied agrarisch in gebruik. Kleineren en grotere greppels en watergangen zorgden voor ontwatering. Veel van deze greppels en watergangen zijn bij latere herindelingen gedempt. Bij onderhavig onderzoek zijn ze vastgesteld in drie proefputten. De verwachting op het aantreffen van dergelijke greppels en watergangen bij de voorgenomen werkzaamheden is hoog. De informatiewaarde is echter gering.

Het archeologisch relevante deel van de bodem in het plangebied is de top van de natuurlijke afzettingen onder de humeuze bovenlagen en een eventueel veendekrestant. De archeologische verwachting is laag, met uitzondering voor resten uit de Nieuwe tijd. Die worden echter niet behoudenswaardig geacht. Geen vervolgonderzoek wordt voorgesteld

4 Conclusie en Advies

4.1 Resultaten bureauonderzoek

In het bureauonderzoek is op basis van de beschikbare fysisch geografische, archeologische en historische gegevens een gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel opgesteld. Er kan samengevat gesteld worden dat er voor het plangebied de volgende verwachtingen gelden. Er bestaat een lage tot middelhoge risico op het aantreffen van vindplaatsen uit het (midden)paleolithicum op en in afzettingen uit het Eemien (Kreftenheye II). Deze verwachting geldt alleen voor de locaties van de windturbines gezien de diepteligging van de onderzijde van de funderingen, en is vooralsnog theoretisch omdat onbekend is op welke diepte de afzettingen uit het Eemien op deze locaties voorkomen of op welke wijze de funderingen geconstrueerd zullen worden. Voor alle duidelijkheid, de heipalen waarop de funderingen rusten vormen wel een risico voor archeologica, maar vallen buiten het bereik van de mogelijkheden van archeologisch onderzoek.

Het risico op het kunnen aantreffen van vindplaatsen uit het mesolithicum, het neolithicum, de metaaltijden en de Romeinse tijd op en in afzettingen van de Formatie van Boxtel, Laagpakket van Wierden) wordt als middelhoog tot hoog ingeschat, afhankelijk van (deel)periode en locatie binnen het plangebied. Het meest waarschijnlijk is dat vindplaatsen voorkomen op de dekzandrug gelegen binnen de 50% zone op de gemeentelijke beleidsadvieskaart. Hier is in het verleden bij grondwerk materiaal uit het mesolithicum en Romeinse tijd aangetroffen.

Het risico op het kunnen aantreffen van vindplaatsen uit de volle middeleeuwen en nieuwe tijd wordt laag ingeschat, alleen voor contexten gerelateerd aan landinrichting is deze middelhoog.

Over de aard en gaafheid van vindplaatsen kan op dit moment wegens gebrek aan data van vergelijkbare landschappelijke contexten in de omgeving van het plangebied alleen in ruime zin uitspraken worden gedaan. Vindplaatsen uit het mesolithicum tot vroege middeleeuwen kunnen nederzettingen, grafvelden, elementen gerelateerd aan landinrichting of puntlocaties zijn. Uit de volle middeleeuwen en nieuwe tijd zal het gaan om elementen gerelateerd aan landinrichting en landgebruik. Over de gaafheid van vindplaatsen is, zonder een inventariserend booronderzoek, geen goed onderbouwde uitspraak te doen.

4.2 Resultaten inventariserend veldonderzoek

Tijdens het uitgevoerde veldonderzoek zijn een vijftal bodempakketten vastgesteld. Het oudste is pakket 5, dat is gevormd in het laatglaciaal (pleniglaciaal) in een verwilderd, vlechtend riviersysteem. In de top van dit pakket heeft zich onder warme omstandigheden een bodem gevormd, vermoedelijk in het Bølling- of Allerød-interstadiaal. Deze bodem is afgedekt door pakket 4 dat bestaat uit zand afgezet gedurende het Oude of Jonge Dryas onder koude omstandigheden, eveneens in een vlechtend systeem. Pakket 4 is weer afgedekt door pakket 3, bestaande uit zand afgezet in deels diep in de onderliggende horizonten ingesneden geulen. Het homogene karakter van het pakket wijst op een vorming binnen relatief korte tijd. Vermoedelijk dateert dit pakket uit

het Jonge Dryas. Pakket 2 heeft zich als een veenlaag op pakket 3 gevormd. Wat nu resteert is de zandige en structuurloze basis van deze veenlaag, het grootste deel van dit pakket is verdwenen door turfwinning en/of landbouw. Het veen zal vanaf het begin van het Holoceen zijn ontstaan als gevolg van de stijgende grondwaterspiegel. De aanwezigheid van (restanten van) wortels van de zwarte els in dit pakket alsmede in onderliggend pakketten reflecteren de natte omstandigheden ter plekke gedurende het Holoceen. Het bodemprofiel wordt afgesloten door het antropogeen gevormde pakket 1. Dit ligt erosief op de onderliggende natuurlijke horizonten en is vermoedelijk pas laat ontstaan, mogelijk pas als gevolg van maatregelen in het kader van bodemverbetering in de 20ste eeuw, waaronder egalisatie en ophoging. De natuurlijke bodem is een weinig uitgesproken zwarte beekeerdgrond met gleyverschijnselen vanaf 0,6 m onder het huidige maaiveld. Alleen in werkput 22, aan de uiterste noordgrens van het plangebied is een veldpodzol waargenomen. Opvallend is dat er vrijwel geen aanwijzingen voor afzettingen van dekzand zijn aangetroffen.

Op basis van de vastgestelde geologische en bodemkundige opbouw kunnen binnen het plangebied meerdere niveaus worden onderscheiden waar bodemvorming heeft plaatsgevonden, en die in het verleden potentieel bewoonbaar kunnen zijn geweest. Het diepste niveau is de top van pakket 5, vermoedelijk gevormd gedurende het Bølling- of Allerød-interstadiaal, waar bodemvorming heeft plaats gevonden onder vermoedelijk natte omstandigheden, zodat bewoning niet waarschijnlijk is. Het hoogste niveau vormt de top van pakket 3. Aan het begin van het Holoceen zal hier bodemvorming zijn ontstaan als gevolg van het warmer worden. De ligging in het dal van de Vecht betekende dat het laaggelegen was, maar toen nog relatief droog zal zijn geweest. Al snel zal het landschap zijn gaan vernatten. De conclusie moet dan ook zijn dat dit landschap gedurende het grootste deel van het Holoceen weinig aantrekkelijk voor bewoning was.

Het veldwerk heeft geen archeologisch relevante indicatoren opgeleverd. De enige sporen die zijn waargenomen betreffen greppels uit de nieuwe tijd, waarvan sommigen mogelijk dateren van voor de eerste kwart van de 19de eeuw.

4.3 Conclusie

De in het bureauonderzoek opgestelde verwachting zal door de resultaten van het veldwerk moeten worden bijgesteld naar laag voor alle periodes, uitgezonderd de nieuwe tijd. Het landschap is gevormd in een dynamisch fluviatiel landschap (vorming pakketten 5, 4 en 3), hogere welvingen gevormd door dek- of stuifzand gedurende de koudere fasen van de laatste ijstijd lijken te ontbreken. In de onderzochte profielen zijn namelijk nauwelijks aanwijzingen voor de aanwezigheid van dekzand waargenomen, wat wijst op een landschappelijke ontwikkeling aan het eind van het pleistoceen en begin van het holoceen waarin eolische afzettingen niet of maar zeer beperkt hebben plaatsgevonden. Waar dit wel is gebeurd zal het eerder als lage welvingen op de meer of minder geïsoleerd gelegen hogere plekken in het rivierdal zijn geweest. De omliggende lage zones zullen nat zijn geweest, dit zijn de zones waarin zich de pakketten 3 en 2 hebben gevormd. Bij de vorming van pakket 1 is de top van de natuurlijke horizonten grotendeels vernietigd, evenals eventueel aanwezige dek- en stuifzandwelvingen op rivierafzettingen.

Het beschreven landschap is weinig aantrekkelijk of geschikt voor bewoning. Dat wil niet zeggen dat het niet gebruikt zal zijn, de aanwezigheid van materiaal uit het mesolithicum direct ten zuiden van het plangebied wijst op activiteiten in een periode toen het landschap voor mensen vermoedelijk aantrekkelijk was, zij het voor korte tijd en wellicht ook alleen voor kortdurende

activiteiten. Natte landschappen zijn voor jagers en verzamelaars nu eenmaal aantrekkelijk wegens de ecologische rijkdom die dergelijke landschappen kenmerken, en werden dan ook geëxploiteerd als bron van voedsel. Kenmerkend voor een dergelijke exploitatie zijn kampementen gebruikt voor kortere tijd, de zogenaamde '*single use sites*' uit het mesolithicum. Voor landbouwers, vanaf het neolithicum, is het landschap al te nat geweest om het te kunnen gebruiken als akkerland. Wel zal het binnen de agrarische economie extensief zijn gebruikt als bron van gebruiks- en brandhout, turf, voor beweiding van vee en activiteiten die in de periferie van nederzettingen plaatsvonden. Voor permanente bewoning was het echter niet geschikt.

4.4 Advies

Geadviseerd wordt om het plangebied vrij te geven voor ontwikkeling. De archeologische verwachting wordt voor alle periodes als laag ingeschat, uitgezonderd de nieuwe tijd. Wellicht is het gebied in het mesolithicum geëxploiteerd gedurende korte periodes voor het verzamelen van voedsel. Het opsporen van dergelijke vindplaatsen is echter door hun geringe oppervlak en de lage dichtheid van vondstmateriaal moeilijk. Bovendien is de kans zeer klein dat een eventuele vindplaats nog intact is omdat door de ontginning en vervolgens de ruilverkaveling in de 20ste eeuw het bodemprofiel tot in de top van de natuurlijke bodem volledig is verstoord. De voorgenomen bouw van een zonnepark en één windturbine binnen het plangebied zal maar tot een beperkte verstoring van de bodem leiden. De grootste verstoring zal worden veroorzaakt door de fundering van de windturbine, de verstoring door kabeltracés voor zowel de windturbine als de zonnepanelen is wat de oppervlakte betreft beperkt. De funderingen van de structuren waarop de zonnepanelen worden gemonteerd zijn puntlocaties met ieder een zeer beperkt oppervlak en derhalve een evenredig beperkte verstoring van de bodem. De proportionaliteit van de eventuele kenniswinst van een archeologisch onderzoek zal derhalve in geen verhouding staan tot de te maken kosten.

Dit rapport dient te worden getoetst door de bevoegde overheid (de gemeente Zwolle). Het besluit van de gemeente kan afwijken van het gegeven advies.

Hierbij dient het volgende opgemerkt. Het is niet uit te sluiten dat voor die delen waar geen vervolgonderzoek aanbevolen is desondanks toch relevante archeologische vindplaatsen in de bodem verborgen zijn en dat deze in de uitvoeringsfase van de toekomstige graafwerkzaamheden aan het licht komen. Voor dergelijke vondsten bestaat een wettelijke meldingsplicht op grond van artikel 5.10 van de Erfgoedwet (2016). Om ervoor te zorgen dat aan deze wettelijke plicht wordt voldaan bij het eventueel aantreffen van sporen en/of vondsten tijdens de uitvoering van de werkzaamheden, wordt verzocht om navolgende tekst in het uitvoeringsbestek op te nemen:

Archeologie

Ondanks dat er bij het vooronderzoek geen behoudenswaardige archeologische waarden werden aangetroffen, is niettemin de kans aanwezig dat archeologische sporen en vondsten in de bodem aanwezig zijn en dat deze in de uitvoeringsfase van de graaf- en inrichtingswerkzaamheden aan het licht komen. Voor dergelijke vondsten bestaat een wettelijke meldingsplicht ex. artikel 5.10 van de Erfgoedwet uit 2016. Bij graafwerkzaamheden dient men dan ook attent te zijn op eventuele vondsten. Opdrachtgever verplicht de aannemers om attent te zijn op eventuele vondsten en/of sporen tijdens de werkzaamheden en verplicht hen archeologische vondsten direct te melden bij de bevoegde overheid.

.

Bronnen

Literatuur

Behre 2004: K.-E. Behre. Die Schwankungen des mittleren Tidehochwassers an der deutschen Nordseeküste in den letzten 3000 Jahren nach archäologischen Daten. The oscillations of the MHW level along the German North Sea coast during the last 3000 years, recorded by archaeological data, In: G. Schernewski und T. Dolch (Hrsg.): Geographie der Meere und Küsten Coastline Reports 1 (2004), ISSN 0928-2734. S. 1 – 7.

Borsen , 2012. O. Borsen Landschapsopbouw en landgebruik van de groenlanden langs de middenloop van de Overijsselse Vecht tussen 1800 en 1950. Masterscriptie Rijksuniversiteit Groningen, Groningen

Mulder, E.F.J. e.a. (red.), 2003. De ondergrond van Nederland. Wolters-Noordhoff, Groningen

Van Beek 1993: R. van Beek. Fries terpenaardewerk uit „De Bese". Op het spoor van de Saliërs. In: Westerheem 1993. Jg. 42 p. 167-170.

Van den Bergh 2001: S. van den Bergh. Ruilen zonder regels. Een ruilverkavelingsplan bij Dalfsen. In: Tijdschrift voor Historische Geografie, Jg 2001 – 2.

Van Uum & Wouters 1991: R. van Uum & A. Wouters. Jong Acheuléen van Eem-ouderdom uit het dal van de Vecht bij Haest. In: Archeologie No 3 1991, 39-49. Duizel 1991.

Wolfert & Maas, 2007: H. P. Wolfert & G.J. Maas. Downstream changes of meandering styles in the lower reaches of the River Vecht, The Netherlands. Netherlands Journal of Geosciences – Geologie en Mijnbouw, 2007, 86 – 3, pag. 257-271.

Documenten

Geomorfologische kaart van Nederland 1:50.000

Websites

Actueel Hoogtebestand Nederland: http://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/

Archis 3: http://archis.cultureelerfgoed.nl

BAG: PDOK via Qgis app.

Beeldbank RCE: https://beeldbank.cultureelerfgoed.nl/rce-mediabank/

DINOloket: http://www.dinoloket.nl

Topografische kaarten: https://www.topotijdreis.nl/

Bodemkaart van Nederland blad 21 Oost

Spoorlijnen: https://wiki.ovinnederland.nl/wiki/Staatslijn_A

Verklarende Woordenlijst

Afkortingen

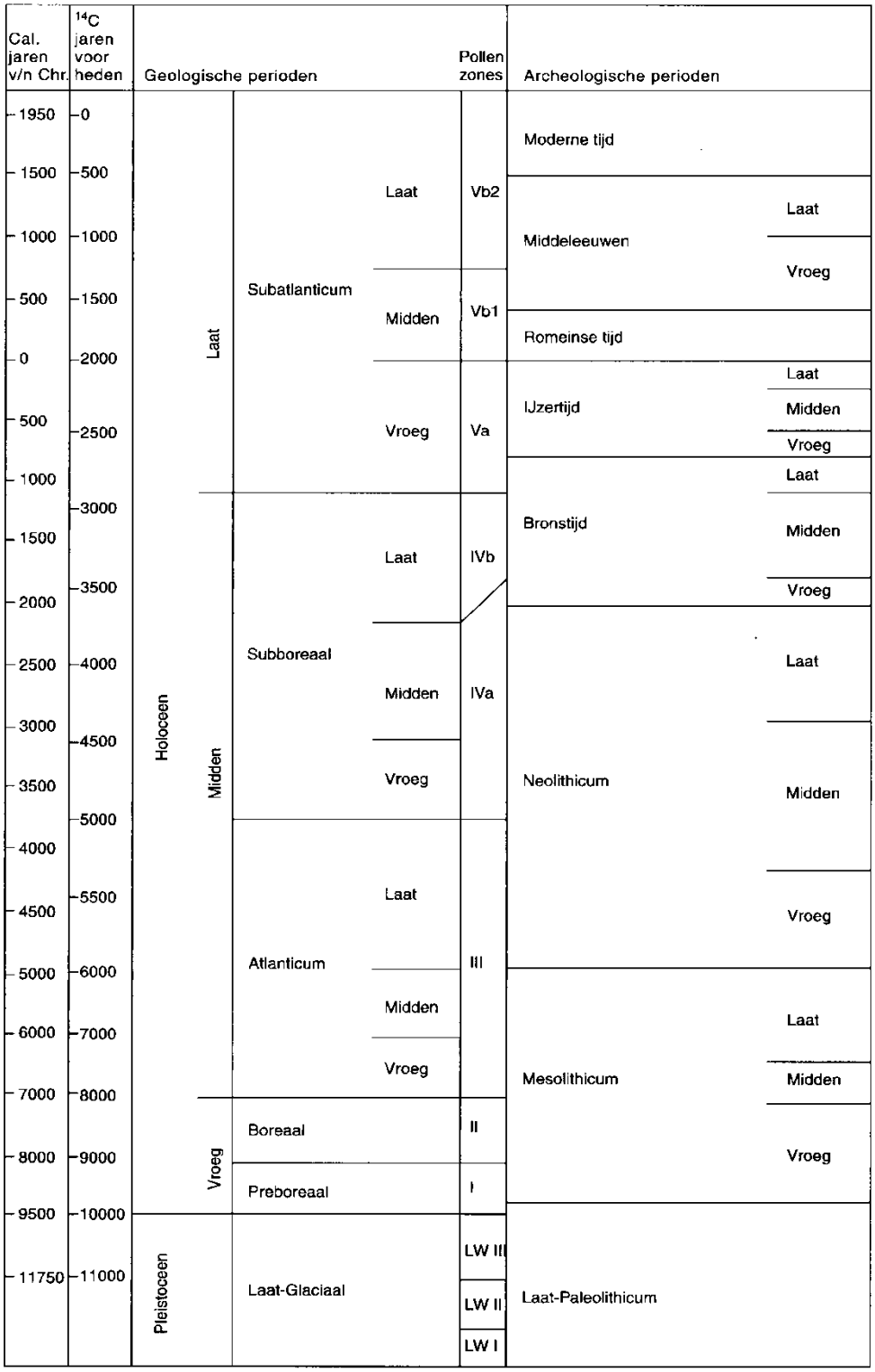
AMK	Archeologische Monumentenkaart
ARCHIS	ARCHeologisch Informatie Systeem Archis 2
BP	before present (voor heden); C14 jaren; het nulpunt 'heden' is hierbij volgens internationale afspraak gesteld op 1950 (n.Chr.); de werkelijke kalender- of zonnejaren (gekalibreerde C14-jaren) zijn weergeven in jaren v.Chr. en n.Chr.
C14	koolstof 14, isotoop van het normale koolstof 12; radioactief element dat voor dateringsmethoden gebruikt wordt.
IVOb	Inventariserend Veldonderzoek door middel van boringen
IVOp	Inventariserend Veldonderzoek door middel van proefsleuven
KNA	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
KYA	Kilo years ago = 1000 jaar geleden
NAP	Nieuw Amsterdams Peil
RCE	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
RGD	Rijks Geologische Dienst (tegenwoordig onderdeel van TNO-NITG Bodem)
StiBoKa	Stichting Bodem Kartering (tegenwoordig onderdeel van Alterra Wageningen)

Woordenlijst

Antropogeen	door menselijk handelen
ARCHIS	het geautomatiseerde Archeologisch Informatiesysteem voor Nederland. Dit bestaat uit een databank waarin allerlei gegevens over archeologische vindplaatsen en terreinen in Nederland zijn opgeslagen, daterend van de Prehistorie tot de Nieuwe Tijd.
AMK	een digitaal bestand van alle bekende behoudenswaardige archeologische terreinen in Nederland dat door de RCE in samenwerking met de desbetreffende provincie is opgesteld. Op de kaart staan terreinen met archeologische status aangegeven. De kaart baseert zich op gegevens uit ARCHIS. Statustoekenning vindt plaats nadat het terrein is getoetst aan een aantal door de RCE gehanteerde criteria (kwaliteit, zeldzaamheid en contextwaarde).

Erosie	verzamelnaam voor processen die het aardoppervlak aantasten en los materiaal afvoeren. Dit vindt voornamelijk plaats door wind, ijs en stromend water
Geul	rivier- of kreekbedding
Holoceen	geologisch tijdvak, vroeger Alluvium genoemd, binnen het Quartair, van ongeveer 10.000 jaar geleden tot nu, met daarin o.a. het Mesolithicum, Neolithicum, de Bronstijd, de IJzertijd, de Romeinse tijd en de historische tijd.
In situ	bewaard gebleven op de oorspronkelijke plaats. Dit met name met betrekking tot onverstoorde archeologische sporen en vondsten
Kwartair	geologische periode van 2 miljoen jaar geleden tot nu, de tijd van het menselijk leven op aarde, omvattend het Pleistoceen en het Holoceen.
OM-nummer	het landelijk registratienummer ten behoeve van archeologisch onderzoek, uitgegeven door het Centraal Informatiesysteem.
Pleistoceen	geologisch tijdvak binnen het Quartair, van ongeveer 2 miljoen jaar geleden tot 10.000 jaar geleden, met daarin o.a. de eerste mensensoorten en het Paleolithicum (oude steentijd).
Prehistorie	dat deel van de geschiedenis waarvan geen geschreven bronnen bewaard zijn gebleven.
Saalien	geologische periode (voorlaatste ijstijd, waarin het landijs Nederland bereikte) ca. 238.000-126.000 jaar geleden.
Sediment	afzetting gevormd door bezinksel of neerslag
Site	een plaats waar in het verleden menselijke activiteiten hebben plaatsgevonden.
Tertiair	geologische periode van 65-2 miljoen jaar geleden, waarin zich de belangrijkste ontwikkelingen van de zoogdieren voordeden.
Vindplaats	Een ruimtelijk begrensd gebied waarbinnen zich archeologische informatie bevindt (monument, type monument, aard archeologische waarde, archeologische indicatie).
Vondst	alle soorten mobilia: roerende of roerend geraakte onderdelen van onroerende goederen afkomstig van archeologisch veldwerk of uit bestaande collecties.
Weichselien	geologische periode (laatste ijstijd, waarin het landijs Nederland niet bereikte) ca. 116.000-12.000 jaar geleden.

Tijdstabel



Tijdtabel Holoceen. Bron: Deeben et al. 2005.

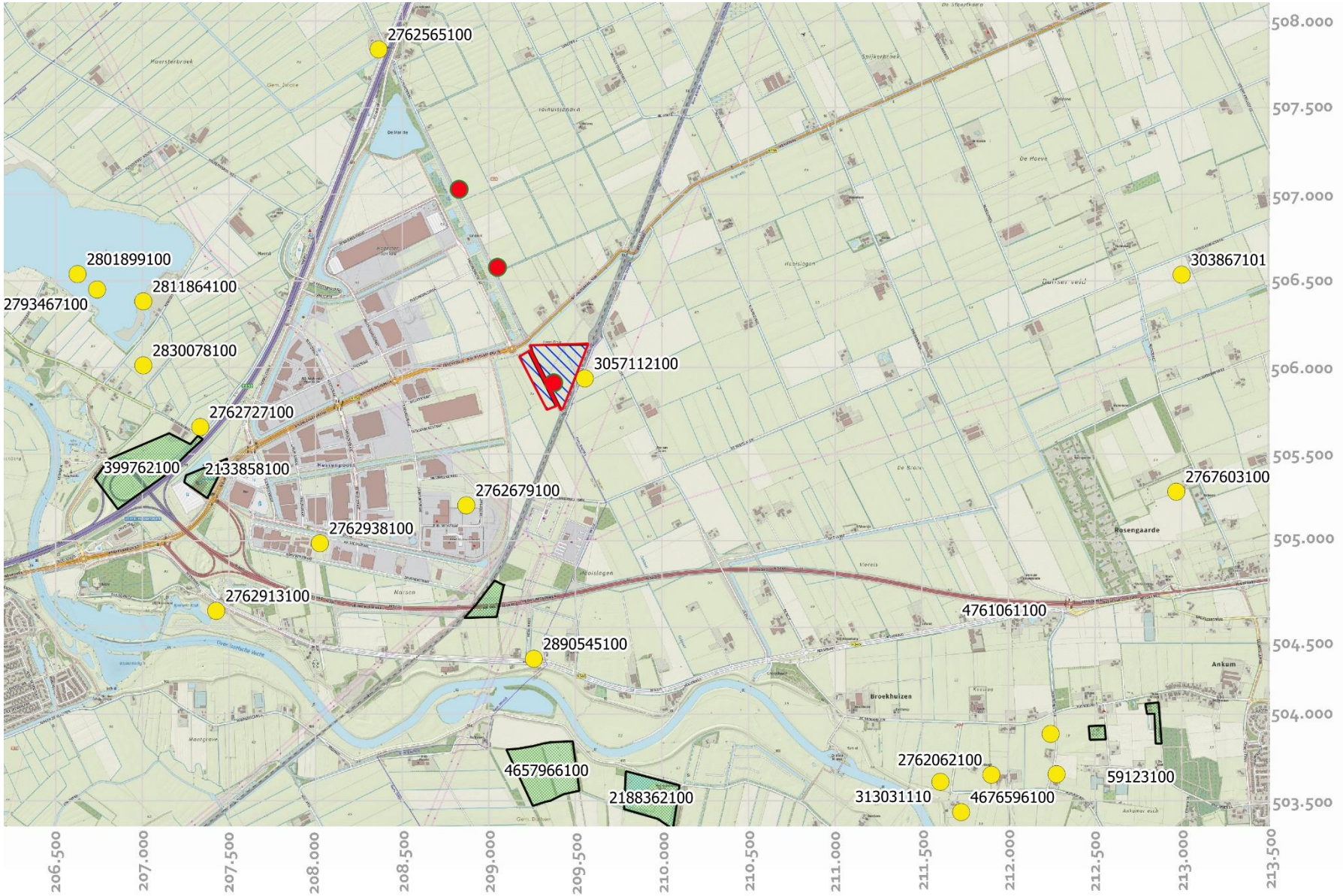
Serie	Etage	Sub-etage	Chronozone	Tijd geleden (jaar BP)	
Holoceen			Preboreaal	10.640 - 11.650	
Pleistoceen	Weichselien	Laatglaciaal	Jonge Dryas	11.650 - 12.850	Jong dekzand II
			Allerød	12.850 - 13.900	
			Oude Dryas	13.900 - 14.000	Jong dekzand I
			Bølling	14.000 - 14.650	
		Laat Pleniglaciaal	Oudste Dryas	14.650 - ~15.000	Oud dekzand II
Blauw: Koud - Roze: Warm (kolom Chronozones)					

Tijdtabel afzetting dekand. Bron: nl.wikipedia.org, kijkeensomlaag.nl.

Bijlage 1 ARCHIS waarnemingen

Registratie en locatie	Afstand (m)	Aard	Omschrijving en datering
2762565100 Haerst, De Holtbosch	2.170	Vondstmelding, graafwerk	vuursteen: dolk bronstijd vroeg
2793467100 **2801899100** **2818641100, 2830078100** Haerst, Bomhofseweg	2.570	Vondstmeldingen 1988, 1993, zandwinning	Vuursteen: schrabber, vuistbijl, levallois spits en 2 afslagen, schaaf, kernreparatieafslag, onbekend. Bot: dierlijk paleolithicum midden
2762727100 Haerst, De Ordel	2.010	Vondstmelding, 1968	Bouwpuin en aardewerk uit de 17de en 18de eeuw van de verdwenen havezate De Ordel Nieuwe tijd
3997621100 Zwolle, N340	2.310	IVO-P 2016 Gemeente Zwolle	Lage dichtheid van sporen: greppels en met puin gevulde kolk. Vondstmateriaal keramiek, glas en puin uit de 18de eeuw en later. Terrein vrijgegeven
21853858100 Zwolle, Hessenpoort	2.050	IVO-O boren 2007 RAAP	
2762938100 Berkum, Berkumerbroek	1.580	Vondstmelding Voor 1967	Vuursteen (*Flint Rechteckbeil*) neolithicum
2762679100 Berkum, Berkumerbroek	780	Vondstmelding	Vuursteen (*Flint Rechteckbeil*) neolithicum
2762913100 Berkum, Berkumerbroek	2.280	Vondstmelding 1969	Amfiboliet: *Felsrechteckbeil* Neolithicum midden A - bronstijd
3057112100 Berkum, Hooislagen	210	Vondstmelding	Keramiek: handgevormd aardewerk en bakplaat, Romeins vroeg Vuursteen: klingen mesolithicum
2890545100 Berkum, Hooislagen	1.590	Vondstmelding, 1996 metaaldetectie	Munt: as Antonius Pius Romeinse tijd midden
3997621100 Berkum, N340	1.350	IVO-P 2016 Gemeente Zwolle	Lage dichtheid van sporen: greppels en met puin gevulde kolk. Vondstmateriaal keramiek, glas en puin uit de 18de eeuw en later. Terrein vrijgegeven
4657966100 Dalfsen Marshoekersteeg	2.310	IVO-O boren 2018; VUhbs Archeologie	Bodemopbouw is intact, maar plangebied wordt vrijgegeven op basis van de lage verwachting wat betreft bewoning in het verleden,
2138362100 Dalfsen Marshoekersteeg	2.400	IVO-O boren 2006 De Steekproef	Terrein is door diepploegen verstoord, vrijgegeven voor ontwikkeling
4761061100 Ankum, Hessenweg	2.860	IVO-O boren 2020 Econsultancy	Plangebied zou door landbouw diep verstoord zijn. Uit de boorstaten valt dit echter niet op te maken
2331255100 Ankum, Hessenweg De Bese	1.910	IVO-O boren 2011 Econsultancy	Bodem verstoord door opgebrachte (?) grond, vrijgegeven

Registratie en locatie	Afstand (m)	Aard	Omschrijving en datering
3152522100 Ankum, Ankumeresch	3.740	Vondstmelding 1968 zandwinning	Vuursteen: hoofdzakelijk klingen mesolithicum
2767603100 Ankum, Roosengaarde	3.600	Vondstmelding	Gabbro, *Felsrechteckbeil* neolithicum midden tot bronstijd
2148244100 Ankum, Ankumer Es	4.100	IVO-O boren 2007 RAAP	Geen data in ARCHIS
2761933100 Ankum, Ankummeresch	3.540	Vondstmelding archief	Keramiek: kogelpot Middeleeuwen vroeg C tot laat B
3086743100 Ankum, Ankumer Es	3.690	Vondstmelding 1966	Keramiek: kogelpot, Pingsdorf; Middeleeuwen laat
3130311100 Ankum, Ruitenborgh	3.120	Vondstmelding 1997 metaaldetectie	Munten: muntschat Middeleeuwen laat B
4676596100 Ankum Ruitenborg	3.520	Vondstmelding 2018 metaaldetectie	Heiligen fibula 10de eeuw Middeleeuwen vroeg
2762062100 Ankum, Ruitenboog	3.480	Vondstmelding, graafwerk	Vuursteen: spits, neolithicum laat B tot bronstijd midden B
3086710100 Dalfserveld	3.700	Vondstmelding 1952 archief	Steen: 2 ex. hamerbijl Vuursteen: kling, *Flint-ovaalbeil*; Keramiek: handgevormd Neolithicum
4641910100 Ankum Vossersteeg	3.740	IVO-O boren 2018 Salisbury Archeologie	Geen resulaten in ARCHIS
5077237100 Ankum Vossersteeg	3.600	IVO-O boren 2021 RAAP	Plangebied wordt vrijgegeven op basis van het ontbreken van archeologische vondsten in de boringen, er wordt echter geen uitspraak gedaan over de intactheid van de bodem.
5110779100 Ankum, Hoevenweg	4.020	IVO-O Boren 2021 Laagland Archeologie	Intact podzolprofiel aangetroffen in deel plangebied, maar plangebied wordt, met beperkingen, vrijgegeven omdat slechts deel bebouwd wordt. Bij ingrepen dieper dan 30 cm in zuidoostelijk deel van het terrein is alsnog onderzoek verplicht
4814684100 **5117404100** Ankum, Vossersteeg	3.970	IVO-O boren 2020 Transect IVO-P 2021 Transect	Voorlopige resultaten IVO-P: er zijn twee structuren aangesneden, beiden in houtbouw, datering 1400-1600 lijkt meest waarschijnlijk. Deze structuren verstoren een oudere greppel, vooralsnog geen datering


2762565100
2801899100
2811864100
2793467100
2830078100
3057112100
303867101
2762727100
399762100
2133858100
2762679100
2767603100
2762938100
2762913100
4761061100
2890545100
4657966100
2188362100
2762062100
313031110
4676596100
59123100
508.000
507.500
507.000
506.500
506.000
505.500
505.000
504.500
504.000
503.500
206.500
207.000
207.500
208.000
208.500
209.000
209.500
210.000
210.500
211.000
211.500
212.000
212.500
213.000
213.500

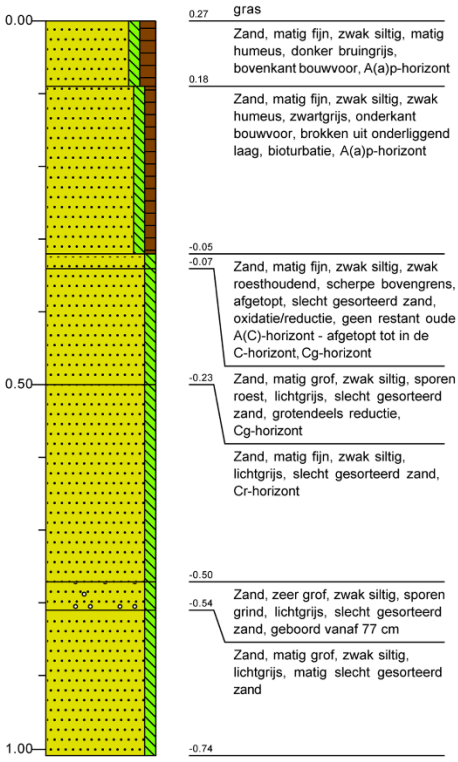
Bijlage 2 Ligging proefputten



Bijlage 3 Profielbeschrijvingen

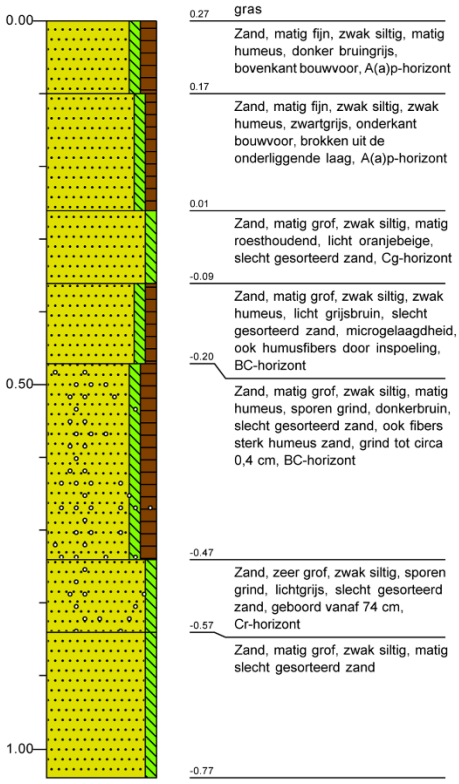
Boring: 01a

Maaiveldhoogte: 0.272 m+NAP
Datum: 19-10-2022
Coördinaten X - Y: 209403,60 - 505780,80



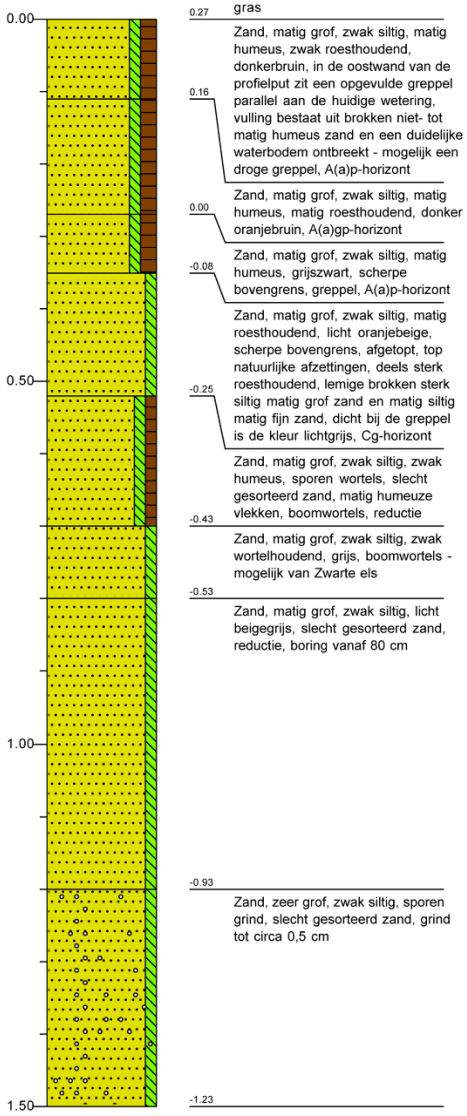
Boring: 01b

Maaiveldhoogte: 0.272 m+NAP
Datum: 19-10-2022
Coördinaten X - Y: 209404,60 - 505780,80



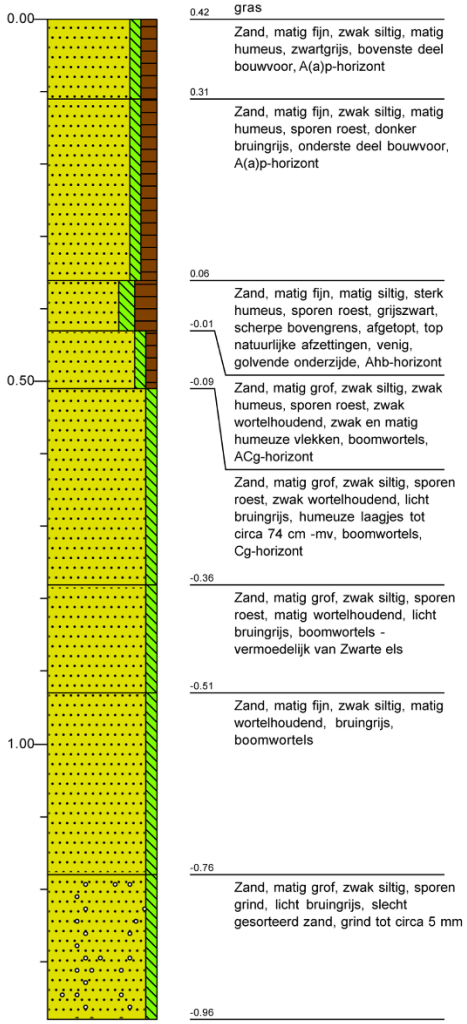
Boring: 02

Maaiveldhoogte: 0.272 m+NAP
Datum: 19-10-2022
Coördinaten X - Y: 209354,40 - 505880,80



Boring: 03

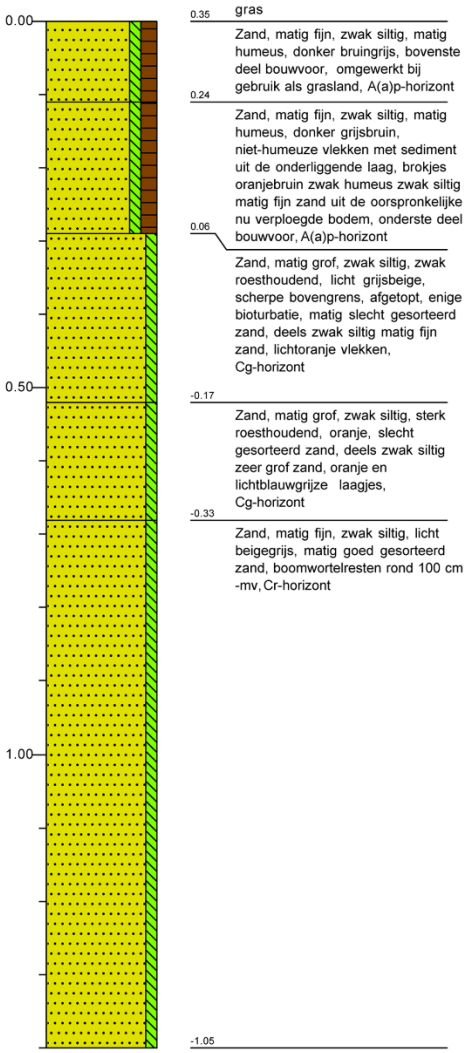
Maaiveldhoogte: 0.419 m+NAP
Datum: 19-10-2022
Coördinaten X - Y: 209404,20 - 505831,00



Verticale schaal 1:10

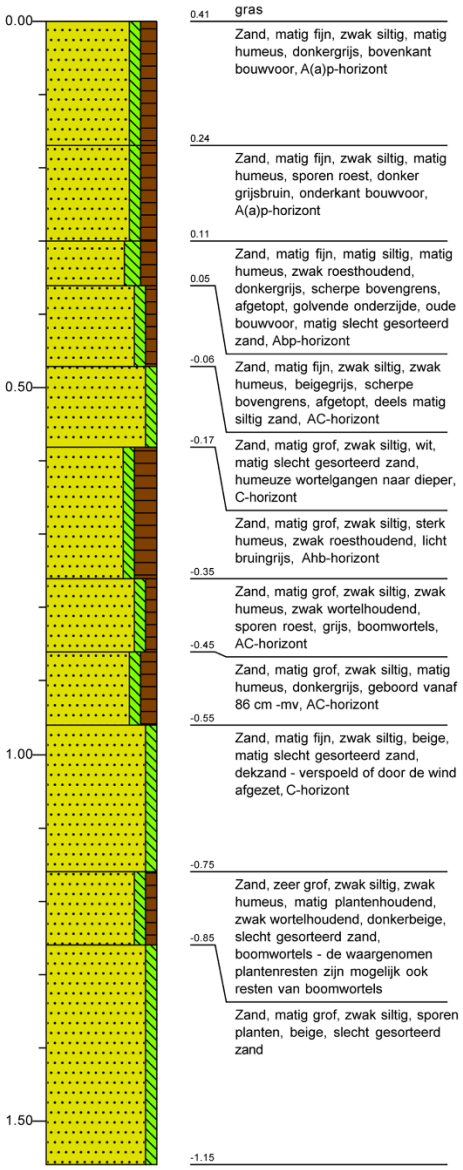
Boring: 04

Maaiveldhoogte: 0.348 m+NAP
Datum: 18-10-2022
Coördinaten X - Y: 209307,60 - 505981,20



Boring: 05

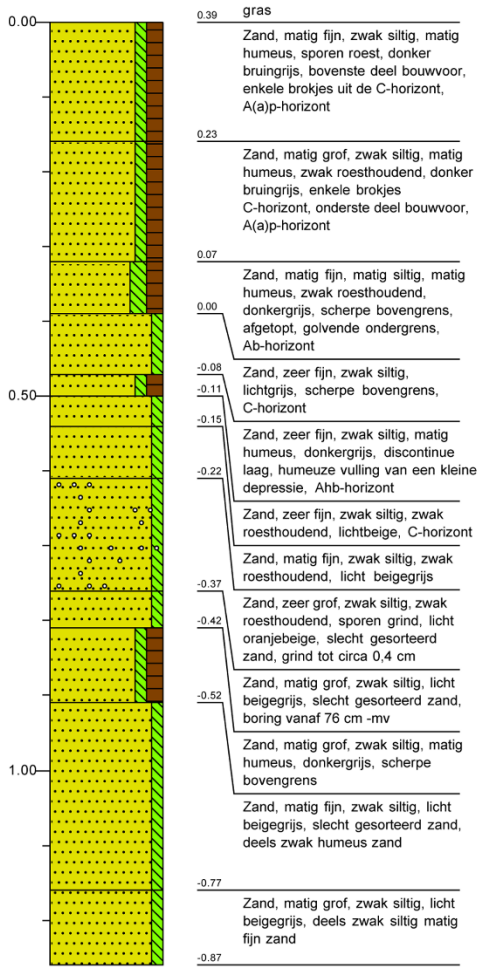
Maaiveldhoogte: 0.41 m+NAP
Datum: 19-10-2022
Coördinaten X - Y: 209353,40 - 505930,40



Verticale schaal 1:10

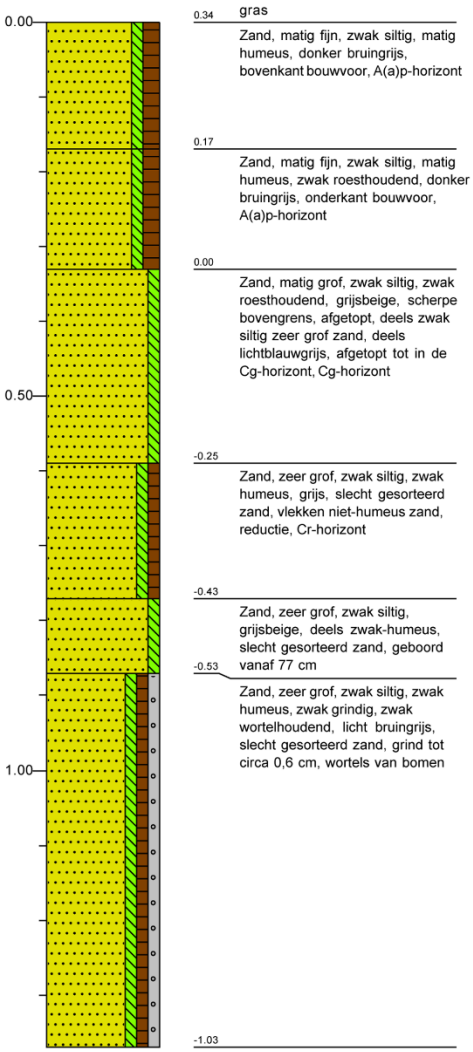
Boring: 06

Maaiveldhoogte: 0.394 m+NAP
Datum: 19-10-2022
Coördinaten X - Y: 209404,20 - 505881,30



Boring: 07a

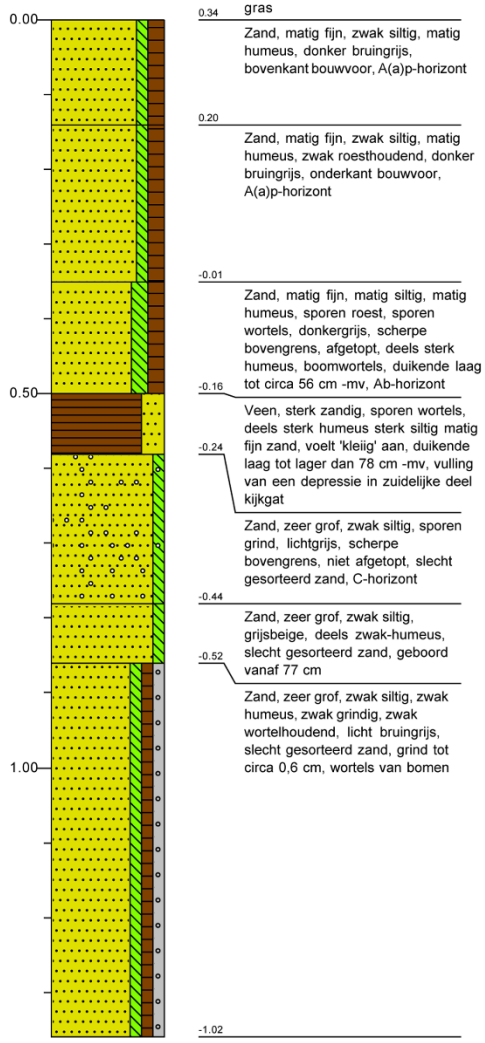
Maaiveldhoogte: 0.335 m+NAP
Datum: 19-10-2022
Coördinaten X - Y: 209452,30 - 505831,20



Verticale schaal 1:10

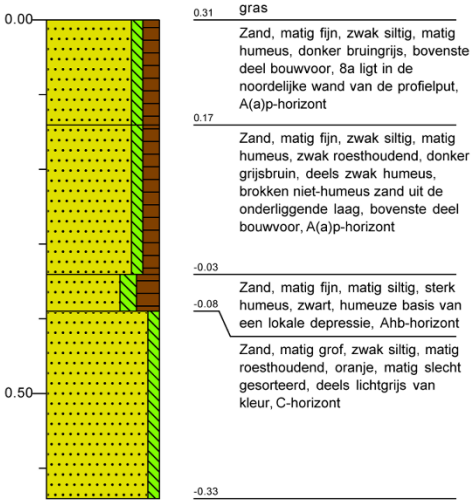
Boring: 07b

Maaiveldhoogte: 0.335 m+NAP
Datum: 19-10-2022
Coördinaten X - Y: 209453,30 - 505831,20



Boring: 08a

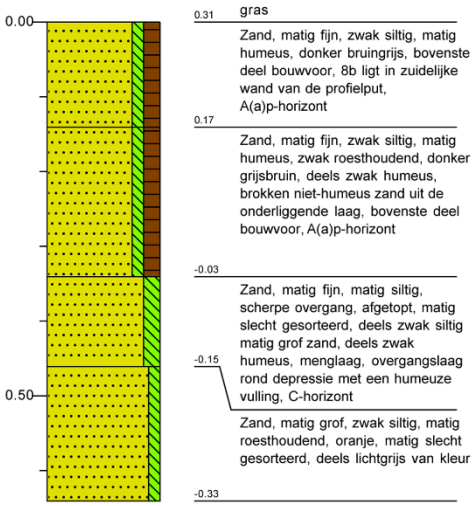
Maaiveldhoogte: 0.306 m+NAP
Datum: 18-10-2022
Coördinaten X - Y: 209254,90 - 506080,70



Verticale schaal 1:10

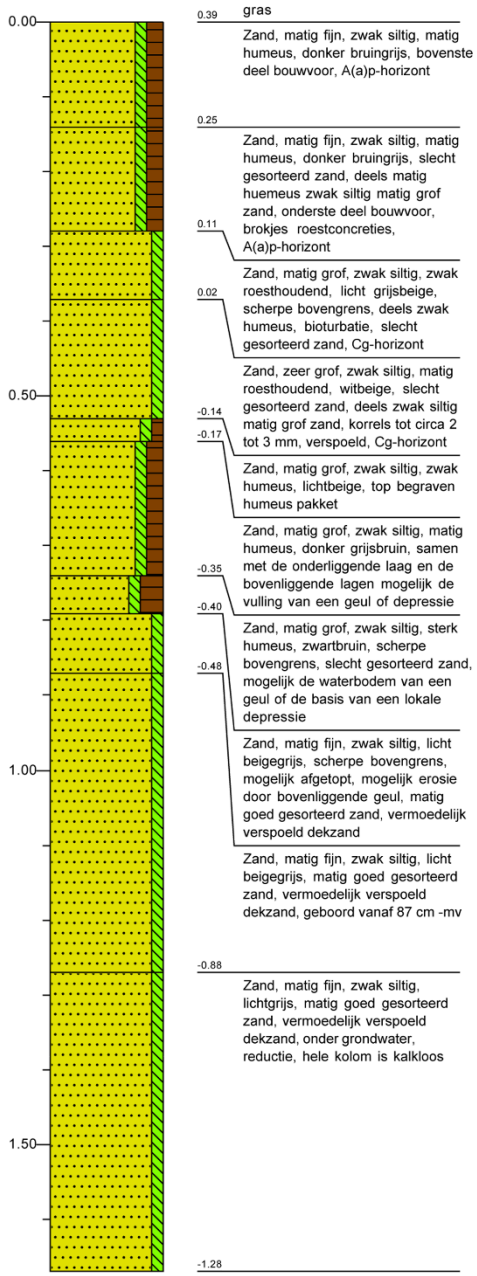
Boring: 08b

Maaiveldhoogte: 0.306 m+NAP
Datum: 18-10-2022
Coördinaten X - Y: 209255,90 - 506080,70



Boring: 09

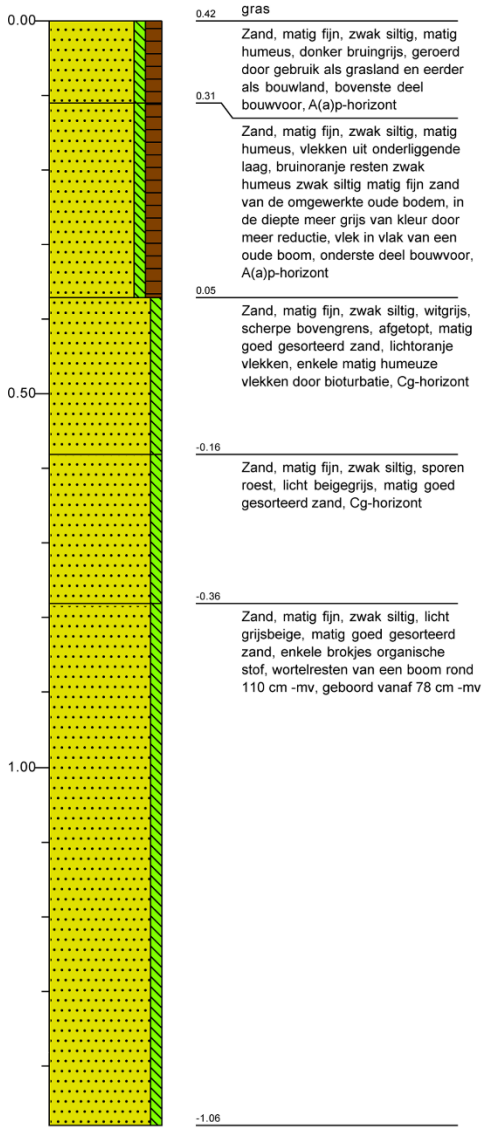
Maaiveldhoogte: 0.386 m+NAP
Datum: 18-10-2022
Coördinaten X - Y: 209305,20 - 506030,40



Verticale schaal 1:10

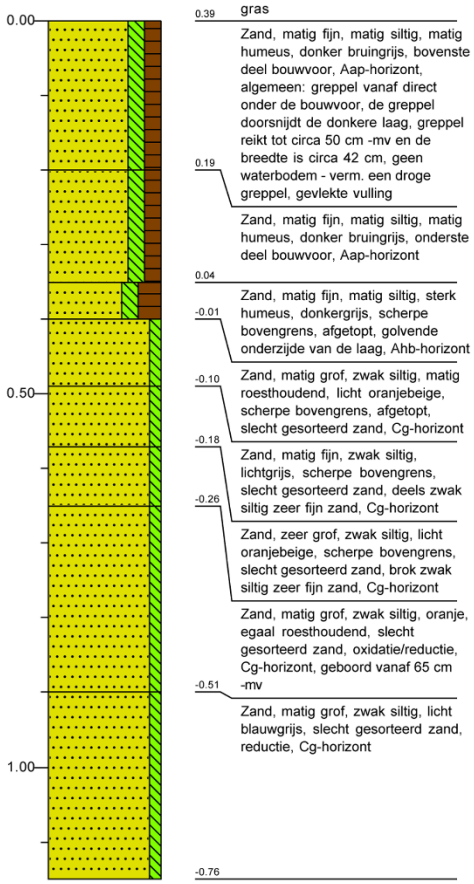
Boring: 10

Maaiveldhoogte: 0.42 m+NAP
Datum: 18-10-2022
Coördinaten X - Y: 209354,90 - 505981,20



Boring: 11

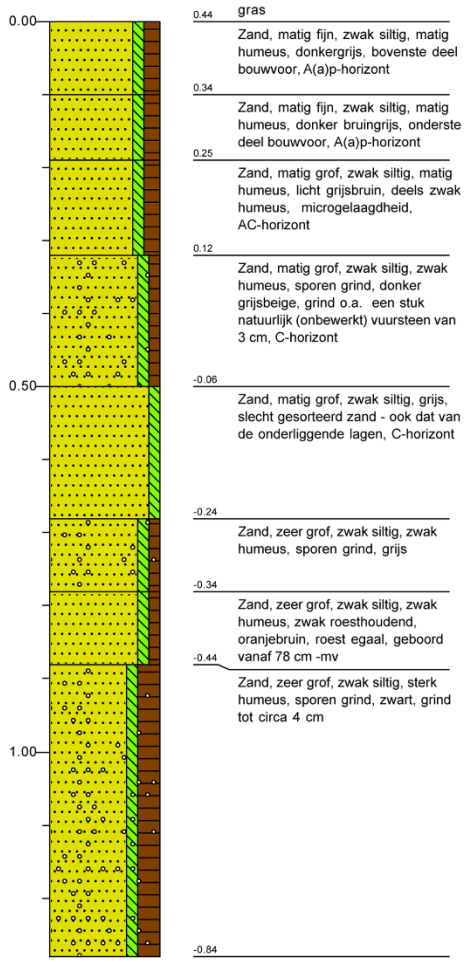
Maaiveldhoogte: 0.387 m+NAP
Datum: 19-10-2022
Coördinaten X - Y: 209404,70 - 505932,00



Verticale schaal 1:10

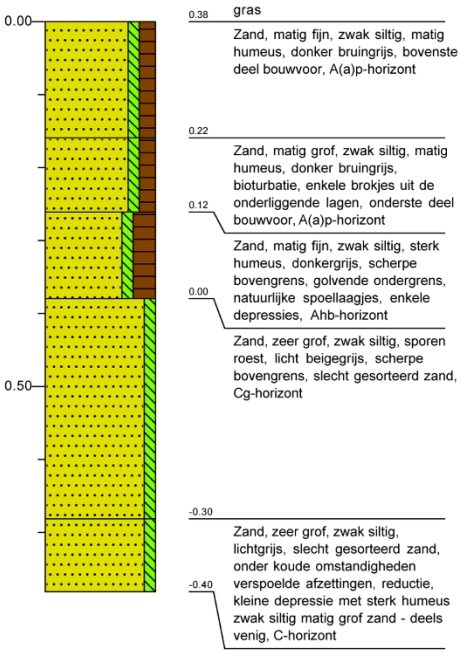
Boring: 12

Maaiveldhoogte: 0.44 m+NAP
Datum: 18-10-2022
Coördinaten X - Y: 209453,40 - 505881,30



Boring: 13

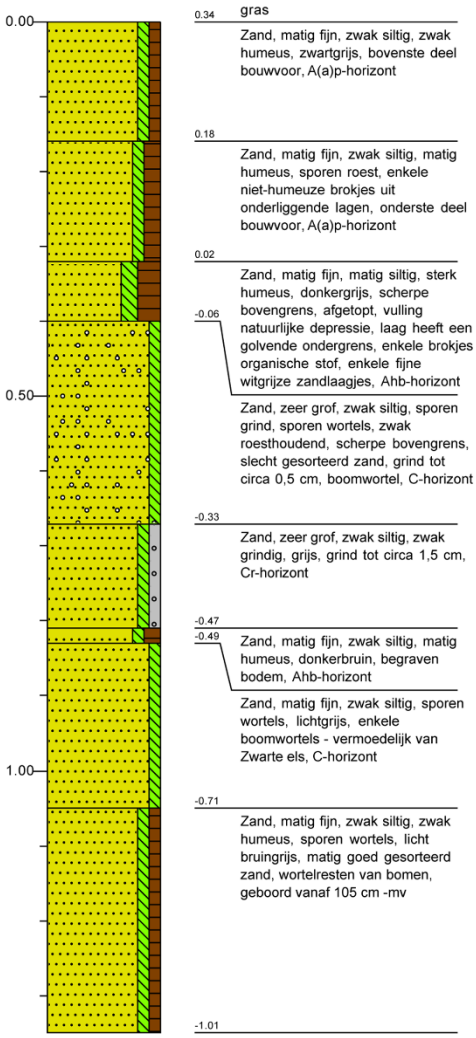
Maaiveldhoogte: 0.379 m+NAP
Datum: 18-10-2022
Coördinaten X - Y: 209255,90 - 506125,60



Verticale schaal 1:10

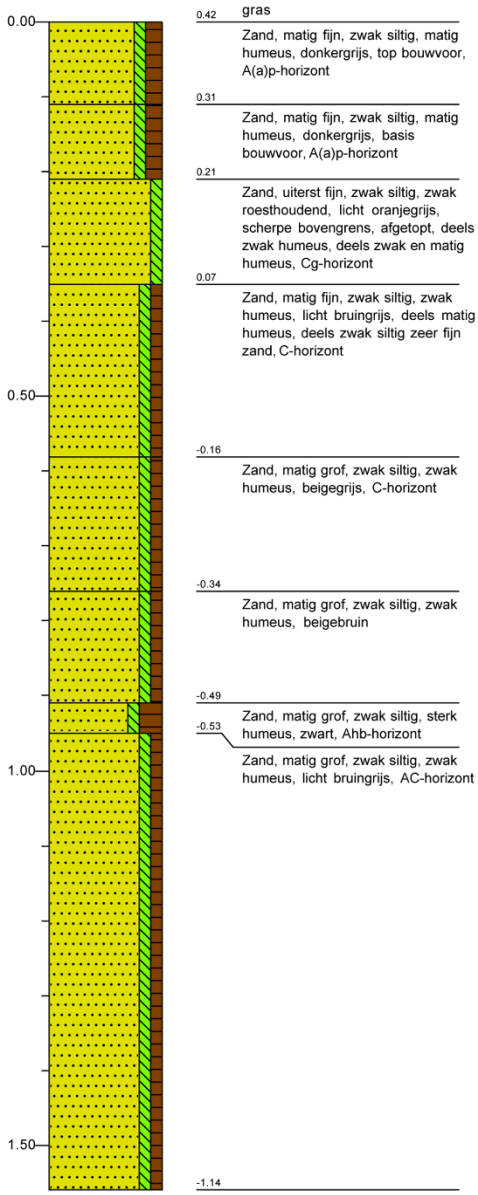
Boring: 14

Maaiveldhoogte: 0.336 m+NAP
Datum: 19-10-2022
Coördinaten X - Y: 209305,80 - 506080,60



Boring: 15

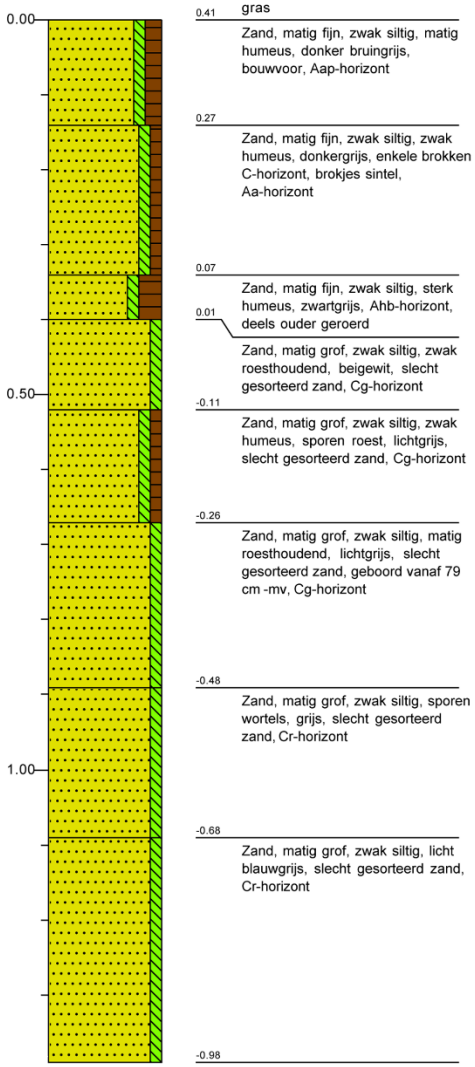
Maaiveldhoogte: 0.422 m+NAP
Datum: 18-10-2022
Coördinaten X - Y: 209354,90 - 506030,90



Verticale schaal 1:10

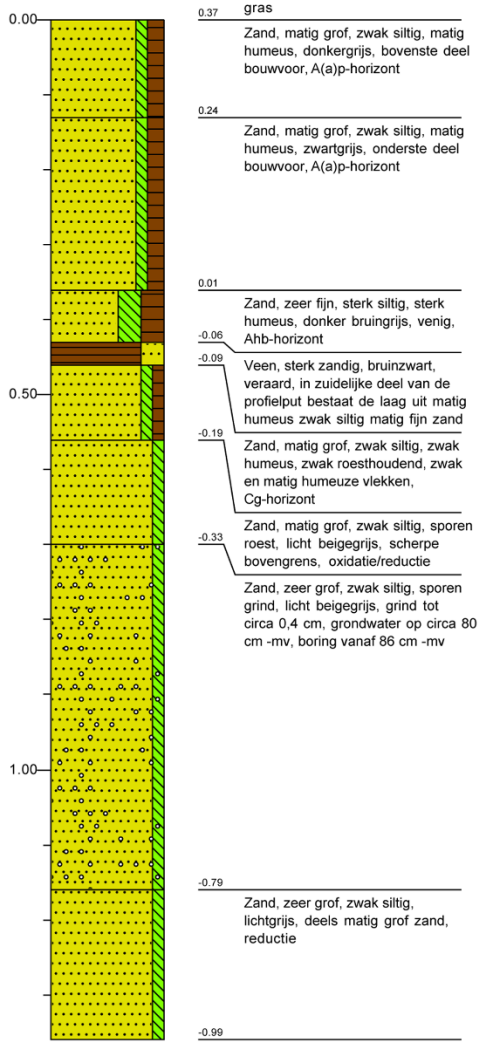
Boring: 16

Maaiveldhoogte: 0.409 m+NAP
Datum: 19-10-2022
Coördinaten X - Y: 209403,60 - 505980,70



Boring: 17

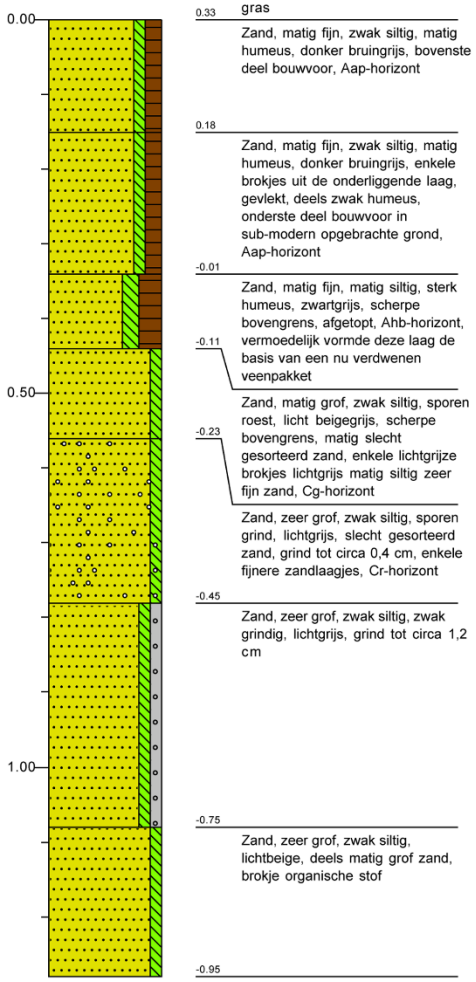
Maaiveldhoogte: 0.37 m+NAP
Datum: 18-10-2022
Coördinaten X - Y: 209454,40 - 505931,40



Verticale schaal 1:10

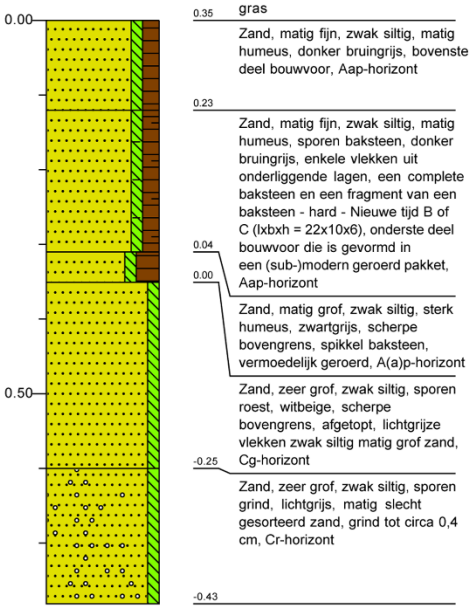
Boring: 18

Maaiveldhoogte: 0.328 m+NAP
Datum: 18-10-2022
Coördinaten X - Y: 209304,80 - 506127,80



Boring: 19

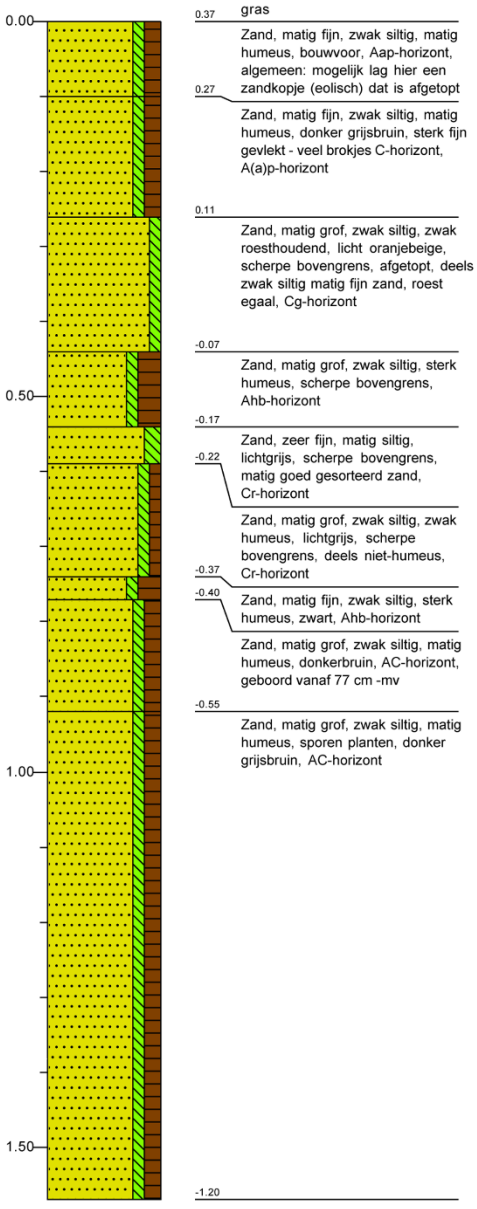
Maaiveldhoogte: 0.349 m+NAP
Datum: 18-10-2022
Coördinaten X - Y: 209354,40 - 506079,60



Verticale schaal 1:10

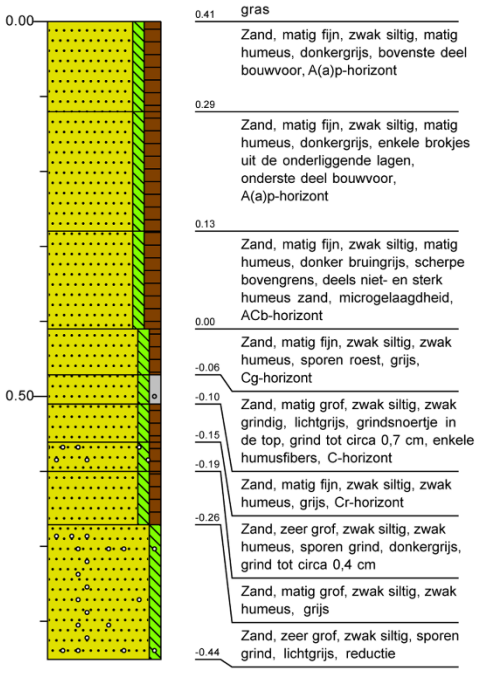
Boring: 20

Maaiveldhoogte: 0.366 m+NAP
Datum: 19-10-2022
Coördinaten X - Y: 209404,20 - 506030,40



Boring: 21

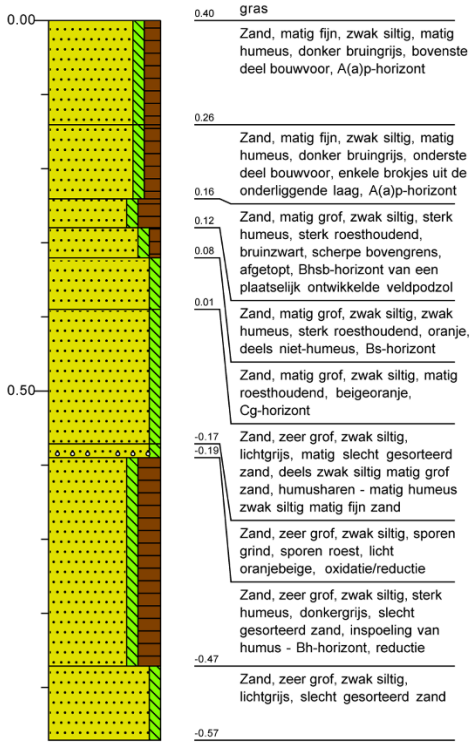
Maaiveldhoogte: 0.414 m+NAP
Datum: 18-10-2022
Coördinaten X - Y: 209455,00 - 505981,70



Verticale schaal 1:10

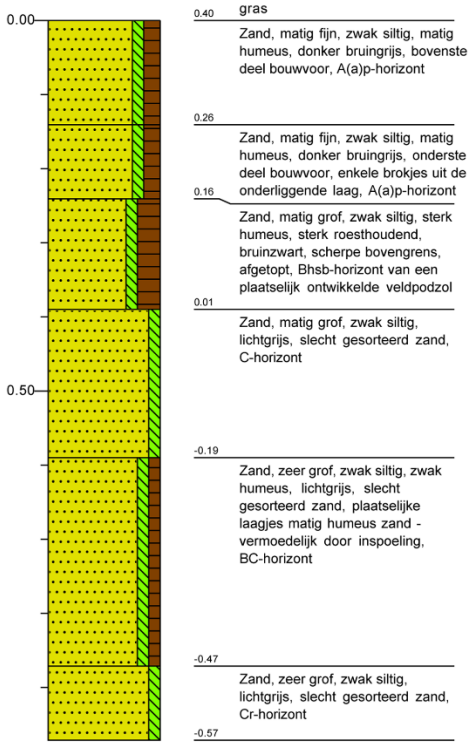
Boring: 22a

Maaiveldhoogte: 0.399 m+NAP
Datum: 18-10-2022
Coördinaten X - Y: 209354,90 - 506129,90



Boring: 22b

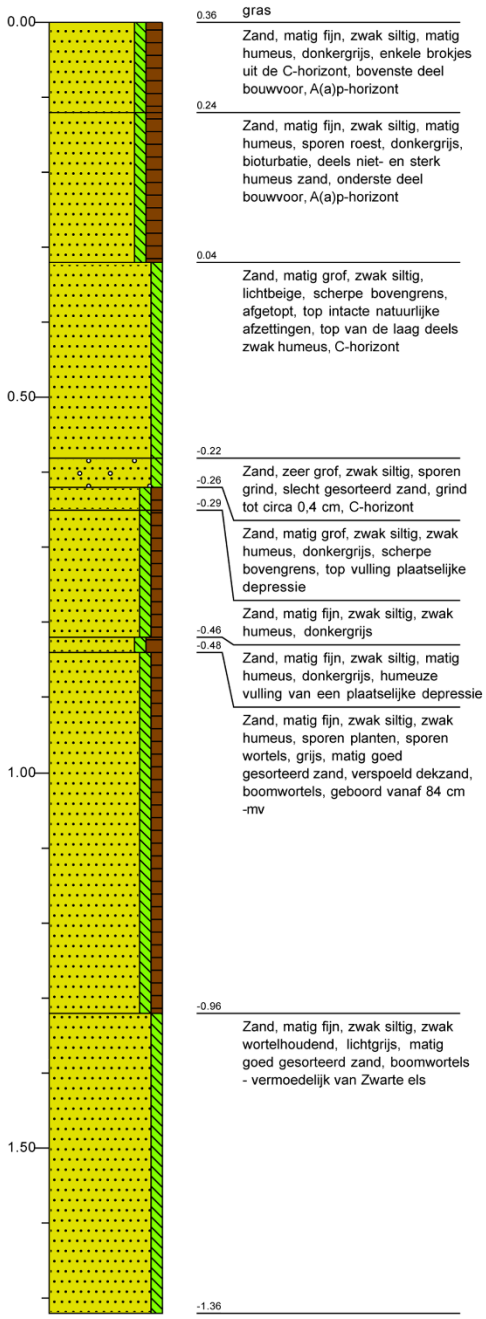
Maaiveldhoogte: 0.399 m+NAP
Datum: 18-10-2022
Coördinaten X - Y: 209355,90 - 506129,90



Verticale schaal 1:10

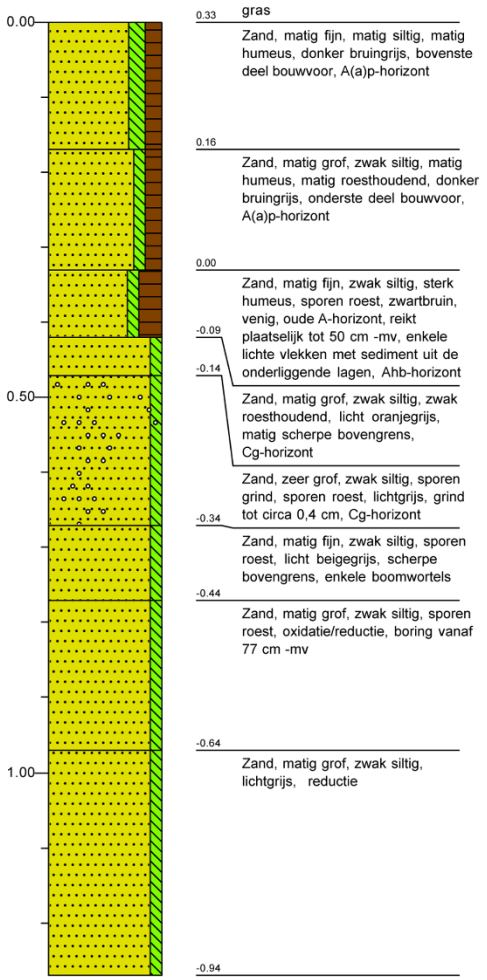
Boring: 23

Maaiveldhoogte: 0.358 m+NAP
Datum: 18-10-2022
Coördinaten X - Y: 209404,20 - 506081,20



Boring: 24

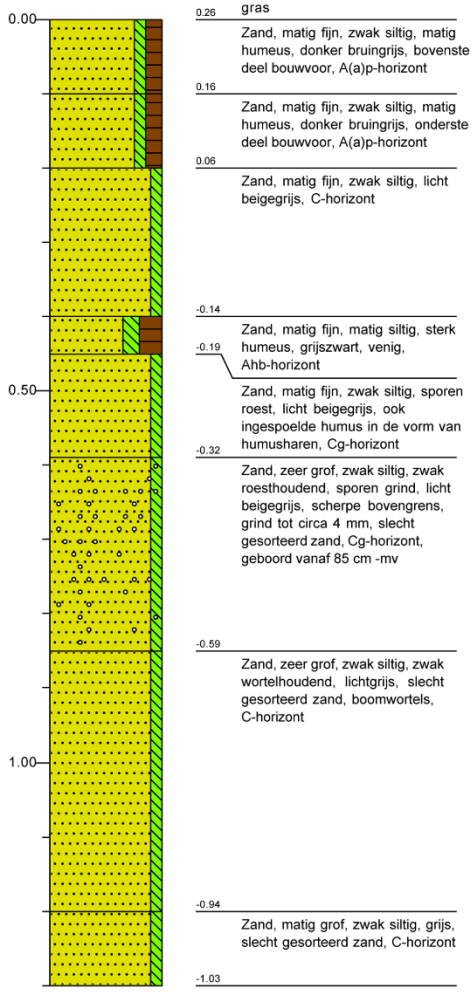
Maaiveldhoogte: 0.33 m+NAP
Datum: 18-10-2022
Coördinaten X - Y: 209453,90 - 506030,91



Verticale schaal 1:10

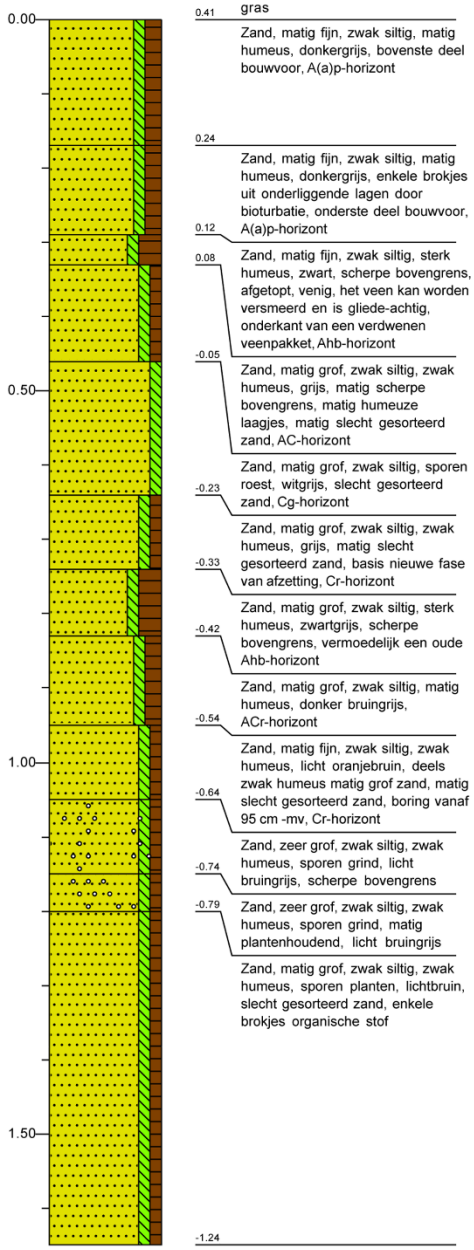
Boring: 25

Maaiveldhoogte: 0.265 m+NAP
Datum: 19-10-2022
Coördinaten X - Y: 209503,10 - 505980,10



Boring: 26

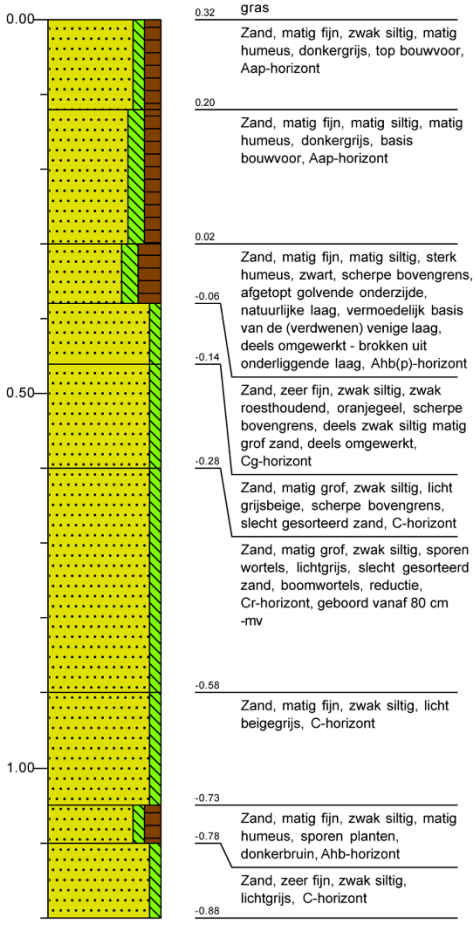
Maaiveldhoogte: 0.409 m+NAP
Datum: 18-10-2022
Coördinaten X - Y: 209403,60 - 506130,40



Verticale schaal 1:10

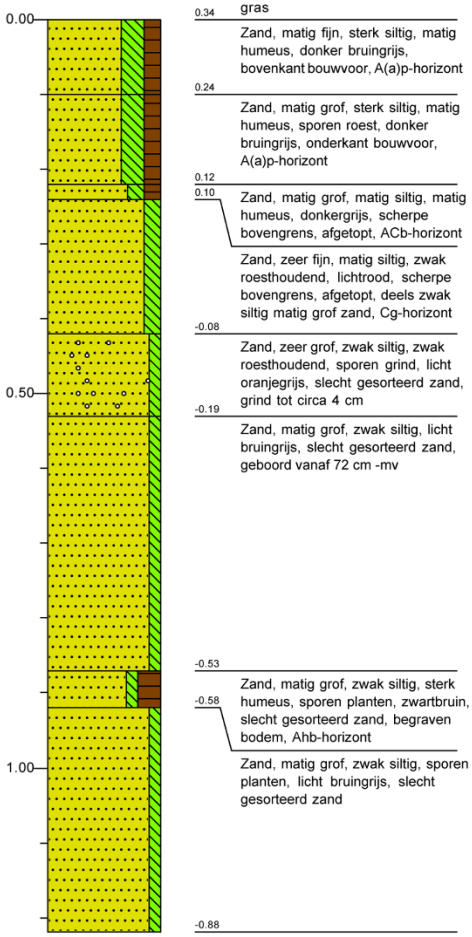
Boring: 27

Maaiveldhoogte: 0.323 m+NAP
Datum: 19-10-2022
Coördinaten X - Y: 209455,50 - 506080,10



Boring: 28

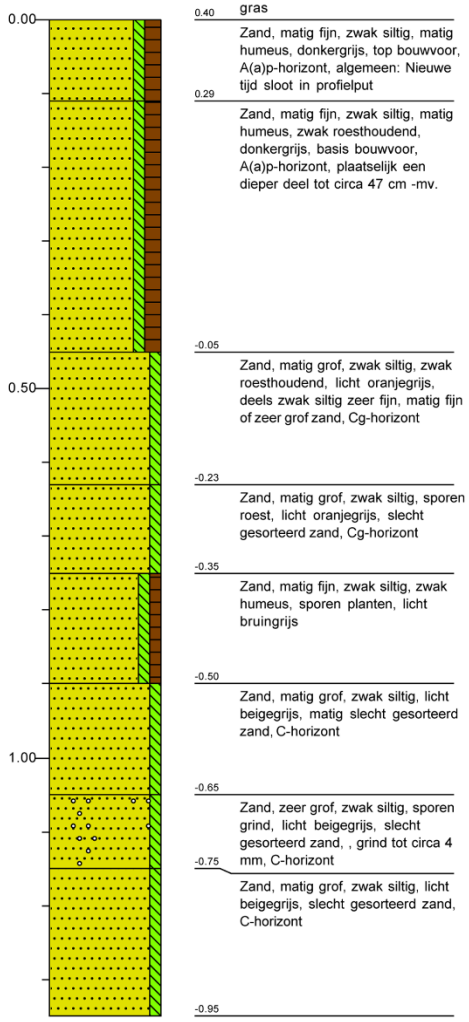
Maaiveldhoogte: 0.336 m+NAP
Datum: 19-10-2022
Coördinaten X - Y: 209503,60 - 506030,90



Verticale schaal 1:10

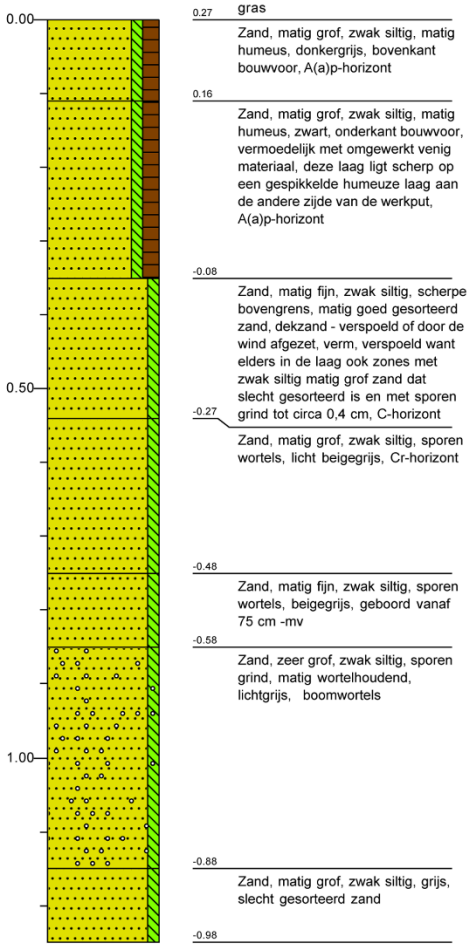
Boring: 29

Maaiveldhoogte: 0.404 m+NAP
Datum: 19-10-2022
Coördinaten X - Y: 209453,90 - 506130,40



Boring: 30a

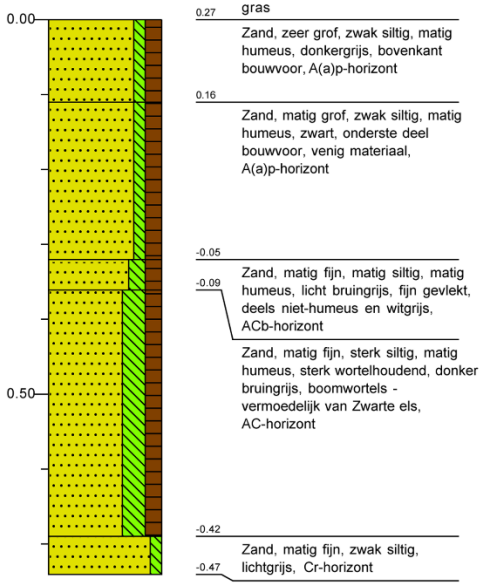
Maaiveldhoogte: 0.266 m+NAP
Datum: 19-10-2022
Coördinaten X - Y: 209503,60 - 506079,60



Verticale schaal 1:10

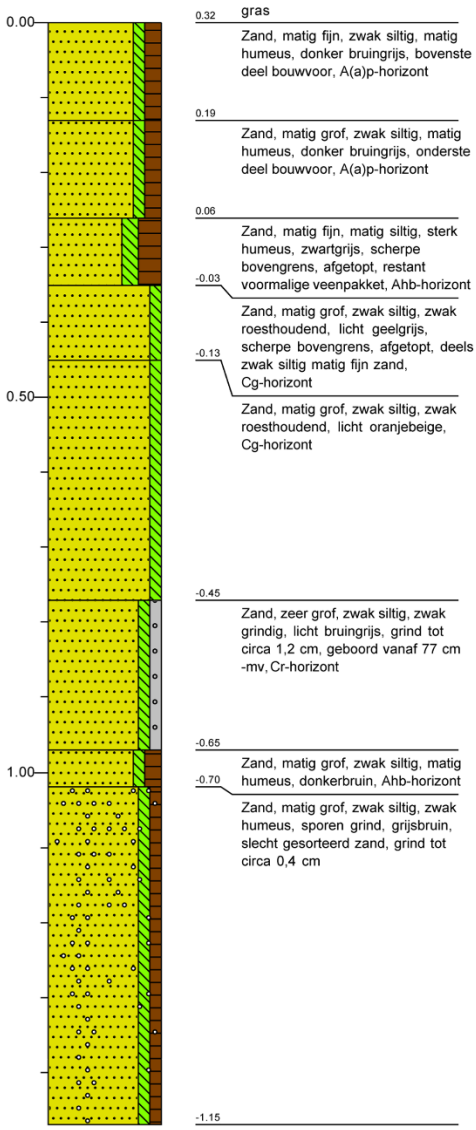
Boring: 30b

Maaiveldhoogte: 0.266 m+NAP
Datum: 19-10-2022
Coördinaten X - Y: 209504,60 - 506079,60



Boring: 31a

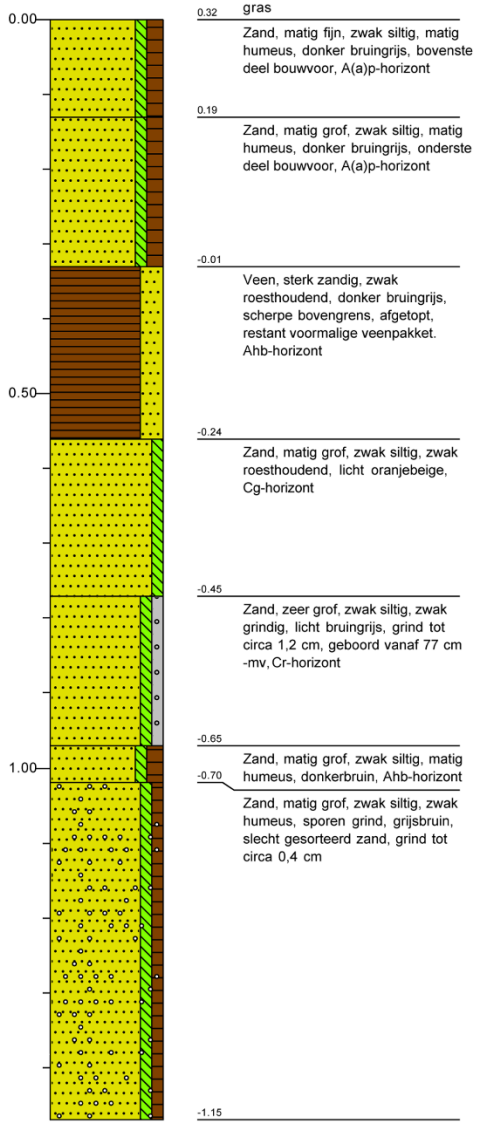
Maaiveldhoogte: 0.32 m+NAP
Datum: 19-10-2022
Coördinaten X - Y: 209503,60 - 506129,90



Verticale schaal 1:10

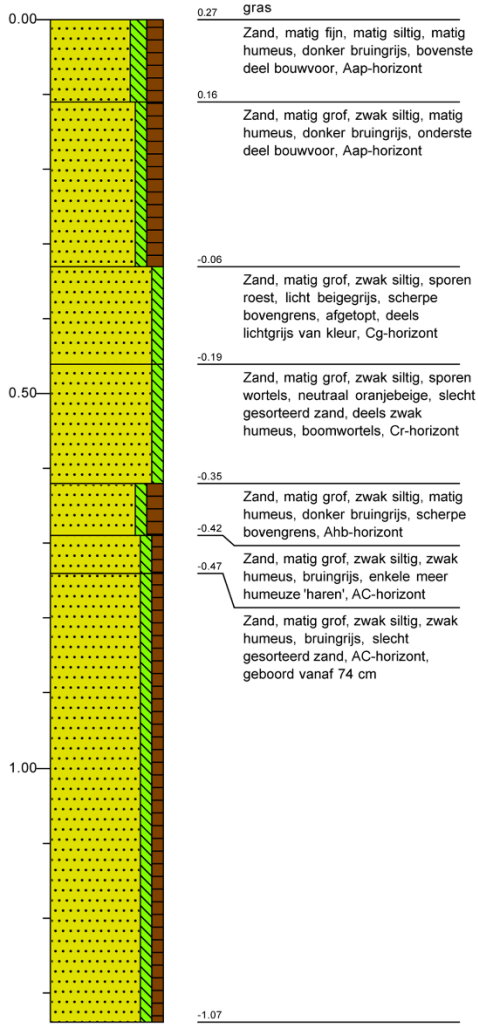
Boring: **31b**

Maaiveldhoogte:	0.32	m+NAP
Datum:	19-10-2022	
Coördinaten X - Y:	209501,60	- 506129,90



Boring: **32**

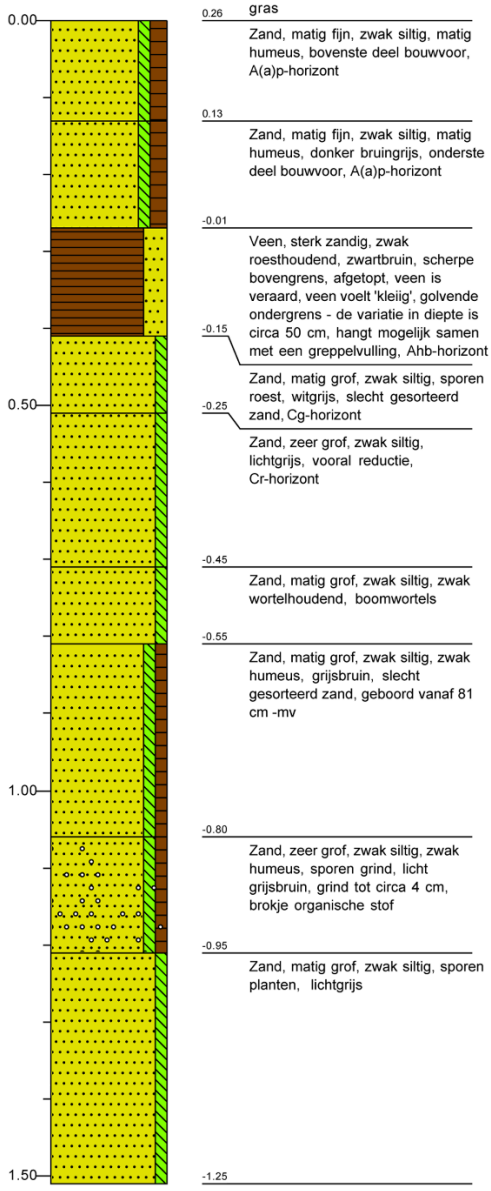
Maaiveldhoogte:	0.269	m+NAP
Datum:	19-10-2022	
Coördinaten X - Y:	209552,80	- 506081,90



Verticale schaal 1:10

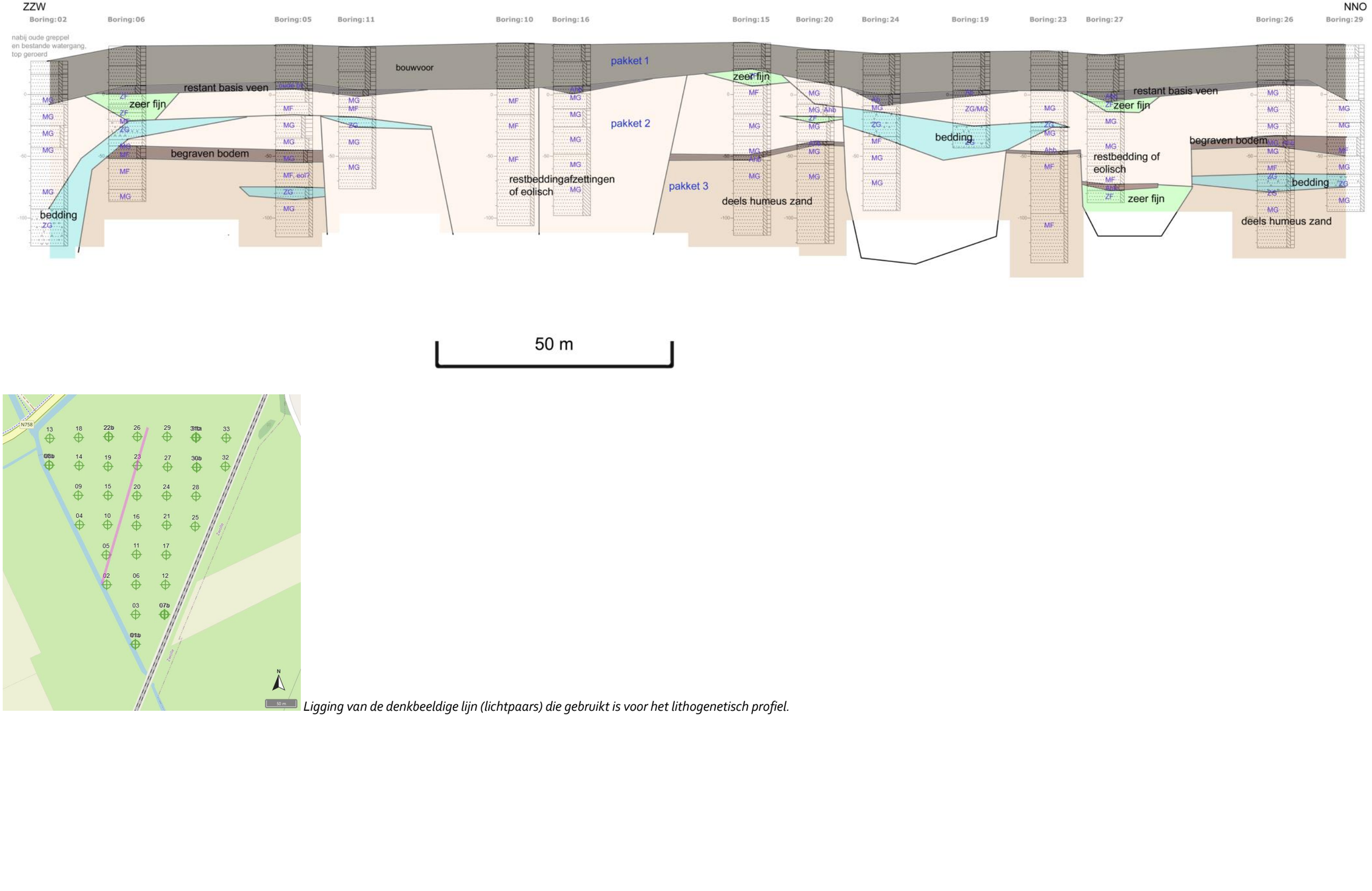
Boring: 33

Maaiveldhoogte :	0.258	m+NAP
Datum :	19-10-2022	
Coördinaten X - Y :	209553,90	- 506129,40



Verticale schaal 1:10

Bijlage 4 Lithogenetisch profiel



Ligging van de denkbeeldige lijn (lichtpaars) die gebruikt is voor het lithogenetisch profiel.



Aanvraag ingediend op 24-06-2022

Normale procedure in Waterschap Drents Overijsselse Delta

ALGEMENE INFORMATIE

- e-mail: [redacted]ponderaconsult.com
- aanvraagnummer: 00005598
- naam aanvraag: Normale procedure
- bevoegd gezag: Waterschap Drents Overijsselse Delta

OP BASIS VAN ONDERSTAANDE LOCATIE



Aanvraagformulier

VRAGEN EN ANTWOORDEN UIT DE AANVRAAG

1. Wat is uw naam?
   - [redacted]
2. Wat is uw emailadres?
   - [redacted]ponderaconsult.com
3. Wat is uw telefoonnummer?
   - [redacted]
4. Doet u een aanvraag namens uzelf?
   - Nee
5. Namens wie vraagt u een watertoets aan?
   - Cooperatie Duurzaam Tolhuislanden
6. Wat is het emailadres van de initiatiefnemer?
   - info@duurzaamtolhuislanden.nl
7. Wat is het telefoonnummer van de initiatiefnemer?
   - [redacted]
8. Is er contact geweest met de gemeente?
   - Ja
9. Geef hier de naam van de contactpersoon van de gemeente.
   - [redacted] Idema
10. Wat is het emailadres van de contactpersoon?
    - [redacted]
11. Wat is de naam van het plan?
    - Energiepark Tolhuislanden
12. Geef een korte omschrijving van het plan.
    - Ontwikkeling van 3 windturbines en een zonneveld. Zie bijlage.
13. Wat is de toename aan verharding (bestrating en bebouwing) binnen het plangebied in m2?
    - 14750
14. Wat is het adres van het plan?

- Geen adres, zie bijlage.

15. Wilt u een bijlage toevoegen van het plan?
    - Ja

16. Voeg een bijlage toe.
    - bestandsnaam: Bijlage 1 watertoets - Energiepark Tolhuislanden.pdf

17. Wilt u nog een bijlage toevoegen?
    - Nee

18. Voeg een bijlage toe.
    - bestandsnaam: Bijlage 1 watertoets - Energiepark Tolhuislanden.pdf

Aanvraagformulier

OP BASIS VAN DE GEGEVEN ANTWOORDEN IN DE CHECK IS ONDERSTAANDE NODIG:

1. normale procedure
2. Advies verharding
3. Advies lozingwater
4. Advies grondwater
5. Advies B watergangen (schouwsloten)
6. Advies overstroombaar gebied

DETAILS

1. normale procedure

Voor uw plan moet u de normale procedure volgen.

Wat moet ik doen?

"WIJ VERZOEKEN U OM IN TE LOGGEN OM DE PROCEDURE AF TE RONDEN. HIERDOOR IS UW PLAN OOK AANGEMELD BIJ HET WATERSCHAP! Momenteel wordt de standaard waterparagraaf 'Normale procedure' nog niet meegezonden met uw aanmeldgegevens. We verzoeken u in het hoofdscherm de 'pdf' met het advies te downloaden ten behoeve van uw eigen administratie.

Geachte [redacted] /[redacted]

U heeft een watertoets uitgevoerd op de website www.dewatertoets.nl. Op basis van deze digitale toets concluderen wij dat belangen van het waterschap worden geraakt. U volgt daarom de normale procedure. Binnen 4 weken na indiening neemt waterschap Drents Overijsselse Delta contact met u op en ontvangt u een uitgangspuntennotitie. Deze notitie ontvangt u op het door u opgegeven emailadres.

In de uitgangspuntennotitie vindt u meer informatie over de bestaande waterhuishouding en vindt u concrete uitgangspunten voor uw plan. Wij adviseren u deze uitgangspunten te verwerken in uw plan. Over het vervolg van het watertoetsproces vindt u in de uitgangspuntennotitie meer informatie.

Aanvraagformulier

Verklaring

Dit document is een automatisch gegeneerd bestand op basis van de door u ingevulde gegevens. U bent akkoord gegaan met de door u ingevulde gegevens en u heeft verklaard alles naar waarheid te hebben ingevuld.

Waar moet ik op letten?

Achtergrondinformatie

2. Advies verharding

U realiseert meer dan 1500 m2 aan verharding

Wat moet ik doen?

In het plan vindt een grote toename aan verharding plaats. Dit kan effect hebben op de werking van het watersysteem in de omgeving van het plangebied. Wij gaan graag tijdig met u in overleg over de wijze waarop in het plangebied wordt omgegaan met hemelwater dat afstroomt van dit verharde oppervlak. Zo wordt wateroverlast nu en in de toekomst voorkomen.

Waar moet ik op letten?

Achtergrondinformatie

3. Advies lozingwater

U loost water in oppervlaktewater.

Wat moet ik doen?

In het plan vindt afvoer van hemelwater naar oppervlaktewater plaats. Voor lozingen op het oppervlaktewater geldt een vergunning- of meldingsplicht in het kader van de Waterwet. Hemelwater van schone oppervlakken (zoals daken en tuinen) mag rechtstreeks geloosd worden. Hemelwater dat van een parkeerterrein afstroomt (of anderszins) vervuild raakt, dient via een bodempassage af te wateren. Indien u grondwater gaat onttrekken tijdens de aanleg en u wilt dat lozen in oppervlaktewater dan gelden er specifieke regels. Neem hierover contact op met de medewerker advies Waterwet van het waterschap.

Waar moet ik op letten?

Achtergrondinformatie

4. Advies grondwater

U onttrekt tijdelijk of permanent grondwater.

Wat moet ik doen?

Er vindt in het plan een grondwateronttrekking plaats. Gezien de verschillende belangen die partijen hebben bij het grondwater, is het beheer van het grondwater wettelijk geregeld in de Waterwet. In het kort komt het er op neer dat u voor grondwateronttrekkingen van meer dan 70.000 m3 in 30 dagen; of meer dan 200.000 m3 in 6 maanden; of meer dan 6 maanden grondwater onttrekt, verplicht bent een vergunning aan te vragen. Voor kleinere onttrekkingen geldt een meldingsplicht.

Waar moet ik op letten?

Achtergrondinformatie

5. Advies B watergangen (schouwsloten)

Uw plangebied raakt een B-watergang (schouwsloot).

Wat moet ik doen?

In het plan bevindt zich een B-watergang. B-watergangen (of schouwsloten) hebben een belangrijke functie voor de waterafvoer- en berging. Deze watergangen staan op de legger van het waterschap en de Keur is van toepassing. Volgens de Keur zijn alle activiteiten die plaatsvinden in, op of langs watergangen van het waterschap vergunningsplichtig. Voor minder ingrijpende activiteiten hebben zijn algemene regels vastgesteld. Hierdoor kan er sprake zijn van vrijstelling of hoeven deze activiteiten alleen te worden gemeld. Er is in het plan rekening gehouden met de Keur van het waterschap. Er wordt tijdig melding gemaakt of een vergunning aangevraagd.

Waar moet ik op letten?

Achtergrondinformatie

6. Advies overstroombaar gebied

Uw plangebied is (deels) gelegen in een overstroombaargebied.

Wat moet ik doen?

Het plan ligt in een overstroombaar gebied. Onder overstroombaar gebied verstaan we gebieden die normaal niet onder water staan, maar kunnen overstromen (tijdelijk onder water staan). Het gaat zowel om uiterwaarden die frequent onder water staan (buitendijks) als om beschermde gebieden achter de dijk (binnendijks). Beide vallen onder het toepassingsbereik van de Europese Richtlijn Overstromingsrisico's (ROR). De provincie Overijssel verplicht initiatiefnemers een overstromingsrisicoparagraaf op te stellen ten behoeve van het ruimtelijke plan.

In de overstromingsrisicoparagraaf moet worden aangegeven hoe rekening wordt gehouden met waterveiligheid en voorzieningen voor noodsituaties (vluchtlocaties, aangepast bouwen, evacuatieroutes, bescherming van vitale infrastructuur, geleiding van water naar gebieden waar het minder schade toebrengt). Als er zwaarwegende maatschappelijke belangen zijn om in deze laaggelegen gebieden nieuwe stedelijke functies toe te voegen, dient de waterveiligheid ook op langere termijn gegarandeerd te zijn, bijvoorbeeld door de technische inrichting van het gebied en/of de wijze van bouwen.

Waar moet ik op letten?

Achtergrondinformatie



Open voor de beste ervaring deze PDF-portfolio in Acrobat X of Adobe Reader X, of hoger.

Installeer Adobe Reader nu!

Retouradres: Postbus 96864, 2509 JG Den Haag

Pondera
[redacted]
Amsterdamseweg 13
6814 CM ARNHEM

Defence, Safety & Security
Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00

Datum
8 juni 2022

Onze referentie
DHW-2022-RT-100344939

E-mail
[redacted]tno.nl

Doorkiesnummer
[redacted]

060.51278/01.14.01

Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, zoals gedeponeerd bij de Griffie van de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Den Haag van toepassing. Deze algemene voorwaarden kunt u tevens vinden op www.tno.nl.
Op verzoek zenden wij u deze toe.

Handelsregisternummer 27376655.

Onderwerp
Radarhindertoetsing windpark Tolhuislanden Zwolle

Geachte [redacted]

Bijgaand ontvangt u onze rapportage aangaande het radarverstoringsonderzoek voor het windpark Tolhuislanden, gelegen in de gemeente Zwolle, Overijssel.

Het bouwplan
Het bouwplan betreft alle wijzigingen ten opzichte van de huidige situatie die betrekking hebben op het te bouwen windturbinepark. In dit rapport zullen deze wijzigingen worden aangeduid als ‘het bouwplan’. De huidige aanvraag betreft de nieuwbouw van drie windturbines. Aangezien er in dit stadium van het project nog geen keuze is gemaakt voor een specifiek windturbinetype, is voor de afmetingen van de windturbines uitgegaan van een windturbine uit de 7-8 MW klasse. Dit is een windturbine met worst-case afmetingen, samengesteld uit het op dit moment bij TNO beschikbare windturbinebestand met een opgewekt vermogen tussen de 6.5 en 8.4 MW, een maximale ashoogte van 167 m en een maximale rotordiameter van 172 m.
De toepassing van een windturbine met worst case afmetingen houdt in dat de berekende effecten op de radars altijd minder zullen zijn, als bij de keuze van de specifieke windturbine het opgewekt vermogen, maximale ashoogte en rotordiameter niet wordt overschreden.

De uitgevoerde berekeningen
TNO heeft de verstoring op de primaire radar als gevolg van radarreflectie en schaduweffect berekend met behulp van het radarhinder simulatiemodel PERSEUS, volgens de toetsingsmethode, die op 1 oktober 2012 is ingevoerd.
Het bouwplan bevindt zich binnen de 75 km cirkels van minstens één van de Military Approach Surveillance System (MASS) verkeersleidingsradars en binnen de 75 km cirkels rond de locatie van de MPR gevechtsleidingsradar te Nieuw Milligen. De analyse is uitgevoerd voor de volgende radarsystemen:
(1) Het primaire verkeersleidingsradarnetwerk, bestaande uit een zestal MASS verkeersleidingsradarsystemen verspreid over Nederland, aangevuld met de

terminal approach radar (TAR) West bij Schiphol en de infill radar te Wemeldinge.
(2) De MPR gevechtsleidingsradar op de locatie Nieuw Milligen.

(1) Resultaten primaire verkeersleidingsradarnetwerk
Op de locatie van de windturbines eist het Ministerie van Defensie voor het verkeersleidingsradarnetwerk een minimale detectiekans van 90% voor een doel met een radaroppervlak van 2 m^2. Twee mogelijke optredende effecten zijn onderzocht:

1. Reductie van de detectiekans ter hoogte van het bouwplan:
   Na realisatie zowel het opschalings- als het uitbreidingsdeel van het bouwplan is er op de toetsingshoogte van 1000 voet een vermindering van de detectiekans geconstateerd tot maximaal 99% ter hoogte of in de directe nabijheid van het bouwplan.
   Het bouwplan voldoet dus aan de gehanteerde 2022 norm.

2. Reductie van het maximum bereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan:
   De MASS radars te Leeuwarden, Twenthe en Soesterberg ondersteunen elkaar volledig in de gebieden waar door de schaduwwerking van het bouwplan een verlies aan bereik kan ontstaan.
   Na realisatie van alleen het opschalingsdeel van het bouwplan is er op de toetsingshoogte van 1000 voet geen verlies aan bereik geconstateerd.

(2) Resultaten gevechtsleidingsradar te Nieuw Milligen
Op de locatie van de windturbines eist het Ministerie van Defensie voor de gevechtsleidingsradars een minimale detectiekans van 90%.
Omdat de specificaties van de gevechtsleidingsradars gerubriceerd zijn, wordt de in de berekening gebruikte waarde van het radaroppervlak van het doel hier niet vermeld.
De resultaten van de radarhinderberekening voor de gevechtsleidingsradar zijn eveneens gerubriceerd en kunnen om die reden alleen rechtstreeks naar het ministerie van Defensie worden verstuurd. Dit gebeurt echter pas na toestemming van u. Wel mag in deze brief worden vermeld dat er twee mogelijke optredende effecten zijn onderzocht:

1. Reductie van de detectiekans ter hoogte van het bouwplan:
   De detectiekans is na realisatie van beide bouwplannen op de toetsingshoogte van 1000 voet binnen de thans gehanteerde 2022 norm gebleven voor Nieuw Milligen.
2. Reductie van de detectiekans ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan:
   Voor de gevechtsleidingsradars te Nieuw Milligen is het verlies aan maximum bereik op de hoogte van 1000 voet in de sector waarin schaduwwerking optreedt, na realisatie van beide bouwplannen binnen de thans gehanteerde 2022 norm gebleven.

Details vindt u in bijgaande documentatie.

Voor de achtergronden van de toegepaste rekenmethode wordt kortheidshalve verwezen naar de toelichting die is te downloaden van de TNO-website: http://www.tno.nl/perseus.

Hoogachtend,

[redacted]

[redacted]

1 Locatie- en radargegevens

De locaties van de te toetsen windturbines van het bouwplan zijn weergegeven in Tabel 1. De weergegeven rijksdriehoekcoördinaten en fundatiehoogtes zijn afkomstig van de opdrachtgever. De WGS 84 coördinaten voor de locaties zijn hiervan afgeleid. Voor de fundatiehoogte is er van uitgegaan dat deze op het maaiveld komt te liggen.

Tabel 1 Locatiegegevens van het bouwplan zoals opgegeven door de opdrachtgever.

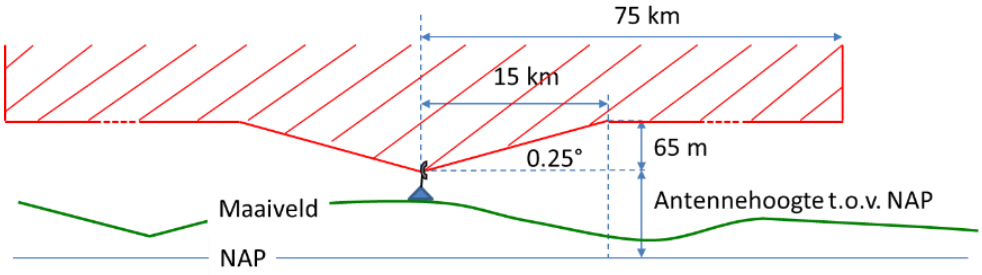
Nr	ID	Rijksdriehoekstelsel		WGS 84 coördinaten		Maaiveldhoogte
		X [m]	Y [m]	Latitude [º]	Longitude [º]	t.o.v. NAP [m]
1	WT1	209375	505912	52.53814	6.18866	0.4
2	WT2	209047	506573	52.54411	6.18394	0.1
3	WT3	208826	507027	52.54821	6.18075	0.0

De locaties van de te plaatsen windturbines zijn weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 De gele stippen geven de locaties aan van de drie nieuwe windturbines [Bing].

Het Ministerie van Defensie hanteert een zogenaamd toetsingsvolume dat reikt tot aan 75 km rondom zowel de militaire als de civiele verkeersleidingsradars en de gevechtsleidingsradars. Het profiel van het toetsingsvolume is weergegeven in Figuur 2. Er dient getoetst te worden indien de tip van de wiek hoger is dan de rode lijn. Bouwplannen die verder verwijderd zijn dan 75 km kunnen zondermeer geplaatst worden.



Figuur 2 Het toetsingsprofiel (niet op schaal) zoals gehanteerd door het Ministerie van Defensie rondom elk van de militaire radarsystemen.

Er wordt binnen de regeling op dit moment rekening gehouden met [redacted]
e en de [redacted].
Ten behoeve van de extra ondersteuning van de radardekking boven zuidoost Nederland is ook de nieuwe [redacted] bij [redacted] in het primaire [redacted] opgenomen.
Deze wordt vanaf 1 november 2020 meegenomen in de berekeningen indien er een normoverschrijding aanwezig is zonder de steun van deze radar. Naast de [redacted] zijn er ook [redacted]) en [redacted]), opgenomen in de regeling.
Deze laatste zal op termijn worden vervangen door [redacted] De locatiegegevens van de verkeersleidingsradars en de gevechtsleidingsradars worden weergegeven in Tabel 2. In deze tabel zijn zowel de antennehoogtes aangegeven die aangehouden worden voor de bepaling van het toetsingsprofiel als ook de feitelijke antennehoogtes van de primaire radarantenne, toegepast in de detectiekansberekeningen.

Tabel 2 Locatiegegevens [redacted] radars, d[redacted] radar en de [redacted] radars te [redacted] zullen worden vervangen, waarbij de r[redacted] Naast de locatiegegevens staan ook de aangehouden antennehoogte voor het toetsingsprofiel en de toepaste feitelijke hoogte van de primaire radarantenne aangegeven.

Radar	Coördinaten Rijksdriehoekstelsel	Antennehoogte toetsingsprofiel t.o.v. NAP	Feitelijke antennehoogte t.o.v. NAP
[redacted]			

Radar	Coördinaten Rijksdriehoekstelsel		Antennehoogte toetsingsprofiel t.o.v. NAP	Feitelijke antennehoogte t.o.v. NAP
	X [m]	Y [m]	[m]	[m]
[redacted]				

* Dit is alleen een secundaire radar, ook bekend als TAR 1.

** Dit is een buitenlandse radar en is daarom niet opgenomen in de Rarro.

*** Deze gegevens zijn bekend bij defensie,

Aangezien er nog geen volledige zekerheid is over de plaatsing van de gevechtsleidingsradar op de beoogde locatie Herwijnen, is een onderzoek uitgevoerd naar alternatieve locaties. Daar zijn drie locaties uitgekomen die in deze rapportage eveneens worden getoetst. De coördinaten van deze drie locaties is opgenomen in Tabel 3.

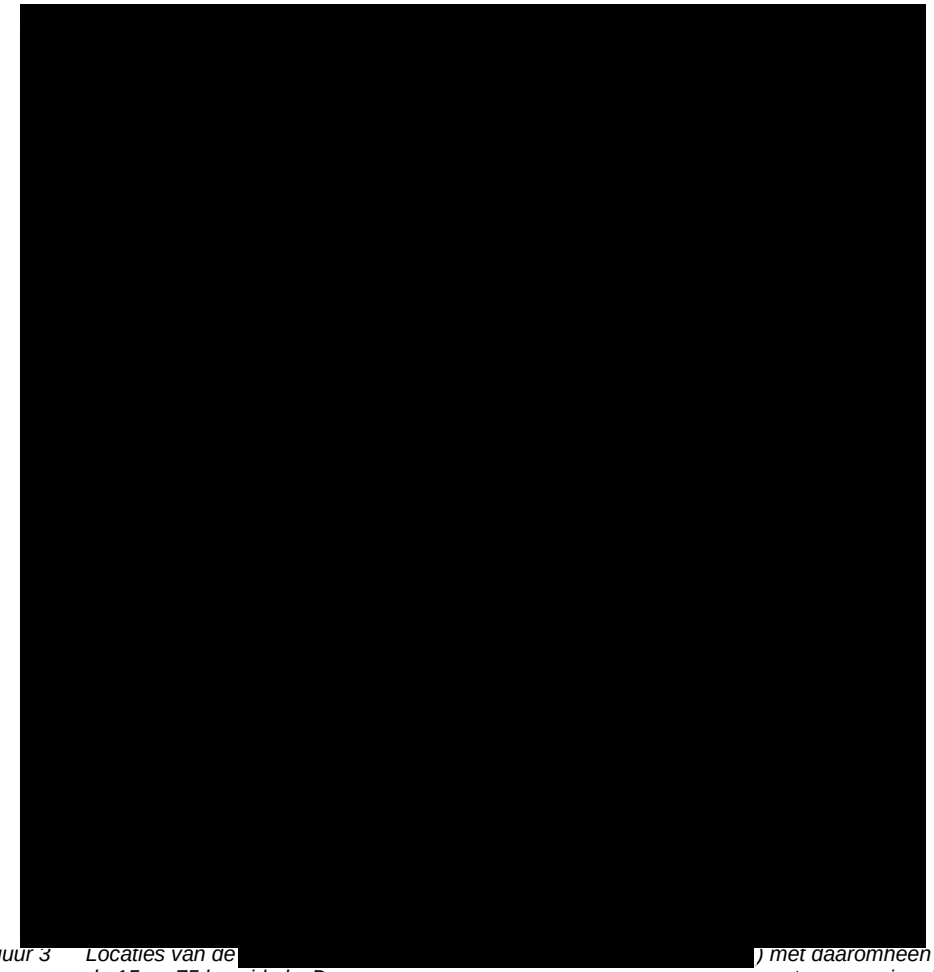
Tabel 3 Locatiegegevens van de drie alternatieve locaties voor de SMART-L radar te Herwijnen.

SMART-L radar	Coördinaten Rijksdriehoekstelsel		Antennehoogte t.o.v. NAP
	X [m]	Y [m]	[m]
[redacted]			

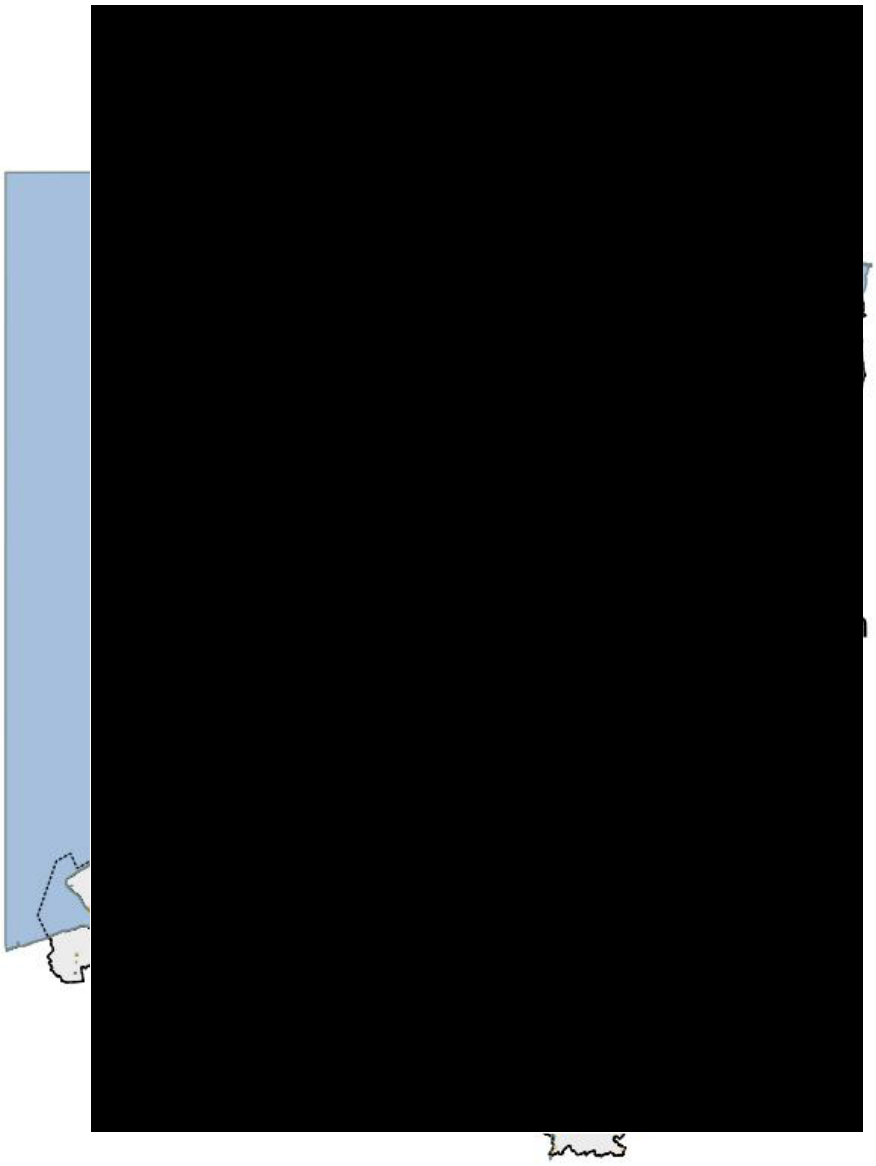
** *Deze gegevens zijn bekend bij defensie.*

Variaties in de hoogte van het terrein worden bepaald uit het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN-2) en AHN3 voor alleen Friesland, Zeeland en delen van Zuid-Holland. In dit bestand bevindt zich bebouwing zoals aanwezig tijdens de opnames tussen 2007 en 2012 voor AHN2 en 2014 voor AHN3. Naast dit hoogtebestand met bebouwing hanteert TNO eveneens een bestand voor het maaiveld bepaald met alleen het AHN2 bestand. Beide bestanden bezitten een ruimtelijke resolutie van 10 m. Buiten Nederland gebruikt TNO terreinhoogtegegevens afkomstig van de NASA Shuttle Radar Topography Mission (SRTM1) met een resolutie van 1 boogseconde (ongeveer 30 m langs een meridiaan). Het kan voorkomen dat een deel van het bouwplan wordt afgeschermd door het tussenliggende terrein of door bebouwing en dus niet wordt belicht door de radar. In dat geval wordt dit deel van het bouwplan niet meegenomen in de berekening.

De 15 en 75 km cirkels rond de MASS radarsystemen en de stedelijke gebieden volgens het AHN-1 bestand zijn weergeven in Figuur 3. De 15 en 75 km cirkels rond de [redacted] en de stedelijke gebieden volgens het AHN-1 bestand zijn weergeven in Figuur 4. De 15 en 75 km cirkels rond de [redacted] te [redacted] en de [redacted] t zijn weergegeven in Figuur 5.



Figuur 3 Locaties van de [redacted]) met daaromheen de 15 en 75 km cirkels. De [redacted] aangegeven met een oranje ruit en de [redacted] met een paarse ruit. De oranje vlakken zijn de in de AHN-1 gedefinieerde stedelijke gebieden. De ligging van het te toetsen bouwplan is aangegeven met een roze ster.



Figuur 4 Locaties van de [redacted] (rode ruit) en de [redacted] met daaromheen de 15 en 75 km cirkels. De oranje vlakken zijn de in de AHN-1 gedefinieerde stedelijke gebieden. De ligging van het te toetsen bouwplan is aangegeven met een roze ster.

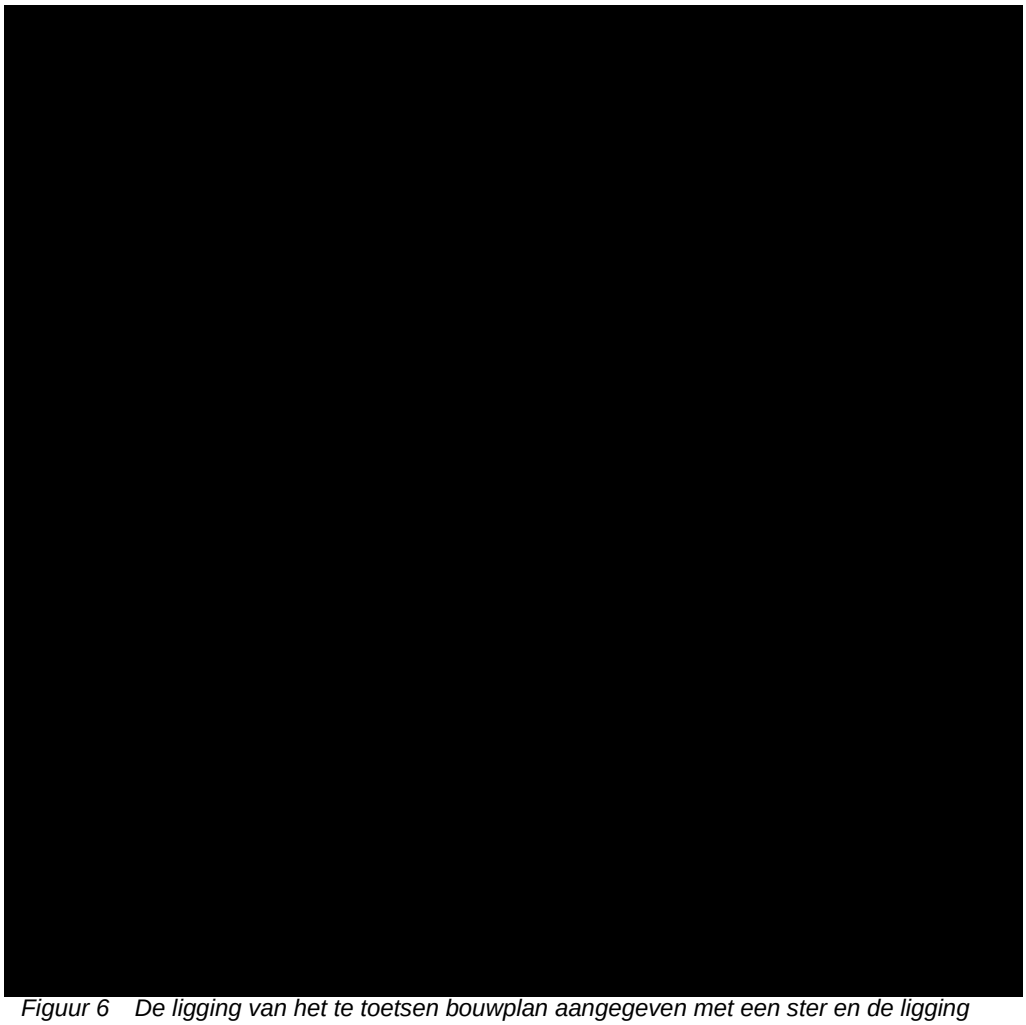


Figuur 5 Locaties van de drie alternatieve locaties [redacted] (paarse ruit) voor de nieuwe [redacted] te [redacted] (rode ruit). De oranje vlakken zijn de in de AHN-1 gedefinieerde stedelijke gebieden. De ligging van het te toetsen bouwplan is aangegeven met een roze ster.

Het bouwplan ligt binnen de 75 km cirkel rond de [redacted] en binnen de 75 km cirkel rond de [redacted] van [redacted]. Daarnaast is de tiphoogte van de te toetsen windturbine groter dan de in Figuur 2 aangegeven hoogte. Het onderhavige bouwplan dient derhalve getoetst te worden voor zowel het primaire verkeersleidingsradarnetwerk als de [redacted].

2 Rekenmethode primaire verkeersleidingsradarnetwerk

Het radarsimulatiemodel PERSEUS berekent voor elk radarsysteem de detectiekans van een doel met een radardoorsnede van 2 m^2, fluctuatiestatistiek Swerling case 1, en loos alarmkans 1×10^{-6}. Afhankelijk van de locatie van het bouwplan moet de detectiekans geëvalueerd worden op een normhoogte van 300, 500 of 1000 voet ten opzichte van het maaiveld. Indien op 1000 voet geëvalueerd wordt, zal middeling van detectiekansen binnen een cirkel met een straal van 500 m toegepast worden. De 300 en 500 voet normhoogtes liggen over het algemeen rond de verschillende militaire vliegvelden in Nederland. Op een hoogte van 1000 voet dient er, met enige uitzonderingen, landelijke dekking te zijn.
In Figuur 6 worden de normhoogtegebieden getoond.



Figuur 6 De ligging van het te toetsen bouwplan aangegeven met een ster en de ligging van de thans gehanteerde 2022 normhoogtes op 300 voet (rood) en 500 voet (blauw). Op 1000 voet (paars) dient het verkeersleidingsradarnetwerk, op enkele uitzonderingen na, een landelijke dekking te hebben. Tevens zijn op deze kaart met een groene markering de locaties aangeven van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk bestaande uit een ze[redacted] in oranje de[redacted] en in paars de[redacted]

Het bouwplan valt binnen de normhoogte van 1000 voet.

De detectiekans van de [redacted]y, aangevuld met de [redacted] en de [redacted] is conform de met Defensie overeengekomen rekenmethode gesimuleerd in één radarnetwerk, waarbij de radars elkaar eventueel ondersteuning kunnen bieden bij de detectie van radardoelen. Daarbij wordt rekening gehouden met de upgrade van de [redacted]r, zoals TNO die op dit moment in PERSEUS gemodelleerd heeft. De [redacted] wordt vanaf 1 november 2020 meegenomen in de berekeningen indien er een normoverschrijding aanwezig is zonder de steun van deze radar.
Als referentie zijn ook de radardetectiekansdiagrammen berekend voor de zogenaamde baseline situatie, dat wil zeggen, rekening houdend met alle bestaande windturbines en dus voor realisatie van het bouwplan. Het baseline-bestand van windturbines geeft de situatie aan binnen Nederland, vastgelegd in het begin van januari 2022, door Windstats.nl. De voor de simulatie noodzakelijke afmetingen van de windturbines zijn afgeleid van de in dit bestand opgenomen gegevens, zijnde: fabrikant, opgewekt vermogen, ashoogte en rotordiameter.
Het bouwplan wordt daar vervolgens aan toegevoegd en voor beide situaties (baseline en baseline met bouwplan) worden detectiediagrammen berekend. Door een vergelijking van beide diagrammen kan het detectieverlies worden vastgesteld in de directe nabijheid van het bouwplan veroorzaakt door reflecties van het bouwplan en het eventuele verlies aan radarbereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan.

3 Gegevens windturbines

Voor de bepaling van de effecten op de radars is de *worst-case* windturbine uit de 7-8 MW klasse genomen. TNO heeft deze windturbine met worst-case afmetingen gedefinieerd uit de reeks turbines die TNO thans in haar bestand heeft op basis van het opgewekt vermogen tussen de 6.5 en 8.4 MW, een maximale ashoogte van 167 m t.o.v. de fundatiehoogte en 169 m t.o.v. het maaiveld een maximale rotordiameter van 172 m.
Bij toepassing van een specifieke windturbine met realistische afmetingen uit eenzelfde of lagere vermogensklasse en waarbij de maximaal getoetste ashoogte en rotordiameter niet wordt overgeschreden, zullen de berekende effecten op de radars geringer zijn.

De lengte van de gondel is gedefinieerd als de afstand van de ‘hub’ tot aan de achterzijde van de gondel in het verlengde van de as. De hoogte en breedte van de gondel zijn gebaseerd op het effectieve oppervlak van de voor- en zijkant van de gondel en kunnen dus iets afwijken van de feitelijke afmetingen. De lengte van de wiek is gedefinieerd als de halve diameter van de rotor. De breedte van de wiek wordt afgeleid van het frontaal oppervlak van de wiek.

In Tabel 4 is de maatvoering weergeven van de te toetsen windturbine, noodzakelijk voor de juiste modellering.

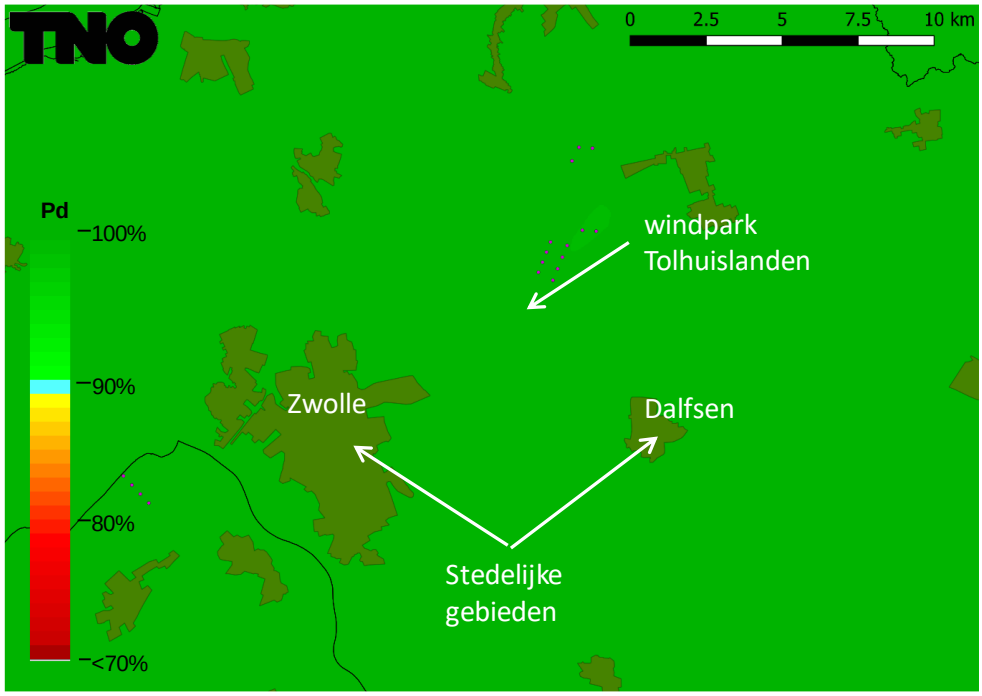
Tabel 4 De afmetingen de worst-case windturbine uit de 7-8 MW klasse met een ashoogte van 169 m t.o.v. het maaiveld en een rotordiameter van 172 m.

Onderdeel	Afmeting [m]
Ashoogte t.o.v. maaiveld	169.0
Tiphoogte t.o.v. maaiveld	257.0
Fundatiehoogte t.o.v. maaiveld	2.0
Breedte gondel	6.9
Lengte gondel	24.1
Hoogte gondel	11.5
Diameter mast onder	18.2
Diameter mast boven	5.4
Lengte mast	161.3
Lengte wiek	86.0
Breedte wiek	4.2

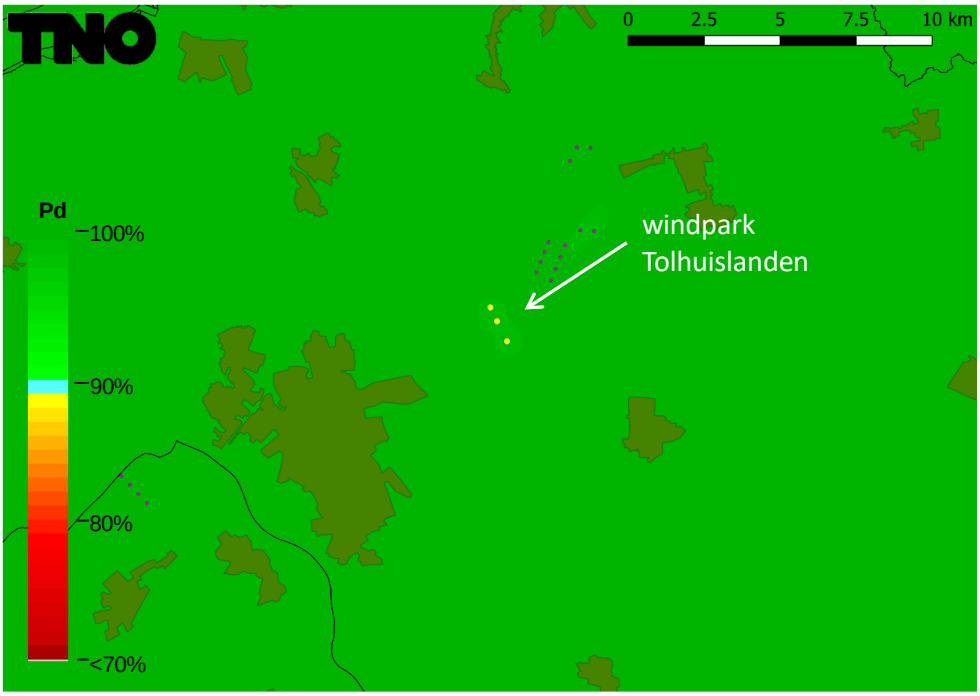
4 Berekeningen radardetectiekans diagrammen primaire verkeersleidingsradarnetwerk

Detectiekans in de directe nabijheid van het bouwplan

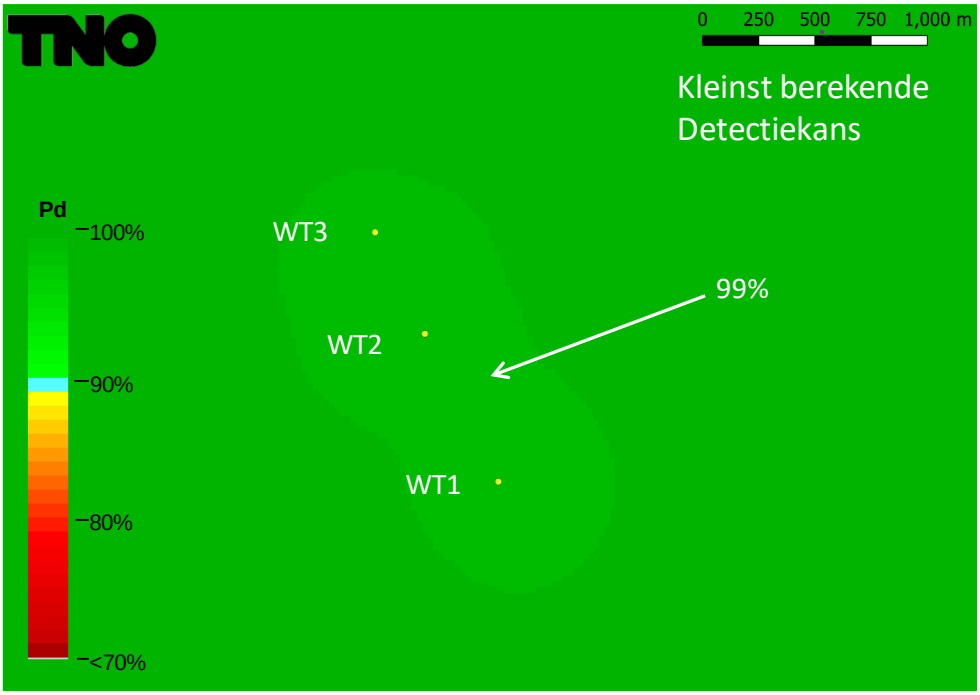
In Figuur 7 wordt de detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk van de baseline op 1000 voet getoond rond het nog te realiseren bouwplan. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. Figuur 8 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 9 is het gebied vergroot weergegeven. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie wordt geëist bedraagt 90%. In groen gekleurde gebieden wordt aan deze eis voldaan. Ter hoogte of in de directe nabijheid van de locatie van het bouwplan en binnen het 1000 voet normgebied is er een verlies aan radardetectiekans tot maximaal 99%. Het bouwplan voldoet dus aan de thans gehanteerde 2022 norm.



Figuur 7 Detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven het bouwplan voordat dit is gerealiseerd (baseline).



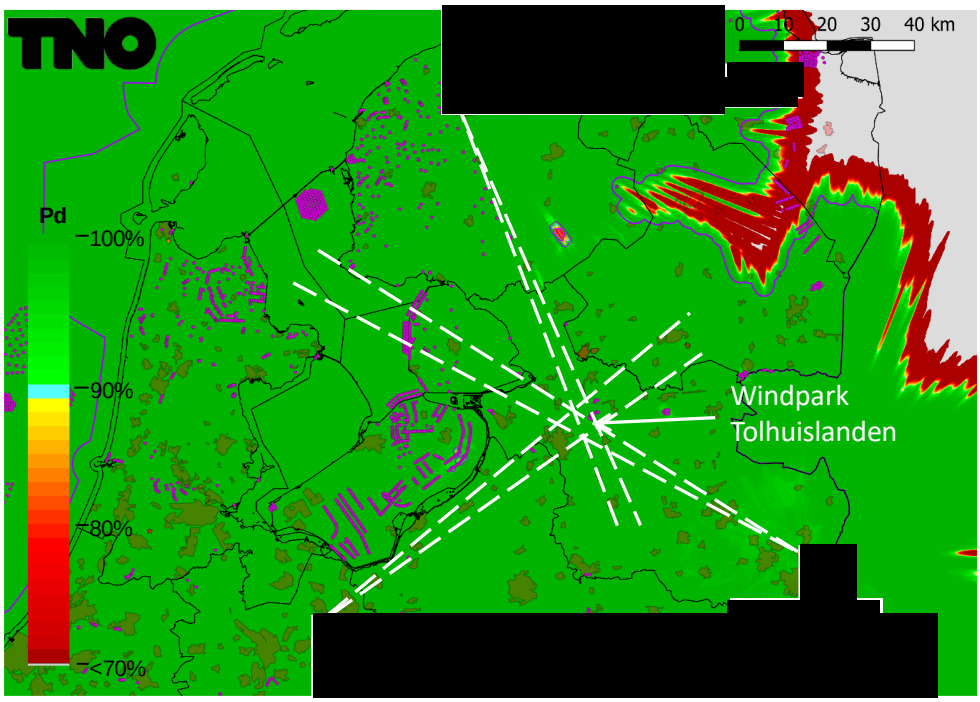
Figuur 8 Detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De locaties van de nieuwe windturbines zijn aangegeven met gele stippen.



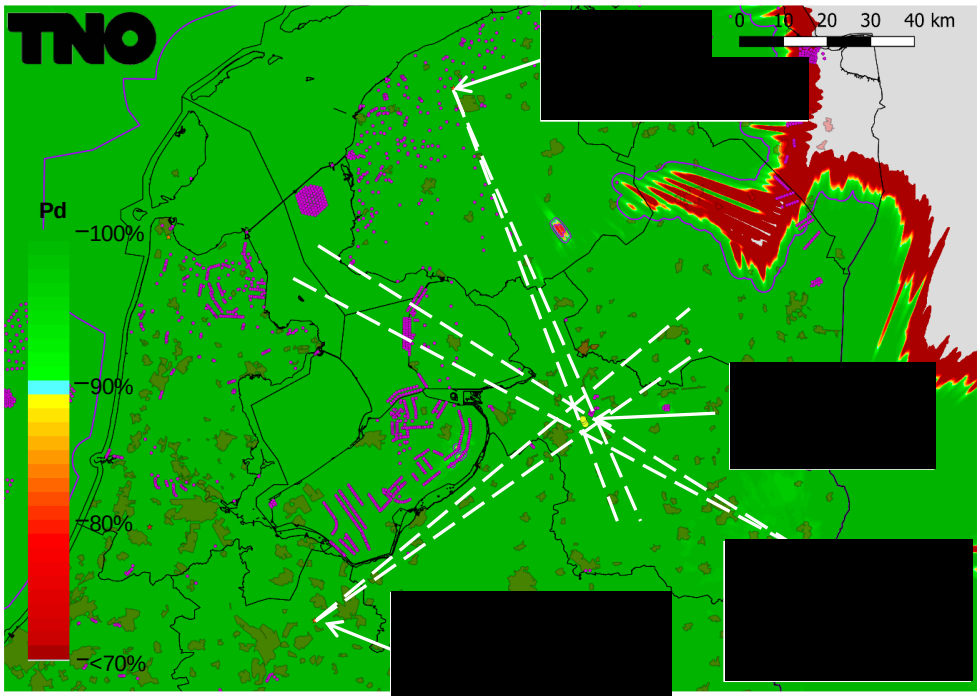
Figuur 9 Het gebied rond het bouwplan uit Figuur 8 groter weergegeven.

Detectiekans in de schaduw van het bouwplan

In Figuur 10 is de detectiekans op 1000 voet van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk uitgerekend voor de gebieden waar schaduw kan ontstaan ten gevolge van het nog te realiseren bouwplan. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. De stippellijnen afkomstig van de [redacted], [redacted], lopend over het bouwplan, geven de zones aan waartussen een verminderde detectiekans zou kunnen ontstaan als gevolg van de schaduwwerking. In Figuur 11 is de detectiekans berekend voor hetzelfde gebied na realisatie van het bouwplan. De figuur toont aan dat de betrokken radars elkaar volledig ondersteunen in de gebieden waar door de schaduwwerking van het bouwplan een verlies aan bereik kan ontstaan. Er is dan ook geen verlies aan bereik aanwezig. Het bouwplan voldoet dus aan de thans gehanteerde 2022 norm.



Figuur 10 Detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geven aan waartussen de schaduw kan gaan ontstaan.



Figuur 11 Detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan ontstaan.

5 Rekenmethode gevechtsleidingsradars

Een vergelijkbare methodiek als bij de verkeersleidingsradars is toegepast bij de gevechtsleidingsradars. De bestaande MPR-radars hebben hun maximale levensduur bereikt en zullen worden vervangen door de nieuwe SMART-L EWC GB radar. Deze vervanging vindt plaatst voor de locatie Wier, maar niet voor de locatie Nieuw Milligen. De tweede SMART-L zal worden geplaatst op de locatie Herwijnen, waarna de radarlocatie Nieuw Milligen komt te vervallen. Ook de bestaande radarlocatie te Nieuw Milligen blijft tot nader orde toetsingsplichtig.
Voor de radardefinitie van de SMART-L EWC GB is uitgegaan van de verbeterde versie, die in de loop van 2019 is ingevoerd, waardoor de het detectiegedrag boven het windpark realistischer wordt gesimuleerd. Aangezien er nog geen volledige zekerheid is over de plaatsing van de radar op deze locatie, is een onderzoek uitgevoerd naar alternatieve locaties, te weten Goudriaan, Meerkerk en Nieuwpoort. Voor de militaire gevechtsleidingsradars wordt één toetsingshoogte van 1000 voet aangehouden. Daarnaast wordt geen rekening gehouden met een eventuele ondersteunende dekking van elkaar. Iedere radar dient dus afzonderlijk een goede dekking te hebben.
Als referentie zijn ook de radardetectiekansdiagrammen berekend voor de zogenaamde baseline situatie, dat wil zeggen, rekening houdend met alle bestaande windturbines en dus voor realisatie van het bouwplan. Het baseline-bestand van windturbines geeft de situatie aan binnen Nederland, vastgelegd in begin januari 2022 door Windstats.nl. De voor de simulatie noodzakelijke afmetingen van de windturbines zijn afgeleid van de in dit bestand opgenomen gegevens, zijnde fabrikant, opgewekt vermogen, ashoogte en rotordiameter.
Het bouwplan wordt daar vervolgens aan toegevoegd en voor beide situaties (baseline en baseline met bouwplan) worden detectiediagrammen berekend. Door een vergelijking van beide diagrammen kan het detectieverlies worden vastgesteld in de directe nabijheid van het bouwplan veroorzaakt door reflecties van het bouwplan en het eventuele verlies aan radarbereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan.

<u>Conclusies over de detectiekans van de gevechtsleidingsradars op de locatie Wier ten gevolge van het bouwplan</u>

De radardetectiekansdiagrammen die het resultaat van deze berekeningen zijn, kunnen niet worden overhandigd omdat deze gerubriceerd zijn.
Twee mogelijke optredende effecten zijn onderzocht, de conclusie van deze berekeningen is als volgt:

1. Reductie van de detectiekans ter hoogte van het bouwplan:
   Voor de gevechtsleidingsradar te Nieuw Milligen is de detectiekans is na realisatie van beide bouwplannen op de toetsingshoogte van 1000 voet binnen de thans gehanteerde 2022 norm gebleven.
2. Reductie van het maximum bereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan:
   Voor de gevechtsleidingsradar te Nieuw Milligen is het verlies aan maximum bereik op de hoogte van 1000 voet in de sector waarin schaduwwerking optreedt, na realisatie van beide bouwplannen binnen de thans gehanteerde 2022 norm gebleven.

6 Afkortingen

AHN	Actueel Hoogtebestand Nederland
CTR	Controlled Traffic Region
EWC GB	Early Warning Capability Ground Based
LIB	Luchtvaart Inpassingsbesluit
MASS	Military Approach Surveillance System
MPR	Medium Power Radar
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PSR	Primary Surveillance Radar
Rarro	Regeling algemene regels ruimtelijke ordening
RDS	Rijksdriehoekstelsel
SMART-L	Signaal Multibeam Acquisition Radar for Tracking, L band
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TAR	Terminal Approach Radar
WFF	Wind Farm Filter

Rijksvastgoedbedrijf
Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

> Retouradres Postbus 16169 2500 BD Den Haag

PONDERA
T.a.v. [redacted]
Amsterdamseweg 13
6814 CM Arnhem
Nederland

Rijksvastgoedbedrijf
Directie Vastgoedbeheer
Assetmanagement

Sint Jacobsstraat 16
3511 BS Utrecht
Postbus 16169
2500 BD Den Haag
www.rijksvastgoedbedrijf.nl

Contactpersoon
[redacted]
[redacted]rijksoverheid.nl

BTW nummer
NL8563.05.765.B.01

KVK nummer
65890604

IBAN
NL75 INGB 0705 0026 24
BIC
INGBNL2A

Ons documentnummer
5063016
Ons zaaknummer
5062989

Datum	6 juli 2022
Betreft	Geen bezwaar Windpark Tolhuislanden, Zwolle

Geachte [redacted]

Uit de toetsing van 8 juni 2022 aan de MPR gevechtsleidingsradar voor het windpark Tolhuislanden, gelegen in de gemeente Zwolle, is beoordeeld door het Commando Luchtstrijdkrachten van het ministerie van Defensie. De toetsing is uitgevoerd conform het gestelde in art. 2.5 vierde lid van de Regeling Algemene Regels Ruimtelijke Ordening.

Het ministerie van Defensie kan zich vinden in de onderzoeksresultaten van TNO en ziet daarnaast ook geen andere bezwaren om zich tegen de komst van dit windpark te keren. Wijzigingen op wat door TNO is getoetst, dienen opnieuw voor akkoord voorgelegd te worden aan het ministerie van Defensie.

Dit betekent dat het ministerie van Defensie geen bezwaren heeft tegen het realiseren van het windpark Tolhuislanden conform het plan wat is beoordeeld door TNO met kenmerk DHW-2022-RT-100344940 en het onderzoeksrapporten van 8 juni 2022.

Hoogachtend,

De staatssecretaris van Defensie,
Namens deze,

[redacted]

[redacted]

Van: [redacted]
Aan: [redacted]
Cc: [redacted]
Onderwerp: FW: Energiepark Tolhuislanden - Verklaring van Geen Bedenkingen
Datum: maandag 12 juni 2023 12:55:20
Bijlagen: image001.png
image002.png

Beste [redacted]

Middels mail bevestig ik hierbij dat er geen bezwaren zijn tegen de deze verwijzingen, de mail volstaat en er zal geen nieuwe verklaring van bezwaar afgegeven worden.

Ervan uitgaande je hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

Met vriendelijke groet,

[redacted]

.....
Cluster Ruimte l Sectie Omgevingsmanagement
Afdeling Assetmanagement l Directie Vastgoedbeheer
Rijksvastgoedbedrijf
Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Postbus 16169 l 2500 BD l Den Haag
.....
E [redacted]rijksoverheid.nl
W http://www.rijksvastgoedbedrijf.nl
.....

Van: [redacted] <[redacted]ponderaconsult.com>
Verzonden: dinsdag 16 mei 2023 13:30
Aan: [redacted] <[redacted]rijksoverheid.nl>; [redacted]
<[redacted]rijksoverheid.nl>
CC: [redacted] <[redacted]ponderaconsult.com>; [redacted]
<[redacted]tno.nl>
Onderwerp: Energiepark Tolhuislanden - Verklaring van Geen Bedenkingen

Beste [redacted] en [redacted]

Op 6 juli 2022 hebben jullie een VVGB afgegeven voor Energiepark Tolhuislanden, zie bijlage. De correspondentie verliep via mijn collega [redacted] destijds.
Nu zijn 2 van de 3 windturbineposities circa 40 meter verschoven t.o.v. hetgeen is beoordeeld door TNO destijds. De onderlinge afstand tussen de windturbines blijven nagenoeg gelijk. Zie bijgevoegd kaartje (de paarse posities zijn de meest recente).

Ik heb de verschuiving voorgelegd aan [redacted] van TNO. Hij geeft aan dat de verschuiving

geen invloed heeft op de score en het project binnen de normen blijft (zie bijgevoegde mail).

Ik hoor het graag of de voorgestelde verschuiving akkoord is en of jullie een aangepaste VVGB kunnen afgeven hiervoor? Of volstaat een mail?

Vriendelijke groet,

[redacted]
Adviseur Duurzame Energie

Pondera, Elements for Energy

Email: [redacted] ponderaconsult.com
[redacted]

www.ponderaconsult.com
Chamber of Commerce: 08 156 154
Amsterdamseweg 13, 6814 CM Arnhem, The Netherlands

Dit bericht kan informatie bevatten die niet voor u is bestemd. Indien u niet de geadresseerde bent of dit bericht abusievelijk aan u is toegezonden, wordt u verzocht dat aan de afzender te melden en het bericht te verwijderen. De Staat aanvaardt geen aansprakelijkheid voor schade, van welke aard ook, die verband houdt met risico's verbonden aan het elektronisch verzenden van berichten.
This message may contain information that is not intended for you. If you are not the addressee or if this message was sent to you by mistake, you are requested to inform the sender and delete the message. The State accepts no liability for damage of any kind resulting from the risks inherent in the electronic transmission of messages.

This message may contain information that is not intended for you. If you are not the addressee or if this message was sent to you by mistake, you are requested to inform the sender and delete the message. TNO accepts no liability for the content of this e-mail, for the manner in which you use it and for damage of any kind resulting from the risks inherent to the electronic transmission of messages.

Dit bericht kan informatie bevatten die niet voor u is bestemd. Indien u niet de geadresseerde bent of dit bericht abusievelijk aan u is toegezonden, wordt u verzocht dat aan de afzender te melden en het bericht te verwijderen. De Staat aanvaardt geen aansprakelijkheid voor schade, van welke aard ook, die verband houdt met risico's verbonden aan het elektronisch verzenden van berichten.
This message may contain information that is not intended for you. If you are not the addressee or if this message was sent to you by mistake, you are requested to inform the sender and delete the message. The State accepts no liability for damage of any kind resulting from the risks inherent in the electronic transmission of messages.

Dit bericht kan informatie bevatten die niet voor u is bestemd. Indien u niet de geadresseerde bent of dit bericht abusievelijk aan u is toegezonden, wordt u verzocht dat aan de afzender te melden en het bericht te verwijderen. De Staat aanvaardt geen aansprakelijkheid voor schade, van welke aard ook, die verband houdt met risico's verbonden aan het elektronisch verzenden van berichten.

This message may contain information that is not intended for you. If you are not the addressee or if this message was sent to you by mistake, you are requested to inform the sender and delete the message. The State accepts no liability for damage of any kind resulting from the risks inherent in the electronic transmission of messages.

Dit bericht kan informatie bevatten die niet voor u is bestemd. Indien u niet de geadresseerde bent of dit bericht abusievelijk aan u is toegezonden, wordt u verzocht dat aan de afzender te melden en het bericht te verwijderen. De Staat aanvaardt geen aansprakelijkheid voor schade, van welke aard ook, die verband houdt met risico's verbonden aan het elektronisch verzenden van berichten.
This message may contain information that is not intended for you. If you are not the addressee or if this message was sent to you by mistake, you are requested to inform the sender and delete the message. The State accepts no liability for damage of any kind resulting from the risks inherent in the electronic transmission of messages.

Variantenonderzoek

Tolhuislanden

Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden

720153 | Definitief

7-3-2022



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
Variantenonderzoek

Projectnaam
Tolhuislanden

Versienummer
Definitief

Datum
7-3-2022

Project nummer
720153

Opdrachtgever
Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden

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.

EIK ISO 9001:2015 gecertificeerd

Inhoudsopgave

1 Inleiding 2
1.1 Aanleiding 2
1.2 Doel document 3

2 Varianten 4
2.1 Totstandkoming varianten 4
2.2 Varianten 5
2.3 Referentiewindturbines en uitgangspunten zonnevelden 8

3 Werkwijze en beoordelingskader 11
3.1 Plangebied 11
3.2 Milieu- en omgevingsaspecten 11
3.3 Referentiesituatie 12
3.4 Beoordelingsschaal effecten 19

4 Effectbeoordeling aspecten 20
4.1 Inleiding 20
4.2 Geluid 21
4.3 Slagschaduw 32
4.4 Externe veiligheid 39
4.5 Ecologie 53
4.6 Landschap 56
4.7 Ruimtegebruik en overige gebruiksfuncties 68
4.8 Elektriciteitsopbrengst 82

5 Samenvatting & conclusies 89
5.1 Conclusies milieuaspecten 90
5.2 Uitbreiding bedrijventerrein Hessenpoort 94

Bijlage 1 Geluidcontouren nieuwe windturbines 96
Bijlage 2 Geluidcontouren cumulatief bestaande windturbines 101
Bijlage 3 Cumulatief geluid met overige geluidbronnen 107
Bijlage 4 Slagschaduwcontouren nieuwe windturbines 113
Bijlage 5 Slagschaduwcontouren cumulatief 118
Bijlage 6 Ecologie 124
Bijlage 7 Visualisaties 125
Bijlage 8 Additionele informatie elektriciteitsopbrengst 126

1 Inleiding

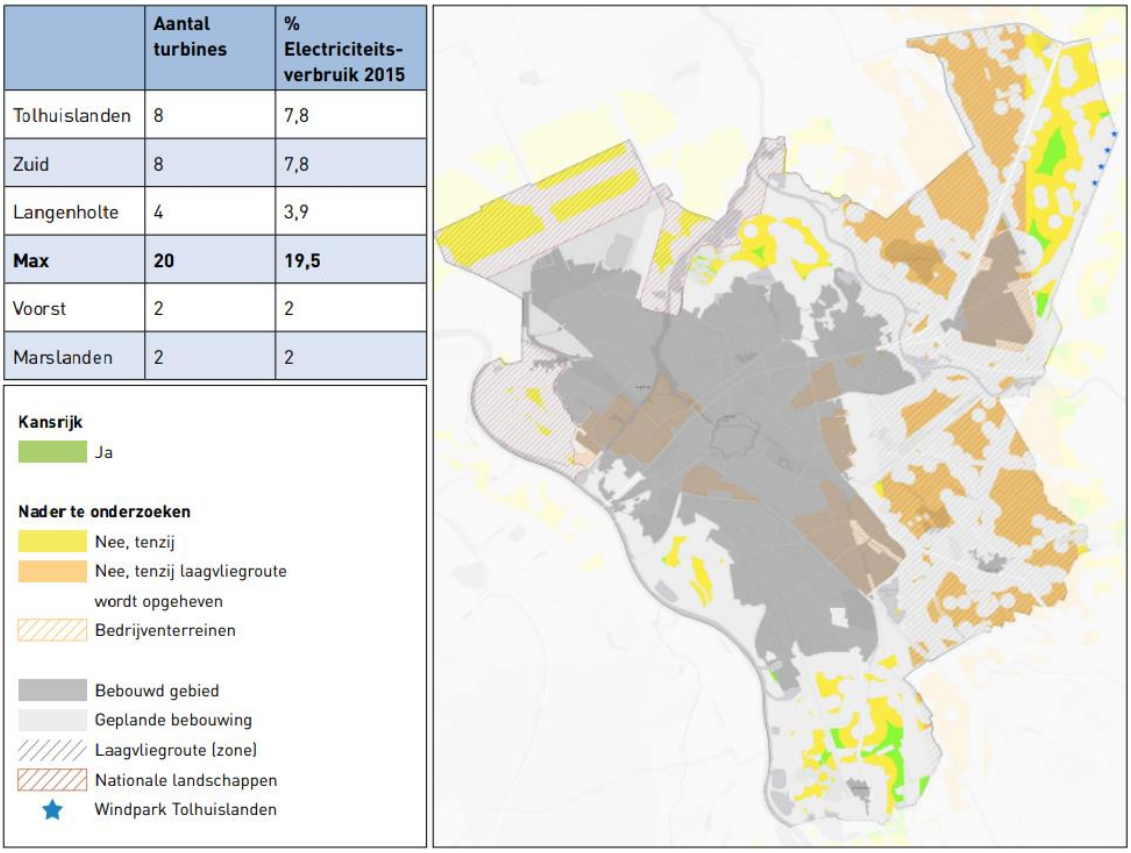
1.1 Aanleiding

De gemeente Zwolle heeft de ambitie energieneutraal te zijn in 2050, met als tussendoel een reductie van de uitstoot van broeikasgassen met 25% ten opzichte van 1990. Dat betekent een opgave van 1,2 PJ aan duurzame energie in 2025 en 4,8 PJ in 2050.

In 2017 heeft de gemeente Zwolle de Zwolse Energiegids opgesteld. Een verkennend document die laat zien welke mogelijkheden er zijn voor het opwekking van duurzame energie binnen de gemeente Zwolle. Onderzocht zijn de potenties voor zon, wind, biomassa, geothermie, e.d. Het gebied 'Tolhuislanden' is één van de gebieden met een relevante potentie voor duurzame energie, mede vanwege het agrarische karakter waardoor er meer ruimte is dan in het stedelijk gebied (zie het groene en gele gebied in het noordoostelijke gedeelte van Figuur 1.1). Het gebied Tolhuislanden is ook opgenomen in de Omgevingsvisie van de gemeente Zwolle[1]. De Omgevingsvisie geeft aan dat vanuit het oogpunt van zorgvuldig ruimtegebruik er kansen liggen voor het clusteren van grootschalige opwek van zonne-energie op maaiveldniveau tussen de A28 en het spoor Zwolle-Meppel (Tolhuislanden).

Figuur 1.1 Kansrijkheid windenergie Zwolse Energiegids

	Aantal turbines	% Electriciteits-verbruik 2015
Tolhuislanden	8	7,8
Zuid	8	7,8
Langenholte	4	3,9
Max	**20**	**19,5**
Voorst	2	2
Marslanden	2	2



[1] Ons Zwolle van Morgen 2030, vastgesteld op 13 september 2021

De gemeente Zwolle heeft de bewoners van Tolhuislanden de ruimte gegeven om zelf met een voorstel te komen voor de invulling van duurzame energie. De inwoners van het gebied Tolhuislanden hebben zich verenigd in de coöperatieve vereniging Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden (hierna coöperatie). Het doel is als gebied zelf te bepalen op welke wijze duurzame energie in het gebied wordt opgewekt en de verdiensten ervan zoveel mogelijk voor het gebied te behouden.

Op basis van meerdere gebiedsbijeenkomsten en werksessies met bewoners van het gebied Tolhuislanden en onder begeleiding van Pondera Consult is het volgende aanbod richting de gemeente Zwolle geformuleerd: 0,13 tot 0,30 Petajoule per jaar aan duurzame energie in Tolhuislanden middels zonne- en/of windenergie vanaf 2025.

Dit aanbod is geaccepteerd door de gemeente Zwolle. Nadere afspraken over de uitwerking en ontwikkeling van duurzame energie in Tolhuislanden zijn vastgelegd in een gebiedsovereenkomst (juni 2020) tussen coöperatie Duurzaam Tolhuislanden en de gemeente Zwolle.

1.2 Doel document

In de zomer van 2021 zijn een 5-tal onderzoeksvarianten vastgesteld door de coöperatie. Deze varianten zijn voorbereid door de werkgroep leefomgeving onder begeleiding van Pondera Consult (zie hoofdstuk 2). In dit document worden de verschillende varianten onderzocht om inzicht te geven in de belangrijkste milieueffecten, omgevingseffecten en economische effecten. Dit variantenonderzoek is de basis voor het maken van een weloverwogen keuze voor een voorkeursalternatief voor de realisatie van duurzame energie in het gebied Tolhuislanden. Voor het voorkeursalternatief kunnen vervolgens de benodigde vergunningen en ontheffingen worden aangevraagd.

2 Varianten

2.1 Totstandkoming varianten

In de zomer van 2021 zijn een 5-tal onderzoeksvarianten vastgesteld door de coöperatie. Tijdens verschillende werksessies met de werkgroep leefomgeving van de coöperatie zijn de volgende criteria besproken: Landschap, hinder, ruimtelijke functies, uitvoerbaarheid, ecologie en energieproductie.

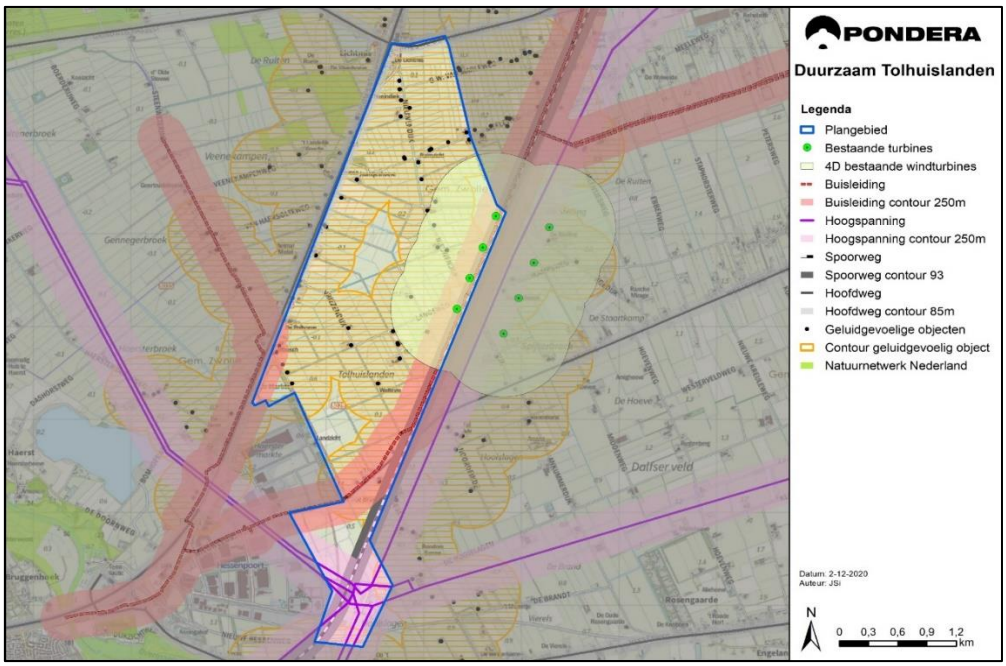
De leden van coöperatie hebben op basis van deze criteria bepaald welke ruimtelijke uitgangspunten het gebied stelt aan de ontwikkeling van duurzame energie. De coöperatie heeft aangegeven welke criteria belangrijk zijn en welke elementen binnen het criterium belangrijk zijn.

Enkele leidende principes die naar voren zijn gekomen voor het opstellen van varianten zijn (niet-uitputtende opsomming):

- Windenergie buiten de contouren zoals weergegeven in Figuur 2.1;
- Windenergie is leidend voor bepalen varianten, geen varianten met alleen maar zonne-energie;
- Zoveel mogelijk behouden van het weids- en open landschap van het gebied Tolhuislanden;
- Zo min mogelijk versnippering van duurzame energie, daarom clustering van duurzame energie en zonne-energie aansluiten op de windposities;
- Aansluiten windenergie op bedrijventerrein Hessenpoort, bestaande windturbines en/of infrastructuur;
- Zoveel mogelijk beperken van hinder en zichtbaarheid;
- Onderlinge afstand windenergie circa 4 maal de rotordiameter (ca. 600m);
- Geen zonne-energie in het midden van het plangebied in verband met behoud open landschap en weidevogels;
- Aanbrengen van variatie tussen de verschillende varianten om inzicht te krijgen in verschil in gevolgen op de criteria;

Vervolgens zijn er 8 onderzoeksvarianten ontworpen, waarvan er 5 onderzoeksvarianten door de coöperatie vastgesteld om verder te onderzoeken.

Figuur 2.1 Belemmeringenkaart Windenergie Tolhuislanden



2.2 Varianten

In totaal gaat het om 5 varianten, te weten variant 2, 3, 6, 7 en 8. Varianten 1, 4 en 5 zijn worden niet meegenomen in het onderzoek, omdat ze niet zijn geselecteerd door de coöperatie Duurzaam Tolhuislanden. Hieronder is een tabel met eigenschappen van de varianten en een eerste indicatie van de energieopbrengst is gegeven in Petajoule per jaar (PJ). Vervolgens is per variant een kaart opgenomen en een korte tekstuele toelichting. De uiteindelijke energieopbrengst zal afhankelijk zijn van onder andere het uiteindelijke windturbinetype en de normen voor geluid en slagschaduw die gehanteerd worden.

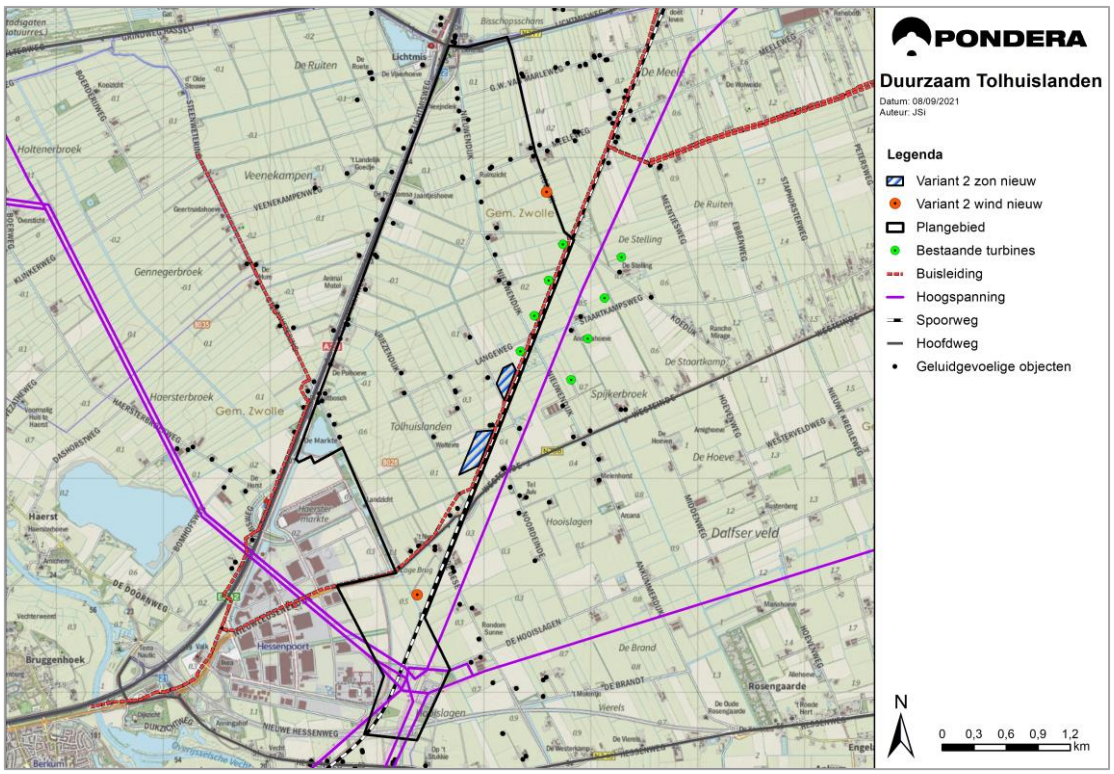
Tabel 2.1 Eigenschappen varianten

Variant	Aantal wind	Wind in PJ	Aantal ha zon	Zon in PJ	Totaal PJ
Variant 2	2	0,12	8,4 ha	0,03	0,15
Variant 3	2	0,12	0	0	0,12
Variant 6	2	0,12	7,8 ha	0,03	0,15
Variant 7	4	0,24	22 ha	0,08	0,32
Variant 8	3	0,18	17,3 ha	0,06	0,24

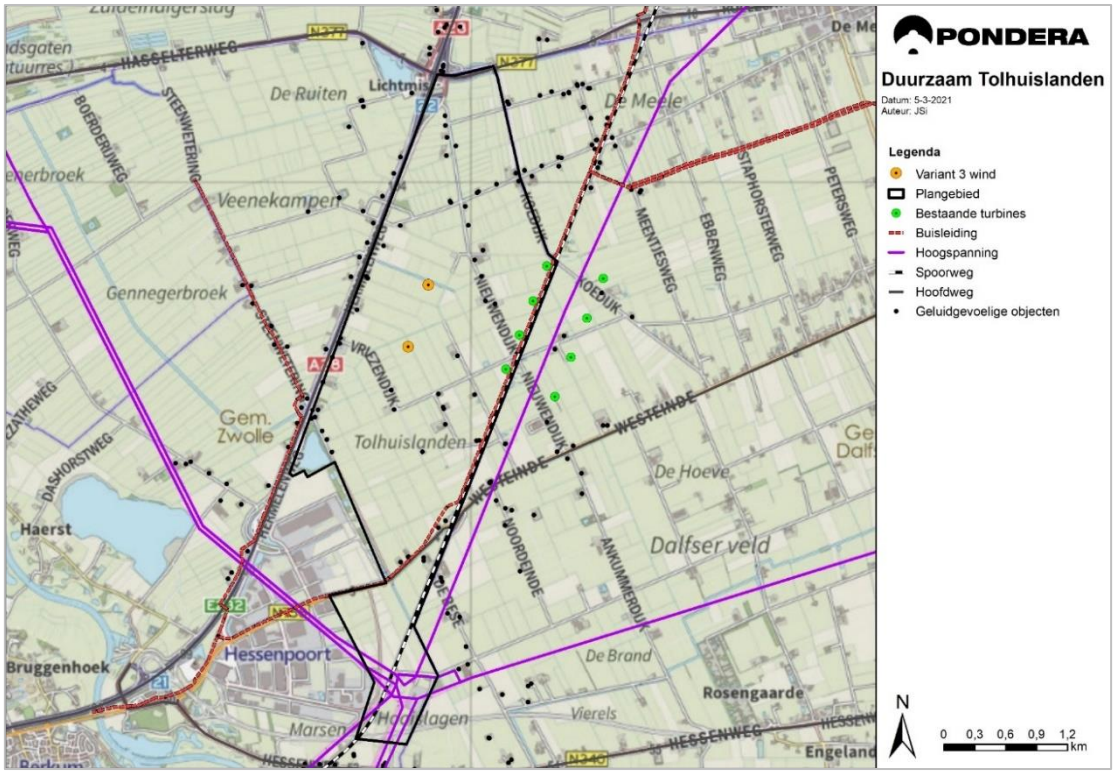
Variant 2 zoekt aansluiting bij de spoorlijn aan de oostzijde van het plangebied. Variant 2 bestaat uit 2 turbines en 2 kleine zonnevelden. De 2 windturbines staan ver uit elkaar zonder onderlinge samenhang. 1 turbines staat in de zuidelijke punt van het plangebied aan de huidige rand van Hessenpoort, 1 aan de noordrand van het plangebied, vrij dicht bij bestaande turbines. De zonnevelden van variant 2 zijn gelegen direct langs de spoorlijn.

Variant 3 bestaat uit 2 windturbines in het midden van het plangebied, zonder zonnevelden. De twee windturbines liggen naast elkaar en parallel aan de A28.

Figuur 2.2 Variant 2

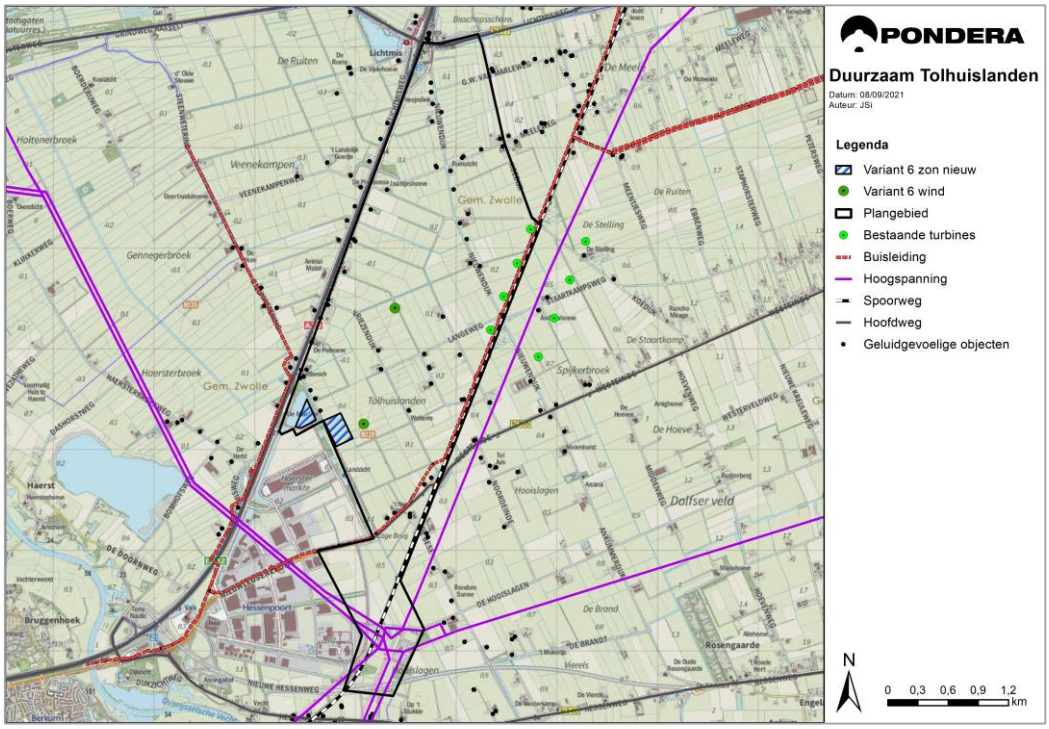


Figuur 2.3 Variant 3

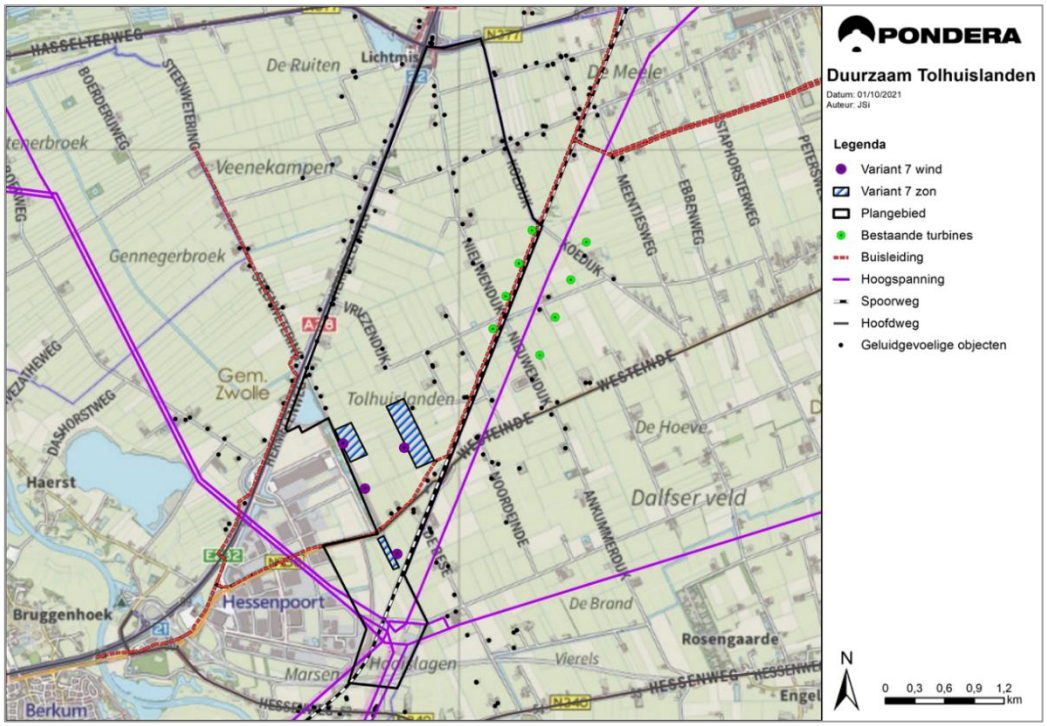


Variant 6 bestaat uit 2 windturbines en 2 nabijgelegen kleine zonneparken. De 2 windturbines liggen naast elkaar centraal in het plangebied en liggen parallel aan de A28. Een zonneveld is gepositioneerd in de waterplas langs de A28 (De Markte). Het andere zonneveld is iets groter en ligt direct langs de huidige grens van Hessenpoort.

Figuur 2.4 Variant 6

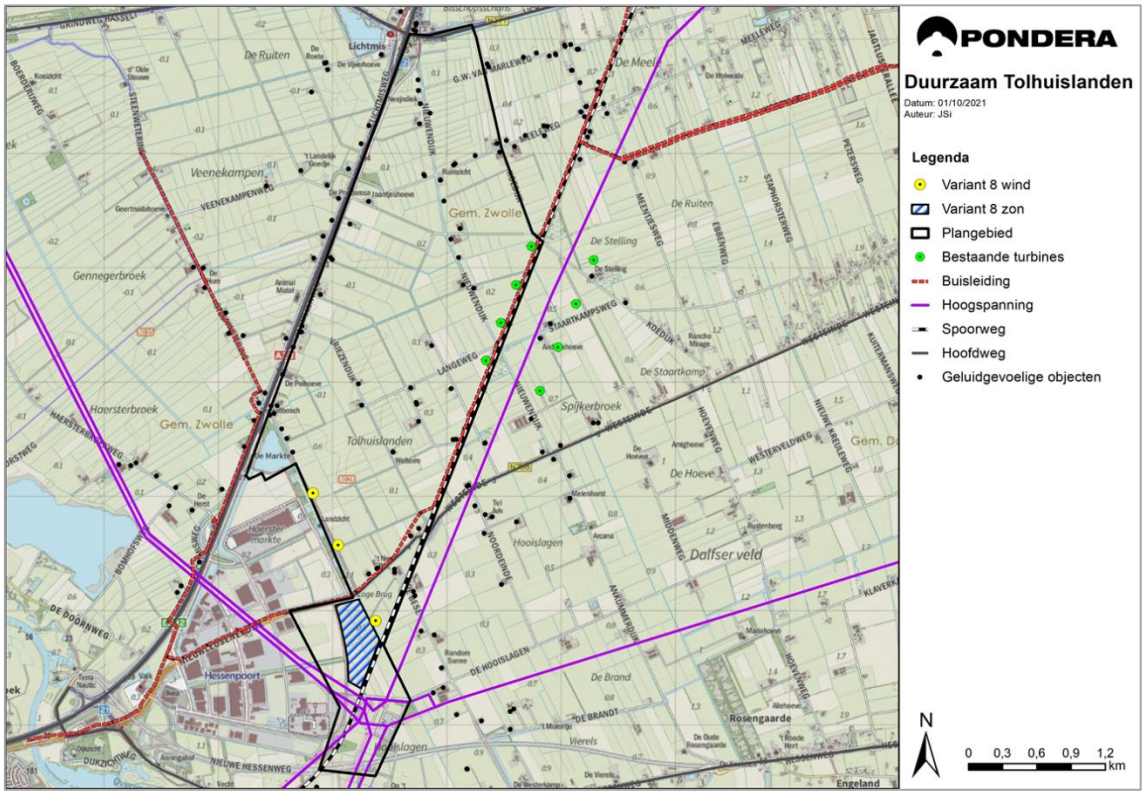


Figuur 2.5 Variant 7



Variant 7 bestaat uit 4 windturbines met 3 direct aangelegen kleine zonnevelden. De 4 windturbines liggen relatief dicht bij elkaar en bestaat uit een lijnopstelling van 3 windturbines langs de grens van het bestaande bedrijventerrein Hessenpoort. De vierde windturbine ligt iets verder het plangebied in. De 3 zonnevelden liggen in de directe nabijheid van de buitenste 3 windturbines.

Figuur 2.6 Variant 8



Variant 8 bestaat uit 3 windturbines en 1 groot zonneveld. De 3 windturbines staan in een lijnopstelling langs de grens van het bestaande bedrijventerrein Hessenpoort (identiek aan de lijnopstelling van variant 7). Het zonneveld beslaat vrijwel de gehele restruimte tussen Hessenpoort, spoorlijn en N758 (Nieuwleusenerdijk) en het verlengde van de Steenwetering.

2.3 Referentiewindturbines en uitgangspunten zonnevelden

De varianten in dit onderzoek bestaan uit windturbines en zonnevelden. In onderstaande paragrafen worden de referentiewindturbines en uitgangspunten voor zonnevelden die zijn gehanteerd in dit onderzoek beschreven.

2.3.1 Wind

Voor de meeste aspecten geldt dat de afmetingen van de windturbines bepalend zijn voor de (on)mogelijkheden voor windenergie in het projectgebied. In de totstandkoming van de varianten is een windturbine met een rotordiameter van 170 meter en een ashoogte van 165 meter als uitgangspunt genomen (zie Figuur 2.1).

De afmetingen van windturbines zijn de afgelopen jaren steeds toegenomen. Dat heeft te maken met het feit dat het harder en constanter waait op grotere hoogtes en een grotere windturbine dus constanter elektriciteit kan produceren. Een grotere rotor 'vangt' ook meer wind, wat ook zorgt voor een grotere elektriciteitsproductie. De rijksoverheid heeft een subsidieregeling Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE++) beschikbaar gesteld waar duurzame energieprojecten aanspraak op kunnen maken. Deze subsidieregeling is zo ingericht dat vooral efficiënte projecten (projecten met een lage kostprijs per kWh geproduceerde elektriciteit) worden gehonoreerd. Gezien de focus op een zo hoog mogelijke opbrengst aan windenergie en een financieel haalbaar project, is gekozen voor een windturbinecategorie met 170 meter rotordiameter en een ashoogte van 165 meter. Tevens leidt deze windturbinecategorie tot een worst-case benadering van de potentiële belemmeringen en mogelijkheden. Tot slot is op te merken dat kleinere windturbines gevoelig kunnen zijn voor de ontwikkelingen op de windturbine markt (met het oog op leverbaarheid en toekomstige subsidieregelingen).

In dit variantenonderzoek zullen we voor verschillende milieuthema's de effecten bepalen op basis van specifieke windturbines. Op basis van specifieke windturbines worden in dit onderzoek bijvoorbeeld de geluidcontouren en slagschaduwcontouren bepaald. Voor geluid wordt als worst-case bijvoorbeeld een relatief luide winturbine doorgerekend, zodat een goed beeld wordt gegeven van de maximale hinder/impact op de leefomgeving. Voor slagschaduw is zal worden gerekend met de grootste windturbine, omdat de afmetingen doorslaggevend zijn. Daarom wordt er een bandbreedte van windturbineafmetingen gehanteerd waarbinnen windturbinetypes kunnen worden gekozen om nader te laten onderzoeken.

Tabel 2.2 Bandbreedte referentiewindturbine

Windturbine	Tiphoogte	Ashoogte	Rotordiameter
Minimaal	210 meter	140 meter	140 meter
Maximaal	250 meter	165 meter	170 meter

2.3.2 Zon

Zonnevelden bestaan uit zonnepalen die worden geplaatst op een daarvoor geïnstalleerd frame, ook wel tafel genoemd. Voor de ontwikkeling van zonnevelden kunnen keuzes worden gemaakt ten aanzien:

- Opstelling (zuid opstelling of oost-west)
- Tafelhoogte
- Opstellingshoek
- Tussenafstanden
- Ruimtelijke inpassing

Voor de opstelling van een zonnepark worden doorgaans twee oriëntaties gehanteerd: een zuid opstelling of een oost-west opstelling (zie onderstaande figuren voor een voorbeeld). Bij een zuid opstelling zijn de panelen in rijen gericht naar het zuiden (tussen zuidoost en zuidwest) met een relatief hoge hellingshoek (circa 25 graden). Zonnepanelen leveren immers de meeste energie op als ze in zuidelijke richting geplaatst zijn. Tussen de rijen moet een bepaalde afstand worden gelaten om te voorkomen dat de panelen in elkaars schaduw komen te staan. Om een optimalere spreiding van de opbrengst over de dag te realiseren wordt ook wel gekozen voor oost-west opstellingen. Bij een oost-west opstelling worden de panelen afwisselend in oostelijke en westelijke richting gepositioneerd op een soort 'dakjes' onder een flauwere hellingshoek (circa 15 graden). Bij een oost-west oriëntatie is de elektriciteitsproductie per paneel lager, maar er kunnen wel meer panelen worden geplaatst binnen dezelfde ruimte. De afmetingen,

tafelhoogte en ruimte tussen de panelenrijen is onder andere afhankelijk van de opstelling. Verder kunnen er nog keuzes worden gemaakt ten aanzien van de zichtbaarheid van zonnevelden. Een omheining bestaande uit bijvoorbeeld heggen of struiken rondom zonnevelden kunnen de zichtbaarheid beperken. In een open gebied als Tolhuislanden kan men er ook voor kiezen om de hoogte van de zonnepaneeltafels te beperken. Het nadeel van lagere zonnepaneeltafels is dat het beheer van het terrein lastiger is (denk aan maaien en begrazing). Bovendien zal de lichtinval beperkter zijn bij lagere zonneparken, waardoor bodemkwaliteit kan dalen. Bij een oost-west opstelling zal de lichtinval bovendien beperkter zijn vergeleken met een zuid opstelling.

Bovenstaande keuzes ten aanzien van de zonneparken zullen in een later stadium van de ontwikkeling van duurzame energie in Tolhuislanden moeten worden gemaakt. In dit variantenonderzoek wordt voor de bepaling van de elektriciteitsproductie rekening gehouden met zowel een zuid opstelling als een oost-west opstelling. Gezien de globale insteek van onderhavig onderzoek zijn de overige keuzes zijn niet van invloed op de effectbeoordeling.

Figuur 2.7 voorbeelden zuid opstelling (links) en oost-west opstelling (rechts)





3 Werkwijze en beoordelingskader

3.1 Plangebied

Het plangebied is het gebied in de gemeente Zwolle ingesloten tussen de Rijksweg A28, de spoorlijn Zwolle-Meppel, bedrijventerrein Hessenpoort en de provinciale weg Hasselt-Nieuwleusen. Figuur 3.1 laat het plangebied ziet van Tolhuislanden, zoals ook is vastgelegd in de gebiedsovereenkomst tussen coöperatie Duurzaam Tolhuislanden en de gemeente Zwolle.

Figuur 3.1 Plangebied Tolhuislanden



3.2 Milieu- en omgevingsaspecten

De volgende milieu- en omgevingsaspecten zijn onderzocht en beoordeeld in dit variantenonderzoek:

- Geluid
- Slagschaduw
- Ecologie
- Landschap
- Externe veiligheid
- Overige gebruiksfuncties
- Elektriciteitsopbrengst

Dit onderzoek zal op hoofdlijnen ingaan op de belangrijkste milieu- en omgevingsaspecten, om zo een goede vergelijking te maken tussen de verschillende varianten. In dit variantenonderzoek zal niet worden ingegaan op overige aspecten, zoals bijvoorbeeld bodemcondities, de mogelijkheden voor netaansluiting, de bereidheid van grondeigenaren en overige stakeholders.

3.3 Referentiesituatie

De beoordeling van de effecten van de verschillende varianten vindt plaats ten opzichte van een referentiesituatie. De referentiesituatie omvat de huidige situatie inclusief de autonome ontwikkelingen (zie paragraaf 3.3.2) in het plangebied ervan uitgaande dat Duurzaam Tolhuislanden niet gerealiseerd wordt.

3.3.1 Huidige situatie

Het plangebied is het gebied in de gemeente Zwolle ingesloten tussen de Rijksweg A28, de spoorlijn Zwolle-Meppel, bedrijventerrein Hessenpoort en de provinciale weg Hasselt-Nieuwleusen. Het gebied heeft een oppervlakte van circa 664 ha en kent circa 52 woonadressen. Het huidige gebiedsgebruik is overwegend agrarisch gericht op melkvee en er bevinden zich dan ook diverse melkveehouderijen in het gebied. Bovendien is het plangebied in het Natuurbeheerplan Overijssel aangewezen als weidevogelgebied (open grasland weidevogelbeheer). Hier zijn subsidies mogelijk voor agrarisch weidevogelbeheer. Het is een belangrijk gebied voor o.a. Kievit, Grutto, Wulp, Tureluur en Scholekster.

Het gebied bestaat uit een grootschalig, voormalig broekgebied met een blokvormige verkaveling, die door vroegere ontginningen is ontstaan. De hoofdrichtingen van de verkaveling staan min of meer haaks op het voormalige Lichtmiskanaal (tegenwoordig de snelweg A28), de Nieuwendijk en de Tolgracht / Westeinde (N758). Hierdoor is een soort dambordpatroon van kavels ontstaan.

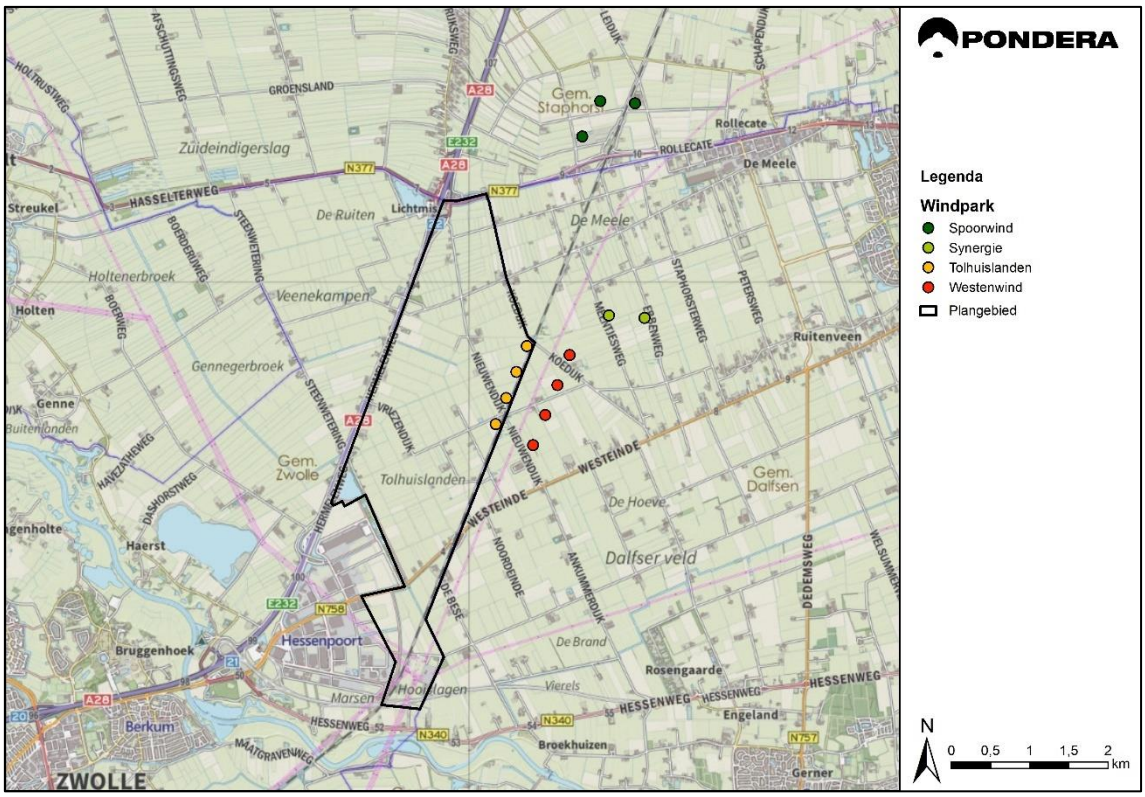
Aan de zuidkant van het plangebied bevindt zich bedrijventerrein Hessenpoort. De huidige noordoostrand van Hessenpoort bestaat uit een brede houtsingel, die uitkomt bij de plas De Markte, naast de verzorgingsplaats aan de A28. Aan de zuidkant van het plangebied bevindt zich tevens een groot transformatorstation van landelijke netbeheerder TenneT aan de Berkummerbroekweg, waarvandaan bovengrondse hoogspanningsleidingen lopen in meerdere richtingen, onder meer parallel aan de spoorlijn Zwolle - Meppel.

In en rondom het plangebied zijn er al enkele bestaande windturbines. Het gaat om de vier windturbines van het gelijknamige windpark Tolhuislanden, vier van windpark Westenwind, drie van windpark Spoorwind en twee windturbines van windpark Synergie in aanbouw (zie Tabel 3.1 en Figuur 3.2).

Tabel 3.1 Afmetingen bestaande windparken rondom plangebied

Windpark	Ashoogte	Rotordiameter	Tiphoogte
Tolhuislanden	85	82	126
Westenwind	85	82	126
Spoorwind	85	82	126
Synergie	131	138	200

Figuur 3.2 Bestaande windturbines nabij het plangebied



3.3.2 Autonome ontwikkelingen

Binnen het plangebied zelf worden meerdere autonome ontwikkelingen voorzien. In dit variantenonderzoek worden de volgende ontwikkelingen meegenomen:

- Invulling bestaand bedrijventerrein Hessenpoort
- Uitbreiding bedrijventerrein Hessenpoort
- Energiecluster

Invulling bestaand bedrijventerrein Hessenpoort

Bedrijventerrein Hessenpoort ligt aan de zuidwestzijde van het plangebied van Tolhuislanden. Het gebied heeft grotendeels de bestemming bedrijventerrein (zie Figuur 3.3). Hessenpoort herbergt enkele grote bedrijven als DHL, Wehkamp en Keuhne + Nagel. Echter, een groot deel van het bestemde bedrijventerrein is (nog) niet ingevuld met bedrijven, met name het gedeelte grenzend aan het plangebied Tolhuislanden.

Figuur 3.3 Bestemmingsplan Hessenpoort



Uitbreiding bedrijventerrein Hessenpoort

Op het moment van schrijven liggen er verschillende ruimtelijke scenario's om het bedrijventerrein Hessenpoort uit te breiden. Deze uitbreidingsvarianten zijn door de gemeente Zwolle toegelicht. Er zijn in totaal vier uitbreidingsvarianten voor Hessenpoort:

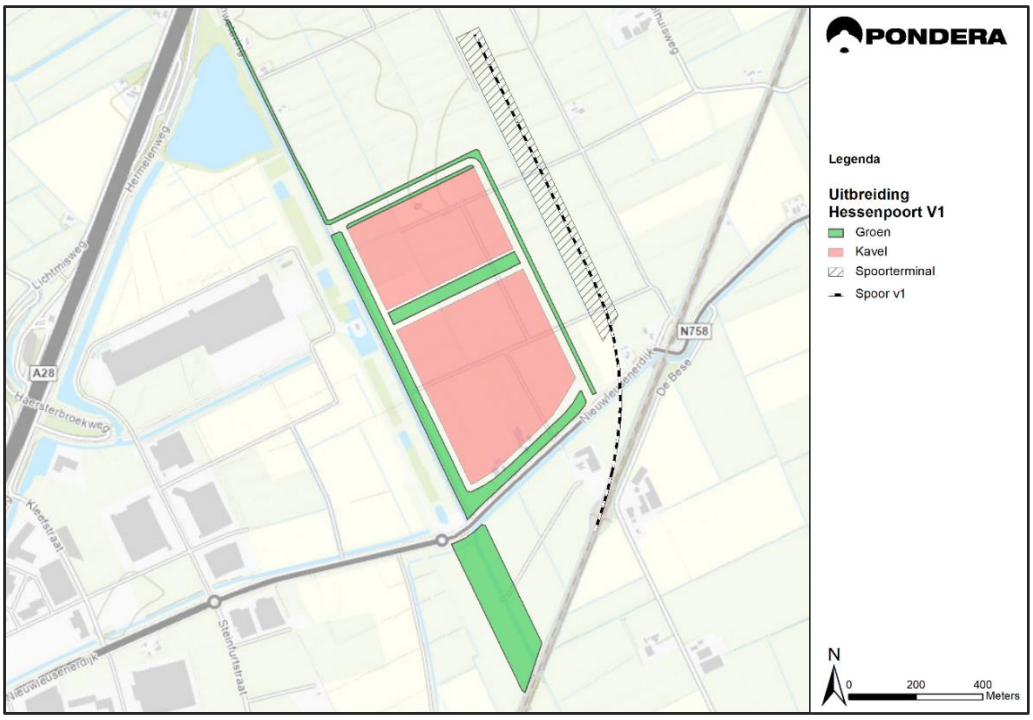
1. Tolhuislanden V1;
2. Tolhuislanden V2;
3. De Bese;
4. Combinatie.

Het bedrijventerrein wordt uitgebreid met een bandbreedte van 15-30 hectare. Onderdeel van de uitbreidingsvarianten is ook de aanleg van een spoorterminal ten behoeve van de overslag van goederen voor bedrijven op het bedrijventerrein. De komst en exacte ligging is nog zeer onzeker. Daarom wordt de spoorterminal indicatief weergegeven in de kaarten en zal het effect van de varianten op de plaatsing van de spoorterminal op hoofdlijnen worden beschreven.

Tolhuislanden V1 en V2

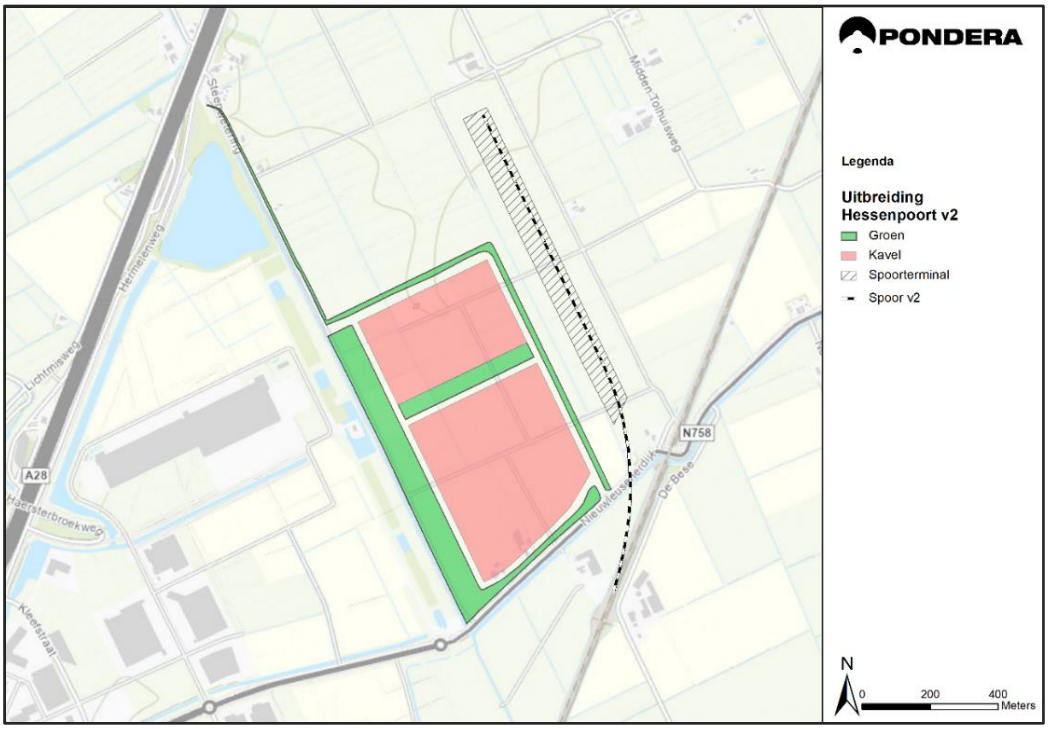
Het eerste ruimtelijke scenario is om Hessenpoort uit te breiden richting het gebied van Tolhuislanden in het noordoosten van bedrijventerrein Hessenpoort. Er bestaan twee varianten: Tolhuislanden V1 en Tolhuislanden V2. Deze zijn in Figuur 3.4 en Figuur 3.5 weergegeven. Grote verschil tussen de varianten V1 en V2 zit in de groene zone te zuiden van het gebied. De uit te geven kavels voor bedrijven en de spoorterminal is daardoor in V2 iets verder naar het noordoosten geschoven ten opzicht van V1.

Figuur 3.4 Uitbreiding Tolhuislanden V1



Voor de uitbreiding moeten afspraken getroffen worden met een aantal bestaande woningen aan de Nieuwleusenerdijk die langs de zuidoostzijde van de uitbreiding liggen. De spoorwegterminal verschil ook tussen optie 1 en 2. In optie twee is de spoorweg iets naar het noordoosten verschoven.

Figuur 3.5 Uitbreiding Tolhuislanden V2



De Bese

In Figuur 3.6 is uitbreidingsvariant de Bese weergegeven. Deze variant ligt ten zuidenoosten van uitbreidingsvarianten Tolhuislanden V1 en V2 en valt grotendeels buiten het plangebied van Tolhuislanden. De ligging van de spoorwegterminal is vergelijkbaar met uitbreidingsvarianten Tolhuislanden V1 en V2.

Figuur 3.6 Uitbreiding de Bese

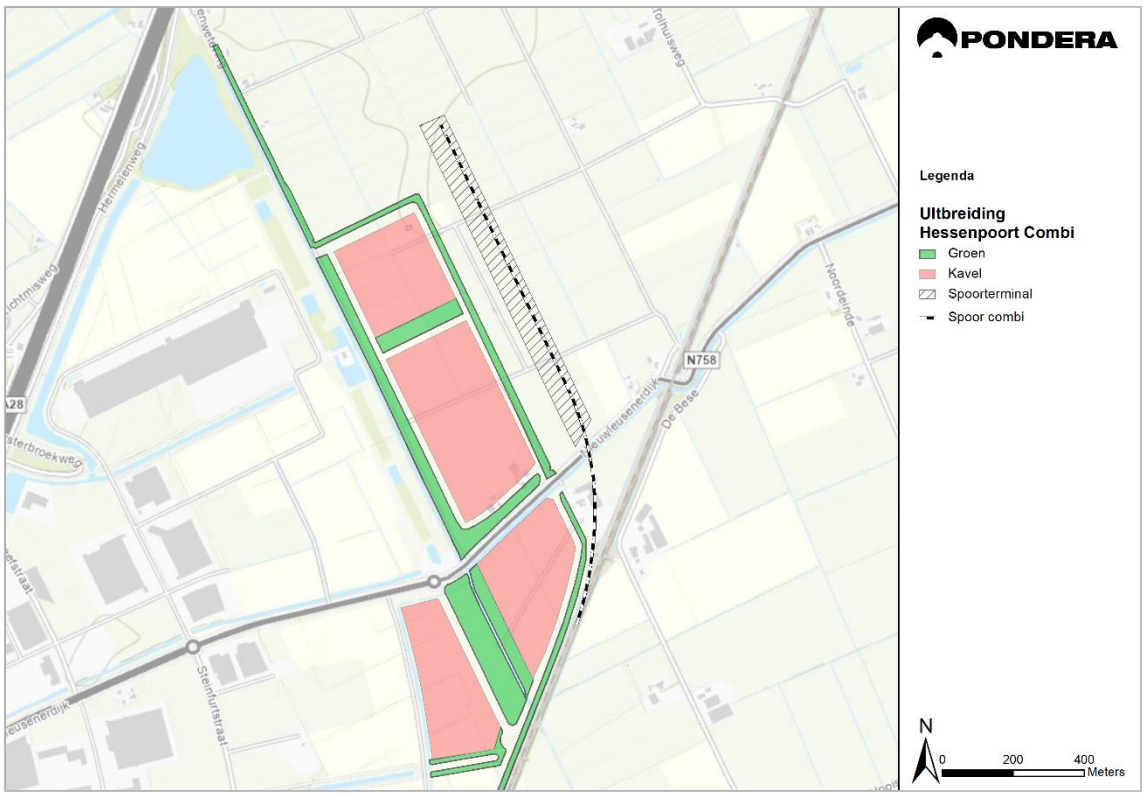


Bestaande woningen aan de noordkant van de Nieuwleusenerdijk hebben in principe geen hinder van de uitbreiding. Voor een aantal bestaande woningen die langs de oost- en zuidkant van de uitbreiding liggen moeten afspraken gemaakt worden.

Combinatie

In Figuur 3.7 hieronder is de combinatievariant van uitbreiding Hessenpoort weergegeven. De uitbreiding vind deels plaats ten noorden van de Nieuwleusenerdijk en tussen de Nieuwleusenerdijk en het spoor. De uitbreiding komt in de directe verlenging van het bestaande bedrijventerrein.

Figuur 3.7 Uitbreiding Combinatie



Verschil met V1 en V2 is ook dat de percelen ten noorden van de Nieuwleusenerdijk langer zijn geworden, maar minder oostwaarts het plangebied van Tolhuislanden in. Gevolg is ook dat de spoorterminal minder ver oostwaarts in het plangebied van Tolhuislanden is gepositioneerd.

Energie Cluster

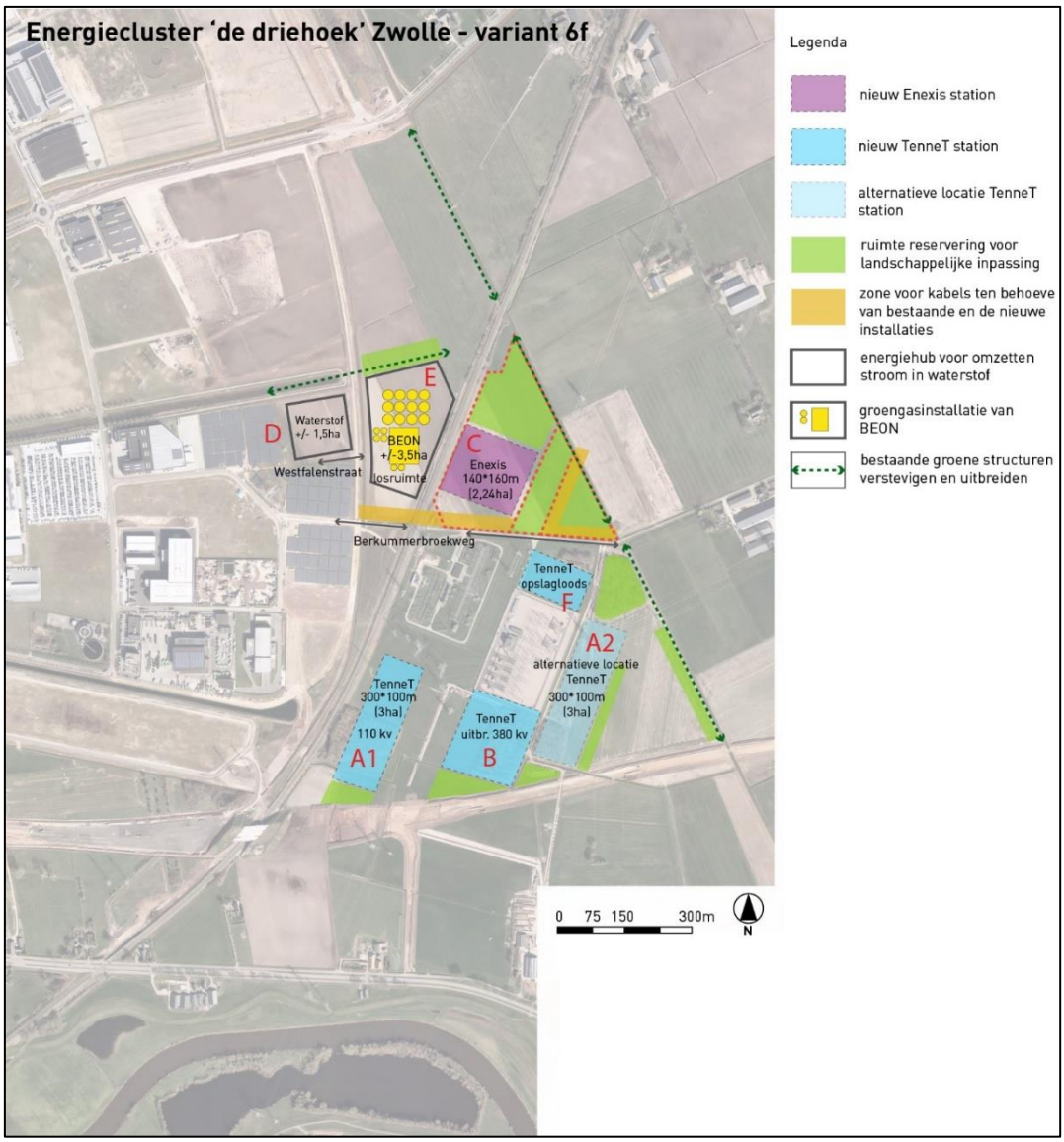
De provincie Overijssel onderzoekt de mogelijkheden voor het ontwikkelen van een energiecluster ten oosten van bedrijventerrein Hessenpoort in de gemeente Zwolle (zie Figuur 3.8). Er zijn een aantal onderdelen waarvoor een plaats gevonden moet worden in het nieuwe energiecluster nabij bedrijventerrein Hessenpoort. Het betreft een nieuw 110 kV station van TenneT, de uitbreiding van een 380 kV station van TenneT, een nieuw Enexis station, een groengasinstallatie van BEON en tevens zijn er plannen voor een waterstof-energiehub[2].

Uitbreiding transformatorstation HS/MS TenneT + Enexis

TenneT en Enexis Netbeheer bouwen samen een nieuw hoogspanningsstation. Het nieuwe station bevat zowel een 110 kV-hoogspanningsstation van TenneT als een 110/20 kV-middenspanningsstation van Enexis Netbeheer. TenneT en Enexis Netbeheer breiden bovendien de al bestaande stations bij Hessenpoort uit. De nieuwbouw en uitbreidingen zijn noodzakelijk om de huidige en nog te verwachten toename van duurzaam opgewekte stroom via het elektriciteitsnetwerk te kunnen verwerken. En ook om de ontwikkelingen op het gebied van duurzame energie mogelijk te maken. Zoals meer zonnepanelen op bedrijfsdaken en stallen[3].

[2] SWECO, Ruimtelijke quickscan “energiecluster ‘de Driehoek’ Zwolle” (16-09-2021)
[3] Zwolle.nl; geraadpleegd (27-10-2021)

Figuur 3.8 Energiecluster Hessenpoort



Biogasinstallatie

Beon is voornemens een groengasinstallatie te realiseren nabij bedrijventerrein Hessenpoort. Met een groengasinstallatie worden organische stoffen (mest) omgezet in groengas[4].

Waterstofketen

Hessenpoort is het zoekgebied voor realisatie van een waterstofketen. Deze keten zet elektriciteit om in waterstof welke benut kan worden voor onder andere logistieke of bedrijfsmatige doeleinden. Dit biedt kansen voor het benutten van de grootschalige opwek uit Tolhuislanden en voor het ontlasten van het elektriciteitsnet. Op dit moment wordt onderzocht in hoeverre realisatie op bestaand Hessenpoort mogelijk is[5].

[4] SWECO, Ruimtelijke quickscan "energiecluster 'de Driehoek' Zwolle" (16-09-2021)
[5] Hessenpoort 4, Samenvatting onderzoeksresultaten economisch en ruimtelijke verkenning, 6-7-2021.

3.4 Beoordelingsschaal effecten

Om de effecten van de varianten per aspect te kunnen vergelijken, worden deze op basis van een + / - schaal beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. Hiervoor wordt de beoordelingsschaal gebruikt, zoals weergegeven in Tabel 3.2. De beoordeling wordt per milieuaspect en omgevingsaspect gemotiveerd in hoofdstuk 4.

De effecten van de varianten van Tolhuislanden op de uitbreidingsvarianten van Hessenpoort worden niet meegenomen in de effectscores, omdat er 4 varianten zijn voor de uitbreiding van Hessenpoort en de concrete invulling nog onzeker en niet bekend is. Voor elke relevant milieuaspect wordt (wanneer relevant) in een aparte paragraaf de effecten van de varianten van Tolhuislanden op de uitbreidingsvarianten van Hessenpoort beschreven.

Tabel 3.2 Beoordelingsschaal

Score		Oordeel ten opzicht van de referentiesituatie
--	Zeer negatief	Het voornemen leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering
-	Negatief	Het voornemen leidt tot een merkbare negatieve verandering
0/-	Licht negatief	Het voornemen leidt tot een licht merkbare negatieve verandering
0	Neutraal	Het voornemen onderscheidt zich niet van de referentiesituatie
0/+	Licht positief	Het voornemen leidt tot een licht merkbare positieve verandering
+	Positief	Het voornemen leidt tot een merkbare positieve verandering
++	Positief	Het voornemen leidt tot een sterk merkbare positieve verandering

4 Effectbeoordeling aspecten

4.1 Inleiding

Voor elk milieuaspect wordt beoordeeld wat het effect van de varianten van Tolhuislanden is op de referentiesituatie. De referentiesituatie omvat de huidige situatie inclusief de autonome ontwikkelingen. De autonome ontwikkelingen die worden meegenomen is de invulling van het bestemde bedrijventerrein Hessenpoort en het Energiecluster. Vervolgens wordt er voor elk milieuaspect de effectscores weergeven, zodat de effecten van de varianten onderling goed kunnen worden vergeleken.

De effecten op de uitbreidingsvarianten van bedrijventerrein Hessenpoort wordt niet meegenomen in de effectbeoordeling en effectscores. Voor elk milieuaspect zal, wanneer relevant, in een aparte paragraaf de effecten van de varianten op de uitbreidingsvarianten worden beschreven. De reden hiervoor is omdat er vier verschillende uitbreidingsvarianten zijn en de exacte invulling van de uitbreiding van Hessenpoort onzeker is.

Voor de milieuaspecten geluid, slagschaduw en externe veiligheid is de uitspraak van de Raad van State in de zaak Windpark Delfzijl Zuid Uitbreiding zeer relevant. Kader 4.1 geeft de gevolgen van de uitspraak van de Raad van State weer voor de ruimtelijke ontwikkeling van windparken.

Kader 4.1 Gevolgen uitspraak ABRvS windpark Delfzijl Zuid Uitbreiding

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

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

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

4.2 Geluid

4.2.1 Regelgeving en uitgangspunten effectbeoordeling

Zonnepanelen maken geen geluid. Dit geldt mogelijk wel voor de transformatoren in een zonnepark, maar dit is echter niet onderscheidend voor de varianten en zeer beperkt vergeleken met windturbines. Bovendien kan er voor de transformatoren ruime afstand worden aangehouden tot de direct omliggende woningen. De geluideffecten van zonneparken worden daarom niet verder meegenomen in dit variantenonderzoek.

Volgens artikel 3.14a eerste lid van het Activiteitenbesluit wordt het geluidniveau vanwege een windturbine of een combinatie van windturbines dat optreedt op de gevels van geluidgevoelige objecten[6] getoetst aan de waarden L_{den}=47 dB en L_{night}=41 dB. Zoals beschreven in Kader 4.1 mogen de algemene normen uit het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling echter niet zonder meer worden gebruikt tot deze zijn beoordeeld door het Rijk.

Bij de vaststelling van de geluidnormen voor andere geluidbronnen wordt vaak de maximaal toegestane geluidbelasting gerelateerd aan een percentage personen die bij deze geluidbelasting ernstige hinder ondervindt[7]. Voor geluid van windturbines is momenteel geen algemeen geaccepteerde normstelling in percentage ernstig gehinderden. Voor geluid veroorzaakt door industrie/bedrijvigheid is het geaccepteerde percentage ernstig gehinderden in Nederland 9%[8]. Voor windturbines ligt het verwachte percentage ernstig gehinderden bij een geluidbelasting van L_{den}=47 dB op circa 9%[9]. Er is daarom gekozen om de effecten van een geluidnorm voor windturbines van 47 dB L_{den} inzichtelijk te maken in het variantenonderzoek.

Daarnaast is gekozen de effecten van een normstelling van 45 dB L_{den} inzichtelijk te maken. Dit is de drempelwaarde die voorlopig is geadviseerd in een onderzoek van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO)[10]. Bij dit geluidniveau, maar ook bij hogere waarden, worden geen gezondheidseffecten (anders dan hinder) verwacht.

Als uitgangspunt voor het onderzoek naar geluid zijn de effecten inzichtelijk gemaakt voor de situatie waarin geen geluidmitigatie wordt toegepast. Hierin is onderzocht bij hoeveel gevoelige objecten de geluidbelasting hoger is dan 45 dB en 47 dB L_{den}. Tevens is het aantal personen dat ernstige hinder ervaren bij de realisatie van de nieuwe windturbines bepaald. Dit is gedaan voor zowel de situatie waarin geen geluidmitigatie wordt toegepast, als de situatie waarin wordt gemitigeerd tot wordt voldaan aan de mogelijke geluidnormen L_{den}=47 dB en L_{den}=45 dB.

Tot slot is de toevoeging van geluid van de windturbines ten opzichte van het al aanwezige geluid van andere geluidbronnen (o.a. wegverkeer, industrielawaai) inzichtelijk gemaakt. Hiervoor is eerst de cumulatieve geluidbelasting in de huidige situatie (referentiesituatie) op een selectie woningen inzichtelijk gemaakt. Vervolgens is de cumulatieve geluidbelasting na realisatie van de varianten bepaald. Voor de

[6] Geluidgevoelige objecten zijn onder andere woningen, onderwijsgebouwen, zorginstellingen en kinderdagverblijven
[7] Brief van de minister van VROM, 31 209, nr 135, 28-9-2010
[8] Brief van de minister van VROM, 31 209, nr 135, 28-9-2010
[9] Zie o.a. Kamerbrief Staatssecretaris van EZK, 9 juni 2021; DGKE-WO / 21119163
[10] Environmental Noise Guidelines for the European Region, WHO, 2018.

cumulatieve geluidbelasting zijn geen wettelijke normen van kracht. De resultaten geven een indicatie van het heersende en gewijzigde leefklimaat na realisatie van de varianten.

Invoer rekenmodel

De jaargemiddelde geluidniveaus zijn berekend met behulp van het rekenprogramma Geomilieu versie v2021.1. De modellering en de overdrachtsberekeningen zijn daarmee uitgevoerd conform het Reken- en meetvoorschrift windturbines. In dit model zijn de bodemgebieden aangeduid als akoestisch absorberend (bodemfactor (B)=0,9). Een uitzondering hierop zijn relevante wegen, wateroppervlakken en terreinen met een verhard oppervlak (zoals verharde erven bij woningen of gebieden gereserveerd voor een zonnepark bij een aantal varianten), welke zijn aangeduid als akoestisch reflecterend (B=0,0). Terreinen die volgens TOP10NL als overig type landgebruik geregistreerd zijn, hebben een bodemfactor van B=0,5 toegewezen gekregen.

Een windturbine is akoestisch gemodelleerd met drie rondom uitstralende puntbronnen (dag-, avond- en nachtemissie) ter hoogte van de rotoras. De geluidberekeningen worden uitgevoerd op een raster van rekenpunten en toetspunten op een hoogte van 5 m boven het maaiveld. Daarmee worden de geluidcontouren en jaargemiddelde geluidsniveaus ter plaatse van toetspunten bepaald.

De toetspunten waarvoor het jaargemiddelde geluidniveau wordt bepaald zijn geluidgevoelige objecten zoals gedefinieerd in artikel 1 van de Wet geluidhinder. Aangezien diverse varianten met variërende turbineposities worden beschouwd en onderling worden vergeleken, is er één beoordelingsgebied vastgesteld. Het beoordelingsgebied is bepaald op basis van de 37 dB L_{den} contour[11] van alle varianten. Alle geluidgevoelige objecten die binnen de 37 dB L_{den} contour van één of meerdere varianten gelegen zijn, zijn toegevoegd aan het rekenmodel.

Geluidbron windturbine en windaanbod

In het akoestisch onderzoek is gerekend met de Nordex N163-5.X met een rotordiameter van 163 m op een ashoogte van 165 m. De tiphoogte van de windturbine bedraagt hiermee 246,5 m. De Nordex N163-5.X is een relatief luide windturbine voor zijn klasse. Door uit te gaan van een relatief luide windturbine op een maximale ashoogte binnen de banbreedte worden de maximale effecten inzichtelijk gemaakt.

Nordex heeft de bronsterkten van de Nordex N163-5.X gerapporteerd[12] op ashoogte bij windsnelheden van 5 tot en met 18 m/s. Met behulp van het octaafspectrum zijn de bronsterkten omgerekend naar jaargemiddelde bronsterkten in relatie tot de windsnelheid op een hoogte van 165 m boven het maaiveld. Wegens gebrek aan informatie is hiervoor het octaafscpectrum[13] van de Nordex N149/4.0-4.5 gebruikt.

De jaargemiddelde bronsterkte van de windturbines 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, gespecificeerd voor de dag-, de avond- en de nachtperiode. Deze KNMI-gegevens zijn gebaseerd op langjarige windstatistiek. Voor de geluidberekening is uitgegaan van de

[11] Volgens het TNO-rapport is het percentage ernstig gehinderden bij een geluidbelasting lager dan 37 dB L_{den} nog slechts 0,5%, welke als zeker aanvaardbaar wordt beschouwd. Bovendien zijn de daadwerkelijk optredende geluidniveaus in dB(A) binnenshuis bij een geluidbelasting op de buitengevel van L_{den} 37 dB zodanig laag (uitgaande van een gevelwering van 15-20 dB(A)) dat deze niet meer redelijkerwijs waarneembaar zijn en daarmee ook vanuit dit oogpunt zeker aanvaardbaar worden geacht.
[12] Noise level, Power curves, Thrust curves Nordex N163/5.X, F008_276_A13_EN Revision 02, 2020-02-17
[13] Octave sound power levels Nordex N149/4.0-4.5 Variable Power Curve Modes

windverdeling op een hoogte van 165 m boven het maaiveld, gebaseerd op het meteo-model van het KNMI.

De berekende jaargemiddelde bronsterkten van de Nordex N163-5.X op een hoogte van 165 m boven het maaiveld bedragen 106,4, 107,0 en 107,5 dB(A) voor respectievelijk de dag-, avond- en nachtperiode.

Cumulatie met andere geluidbronnen

Cumulatie van het windturbinegeluid met andere geluidbronnen is inzichtelijk gemaakt op een selectie referentiewoningen. De situering en adressen van de referentiewoningen zijn gegeven in Bijlage 3. In de huidige situatie (referentiesituatie) ondervinden de referentiewoningen geluid van diverse geluidbronnen, namelijk wegverkeerslawaai (A28, N340, N758 en N377), railverkeer, industrielawaai van het gezoneerde bedrijventerrein Hessenpoort en windturbinegeluid van bestaande windturbines (WP Tolhuislanden, WP Westenwind, WP Synergie en WP Spoorwind). Tevens ligt ten oosten van bedrijventerrein een transformatorstation met geluidzone. Waar relevant geacht is het geluidniveau van deze geluidbronnen inzichtelijk gemaakt voor het bepalen van de cumulatieve geluidbelasting in de referentiesituatie.

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 $L^*_{RL} = 0,95 * L_{RL} – 1,4$ dB
- 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 waarvoor de etmaalwaarde geldt.

4.2.2 Effectbeschrijving

Voor de geluidgevoelige objecten in het beoordelingsgebied van de diverse varianten is het jaargemiddelde geluidniveau L_{den} bepaald die optreedt op +5 m hoogte boven het maaiveld. De geluidbelasting 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.

In Tabel 4.1 is per variant het aantal geluidgevoelige objecten gegeven waarbij een jaargemiddeld geluidniveau van meer dan L_{den}=47 dB en meer dan L_{den}=45 dB optreedt als gevolg van de nieuwe windturbines.

Tabel 4.1 Aantal geluidgevoelige objecten per geluidcontour nieuwe windturbines

	Variant 2	Variant 3	Variant 6	Variant 7	Variant 8
> 47 dB L_{den}	13	7	5	15	12
> 45 dB L_{den}	19	27	14	26	16

In de referentiesituatie waarin de nieuwe windturbines nog niet zijn gerealiseerd, zijn er al bestaande windturbines aanwezig. Een aantal geluidgevoelige objecten in het beoordelingsgebied van de varianten ondervinden geluidbelasting als gevolg van bestaande windturbines. Door toevoeging van de nieuwe windturbines neemt de cumulatieve jaargemiddelde geluidbelasting ter plaatse van meerdere geluidgevoelige objecten toe. In Tabel 4.2 is het aantal geluidgevoelige objecten gegeven met een jaargemiddeld geluidniveau van meer dan L_{den}=47 dB en L_{den}=45 dB in de referentiesituatie en in de referentiesituatie opgeteld met de nieuwe windturbines per variant. De beschouwde bestaande windturbines zijn vier windturbines van windpark Tolhuislanden, vier van windpark Westenwind, drie van windpark Spoorwind en twee van windpark Synergie.

Tabel 4.2 Aantal geluidgevoelige objecten per geluidcontour bestaande windturbines en bestaande windturbines + nieuwe windturbines

	Ref. situatie	+ Variant 2	+ Variant 3	+ Variant 6	+ Variant 7	+ Variant 8
> 47 dB L_{den}	6	22	16	10	22	19
> 45 dB L_{den}	13	39	34	22	43	30

De geluidcontouren L_{den}=47 dB en L_{den}=45 dB op kaart voor de nieuwe windturbines en de cumulatieve situatie (referentiesituatie en nieuwe windturbines opgeteld) zijn gegeven in respectievelijk Bijlage 1 en Bijlage 2.

Het aantal ernstig gehinderden binnenshuis als gevolg van windturbinegeluid is bepaald voor de referentiesituatie en de referentiesituatie opgeteld met de nieuwe windturbines. Hiervoor is gebruik gemaakt van de dosis-hinderrelatie uit een onderzoek van TNO[14]. Binnen het beoordelingsgebied zijn 187 woningen gelegen. Van deze woningen zijn 10 woningen vanwege hun binding met een bestaand windpark aangemerkt als molenaarswoning. In het onderzoek van TNO wordt beschreven dat de ervaren hinder sterk wordt gereduceerd als mensen financieel voordeel hebben van een windturbine. Daarom worden de molenaarswoningen buiten beschouwing gelaten voor het bepalen van het aantal mensen dat ernstige hinder kan ervaren. Met 177 beschouwde woningen en gemiddeld 2,1 personen per huishouden[15] bevinden zich ongeveer 372 personen (populatie) in het beoordelingsgebied. De resultaten zijn gegeven in Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Aantallen en percentages ernstig gehinderd in referentiesituatie en na realisatie van de varianten

	Ernstig gehinderd (binnenshuis)		Toename t.o.v. ref. situatie	
	Aantal	% van populatie	Aantal	% van populatie
Ref. situatie (372 personen)	2,8	0,7%	-	-
Ref. situatie + variant 2	10,2	2,8%	7,5	2,0%

[14] 2008-D-R1051/B, Hinder door geluid van windturbines, oktober 2008
[15] https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/70072ned/table?dl=5C5B4

Ref. situatie + variant 3	9,4	2,5%	6,6	1,8%
Ref. situatie + variant 6	8,8	2,4%	6,0	1,6%
Ref. situatie + variant 7	13,1	3,5%	10,4	2,8%
Ref. situatie + variant 8	10,5	2,8%	7,7	2,1%

4.2.3 Voorzieningen geluid

Om te voldoen aan de geluidnormen L_{den}=47 dB en L_{den}=45 dB kan ervoor worden gekozen om een andere windturbine met een lagere geluidemissie of lagere ashoogte te nemen. Ook kan ervoor worden gekozen om voor bepaalde perioden de bedrijfsinstellingen van specifieke turbines te wijzigen. Met deze instellingen worden de bronsterkten van de turbines gereduceerd door bijvoorbeeld het toerental te verlagen en/of de bladhoek te verdraaien. Dit gaat enigszins ten koste van de elektriciteitsopbrengst (zie paragraaf 4.8).

Voor de varianten is onderzocht om de Nordex N163-5.X met serrated edges (STE)[16] in te zetten om te voldoen aan de beschouwde geluidnormen. Indien nodig zijn ook de bedrijfsinstellingen vastgesteld waarin de windturbine moet draaien om aan de geluidnormen L_{den}=47 dB en L_{den}=45 dB te voldoen. Het betreft standaard bedrijfsinstellingen voor de windturbines welke door de turbinefabrikant mogelijk zijn gemaakt. De elektriciteitsopbrengstverliezen als gevolg van de bedrijfsinstellingen om te voldoen aan de beschouwde geluidnormen zijn bepaald paragraaf 4.8. De benodigde geluidmitigatie en berekende opbrengstverliezen zijn specifiek voor de Nordex N163-5.X STE. Indien een ander windturbinetype wordt gerealiseerd, kan dit andere resultaten geven in de benodigde geluidmitigatie. De geluidproductie kan verder worden gemitigeerd door het optimaliseren van de windturbineposities (meer afstand aanhouden tot de kritieke geluidgevoelige objecten).

Het aantal ernstig gehinderden binnenshuis is bepaald voor de nieuwe windturbines wanneer moet worden voldaan aan de geluidnormen L_{den}=47 dB en L_{den}=45 dB. Er is uitgegaan van de Nordex N163-5.X met STE met de eventueel benodigde bedrijfsinstellingen van de windturbines om te voldoen aan de beschouwde geluidnormen. Dezelfde uitgangspunten voor het bepalen van het aantal ernstig gehinderden als beschreven in voorgaande paragraaf zijn gehanteerd. Het aantal ernstig gehinderden bij een geluidnorm van L_{den}=47 dB en L_{den}=45 dB zijn gegeven in respectievelijk Tabel 4.4 en Tabel 4.5.

Tabel 4.4 Aantallen en percentages ernstig gehinderd in referentiesituatie en na realisatie van de varianten bij een geluidnorm van L_{den}=47 dB. Uitgaande van de realisatie van de Nordex N163-5.X met STE.

	Ernstig gehinderd (binnenshuis)		**Toename t.o.v. ref. situatie**	
	Aantal	**% van populatie**	**Aantal**	**% van populatie**
Ref. situatie (372 personen)	2,8	0,7%	-	-
Ref. situatie + variant 2	6,9	1,8%	4,1	1,1%
Ref. situatie + variant 3	7,3	2,0%	4,5	1,2%
Ref. situatie + variant 6	6,5	1,7%	3,7	1,0%
Ref. situatie + variant 7	6,3	1,7%	3,6	1,0%

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

Ref. situatie + variant 8	5,8	1,6%	3,1	0,8%

Tabel 4.5 Aantallen en percentages ernstig gehinderd in referentiesituatie en na realisatie van de varianten bij een geluidnorm van L_{den}=45 dB. Uitgaande van de realisatie van de Nordex N163-5.X met STE.

	Ernstig gehinderd (binnenshuis)		**Toename t.o.v. ref. situatie**	
	Aantal	**% van populatie**	**Aantal**	**% van populatie**
Ref. situatie (372 personen)	2,8	0,7%	-	-
Ref. situatie + variant 2	5,2	1,4%	2,5	0,7%
Ref. situatie + variant 3	5,8	1,6%	3,1	0,8%
Ref. situatie + variant 6	5,6	1,5%	2,8	0,8%
Ref. situatie + variant 7	4,9	1,3%	2,1	0,6%
Ref. situatie + variant 8	4,6	1,2%	1,8	0,5%

4.2.4 Effecten in cumulatie met andere geluidbronnen

De cumulatieve geluidbelasting in de referentiesituatie en in de nieuwe situatie na realisatie van de varianten is inzichtelijk gemaakt. In de nieuwe situatie is uitgegaan van de realisatie van de windturbines zonder mitigerende maatregelen om te voldoen aan een bepaalde geluidnorm. Zoals beschreven in paragraaf 4.2.1 zijn wegverkeerslawaai, railverkeerslawaai, indust4.2.2rielawaai, geluid van bestaande windturbines en geluid van het transformatorstation relevante geluidbronnen in het plangebied.

Uit het onderzoek is gebleken dat geluid van het transformatorstation niet significant is ten opzichte van de andere geluidbronnen. De woning die het meeste geluid ervaart van het transformatorstation is toetspunt 8 (tp8). Echter, gezien het verschil in de afstand tussen tp8 en de geluidzone van bedrijventerrein Hessenpoort (320m) en de afstand tussen tp8 en de geluidzone van het trafostation (1340m), wordt de geluidbelasting als gevolg van het transformatorstation niet significant geacht ten opzichte van geluid van bedrijventerrein Hessenpoort. Tevens is uit berekeningen gebleken dat het aandeel van industrielawaai in de cumulatieve geluidbelasting op tp 8 (maar bijvoorbeeld ook op nabijgelegen tp7 en tp9) relatief laag is ten opzichte van andere geluidbronnen. In de cumulatieve geluidbelasting zal de toevoeging van geluid van het transformatorstation geen significante invloed hebben. Om deze redenen is het geluid van het transformatorstation niet meegenomen in het berekenen van de cumulatieve geluidbelasting.

De resultaten in cumulatieve geluidbelasting ter plaatse van de referentiewoningen is gegeven op kaart in Bijlage 3. De eerste waarde op de kaart geeft de cumulatieve geluidbelasting in de referentiesituatie, de tweede waarde geeft de cumulatieve geluidbelasting na realisatie van de betreffende variant. Vooral bij de woningen die relatief weinig geluid ontvangen van andere geluidbronnen (bijvoorbeeld tp2 en tp6 in het midden van het gebied) is het verschil in cumulatieve geluidbelasting in de referentiesituatie en nieuwe situatie relatief groot. Bij deze woningen leidt de toevoeging van het windturbinegeluid tot mogelijk meer hinder als gevolg van geluid. Bij woningen waarbij geluid van andere geluidbronnen overheersend is (bijv tp5 of tp7 nabij de snelweg of spoorlijn) zal, afhankelijk van de gerealiseerde variant, het verschil in geluidniveau in de referentiesituatie en in de nieuwe situatie beperkt zijn. De toevoeging van het geluid van de windturbines zal bij deze woningen klein zijn wegens het al heersende geluidniveau in de referentiesituatie en waarschijnlijk geen of beperkte hinder veroorzaken.

Zoals eerder beschreven is nu uitgegaan van de realisatie van de nieuwe windturbines zonder mitigerende maatregelen. Indien geluidmitigatie moet worden toegepast om te voldoen aan een geluidnorm, zal de toevoeging van geluid van de nieuwe windturbines lager uitvallen. Als gevolg daarvan kan het zijn dat bij woningen waar het geluid van de nieuwe windturbines een relatief groot aandeel heeft in de cumulatieve geluidbelasting (bijv. tp2 en tp6), de cumulatieve geluibelasting in de nieuwe situatie lager uitvalt dan nu berekend is.

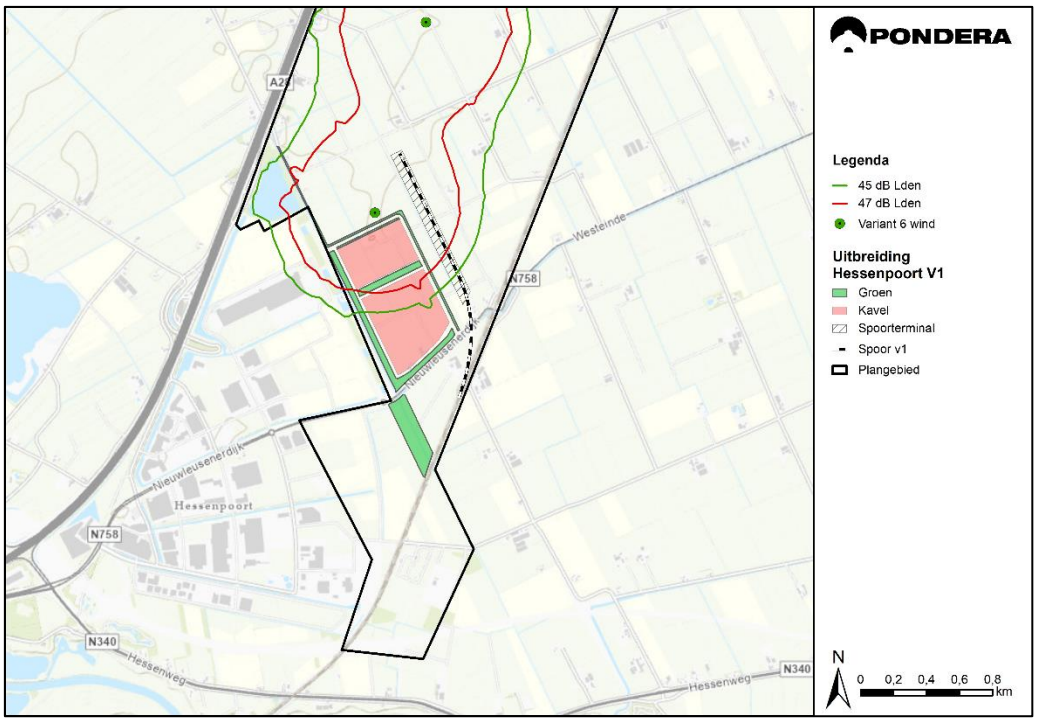
4.2.5 Effecten op uitbreidingsvarianten Hessenpoort

Op de uitbreiding van bedrijventerrein Hessenpoort worden geen geluidgevoelige objecten (woningen e.d.) gerealiseerd. Kantoorpanden en bedrijfspanden op de uitbreidingsterreinen kunnen eventueel hinder ondervinden van de geluidproductie van nabijgelegen turbines, maar zijn in principe niet wettelijk beschermd als een geluidgevoelig object waarvoor geluidnormen gelden.

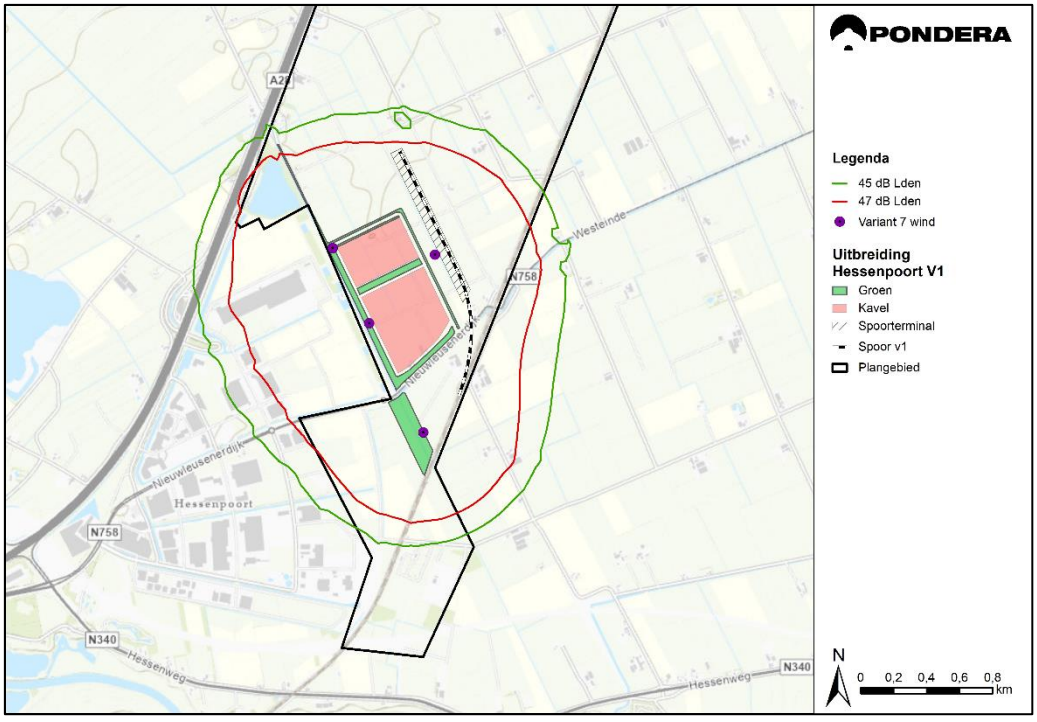
De geluidcontouren van variant 3 overlappen niet met de verschillende uitbreidingsvarianten van Hessenpoort. De geluidproductie van variant 7 en 8 ter hoogte van uitbreidingsvarianten van Tolhuislanden V1, V2 en de combinatievariant zal over het gehele terrein ruim boven de L_{den}=45 dB liggen. De geluidcontouren van variant 2 en 6 overlappen in mindere mate met de uitbreidingsvarianten van Hessenpoort. De geluidproductie voor alle varianten zal over het algemeen lager zijn voor uitbreidingsvariant de Bese vergeleken met uitbreidingsvariant Tolhuislanden V1, V2 en de combinatievariant. Zie onderstaande figuren ter indicatie voor de geluidcontouren van variant 6 en 7 voor uitbreidingsvarianten Tolhuislanden V1 en de Bese.

Daarnaast kunnen bepaalde woningen langs de Nieuwleusenerdijk eventueel gesaneerd worden door uitbreidingsvarianten Tolhuislanden V1, V2 en de combinatievariant. Deze ontwikkeling is echter zeer onzeker, maar naar verwachting zal het dan gaan om enkele geluidkritische woningen van variant 2, 7 en 8 die ruim binnen de geluidcontouren L_{den}=47 dB en L_{den}=45 dB vallen. Als er voor deze woningen geen geluidvoorzieningen meer hoeven worden getroffen, zal dit de productieverliezen licht kunnen reduceren. Hetzelfde geldt in minder mate voor productieverliezen om slagschaduw te reduceren.

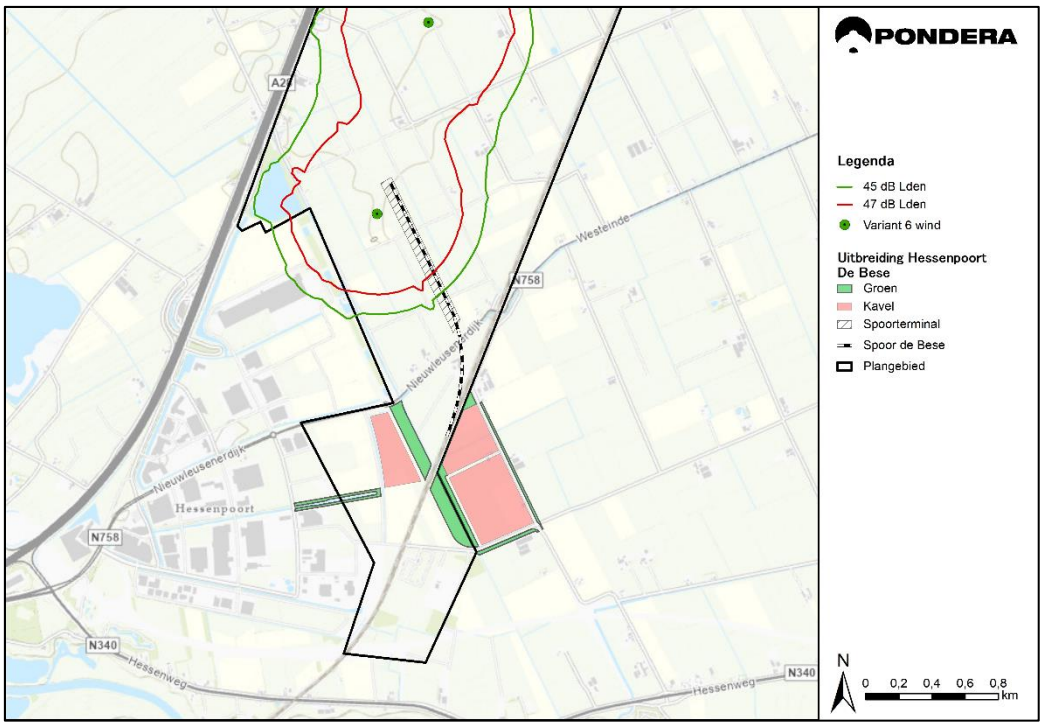
Figuur 4.1 Geluidcontouren variant 6 en uitbreidingsvariant Hessenpoort V1



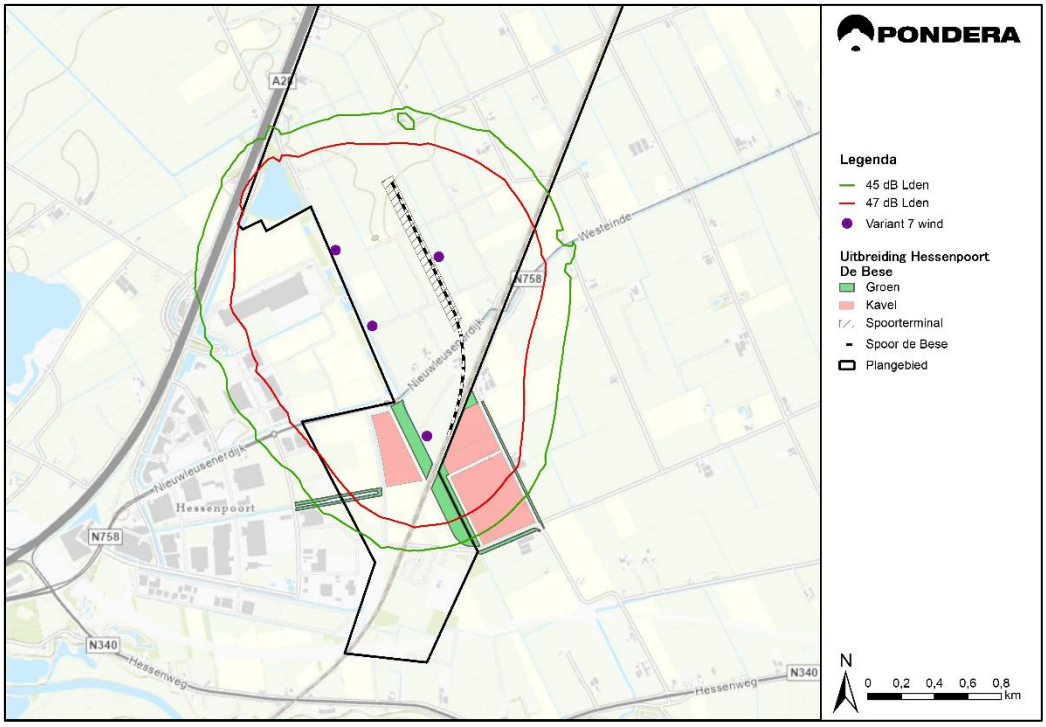
Figuur 4.2 Geluidcontouren variant 7 en uitbreidingsvariant Hessenpoort V1



Figuur 4.3 Geluidcontouren variant 6 en uitbreidingsvariant de Bese



Figuur 4.4 Geluidcontouren variant 7 en uitbreidingsvariant de Bese



4.2.6 Conclusies

Uit de effectbeoordeling volgt dat voor alle varianten geluidvoorzieningen nodig zijn om aan de beschreven normen voor geluid te voldoen. Let wel: de geluidcontouren zijn bepaald door uit te gaan van een relatief luide windturbine.

De realisatie van de windturbines van variant 2, 7 en 8 resulteert in de meeste geluidgevoelige objecten waarbij een jaargemiddeld geluidniveau van meer dan L_{den}=47 dB. Variant 3 en 7 geeft dan weer de meeste geluidgevoelige objecten met een jaargemiddeld geluidniveau van meer dan L_{den}=45 dB. Variant 6 geeft de minste geluidgevoelige objecten met een overschrijding. Een vergelijkbaar beeld is terug te zien in het aantal ernstig gehinderden, alleen variant 2 is hier vergelijkbaar met variant 3 en 8.

Hieronder per variant een nadere toelichting en optimalisatiemogelijkheden:

- Voor variant 2 geldt dat er veel woningen zijn gepositioneerd ten noorden en westen van de noordelijke windturbine. Optimalisatiemogelijkheden voor deze windturbine zijn beperkt door de omliggende woningen in het noordwesten en de bestaande windturbines ten zuidoosten. Wel geldt dat de uitbreiding van bedrijventerrein Hessenpoort zou kunnen betekenen dat enkele geluidkritieke woningen rondom variant 2 gesaneerd kunnen worden.
- Variant 3 heeft de grootste afstand tot individuele woningen, maar er zijn wel relatief veel woningen gepositioneerd in de ruimere omgeving. Daarom zijn het aantal ernstig gehinderden vergelijkbaar met de overige varianten en na toepassing van geluidvoorzieningen zelfs iets hoger dan de overige varianten. Optimalisatiemogelijkheden zijn beperkt voor variant 3, omdat er een gelijke verspreiding is van woningen in de omgeving.
- Variant 6 geeft de minste woningen met een overschrijding van de gekozen geluidnormen en heeft een laag aantal ernstig gehinderden. Dit komt door een vrij grote afstand tot omliggende woningen. Verdere optimalisatie van de geluidhinder van variant 6 is goed mogelijk door de zuidelijke turbine iets zuidelijker te plaatsen en de noordelijke turbines iets noordelijker.
- Variant 7 geeft de meeste geluidgevoelige objecten binnen de geluidcontouren. Vanwege het hogere aantal windturbines in deze variant zijn de geluidcontouren groter. Dit resulteert ook in een hoog aantal ernstig gehinderden. Met name de noordoostelijke en zuidelijke turbine geeft veel geluidhinder op omliggende woningen. Echter, in de ruimere omgeving heeft variant 7 minder omliggende woningen vergeleken met variant 2 en 3, mede omdat de variant tegen Hessenpoort aan is gelegen. Bovendien zou de uitbreiding van bedrijventerrein Hessenpoort kunnen betekenen dat enkele geluidkritieke woningen rondom variant 7 gesaneerd kunnen worden. Optimalisatiemogelijkheden zijn beperkt voor variant 7, omdat er een gelijke verspreiding is van woningen in de omgeving en de variant aan de zuidkant is begrenst door bedrijventerrein Hessenpoort.
- Variant 8 is vergelijkbaar met variant 7, maar heeft door het ontbreken van de noordoostelijke turbinepositie van variant 7 een lager aantal woningen binnen de geluidcontouren en aantal ernstig gehinderden. Ook voor variant 8 geldt dat de uitbreiding van bedrijventerrein Hessenpoort zou kunnen betekenen dat enkele geluidkritieke woningen rondom variant 8 gesaneerd kunnen worden.

Na toepassing van de geluidvoorzieningen, zodat alle geluidgevoelige objecten buiten de geluidcontouren vallen, is het aantal ernstig gehinderden vergelijkbaar voor alle varianten. Sterker nog, variant 7 en 8 hebben na toepassing van geluidvoorzieningen net iets minder aantal ernstig gehinderden vergeleken met de overige varianten. Dit is te verklaren door het feit dat er in totaal minder woningen in de ruimere omgeving van variant 7 en 8 liggen vergeleken met het midden en noorden van het plangebied (ter hoogte van varianten 2, 3 en 6). De effectscores voor het thema geluid (na toepassing mitigerende maatregelen)

zijn te vinden in Tabel 4.6.De elektriciteitsproductieverliezen ten gevolge van de toepassing van geluidvoorzieningen is terug te zien in de elektriciteitsopbrengst (paragraaf 4.8).

Tabel 4.6 Effectscores geluid

Variant	2	3	6	7	8
Score na toepassing mitigerende maatregelen	-	-	-	-	-

4.3 Slagschaduw

4.3.1 Regelgeving en uitgangspunten effectbeoordeling

In de Activiteitenregeling milieubeheer is beschreven dat er gemiddeld niet meer dan 17 dagen per jaar meer dan 20 minuten slagschaduw mag worden ondervonden ter plaatse van een gevoelig object[17]. Zoals beschreven in Kader 4.1 mag deze norm momenteel niet zonder meer toegepast worden.

In Nederland wordt nu veelal een maximale slagschaduwduur van 6 uur (17 x 20 minuten = 5,67 uur) op een slagschaduwgevoelig object gehanteerd. Daarnaast worden een minder strenge norm van gemiddeld 16 uur per jaar en een strengere norm van ongeveer 0 uur per jaar[18] inzichtelijk gemaakt. Ook worden de effecten zonder maatregelen om aan deze normstellingen te kunnen voldoen inzichtelijk gemaakt.

Slagschaduwgevoelige objecten

Voor de definitie van een slagschaduw gevoelig object wordt onderscheid gemaakt tussen objecten bedoeld voor permanent verblijf van personen (o.a. woningen en zorginstellingen) en objecten waar gedurende een langere tijdsduur mensen aanwezig zijn, maar niet permanent (o.a. kantoren, scholen, horecagelegenheden en kampeerterreinen). Er wordt verder in dit hoofdstuk verwezen naar deze twee categorieën als respectievelijk slagschaduwgevoelig object en overig slagschaduwgevoelig object.

Slagschaduwgebied

Om te kunnen spreken van slagschaduw(hinder) op de omgeving moet er sprake zijn van een minimale afdekking van de lichtbron (in dit geval de zon) van 20% van het oppervlak[19]. Indien dit minder is, zal zoveel licht rond het object - in dit geval het windturbineblad - buigen dat van een effectieve schaduw geen sprake is. Bij de opkomst en de ondergang van de zon kan de schaduw van een turbine aan de westkant en aan de oostkant ver reiken. Schaduw bij een zonnestand lager dan vijf graden wordt als niet-hinderlijk beoordeeld. Bij zonsopkomst en zonsondergang is het licht vrij diffuus en wordt de turbine vaak aan het zicht onttrokken door gebouwen en begroeiing. 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.

Invoer rekenmodel

De slagschaduwberekeningen zijn uitgevoerd met het softwareprogramma windPRO versie 3.5.552. In het slagschaduwonderzoek is uitgegaan van windturbines met een rotordiameter van 170 m op een ashoogte van 165 m. De tiphoogte bedraagt hiermee 250 m. Door uit te gaan van de maximale afmetingen binnen de bandbreedte worden de maximale effecten van slagschaduw inzichtelijk gemaakt.

Bij de beoordeling van slagschaduwhinder ter plaatse van toetspunten wordt uitgegaan van de worst-case aanname dat de gehele gevel van een toetspunt vanaf een hoogte van 50 cm boven het maaiveld uit

[17] Regeling van de minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 9 november 2007 nr. DJZ 2007104180 houdende regels voor inrichtingen (Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer).
[18] In de praktijk is terug regeling naar 0 uur per jaar niet mogelijk. Tijdens afwisselende zonnige momenten kan er gedurende kortstondige duur slagschaduw aanwezig zijn. Deze perioden zijn nooit zodanig langdurend dat er sprake kan zijn van een significante hinderbeleving. Deze categorie dient dus gelezen te worden als ‘zoveel reductie als mogelijk’.
[19] De afstand waarbij 20% afscherming van de zon optreedt kan berekend worden met: Max. distance = (5*w*150.000.000) / 1.097.780 waarbij w staat voor de gemiddelde dikte van een rotorblad gebaseerd op de maximale dikte en de dikte op 90% rotorbladlengte.

lichtdoorlatend materiaal (glas) bestaat. Daarbij is aangenomen dat de gevelhoogte 5 meter en gevelbreedte 8 meter bedragen. De berekende slagschaduwduren zijn gegeven in netto gemiddelde slagschaduwduur per jaar. Voor de meteocorrecties (zonneschijn en windrichting) wordt gebruik gemaakt van gegevens van het nabijgelegen KNMI-meteostation Heino. Voor de slagschaduwberekeningen is de slagschaduw meegenomen die optreedt bij een zonnestand van minimaal 5 graden boven de horizon.

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

Het gebied waarin slagschaduw wordt veroorzaakt door de nieuwe windturbines die als hinderlijk waarneembaar kan zijn, ligt binnen een afstand van 2.241 m van de windturbine (op basis van 20% zonafscherming door het rotorblad[20]). Doordat meerdere varianten met verschillende turbineposities worden beschouwd en onderling worden vergeleken, is er één beoordelingsgebied voor slagschaduw vastgesteld. Het beoordelingsgebied is bepaald op basis van het slagschaduwgebied van 2.241 m rondom de windturbines van alle varianten. Alle slagschaduwgevoelige objecten en overige slagschaduwgevoelige objecten binnen dit beoordelingsgebied zijn bepaald. In totaal liggen er 232 slagschaduwgevoelige objecten (in de specifieke situatie voor Tolhuislanden zijn dit alleen woningen) en 41 overige slagschaduwgevoelige objecten in het beoordelingsgebied.

4.3.2 Effectbeschrijving

In de referentiesituatie (waarin de nieuwe windturbines nog niet zijn gerealiseerd) kunnen gevoelige objecten slagschaduw ondervinden van bestaande windturbines. Het is onbekend of en hoeveel de bestaande windturbines worden gemitigeerd om de hoeveelheid slagschaduw ter plaatse van slagschaduwgevoelige objecten te beperken. Daarom worden de resultaten in deze paragraaf gegeven die als gevolg zijn van de nieuwe windturbines (toevoeging van slagschaduw).

In Tabel 4.7 is het aantal woningen gegeven met bepaalde hoeveelheid jaargemiddelde slagschaduwduur als gevolg van de nieuwe windturbines. Tabel 4.8 zijn dezelfde resultaten gegeven voor de overige slagschaduwgevoelige objecten.

Tabel 4.7 Aantal woningen met jaargemiddelde slagschaduwduur ten gevolge van nieuwe windturbines

	Variant 2	**Variant 3**	**Variant 6**	**Variant 7**	**Variant 8**
0 – 6 uur per jaar	133	41	43	47	44
6 – 16 uur per jaar	18	17	31	23	23
> 16 uur per jaar	21	21	16	24	17
Totaal aantal woningen met meer dan 0 uur slagschaduw per jaar	172	79	90	94	84

[20] Uitgaande van de rotorbladafmetingen van de VENSYS 170 5600: een maximale breedte van het rotorblad van 5,1 m en een breedte van 1,5 m op 90% rotorbladlengte.

Tabel 4.8 Aantal overige slagschaduwgevoelige objecten met jaargemiddelde slagschaduwduur ten gevolge van nieuwe windturbines

	Variant 2	Variant 3	Variant 6	Variant 7	Variant 8
0 – 6 uur per jaar	31	1	0	21	21
6 – 16 uur per jaar	8	0	0	15	15
> 16 uur per jaar	1	0	0	2	2
Totaal aantal overig slagschaduwgevoelige objecten met meer dan 0 uur slagschaduw per jaar	40	1	0	38	38

Indien slagschaduw wordt gemitigeerd om te voldoen aan de normen van 16 uur, 6 uur en ~0 uur slagschaduw per jaar zullen de windturbines met een stilstandvoorziening worden uitgerust. Een dergelijke stilstandvoorziening is verder toegelicht in paragraaf 4.3.3.

De slagschaduwcontouren op kaart als gevolg van de nieuwe windturbines zijn per variant gegeven in bijlage 4. Met groene, rode en grijze isolijn is aangegeven waar de jaarlijkse verwachte hinderduur respectievelijk 0, 6 en 16 uur bedraagt. In bijlage 5 zijn de slagschaduwcontouren gegeven voor de referentiesituatie en de referentiesituatie opgeteld met de nieuwe windturbines. De figuren in bijlage 4 en 5 laten zien dat er ook slagschaduw kan optreden op het bestemde bedrijventerrein van Hessenpoort, waar de realisatie van kantoren en bedrijfsgebouwen mogelijk worden gemaakt.

Schaduweffecten van een draaiende windturbine kunnen hinder veroorzaken bij mensen. Bekend is dat flikkerfrequenties onder 2,5 Hz niet schadelijk zijn (veroorzaken niet potentieel epileptische aanvallen bij daarvoor gevoelige personen[21]). De frequenties van de lichtflikkeringen veroorzaakt door de nieuwe windturbines liggen tussen 0,3 en 0,4 Hz[22] en liggen hiermee ruim onder de 2,5 Hz.

4.3.3 Stilstandvoorziening

Door de windturbines met een stilstandvoorziening uit te rusten kan de veroorzaakte slagschaduw op woningen of overige slagschaduwgevoelige objecten worden beperkt tot wordt voldaan aan een bepaalde normstelling. De keuze of de slagschaduwnormen naast woningen ook zal gelden voor overige slagschaduwobjecten zal moeten worden gemaakt door het bevoegd gezag. In de turbinebesturing worden hiervoor blokken van dagen en tijden geprogrammeerd waarop de rotor wordt gestopt indien de zon schijnt en de turbine draait. De rotor wordt dan gestopt op de momenten dat er slagschaduw valt op slagschaduwgevoelige objecten waar de betreffende turbine bijdraagt aan een overschrijding van de norm. 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. Het laten stilstaan van de windturbines om te voldoen aan de onderzochte normen gaat gepaard met enig elektriciteitsopbrengst verlies (zie paragraaf 4.8).

[21] Parsons Brinckerhoff, 2006; Update of UK Shadow flicker Evidence Base.
[22] Op basis van een minimale en maximale rotatiesnelheid van respectievelijk 5,1 rpm en 8,8 rpm.

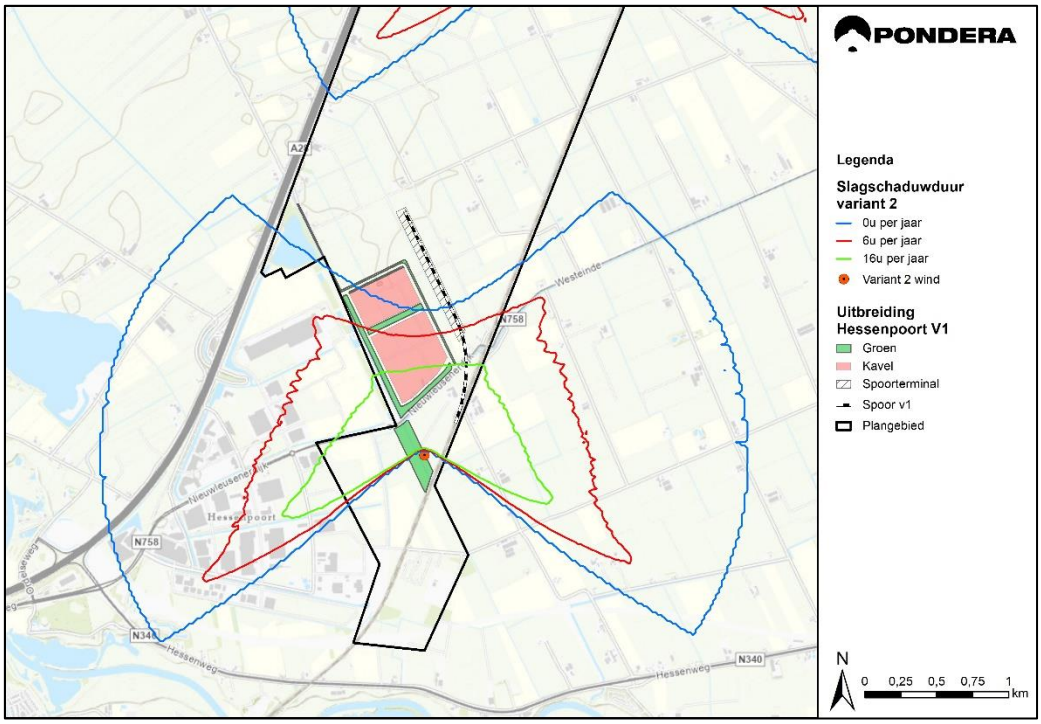
4.3.4 Effecten op uitbreidingsvarianten Hessenpoort

Op de uitbreidingsterreinen van Hessenpoort worden mogelijk objecten gerealiseerd waar gedurende een langere tijdsduur mensen aanwezig zijn, maar niet permanent (o.a. kantoren en bedrijfsgebouwen). Dit zijn overig slagschaduwgevoelige objecten. Er zullen geen woningen worden gerealiseerd op de uitbreiding van Hessenpoort.

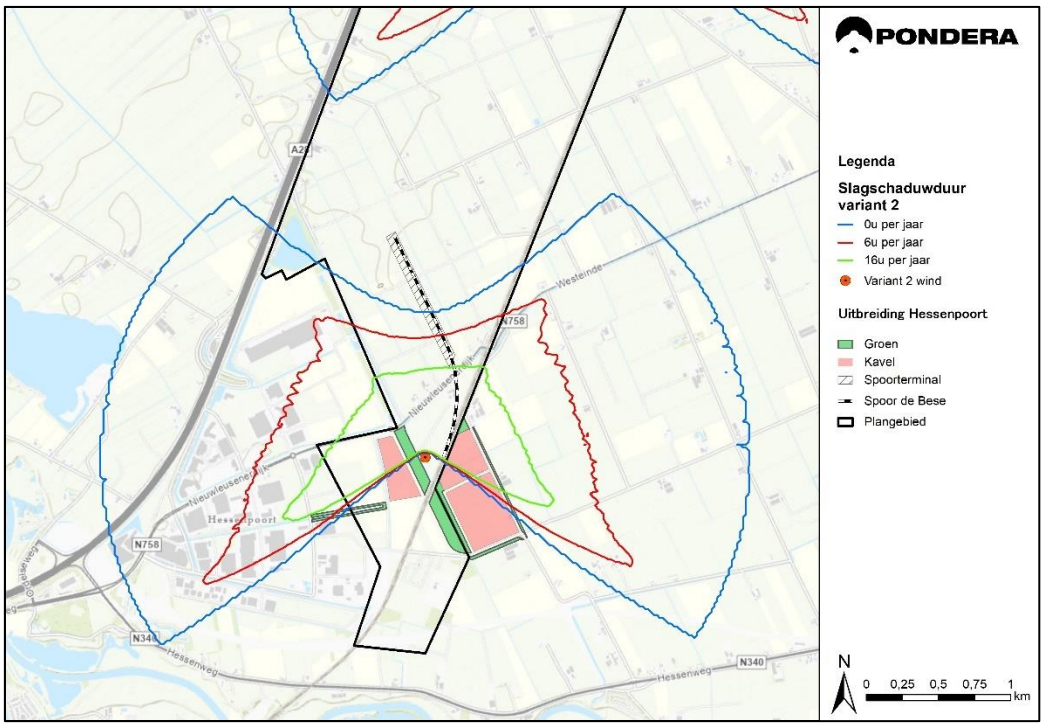
De slagschaduwcontouren van de windturbines van variant 3 en 6 overlappen niet met alle uitbreidingsvarianten van Hessenpoort. Hier zal dus 0 uur slagschaduw plaatsvinden.

De slagschaduwcontouren van varianten 2, 7 en 8 (zonder de bestaande windturbines) overlappen wel met de uitbreidingsvarianten van Hessenpoort (zie Figuur 4.5 t/m Figuur 4.8). Met name met de uitbreidingsvarianten Hessenpoort V1, V2 en de combinatievariant. Voor uitbreidingsvariant de Bese zal de slagschaduw beperkter zijn, omdat een groot deel de kavels ten zuiden van de windturbines zal worden gerealiseerd. De overlap van de slagschaduwcontouren van varianten 7 en 8 met de uitbreidingsvarianten van Hessenpoort zijn onderling vergelijkbaar, maar groter dan variant 2 vanwege een groter aantal windturbines in dit deel van het plangebied.

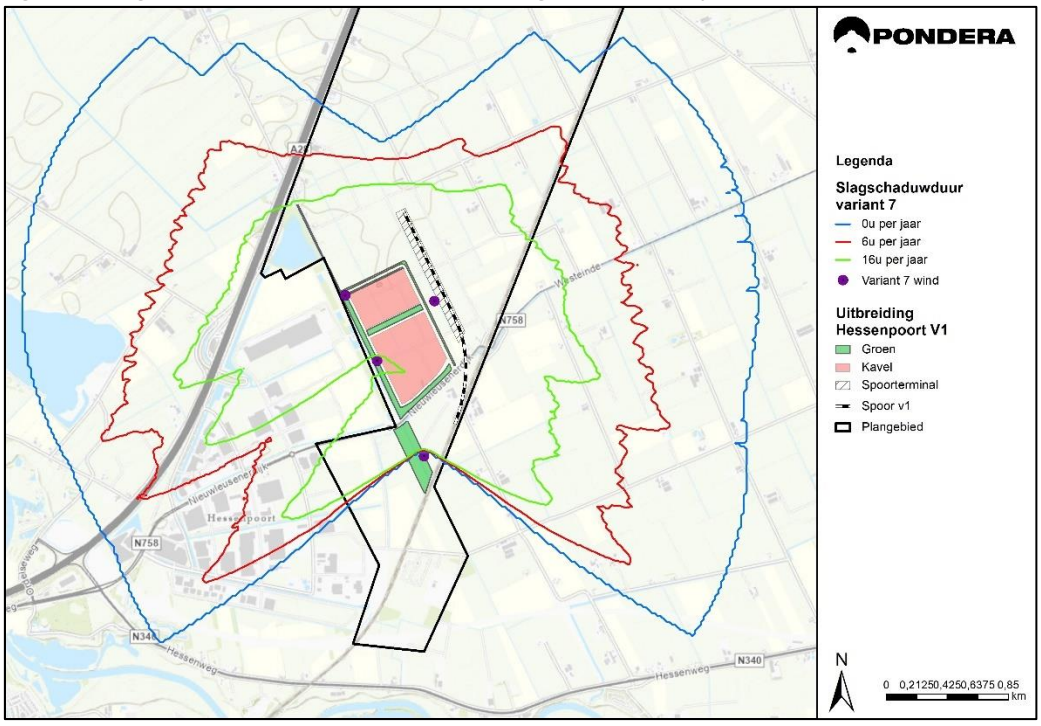
Figuur 4.5 Slagschaduwcontouren variant 2 en uitbreidingsvariant Hessenpoort V1



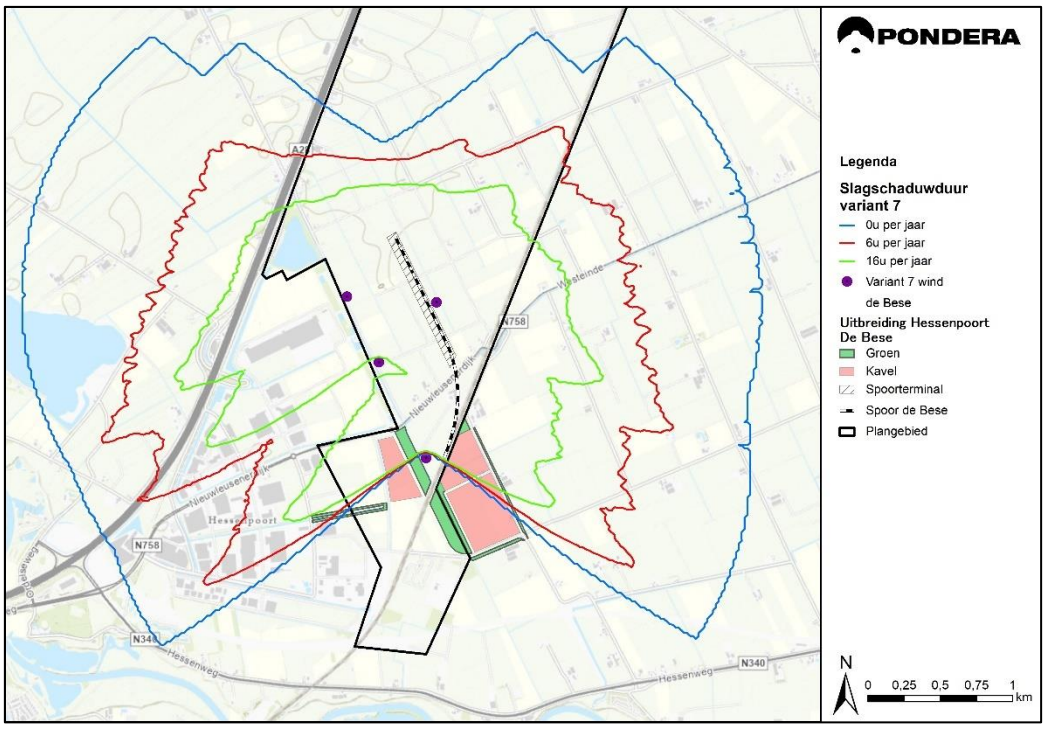
Figuur 4.6 Slagschaduwcontouren variant 2 en uitbreidingsvariant de Bese



Figuur 4.7 Slagschaduwcontouren variant 7 en uitbreidingsvariant Hessenpoort V1



Figuur 4.8 Slagschaduwcontouren variant 7 en uitbreidingsvariant de Bese



4.3.5 Conclusies

Uit de effectbeoordeling volgt dat voor alle varianten mitigerende maatregelen nodig zijn om aan de beschreven normen voor slagschaduw te voldoen.

Variant 2 geeft zeer veel woningen met 0 tot 6 uur slagschaduw, maar dit is eenvoudiger te mitigeren. Dit heeft met name te maken met het hoge aantal woningen op ruimere afstand ten noordoosten van de noordelijke turbine van variant 2. Verder is het aantal woningen met een slagschaduwduur van meer dan 6 uur vergelijkbaar voor alle varianten.

Er zit wel verschil in het aantal overige slagschaduwgevoelige objecten (kantoor en bedrijfsgebouwen) waar slagschaduw op kan treden. Voor variant 2, 7 en 8 is dat aantal vanwege de ligging naast het bestaande bedrijventerrein Hessenpoort hoger vergeleken met variant 3 en 6. Echter, het effect (en mogelijke hinder) van slagschaduw op kantoor en bedrijfsgebouwen is beperkter ten opzichte van woningen en treedt alleen op tijdens werktijden.

Tot slot zijn er goede mogelijkheden om de slagschaduwduur te mitigeren tot de beschreven normen middels een stilstandvoorziening resulterend in beperkte opbrengstverliezen (zie ook paragraaf 4.8). Daarom zijn er geen varianten zeer negatief (--) gescoord op het milieuaspect slagschaduw. Bovendien treedt de mogelijke hinder van slagschaduw op kantoor en bedrijfsgebouwen alleen op tijdens werktijden. De slagschaduwduur is daarom eenvoudiger te mitigeren.

Varianten 2 is negatief (score is -) beoordeeld en de varianten 3, 6, 7 en 8 zijn licht negatief (score is 0/-) beoordeeld (zie onderstaande tabel).

Tabel 4.9 Effectscores slagschaduw

Variant	2	3	6	7	8
Score	-	0/-	0/-	0/-	0/-

4.4 Externe veiligheid

Voor de ruimtelijke inpassing van windturbines speelt veiligheid een belangrijke rol. Hoewel het risico laag is, is de kans niet uit te sluiten dat windturbines omvallen of dat de onderdelen kunnen afbreken. Het effect van de windturbines van Tolhuislanden op de omgeving voor het aspect externe veiligheid is beoordeeld aan de hand van een aantal criteria, die zijn gebaseerd op wet- en regelgeving en de adviezen voor toetsing van beheerders van infrastructurele werken of inrichtingen.

4.4.1 Regelgeving en uitgangspunten effectbeoordeling

Toetscontouren en berekeningen van (beperkt) kwetsbare objecten, infrastructurele netwerken of risicovolle inrichtingen zijn gebaseerd op de Handreiking Risicozonering Windturbines[23] (HRW) en bijbehorende Handleiding Risicoberekeningen Windturbines[24]. De Handreiking biedt een overzicht van wet- en regelgeving en beleid met betrekking tot de risico's van windturbines voor de omgeving. In de handleiding staat beschreven hoe de risico's van windturbines en hoe de trefkansen moeten worden bepaald. In de HRW staat dat er geen kwetsbare objecten[25] mogen zijn gelegen binnen de PR 1E-06-contour en geen beperkt kwetsbare objecten[26] binnen de PR 1E-05-contour rondom windturbines. PR staat voor het Plaatsgebonden Risico (zie kader).

Kader 4.2 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico (PR) 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 1E-05 betekent een maximale kans van maximaal 1 x per 100.000 jaar , PR 1E-06 een kans van 1 x per 1.000.000 jaar.

In het gebied Tolhuislanden zijn de volgende objecten of infrastructurele netwerken in beschouwing te nemen:

- (Beperkt) kwetsbare objecten;
- Autosnelwegen (A28 en N758);
- Spoorwegen (incl. toekomstig spoorterminal);
- Ondergrondse buisleidingen van Gasunie;
- Hoogspanningsleidingen;
- Risicovolle installaties en inrichtingen.

De zonneparken van Duurzaam Tolhuislanden behoren tot de eigen assets. Bovendien leveren zonnevelden geen veiligheidsrisico op voor de omgeving, ook niet in het geval de zonnevelden door de windturbines worden beschadigd. Daarom worden de zonneparken niet verder meegenomen in deze paragraaf.

[23] versie mei 2020
[24] Versie juli 2020
[25] https://www.infomil.nl/onderwerpen/veiligheid/bevi-revi/@110701/kwetsbare-obecten/
[26] https://www.infomil.nl/onderwerpen/veiligheid/bevi-revi/@110711/beperkt-kwetsbare/

Tabel 4.10 Toetsafstanden externe veiligheid

Object	Toetsafstand	Juridische grondslag
Kwetsbare objecten	PR 10-6	Handreiking Risicozonering Windturbines
Beperkt kwetsbare objecten	PR 10-5	Handreiking Risicozonering Windturbines
Hoogspanning	Ashoogte + halve rotordiameter OF bladworpafstand bij nominaal toerental	Handreiking Risicozonering Windturbines
Buisleidingen	Ashoogte + 1/6 rotordiameter + 10m (kritische straal blad*) OF bladworpafstand bij nominaal toerental + 10m (kritische straal blad)	Handreiking Risicozonering Windturbines
Risicobronnen	Bladworpafstand bij overtoeren	Handreiking Risicozonering Windturbines
Hoofdwegen	Halve rotordiameter	Handreiking Risicozonering Windturbines
Spoorwegen	Halve rotordiameter + 7,85 meter (afgerond naar 8)	Handreiking Risicozonering Windturbines

* De kritische straal is de afstand rondom een buisleiding waarbinnen het zwaartepunt van een object kan landen, waardoor de buisleiding alsnog beschadigt.

4.4.2 Bepaling effectafstanden met betrekking tot externe veiligheid

De specifieke eigenschappen en afmetingen van een bepaald type windturbine beïnvloeden in sterke mate de veiligheidseffecten die een windturbine heeft op zijn omgeving. Er is in dit stadium nog geen keuze gemaakt voor wat betreft fabrikant of type windturbine. Daarom is in deze studie het worst-case effect in kaart gebracht. De bandbreedten van de windturbineafmetingen zijn weergegeven in Tabel 4.11. Voor bepaling van de worst-case effecten zal per faalscenario een worst-case referentie-windturbine worden gekozen die binnen deze bandbreedte valt. De maximale ashoogte en rotordiameter is eenvoudig af te lezen uit Tabel 4.11. In deze paragraaf worden de volgende effectafstanden berekend aan de hand van windturbines passend binnen de gehanteerde bandbreedte:

- PR 1E-06
- PR 1E-05
- Bladworpafstand bij nominaal toerental
- Bladworpafstand bij overtoeren

Tabel 4.11 Bandbreedten van turbineafmetingen

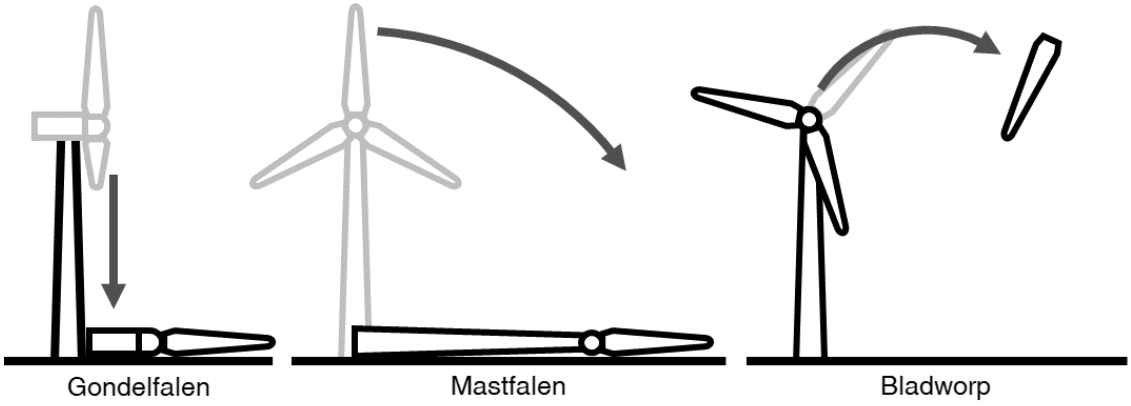
Parameter	Bandbreedte
Ashoogte [m]	140 – 165 m
Rotordiameter [m]	140 – 170 m
Tiphoogte [m]	210 – 250 m

Faalscenario's

Conform het HRW zijn er drie mogelijke faalscenario's van windturbines: gondelfalen, mastfalen en bladworp. De faalscenario's zijn weergegeven in Figuur 4.9. In geval van gondelfalen breekt de gondel los van de mast en valt langs de mast naar beneden, vervolgens breekt ook een blad los. Bij mastfalen breekt de mast onderaan af en valt de gehele windturbine naar beneden. Bij bladworp breekt een blad los en

wordt geworpen als gevolge van de rotatie van de rotor. Bij bladworp wordt vervolgens nog onderscheid gemaakt tussen bladworp bij nominaal toerental en bladworp bij overtoeren. Bij bladworp bij overtoeren wordt er gerekend met een toerental gelijk aan twee keer het nominale toerental.

Figuur 4.9 Mogelijke faalscenario's van een windturbine



Bladworpafstanden

Voor de bepaling van de werpafstanden bij bladworp (zowel nominaal toerental als overtoeren) is gekeken naar op dit moment beschikbare windturbines. Uit een lijst van mogelijk te plaatsen windturbinetypes, binnen de hiervoor beschreven bandbreedte, is vervolgens een windturbine gekozen waarbij de werpafstand bij overtoeren het grootst is. De maximale werpafstanden bij nominaal toerental en overtoeren worden berekend met behulp van het kogelbaanmodel zonder luchtkrachten en de berekeningen uit het Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module IV. Het windturbinetype wat gebruikt is voor bladworp is een GE 6.1-158 op een ashoogte van 165 meter. Deze turbine heeft de grootste werpafstanden binnen de beschreven bandbreedte. De eigenschappen van deze windturbine zijn weergegeven in Tabel 4.12.

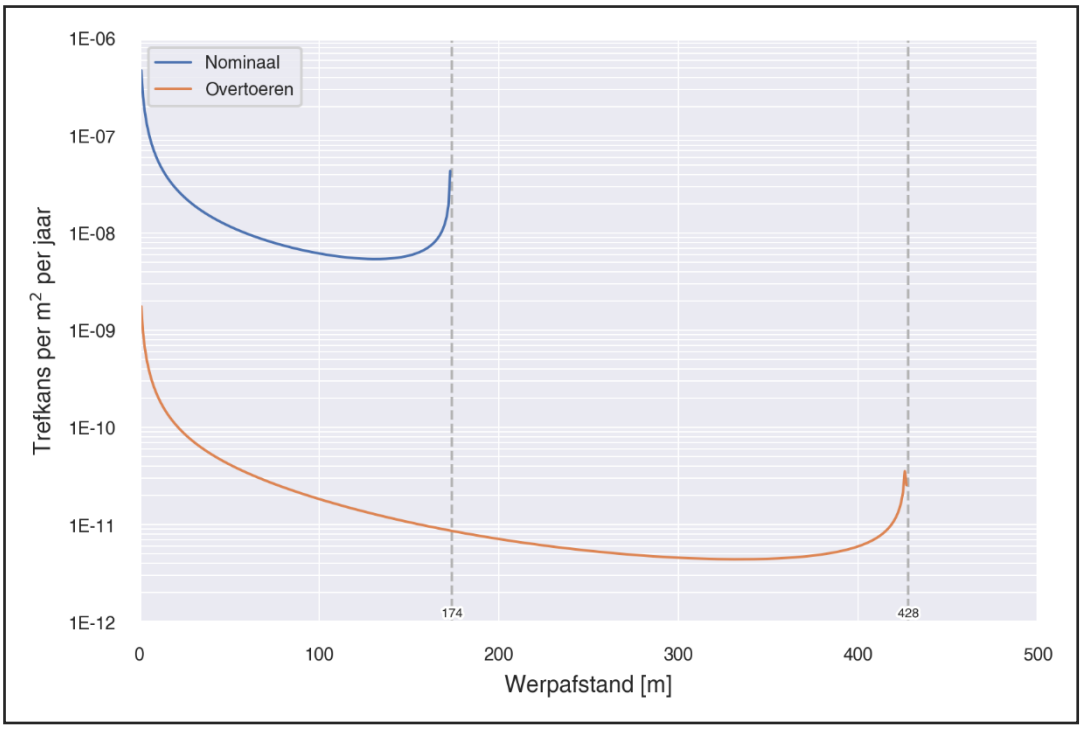
Tabel 4.12 Windturbine eigenschappen GE 6.1-158.

Eigenschap	Waarde	Eenheid
Ashoogte	165	meter
Rotordiameter	158	meter
Tiphoogte	244	meter
Nominaal toerental	9,7	rotaties per minuut
Zwaartepunt blad*	26,33	meter

* Bepaald op 1/6e van de rotordiameter

De trefkans van een vierkante meter door het zwaartepunt van het blad is weergegeven in Figuur 4.10. De werpafstand bij nominaal toerental bedraagt 174 meter, de werpafstand bij 2x nominaal toerental bedraagt 427 meter. De effectafstanden en de bijbehorende faalfrequenties zijn weergegeven in Tabel 4.13.

Figuur 4.10 Grafiek van trefkans per m^2 per jaar van bladworp als functie van werpafstand.



Tabel 4.13 De gebruikte effectafstanden en de kans van optreden.

Faalscenario	Afstand [m]	faalkans per jaar
Gondelfalen (halve rotordiameter)	85	4,0 x 1E-05
Mastfalen met rotor (tiphoogte)	250	1,3 x 1E-04
Mastfalen zonder rotor (ashoogte)	165	1,3 x 1E-04
Bladworp bij nominaal toerental	174	8,4 x 1E-04
Bladworp bij overtoeren	428	5,0 x 1E-06

Plaatsgebonden risico

Voor bepaling van het plaatsgebonden risico wordt gerekend met de worst-case afmetingen per faalscenario (gondelfalen, mastfalen en bladworp). Vervolgens wordt het plaatsgebonden risico van elk apart faalscenario bij elkaar opgeteld om tot een totaal plaatsgebonden risico te komen. Dit plaatsgebonden risico bestaat dus uit worst-case componenten. De gebruikte waarden zijn weergegeven in onderstaande tabellen. Het plaatsgebonden risico als functie van afstand tot de windturbine is weergegeven in Figuur 4.11. De worst-case PR 1E-05 en PR 1E-06 afstanden zijn respectievelijk 58 m en 175 m.

Tabel 4.14 Eigenschappen windturbines voor gondelfalen (Generieke windturbine).

Eigenschap	Waarde	Eenheid
Rotordiameter	170	meter
Ashoogte	165	meter
Tiphoogte	210	meter

Maximale breedte van blad	4,5	meter
Lengte gondel exclusief hub	20	meter
Breedte gondel	12	meter
Hoogte gondel	12	meter

Tabel 4.15 Eigenschappen windturbines voor mastfalen (Generieke windturbine).

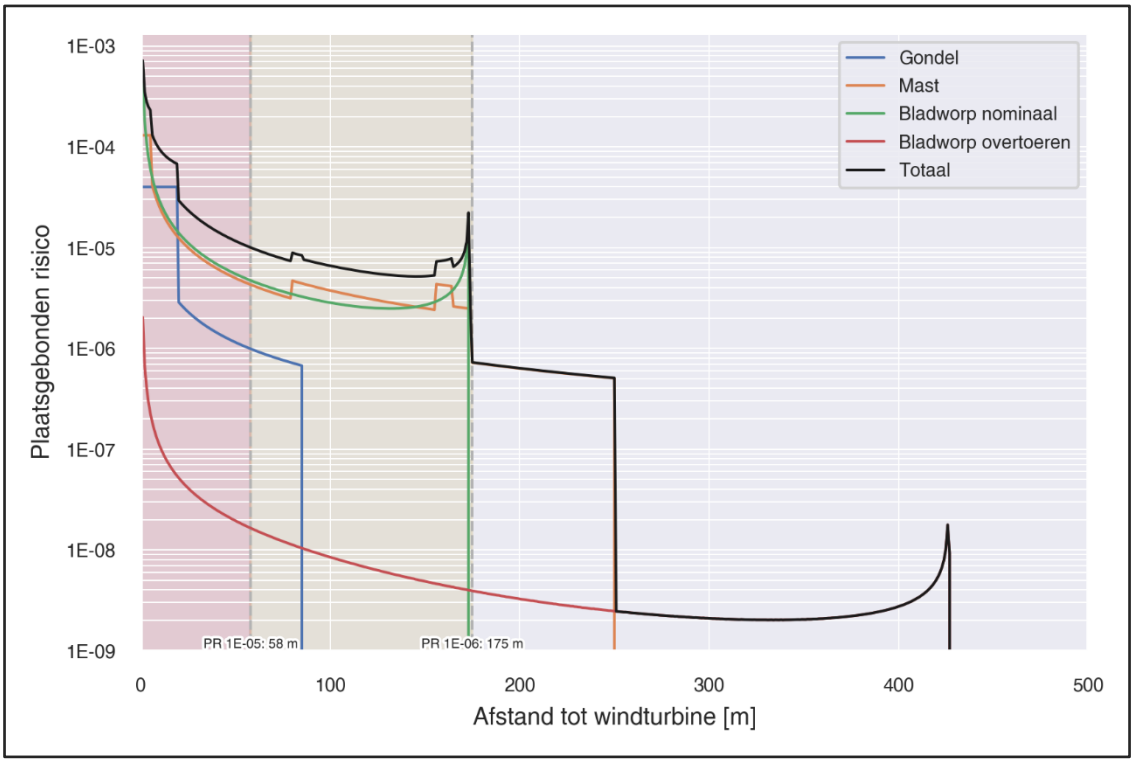
Eigenschap	Waarde	Eenheid
Rotordiameter	170	meter
Ashoogte	165	meter
Tiphoogte	250	meter
Mastdiameter	12	meter
Lengte gondel exclusief hub	20	meter
Breedte gondel	12	meter
Hoogte gondel	12	meter

Tabel 4.16 Eigenschappen windturbines voor bladworp (GE 6.1-158).

Eigenschap	Waarde	Eenheid
Ashoogte	165	meter
Rotordiameter	158	meter
Tiphoogte	244	meter
Nominaal toerental	9,7	rotaties per minuut
Zwaartepunt blad*	26,33	meter

* Bepaald op 1/6e van de rotordiameter

Figuur 4.11 Het worst-case plaatsgebonden risico als functie van de afstand tot de windturbine. De PR1E-05 en PR1E-06 afstanden zijn weergegeven in de figuur.



4.4.3 Effectbeschrijving

(Beperkt) kwetsbare objecten

Kwetsbare objecten[27] zijn gedefinieerd in het Besluit externe veiligheid inrichtingen en zijn onder andere woningen, ziekenhuizen, scholen etc. Daarnaast vallen ook gebouwen waarin doorgaans grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig zijn onder kwetsbare objecten, waartoe in ieder geval behoren: woningen en kantoorgebouwen met een vloeroppervlak groter dan 1.500 m^2. Beperkt kwetsbare objecten[28] zijn onder andere bedrijfswoningen en kantoorgebouwen met een vloeroppervlak kleiner dan 1.500 m^2.

Het HRW geeft aan dat:

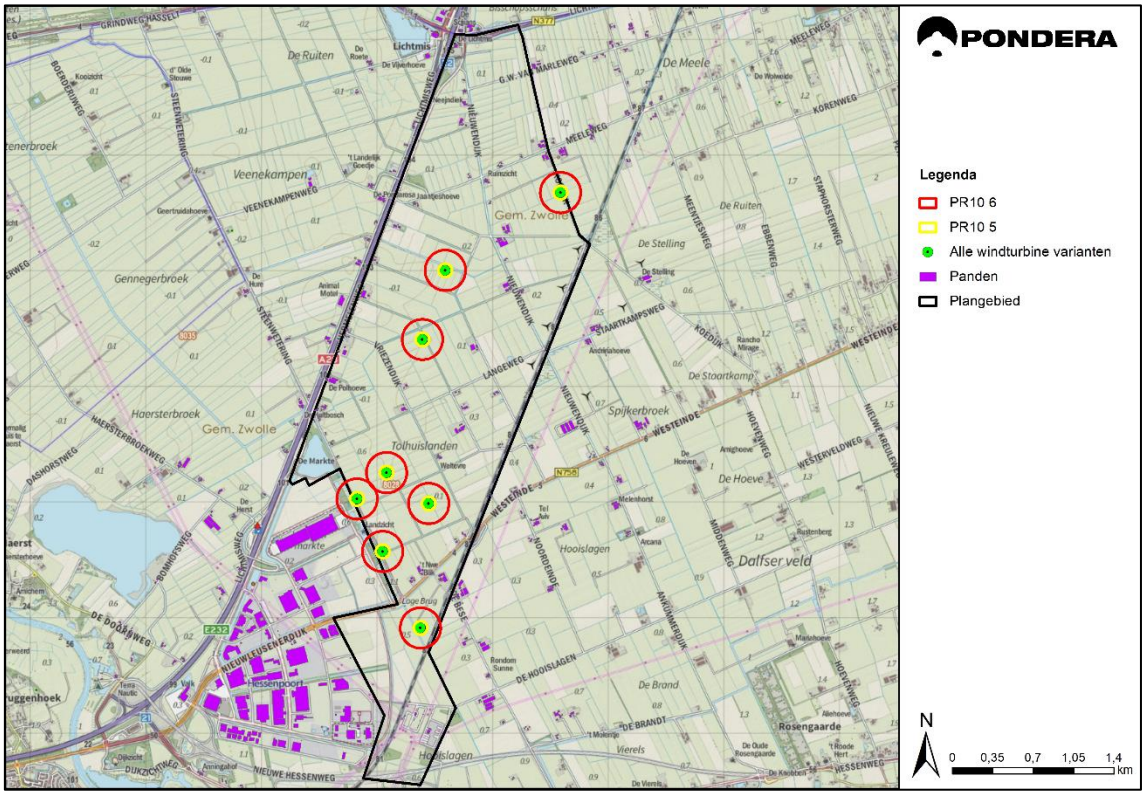
- beperkt kwetsbare objecten geen hoger risico mogen ondervinden dan een plaatsgebonden risico van PR 1E-05;
- kwetsbare objecten geen hoger risico mogen ondervinden dan een plaatsgebonden risico van PR 1E-06.

In de vorige paragraaf is bepaald dat de worst-case PR 1E-05 en PR 1E-06 afstanden respectievelijk 58 m en 175 m zijn. Figuur 4.12 laat zien dat er voor alle varianten van Tolhuislanden geen bestaande kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten zijn gelegen binnen de PR 1E-05 en PR 1E-06 contouren.

[27] https://www.infomil.nl/onderwerpen/veiligheid/bevi-revi/@110701/kwetsbare-obecten/
[28] https://www.infomil.nl/onderwerpen/veiligheid/bevi-revi/@110711/beperkt-kwetsbare/

Wel overlappen de PR 1E-06 contouren van de meest noordwestelijke turbines van varianten 7 en 8 beperkt met het huidig bestemde bedrijventerrein van Hessenpoort. Het gaat grotendeels om de groene strook langs de Steenwetering en de parkeerplaats van Wehkamp en een zeer beperkte overlap met een braakliggend bedrijventerrein langs de Paderbornstraat. Dit effect is echter zeer beperkt voor toekomstige ontwikkelingen.

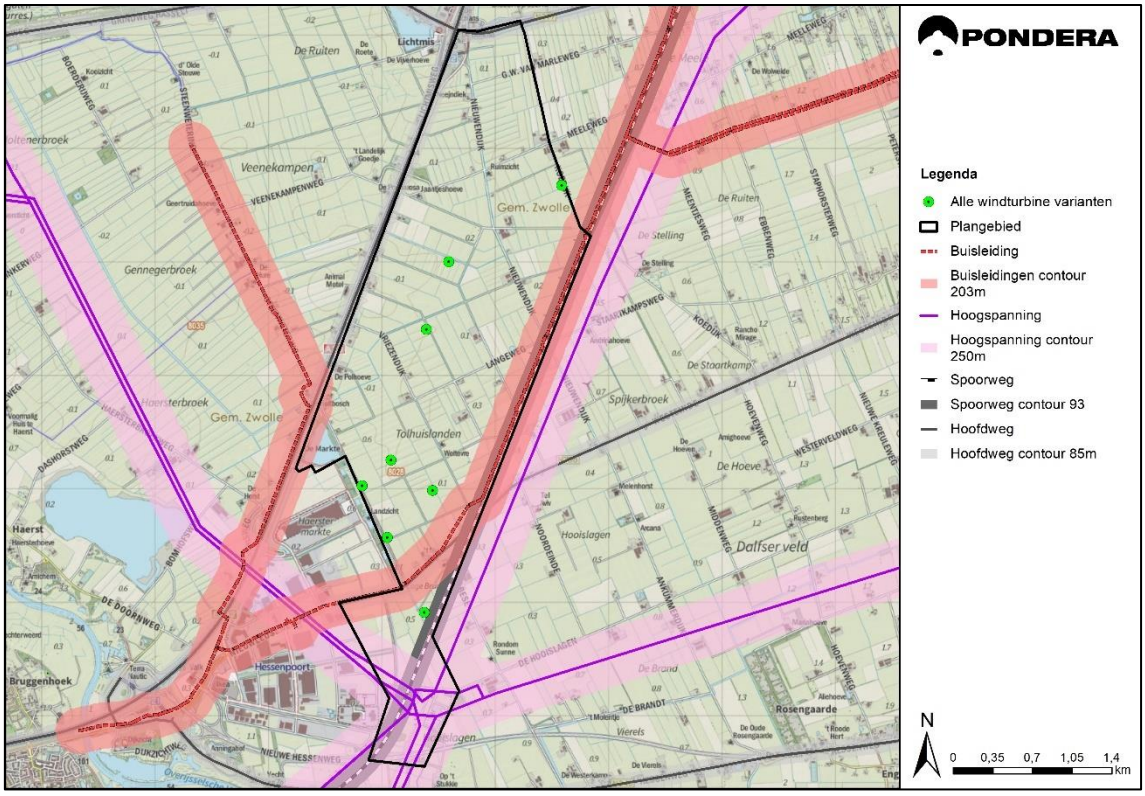
Figuur 4.12 PR 1E-05 en PR 1E-06 contouren



Infrastructuur

In Figuur 4.13 zijn de toetsafstanden voor de verschillende bestaande infrastructuurnetwerken weergegeven op basis van de windturbine bandbreedte van dit variantenonderzoek. De figuur laat zien dat er geen windturbinevarianten binnen de verschillende toetsafstanden vallen. Er is dus geen sprake van een effect op bestaande infrastructuurnetwerken. Eventuele toekomstige kabels, leidingen en wegen ten behoeve van het bestaande bedrijventerrein Hessenpoort of het energiecluster wordt buiten beschouwing genomen.

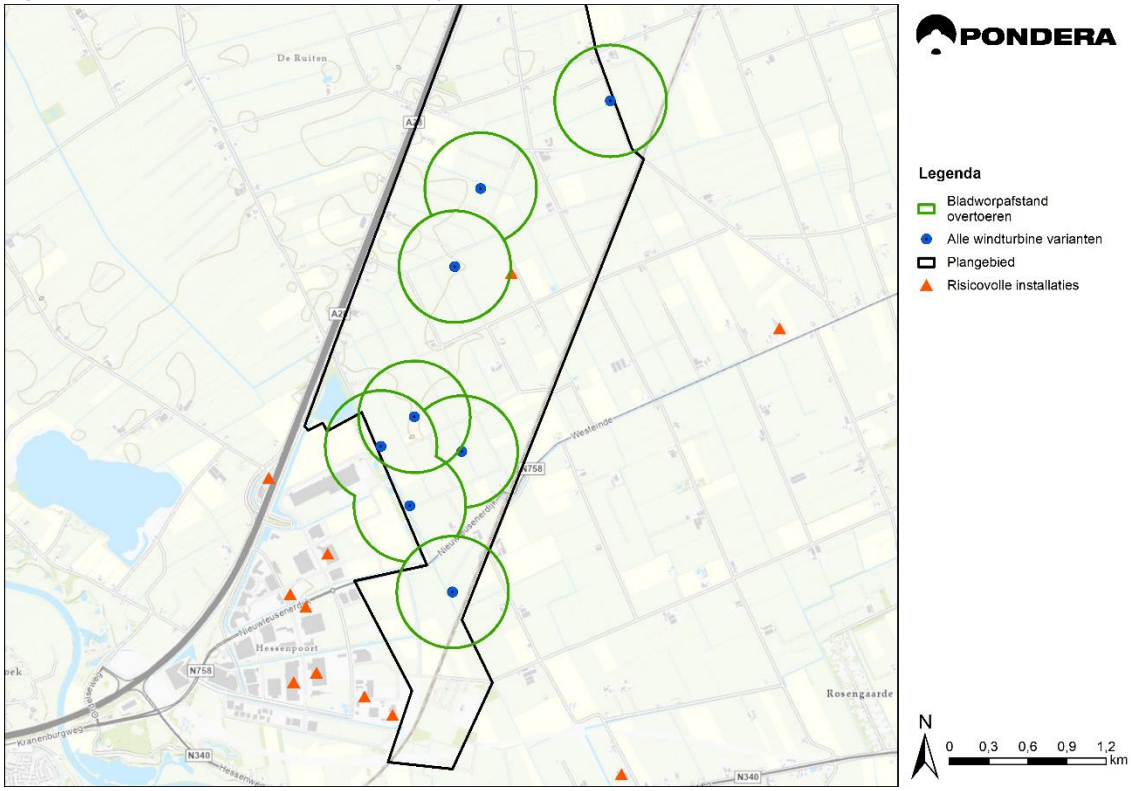
Figuur 4.13 Afstandcontouren infrastructuur



Risicovolle installaties en inrichtingen

In Figuur 4.14 zijn alle bestaande risicovolle installaties weergegeven in en rondom het plangebied. De gegevens zijn afkomstig van de Risicokaart[29]. Daarnaast is rondom elke windturbine de maximale bladworpafstand bij overtoeren weergegeven. De figuur laat zien dat er geen risicovolle installaties binnen de bladworpafstand bij overtoeren zijn gelegen. De risicovolle installatie aan de Tolhuisweg 3 ligt wel op de grens van de bladworpafstand van een windturbine van variant 3 en 6. Het gaat om een propaangastank van een melkveebedrijf. De trefkans is naar verwachting verwaarloosbaar klein en het toegevoegd risico beperkt.

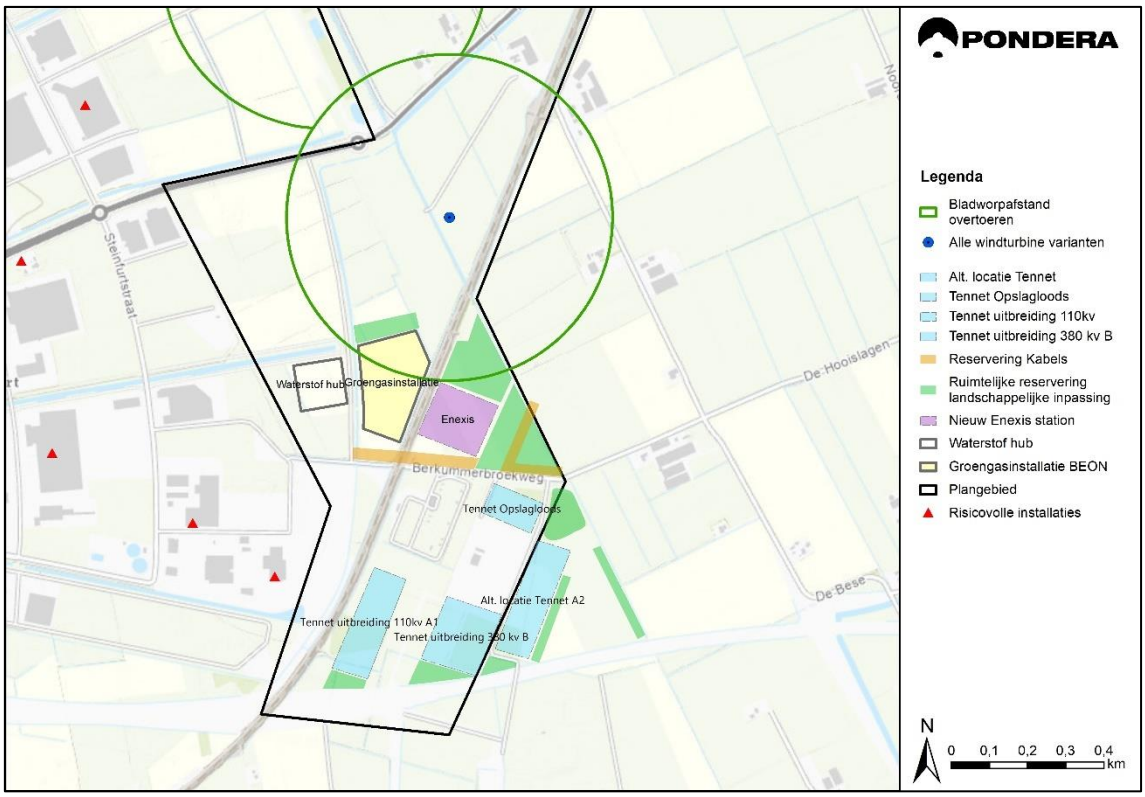
Figuur 4.14 Risicovolle installaties en bladworpafstand overtoeren



De bladworpafstand bij overtoeren van de meest zuidoostelijke windturbines van variant 2, 7 en 8 overlapt met de toekomstige ontwikkelingen van het Energiecluster, te weten het aangewezen gebied voor de BEON groengasinstallatie (zie Figuur 4.15). Mochten de plannen voor het Energiecluster concreter worden, dan zal er voor de groengasinstallatie een trefkansanalyse moeten worden uitgevoerd om het toegevoegde risico te bepalen. Eventueel kan er rekening worden gehouden met de exacte invulling van het gebied door de risicovolle installaties met gevaarlijke stoffen buiten de bladworpafstand bij overtoeren te plaatsen.

[29] www.risicokaart.nl

Figuur 4.15 Energiecluster en bladworpafstand overtoeren



4.4.4 Effecten op uitbreidingsvarianten Hessenpoort

Er wordt ervan uitgegaan dat er geen risicovolle installaties of transport van gevaarlijke stoffen plaats zal vinden op de uitbreidingsvarianten van Hessenpoort. Hoofdzakelijk wordt gekeken naar de beperkingen die de varianten van Tolhuislanden opleggen voor het plaatsen van bedrijfsgebouwen en kantoorruimtes in de uitbreidingsvarianten van Hessenpoort. Bovendien wordt aandacht besteedt aan de effecten van de varianten op de eventuele aanleg van de spoorterminal per uitbreidingsvariant van Hessenpoort.

(Beperkt) kwetsbare objecten

Binnen de PR 1E-06 contouren is het niet toegestaan om kwetsbare objecten te plaatsen. Kwetsbare objecten zijn woningen, zorginstellingen of scholen, maar ook kantoorgebouwen met een vloeroppervlak groten dan 1.500 m^2. Er zullen naar verwachting geen woningen, zorginstellingen of scholen worden gebouwd binnen uitbreiding Hessenpoort. Binnen de PR 1E-05 contouren is het niet toegestaan om beperkt kwetsbare objecten te plaatsen, hieronder vallen bedrijfswoningen en kantoorgebouwen met een vloeroppervlak kleiner dan 1.500 m^2.

Tabel 4.17 laat de overlap zien van de PR 1E-06 en PR 1E-05 van de verschillende varianten van Tolhuislanden op de kavels van de uitbreidingsvarianten van Hessenpoort. Figuur 4.16 t/m Figuur 4.19 geeft deze overlap ook weer.

Variant 3 heeft geen impact of de mogelijkheden voor het plaatsen van kantoor- en bedrijfsgebouwen op de verschillende uitbreidingsvarianten van Hessenpoort. Variant 2 en variant 6 hebben een zeer beperkte impact op alle uitbreidingsvarianten.

Variant 7 en 8 hebben een grotere impact op het plaatsen van kwetsbare objecten (kantoorgebouwen met een vloeroppervlak groter dan 1.500 m^2) binnen uitbreidingsvarianten Hessenpoort V1, Hessenpoort V2 en de combinatievariant. Beperkt kwetsbare objecten (kantoorgebouwen met vloeroppervlak kleiner dan 1.500 m^2) kunnen nagenoeg overal nog worden geplaatst in alle uitbreidingsvarianten. Tot slot hebben de varianten van Tolhuislanden een zeer beperkte impact op uitbreidingsvariant de Bese gezien de ligging ten zuidoosten van de windturbines.

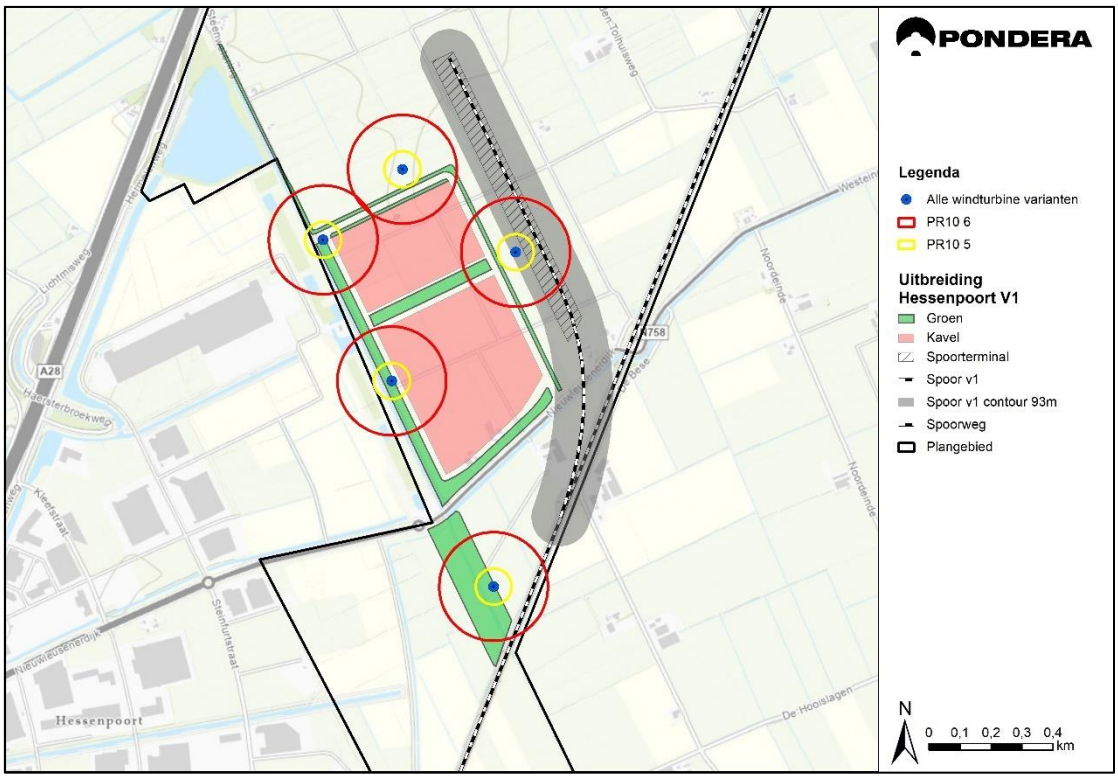
Tabel 4.17 Overlap PR contouren varianten met kavels uitbreidingsvarianten in hectare

Uitbreidings-Variant	PR contour	Variant 2	Variant 3	Variant 6	Variant 7	Variant 8
Hessenpoort V1	PR 1E-06	0	0	1,4	6,4	5,6
	PR 1E-05	0	0	0	0,3	0,3
Hessenpoort V2	PR 1E-06	0	0	1,4	5,5	3,9
	PR 1E-05	0	0	0	0	0
De Bese	PR 1E-06	0,6	0	0	0,6	0,6
	PR 1E-05	0	0	0	0	0
Combinatie	PR 1E-06	2,9	0	0,4	8,3	8,3
	PR 1E-05	0,5	0	0	0,8	0,8

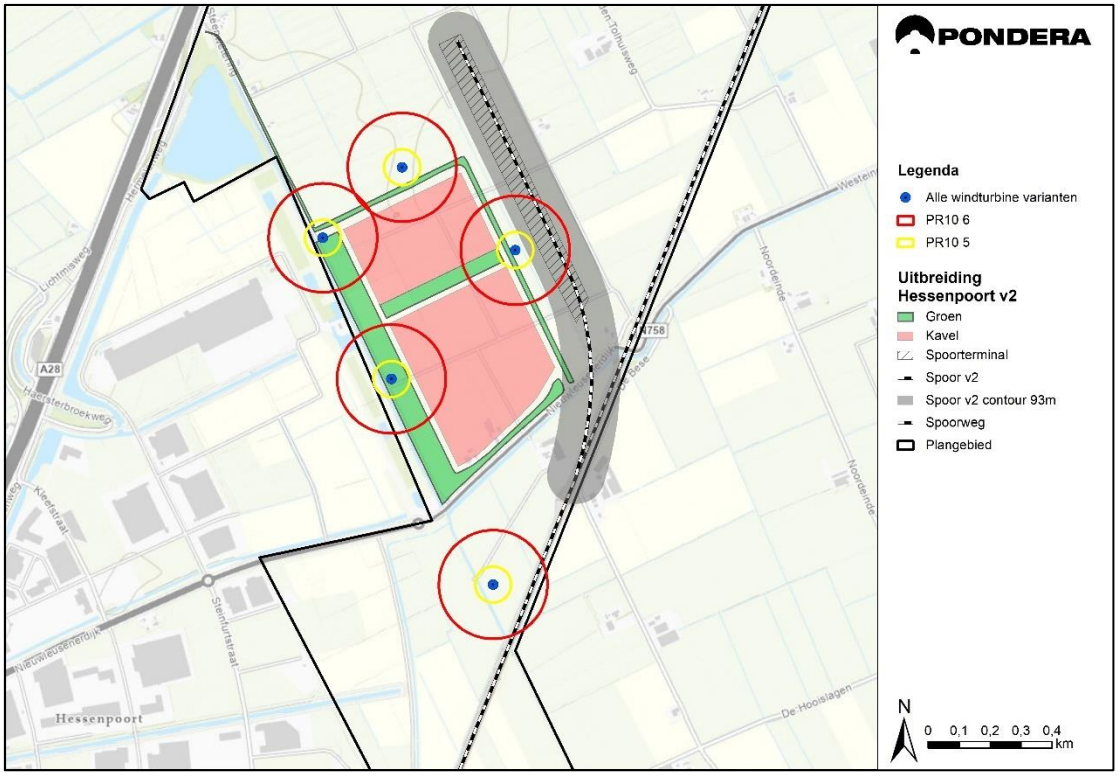
Spoorterminal

Figuur 4.16 t/m Figuur 4.19 laat ook de spoorweg en terminal zien. Rondom de aan te leggen spoorlijn is een contour getrokken van 93 meter (zie Tabel 4.10). De figuren laten zien dat alleen de meest oostelijke windturbine van variant 7 overlapt met de contour rondom de aan te leggen spoorweg. De exacte effecten van deze windturbine op de veiligheid van het spoor en de spoorterminal zal in een later stadium moeten worden onderzocht. Hiervoor is ook inzicht nodig in het aantal personen wat aanwezig is in en rondom de spoorterminal en het eventuele transport van gevaarlijke stoffen.

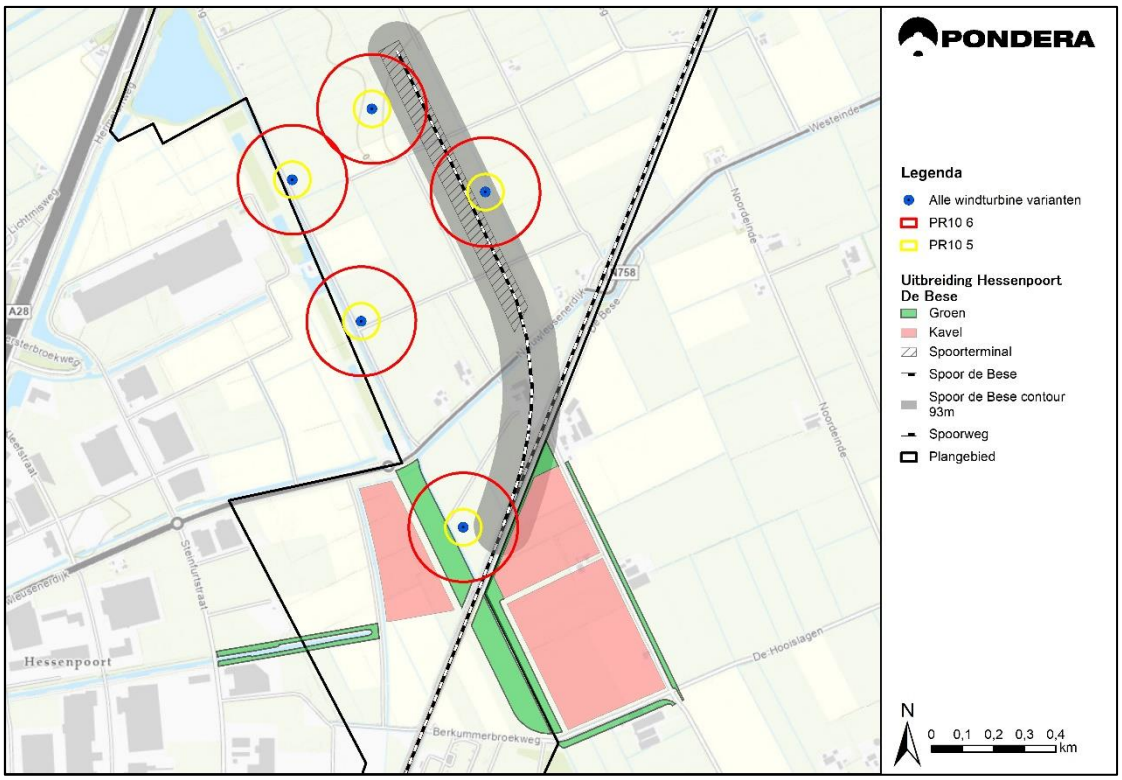
Figuur 4.16 Externe veiligheid uitbreidingsvariant Hessenpoort V1



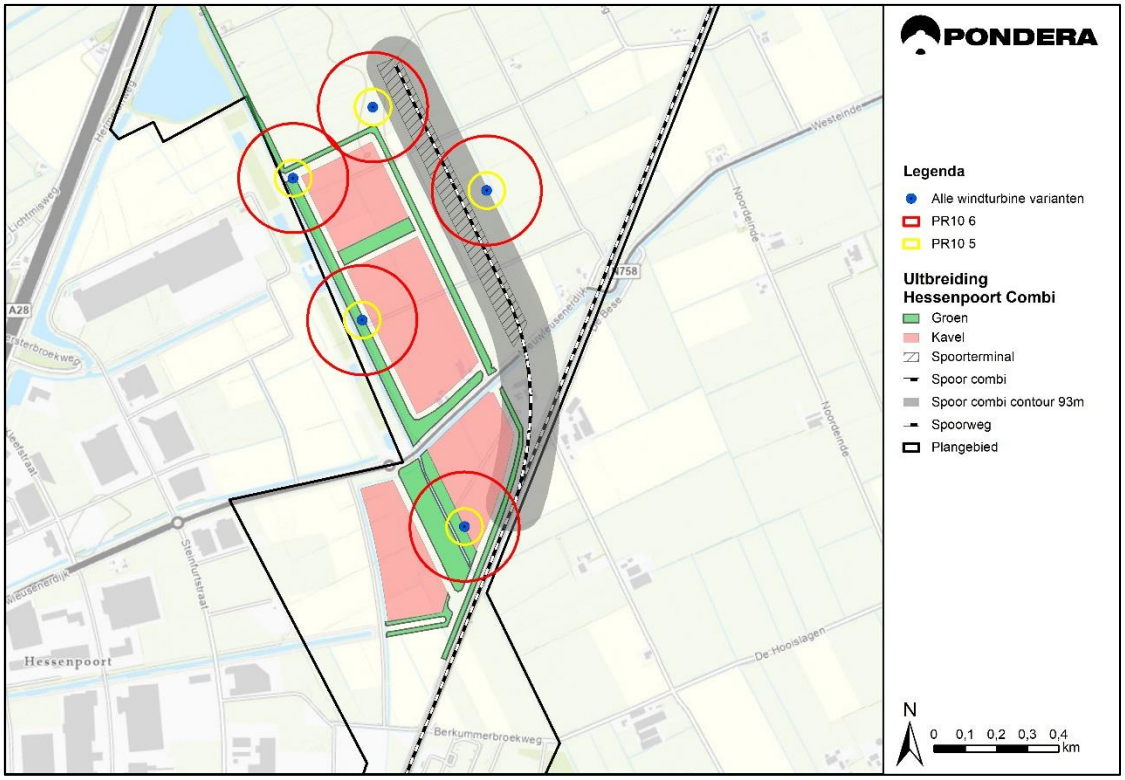
Figuur 4.17 Externe veiligheid uitbreidingsvariant Hessenpoort V2



Figuur 4.18 Externe veiligheid uitbreidingsvariant de Bese



Figuur 4.19 Externe veiligheid uitbreidingsvariant combinatie



4.4.5 Conclusies

De effectscores van de verschillende varianten op het deelaspect externe veiligheid zijn weergegeven in onderstaande tabel. Alle varianten scoren neutraal (score is 0). Er vallen geen bestaande (beperkt) kwetsbare objecten, infrastructuurnetwerken of risicovolle installaties binnen de bepaalde toetsafstanden. Een aandachtspunt zijn de effecten van varianten 7 en 8 op toekomstige ontwikkelingen binnen het bestemde bedrijventerrein Hessenpoort en de toekomstige ontwikkelingen omtrent het Energiecluster, met name het effect van het zonnepark van variant 8 op de groengasinstallatie.

Tabel 4.18 Effectscores externe veiligheid

Variant	**2**	**3**	**6**	**7**	**8**
Score	0	0	0	0	0

4.5 Ecologie

Op dit moment lopen er verschillende veldwerk onderzoeken naar de aanwezigheid van vogels, vleermuizen en overige soorten in het plangebied. Het veldwerkonderzoek loopt door tot begin zomer. Op basis van de uitkomsten van het veldwerk zal er een natuurtoets worden opgesteld waarin de effecten worden beschreven en getoetst aan de Wet natuurbescherming. Om in dit variantenonderzoek al duiding te geven aan de potentiële effecten van de verschillende varianten op natuurwaarden heeft er al wel een tussentijdse ecologische analyse plaatsgevonden (zie bijlage 6). In deze ecologische analyse zijn de (voorlopige) effecten inzichtelijk gemaakt o.b.v. het reeds uitgevoerde veldwerk (najaar 2021) en bestaande gegevens en data over aanwezige natuurwaarden.

Windenergie

Vogels

Ongeveer twee derde van de waargenomen vogels in het plangebied bestaat uit vijf soorten: Spreeuw, Kauw, Kolgans, Kokmeeuw en Stormmeeuw. De Kolgans is een kwalificerende soort voor het nabij gelegen Natura 2000-gebied Zwarte Water en Vecht; de andere genoemde soorten zijn dat niet. Deze soorten zijn echter wel van belang in het kader van de soortbeschermingscomponent van de Wet natuurbescherming. De meeste vogels zijn waargenomen in het zuidelijke deel van het plangebied (waaronder ook de Kolgans). Bovendien blijkt uit de waarnemingen dat, in het vergelijking tot het noordelijke deel, een groter deel van de vogels in het zuidelijke deel van het plangebied ter hoogte van de rotorzone van de windturbines vlogen. Dit gaat dan met name om ganzen, meeuwen en steltlopers. Mede vanwege het grotere aantal windturbines in het zuidelijk deel van het plangebied zijn de te verwachten aanvaringsslachtoffers onder vogels groter voor variant 7 en 8 vergeleken met de overige varianten.

Voor de Kolgans zal in de natuurtoets moeten worden gekeken of de waargenomen Kolganzen tot de Natura 2000-populatie behoren en of de aanvaringsslachtoffers onder deze soort kunnen leiden tot een effect op de instandhoudingsdoelstellingen van dit Natura 2000-gebied. Met behulp van een aanvaringsmodel kunnen de risico’s nader worden gekwantificeerd.

Vleermuizen

Tijdens de veldonderzoeken zijn zes soorten vleermuizen waargenomen, namelijk Watervleermuis, Laatvlieger, Rosse vleermuis, Gewone grootoorvleermuis, Gewone dwergvleermuis en Ruige dwergvleermuis. De soorten zijn vooral aangetroffen rondom boerderijen en huizen, watergangen, langs kleine bosjes en singels. Het zwaartepunt van de verspreiding ligt meer in het zuidelijk deel van het gebied. De meeste van deze soorten vliegen doorgaans op lagere hoogte dan de rotorzone. Daarentegen vliegen Ruige dwergvleermuis en Rosse vleermuis vaak op grotere hoogte, waardoor de kans op aanvaring met windturbines relatief hoog is en deze soorten in verhouding vaak als aanvaringslachtoffer worden aangetroffen. Deze soorten worden vooral aangetroffen in het zuidelijk deel van het onderzoeksgebied en minder frequent in het noordelijk deel. Mede vanwege het grotere aantal windturbines in het zuidelijk deel van het plangebied zijn de te verwachten aanvaringsslachtoffers onder vleermuizen groter voor variant 7 en 8 vergeleken met de overige varianten.

Mortaliteit onder vleermuizen valt goed en effectief te mitigeren door middel van een stilstandvoorziening, waarbij de cut-in speed wordt verhoogd zodat slechts weinig vliegbewegingen plaatsvinden bij windsnelheden waarbij de turbines operationeel zijn. Dit kan leiden tot een aanzienlijke reductie in mortaliteit.

Weidevogels

Het open agrarische land in Tolhuislanden is van belang voor diverse soorten weidevogels en weidezangvogels die in graslanden van het onderzoeksgebied broeden. Het gaat hierbij met name om de Kievit, Scholekster, Grutto, Tureluur en Wulp. Voor weidevogels is, naast mortaliteit door aanvaringsslachtoffers, de verstorende werking van windturbines een belangrijk aspect. De mate van verstoring hangt samen met de hoogte van de turbines, het geluid en de bewegende rotorbladen. Soorten als Scholekster en Kievit zijn minder verstoringsgevoelig dan bijvoorbeeld Grutto, Tureluur en Wulp.

De potentiële effecten van de windturbines op de weidevogels zijn bepaald aan de hand van een ruimtelijke analyse in GIS op basis van verstoringsafstanden en data m.b.t. de broedlocaties en territoria van weidevogels. De gegevens van de weidevogels betreffen een integrale weidevogelkartering die in 2020 in opdracht van de provincie Overijssel is uitgevoerd. In de analyse is uit gegaan van een verstoringsafstand van 200 meter voor Kievit en Scholekster en 400 m voor Grutto, Tureluur en Wulp.

Uit de analyse blijkt dat de meest verstoorde weidevogels vallen onder de Grutto en de Kievit. De aantallen verstoorde territoria in de varianten 3, 6 en 7 ontlopen elkaar weinig. Wel verschillen de verhoudingen tussen de soorten, waarbij variant 3 vooral van invloed is op de Grutto's die in deze omgeving broeden. Binnen het Nederlandse weidevogelbeleid ligt de aandacht vooral op de steltlopers onder de weidevogels, waarbij de Grutto veelal als gidssoort wordt aangemerkt. Deze soort is kritisch ten aanzien van habitat en inrichting van landschap en is de laatste jaren sterk achteruitgegaan. Varianten 2 en 8 lijken voor deze soort (en overige weidevogels) het gunstigste uit te pakken. Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat voor variant 7 en 8 van een deel van de verstoorde oppervlakte (meest zuidelijke windturbines) geen weidevogelgegevens beschikbaar zijn. Deze worden in het voorjaar van 2022 verzameld.

Zonnevelden

Voor zonnevelden is gekeken naar de potentiële verlies van leef- en foerageergebied van herbivore watervogels. Variant 3 heeft geen zonnevelden, dus ook geen impact op leef- en foerageergebied. Variant 2 ligt relatief ver van het Natura 2000-gebied en de zonnevelden zijn voorzien pal naast de spoorlijn. Het is niet waarschijnlijk naar er door de watervogels veel gebruikt wordt gemaakt van dit stuk grasland. Varianten 6, 7 en 8 hebben een grotere impact door de ligging in het zuidelijk gedeelte van het plangebied en hogere aanwezigheid van watervogels. Variant 7 en 8 hebben in potentie een grotere impact, vanwege het grotere oppervlak aan zonnevelden.

Naar verwachting zal de verstoring vanuit een zonnepark op weidevogels beperkter zijn gezien de hoogte van het park (max 2 m), in vergelijking tot verstoring van de windturbines. De aanwezigheid van de weidevogels ter hoogte van de zonneparken van alle varianten zijn relatief beperkt. De hoogste intensiteit aan weidevogels is in het midden van het gebied. De zonnevelden van varianten 2 en 7 zullen de meeste impact hebben op de weidevogels, gezien de omvang en ligging.

Gezien de ligging van de zonnevelden zal het verlies aan foerageergebied van vleermuizen naar verwachting beperkt zijn en is in de omgeving voldoende alternatief aanwezig.

Tabel 4.19 Samenvatting beoordeling ecologie

	Variant 2	Variant 3	Variant 6	Variant 7	Variant 8
Windturbines					
Vogels	0/-	0/-	0/-	-	-
Vleermuizen	0/-	0/-	0/-	-	-
Weidevogels	0/-	--	-	-	0/-
Zonnevelden	0	0	0/-	-	-

4.6 Landschap

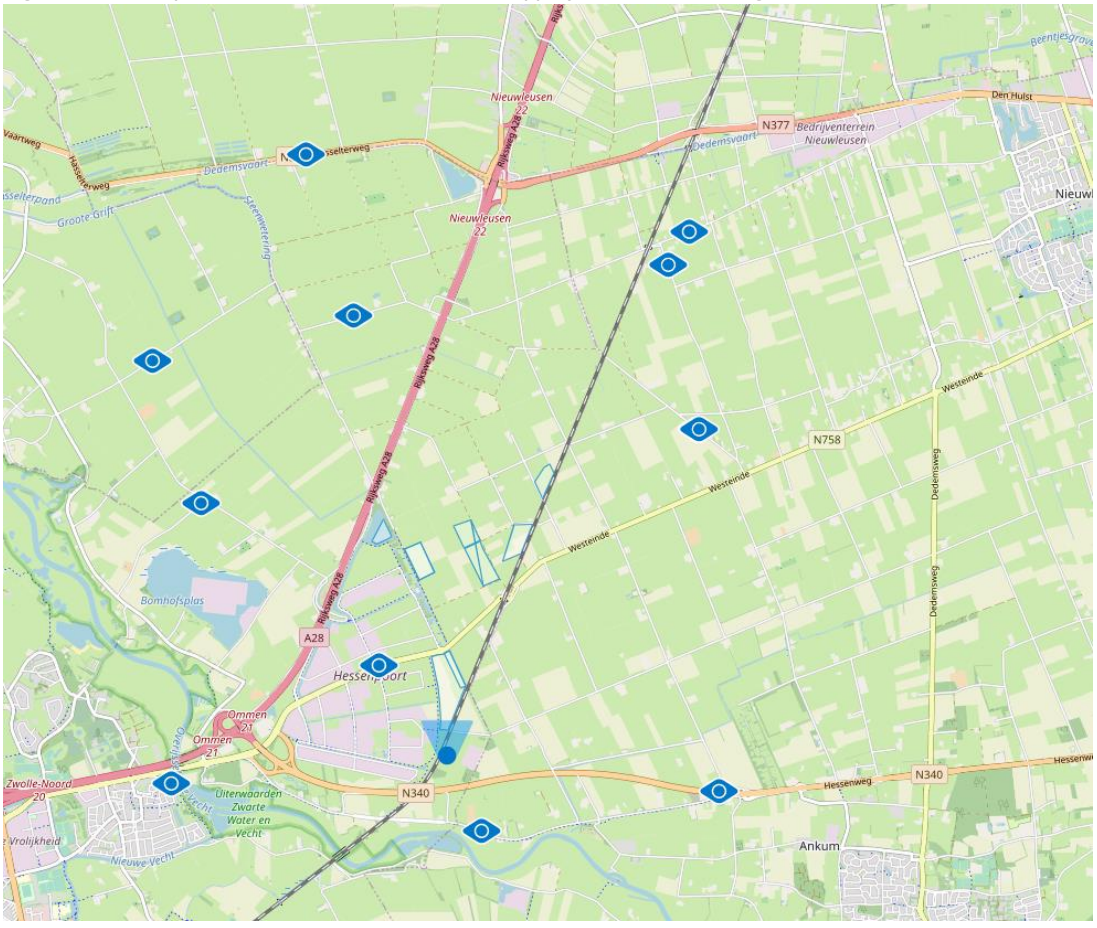
4.6.1 Inleiding en uitgangspunten effectbeoordeling

Landschap heeft betrekking op de onderlinge samenhang tussen de elementen in een bepaald gebied en op de samenhang tussen een gebied en het gebruik daarvan. Landschap heeft ook te maken met de afleesbaarheid van die samenhang (het beeld). Landschap bestaat bij de gratie van waarneming en beleving door mensen én bij de gratie van verandering door de tijd (dagen, seizoenen, jaren). Landschap is geen statisch begrip. De effectbeoordeling voor landschap vindt plaats aan de hand van de methodiek waarbij de waarnemer centraal wordt gesteld en waarbij standpunten, schaalniveaus en beoordelingscriteria worden gehanteerd.

Standpunten

Met betrekking tot de keuze voor standpunten waarvandaan de effectbeoordeling wordt gedaan, wordt uitgegaan van de waarneming door mensen vanaf die punten. Uitgangspunt daarbij is dat punten waarvandaan meer waarnemingen plaatsvinden (plekken waar (veel) mensen wonen of verblijven, dan wel plekken waar veel mensen langs komen (wegen en routes)) relevanter zijn, dan plekken waarvandaan minder waarnemingen plaatsvinden. Bij deze effectbeoordeling is gebruik gemaakt van het programma Windplanner. Daarin zijn de verschillende varianten driedimensionaal uitgewerkt en zijn verschillende standpunten ingenomen (verspreid over meerdere schaalniveaus, zie volgende alinea).

Figuur 4.20 Standpunten ten behoeve van de landschappelijke effectbeoordeling



Bron: Pondera / Windplanner

Bij de effectbeoordeling zijn de varianten vanuit de standpunten beoordeeld die in de voorgaande Figuur 4.20 zijn gepresenteerd. In dit hoofdstuk zijn ter illustratie meerdere uitsneden vanaf deze standpunten opgenomen, om de effectbeoordeling zodoende toe te lichten. De standpunten zijn zodanig gekozen dat zij representatief zijn voor een groot deel van de standpunten waarvandaan de verschillende varianten waarneembaar zullen zijn.

Er zijn geen standpunten in deze effectbeoordeling opgenomen binnen het plangebied. Belangrijkste reden hiervoor is de grote verspreiding van windturbines en zonnevelden van de varianten, waardoor de windturbines en zonnevelden vanaf standpunten binnen het plangebied erg verschillend in beeld komen, waardoor de onderlinge vergelijking van de varianten lastig wordt. Wel zijn er ter indicatie visualisaties van 2 standpunten binnen het plangebied opgenomen in bijlage 7 (visualisatiedocument).

De belangrijkste redenen om net buiten en niet binnen het plangebied standpunten in te nemen voor visualisaties zijn de grote verspreiding over het plangebied van de verschillende varianten en hun componenten (windturbines en zonnevelden), het beperkte aantal plekken van bewoning binnen het plangebied en de beperkte aanwezigheid van openbare routes door het plangebied (uitzondering zijn de Nieuwendijk en Westeinde). Dit maakt dat het aantal waarnemingen binnen het plangebied beperkt is ten opzichte van het aantal waarnemingen vanuit de omgeving van het plangebied.

Schaalniveaus

De effectbeoordeling voor landschap vindt plaats op meerdere schaalniveaus. Dit gebeurt omdat het effect op landschap op verschillende afstanden verschillend kan zijn. Zo kan een bepaalde variant op een hoger schaalniveau bijvoorbeeld een positief effect sorteren en op een lager schaalniveau een negatief effect. De begrenzing van de schaalniveaus hangt samen met de waarnemer en de afstanden waarop deze bepaalde zaken nog wel of nauwelijks meer kan waarnemen. De begrenzing hangt ook samen met de (aard van de) locatie en met duidelijk af te bakenen landschappelijke eenheden.

Voor deze effectbeoordeling zijn de volgende schaalniveaus aangehouden:

- Het plangebied en zijn ruimere omgeving (> 5 tot circa 1,0 km afstand tot het plangebied);
- Het plangebied en zijn directe omgeving (circa 1,0 tot 0,0 km afstand tot het plangebied);
- Het plangebied zelf (binnen het plangebied).

Beoordelingscriteria

Afhankelijk van de landschappelijke kenmerken van het gebied en haar (ruime) omgeving worden verschillende criteria gehanteerd om de varianten op zijn landschappelijke effecten te kunnen beoordelen. In de effectbeoordeling worden wind- en zonne-energie apart beoordeeld op hun eigen criteria. Vervolgens wordt ingegaan op het totale effect van beide componenten samen.

De beoordelingscriteria die bij de effectbeoordeling van wind- en zonne-energie zijn gehanteerd worden hieronder kort toegelicht. Voor windenergie zijn alle drie bovengenoemde schaalniveaus relevant, voor zonne-energie geldt dat zonnevelden op het middelste en het laagste schaalniveau een landschappelijk effect hebben. De effectbeoordeling zelf vindt plaats ten opzichte van de referentiesituatie en is voor alle criteria kwalitatief. De beoordeling is uiteindelijk per criterium en per schaalniveau gescoord. De mogelijke effectscores voor het thema Landschap zijn iets uitgebreid ten opzichte van de effectscores uit Tabel 3.2 (ook positief tot zeer positief (+/++) en negatief tot zeer negatief (-/--) mogelijk). Dit is met name gedaan om extra nuance aan te kunnen brengen en om de schijn te voorkomen van duidelijk waarneembare verschillen tussen de varianten.

Beoordelingscriteria windenergie

1. Aansluiting bij en invloed op de landschappelijke structuur (kernkwaliteiten)

Naarmate een windopstelling beter aansluit bij de bestaande landschappelijke structuur wordt dit positiever beoordeeld dan wanneer deze daar minder goed bij aansluit. Die structuur wordt beschreven in de referentiesituatie en bestaat onder meer uit een beschrijving van de maat, schaal en inrichting, voorkomende verkavelingsrichtingen, begrenzingen van ruimten en de in het gebied voorkomende infrastructuur en andere bebouwings- of landschapselementen.

2. herkenbaarheid optelling (als geheel)

Is een windopstelling herkenbaar als zelfstandige én samenhangende opstelling, dan is de beoordeling neutraal tot positief. Naarmate een windopstelling minder als zelfstandige, samenhangende opstelling herkenbaar is, is de beoordeling negatiever.

3. Interferentie (van de opstelling) met andere windinitiatieven of andere hoge elementen

Interferentie met andere windopstellingen of hoge landschapselementen betreft het ‘lijken over te lopen’ van de opstelling ín die andere opstellingen of elementen. De vuistregel bij dit criterium is dat grotere interferentie negatiever wordt beoordeeld dan kleinere. Is er geen sprake van interferentie dan is de beoordeling neutraal.

4. Invloed op de visuele rust

Dit criterium heeft betrekking op de waarneembare beweging van de rotoren. Hierbij wordt de volgende regel gehanteerd: hoe meer rotoren en/of hoe groter de draaisnelheden en/of hoe meer verschillende draaisnelheden, hoe groter het effect op de visuele rust. Dit effect wordt normaliter alleen neutraal tot (zeer) negatief beoordeeld en neemt toe naarmate de afstand tot de opstelling kleiner wordt, tenzij er sprake is van een combinatie van opschalen en saneren waardoor het effect ten opzichte van de referentiesituatie ook positief kan uitpakken (bij de voorgenomen ontwikkeling van Tolhuislanden is dit echter niet het geval). Invloed op de (visuele) rust wordt in deze situatie dan ook alleen neutraal (nauwelijks tot geen verstoring) tot (zeer) negatief (een (zeer) ernstige verstoring van de visuele rust) beoordeeld.

Het aantal turbines is op dit criterium van invloed (hoe meer, hoe groter de verstoring van de visuele rust) en ook de rotordiameter is van invloed (hoe kleiner de rotordiameter, hoe groter de draaisnelheid en dus hoe groter de verstoring van de visuele rust). Tot slot geldt hoe meer verschillende typen turbines met verschillende rotordiameters, hoe negatiever het effect. Bij dit initiatief is per variant echter sprake van telkens dezelfde turbines met gelijke afmetingen.

5. Invloed op de openheid

Het criterium (invloed op de) openheid heeft betrekking op de ‘vulling’ van het beeld dat de waarnemer heeft. In de regel wordt hierbij aangehouden dat naarmate een windopstelling het beeld minder vult en daarmee de openheid of weidsheid minder aantast, deze minder negatief wordt beoordeeld dan een opstelling die het beeld meer vult. Vooral het aantal turbines is hierbij van belang. Voor dit criterium geldt dat op grote afstand (5 kilometer en meer) het effect over het algemeen (zeer) gering is, ook al omdat windturbines op deze afstand en in deze specifieke landschappelijke context (zie beschrijving referentiesituatie) alleen bij helder weer goed zichtbaar zijn en de verticaliteit van de turbines op die afstand zeer gering is. Invloed op de openheid wordt alleen neutraal tot (zeer) negatief beoordeeld.

6. Zichtbaarheid

Het criterium zichtbaarheid heeft betrekking op de mate waarin een windopstelling voor een willekeurige waarnemer zichtbaar is. Hier wordt de volgende regel gehanteerd: hoe meer waarnemers de opstelling daadwerkelijk zien, hoe negatiever de beoordeling is. Dit effect kan zeer verschillend zijn op verschillende schaalniveaus. Als een variant zichtbaar is vanaf een standpunt of afstand waarvandaan relatief veel waarnemingen plaatsvinden scoort het negatiever dan wanneer van dat standpunt of die afstand minder waarnemingen plaatsvinden. Zichtbaarheid wordt alleen neutraal tot (zeer) negatief beoordeeld.

Voor de nachtsituatie geldt dat windturbines met een tiphoogte boven de 150 meter voorzien dienen te worden van obstakelverlichting. Geen verlichting scoort neutraal, de noodzaak tot toepassen van verlichting scoort negatiever. Voor alle varianten is de tiphoogte 250 meter en is obstakelverlichting verplicht.

Beoordelingscriteria voor zonne-energie

1. Aansluiting bij en invloed op de landschappelijke structuur (kernkwaliteiten)

Naarmate een zonneopstelling beter aansluit bij de bestaande landschappelijke structuur wordt dit positiever beoordeeld dan wanneer een zonneopstelling daar minder goed bij aansluit.

2. Kwaliteit van de opstelling (als geheel)

Is een zonneopstelling herkenbaar als zelfstandige én samenhangende opstelling, dan is de beoordeling neutraal tot positief. Naarmate een zonneopstelling minder als zelfstandige, samenhangende opstelling herkenbaar is, is de beoordeling negatiever.

3. Invloed op de openheid

Het criterium (invloed op de) openheid heeft betrekking op de ‘vulling’ van het beeld dat de waarnemer heeft. In de regel wordt hierbij aangehouden dat naarmate een zonneopstelling het beeld minder vult en daarmee de openheid of weidsheid minder aantast, deze minder negatief wordt beoordeeld dan een opstelling die dat beeld meer vult. Hoogte, dichtheid en afstand van de opstelling(-en) tot plekken van waarneming en totale oppervlak aan panelen zijn hierbij van belang. Voor dit criterium geldt dat met name aan de randen van het plangebied en de assen en plekken van waarneming daarbinnen dit effect plaats zal hebben. Invloed op de openheid wordt alleen neutraal (nauwelijks tot geen effect) tot (zeer) negatief beoordeeld ((zeer) ernstig effect).

4. Zichtbaarheid

Het criterium zichtbaarheid heeft betrekking op de mate waarin een (windturbine-)opstelling voor een willekeurige waarnemer zichtbaar is. Hier wordt de volgende regel gehanteerd: hoe meer waarnemers de (zonne-)opstellingen daadwerkelijk zien, hoe negatiever de beoordeling is. Dit effect kan zeer verschillend zijn op verschillende schaalniveaus. Als een variant zichtbaar is vanaf een standpunt of afstand waarvandaan relatief veel waarnemingen plaatsvinden scoort het negatiever dan wanneer van dat standpunt of die afstand minder waarnemingen plaatsvinden. Ook voor dit criterium geldt dat met name aan de randen van het plangebied en de assen en plekken van waarneming daarbinnen dit effect plaats zal hebben. En ook zichtbaarheid wordt alleen neutraal tot (zeer) negatief beoordeeld.

4.6.2 Effectbeoordeling

Voorafgaand aan de daadwerkelijke effectbeoordeling van de varianten (zie paragraaf 2.2) kan worden gesteld dat per criterium de verschillen in effect op landschap tussen de verschillende modellen en tussen

de verschillende schaalniveaus soms zeer gering zullen zijn. De mate waarin een effect uiteindelijk als negatief dan wel positief beoordeeld wordt, is gebaseerd op een gemiddelde voor het betreffende criterium op het betreffende schaalniveau. Lokaal kunnen effecten veel positiever of negatiever uitpakken. Daar waar dit relevant is wordt dat bij de effectbeoordeling benoemd.

Effectbeoordeling windenergie

Voor windenergie geldt dat alle drie de schaalniveaus relevant zijn.

Aansluiting bij en invloed op de landschappelijke structuur (kernkwaliteiten)

De varianten verschillen van elkaar in aantal turbines en in opstelling. De afmetingen van de turbines zijn in alle varianten gelijk. Op het hoogste schaalniveau is naar verwachting alleen de samenhang met grotere structuren zoals grote infrastructurele lijnen (de spoorlijn en de A28) of grotere bedrijventerreinen en hun randen ((de grens van bedrijventerrein Hessenpoort) waarneembaar, als die samenhang er tenminste is. Om die reden scoren variant 3, 7 en 8 (mogelijk waarneembare samenhang met de A28 (variant 3) en de rand van Hessenpoort (variant 7 en 8)) positiever dan variant 2 en 6 (vrijwel geen samenhang met de spoorlijn (variant 2) en de A28 (variant 6)) vanwege de verschillende en/of grote afstanden tot deze infrastructurele lijnen. Ook de zeer grote onderlinge afstand tussen de turbines van variant 2 speelt daarbij een rol. Steekproeven in Windplanner tonen aan dat deze samenhang op het hoogste schaalniveau in veel gevallen eerder wordt vermoed dan daadwerkelijk wordt waargenomen. Maar vanuit enkele punten is er toch sprake van een waarneembare samenhang bij variant 7 en 8 en is de beoordeling licht positief (0/+). Bij variant 3 is die niet of nauwelijks waarneembaar en is de beoordeling net als bij variant 2 en 6 neutraal (0, geen waarneembare samenhang).

Figuur 4.21 Variant 3, 6 en 8 vanaf de Veenenkampenweg (op 800 meter afstand van rand plangebied)



Bron: Windplanner

Op het middelste schaalniveau wordt de waarneembaarheid van aanwezige samenhang met (grotere) structuren en ook kleinere landschapselementen zoals verkavelingsrichtingen over de hele linie wat groter (positief effect). Voor variant 6 geldt op dit schaalniveau dat er enige samenhang lijkt te bestaan met de richting van de snelweg en de spoorlijn (licht positief, 0/+).

Voor variant 7 en 8 geldt dat de waarneembaarheid van samenhang ook op het laagste schaalniveau wat groter wordt. De samenhang met de rand van Hessenpoort is duidelijk te zien. Variant 8 wordt op dat niveau positiever beoordeeld (zeer positief, ++) dan variant 7 (positief tot zeer positief (+/++), omdat de meest oostelijke turbine van die variant toch enigszins 'uit de band springt'. Variant 3 en 6 scoren net als variant 2 op het laagste schaalniveau neutraal (0), omdat de samenhang met de A28 vanuit het plangebied nauwelijks meer waarneembaar is. De turbines lijken bij deze twee varianten min of meer vrij in de ruimte te staan.

Figuur 4.22 Variant 3, 6 en 8 gezien vanaf de A28 (aan de rand van het plangebied)



Herkenbaarheid van de opstelling (als geheel)

Voor variant 3 en 6 geldt dat zij als het ware een minimale lijnopstelling - een duo van twee gelijke turbines vormen. Het verschil in onderlinge afstand tussen beide varianten leidt tot een subtiel verschil in de beoordeling. Bij variant 2 geldt is er geen sprake van één herkenbare opstelling, de onderlinge afstand tussen de twee turbines is daarvoor te groot. Bij variant 7 is min of meer sprake van een cluster van vier, bestaande uit een lijn van drie turbines plus één lossere turbine. Bij variant 8 is sprake van een over het algemeen duidelijk waarneembare lijnopstelling van drie turbines (zie ter illustratie de printscreens van Figuur 4.21 en Figuur 4.22).

Op het hoogste schaalniveau wordt variant 2 op dit criterium (herkenbaarheid van de opstelling) negatief (-) beoordeeld, variant 6 neutraal, variant 3 en 7 licht positief (0/+) en variant 8 positief (+). Over het

algemeen kan worden gesteld dat de herkenbaarheid van de opstelling toeneemt bij variant 3, 6, 7 en 8 naarmate de afstand van de waarnemer tot de opstelling kleiner wordt. Bij variant 2 treedt in feite het omgekeerde effect op en neemt de herkenbaarheid steeds verder af. Het gaat hierbij steeds om lichte veranderingen (zie Tabel 4.20)

Figuur 4.23 Variant 6, 7 en 8 gezien vanaf de Nieuwleusenerdijk (aan de rand van het plangebied)



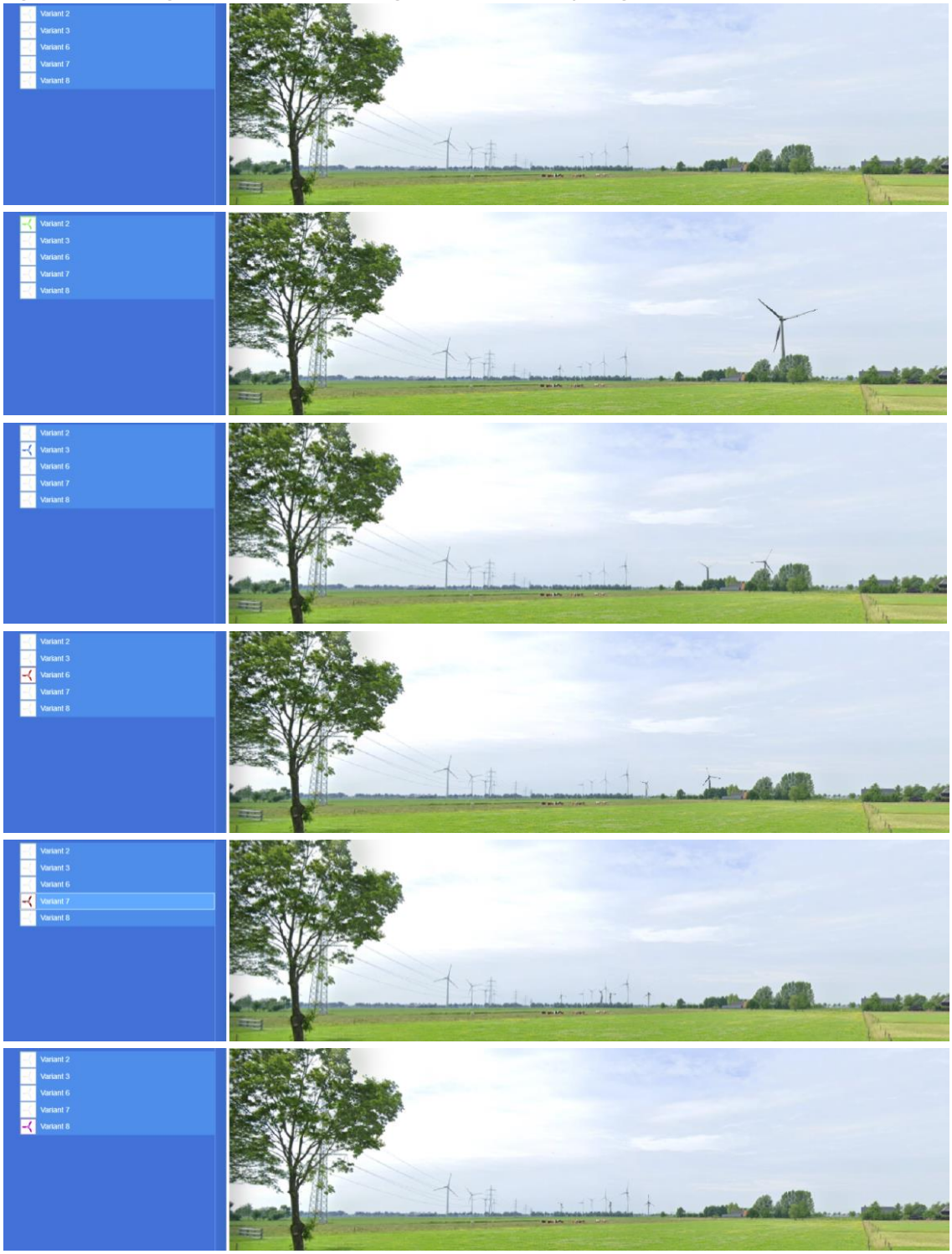
Interferentie (van de opstelling) met andere windinitiatieven of andere hoge elementen

Binnen Tolhuislanden zijn andere windinitiatieven en hoge elementen aanwezig en kan er interferentie optreden tussen de varianten en die andere windinitiatieven en hoge elementen. De afstand van de varianten tot de bestaande windturbines en hoogspanningslijnen is in combinatie met de onderlinge turbineafstanden binnen elke variant, een zeer bepalende factor als het om interferentie gaat. Zodra deze afstand afneemt tot minder dan enkele malen de onderlinge afstand tussen twee turbines onderling, kan er al sprake zijn van interferentie op alle drie de schaalniveaus. Die interferentie neemt over het algemeen af naarmate de afstand van de waarnemer tot de opstellingen kleiner wordt.

Vanuit meerdere standpunten in Windplanner valt te zien dat er bij alle varianten sprake is van interferentie (zie ter illustratie Figuur 4.25). Maar er zijn wel verschillen te zien die te herleiden zijn tot de onderlinge afstand tussen de nieuwe varianten en bestaande hoge elementen en bestaande windturbines. Dit leidt ertoe dat de varianten waar met name de afstand tot bestaande turbines groter is minder negatief scoren dan varianten waar die afstand kleiner is. Ook het aantal turbines per variant dat relatief dicht bij bestaande turbines staat, weegt mee. Variant 2, 3 en 7 worden op deze gronden op het hoogste schaalniveau negatief (-) beoordeeld, variant 6 en 8 licht negatief (-/0). Het verschil in effect tussen variant 7 en 8 kan worden verklaard uit de verschillen in het totale ruimtebeslag van beide varianten. Variant 7 betreft een groter, breder gebied dan variant 8 (een smalle lijn). Op het middelste en laagste schaalniveau

treden (zeer) lichte verbeteringen op ten aanzien van interferentie. Maar de verschillen tussen de schaalniveaus en tussen de varianten zijn zeer gering.

Figuur 4.24 De huidige situatie en alle varianten, gezien vanaf de Meentjesweg



Figuur 4.25 Voorbeelden van interferentie tussen turbines (Nieuwleusen) en hoogspanningslijnen



Invloed op de (visuele) rust

Het aantal turbines, de afstand tot de waarnemer en de zichtbaarheid (voor die waarnemer) zijn van doorslaggevend belang als het gaat om het criterium visuele rust. Het (negatieve) effect op de visuele rust neemt meestal toe naarmate die afstand kleiner wordt. Bij de beoordeling van dit criterium is het aantal turbines van doorslaggevend belang geweest. Om die reden zijn de varianten 2, 3, en 6 over de gehele linie iets minder negatief beoordeeld, dan variant 7 en 8 (zie Tabel 4.20). Hierin is per variant de afstand tot bestaande turbines met andere dimensies en derhalve ook andere draaisnelheden tevens meegewogen. Bij variant 2, 3 en 6 is die wat kleiner, dan bij 7 dan bij 8.

Invloed op openheid

De verschillende turbineposities per variant leiden tot verschillen in invloed op de openheid per variant. Die invloed neemt in deze landschappelijke context over het algemeen eerst iets toe en vervolgens weer iets af naar mate de afstand tot de waarnemer kleiner wordt. De varianten die meer in het open deel van het plangebied liggen (noordelijke helft) zijn over de gehele linie iets negatiever beoordeeld dan de varianten die meer in het wat besloten deel van het plangebied liggen. Dit komt mede doordat in het noordelijke deel al bestaande windturbines aanwezig zijn (cumulerend effect). Het aantal turbines lijkt na bestudering van vele steekproeven in Windplanner minder van belang te zijn. Variant 8 lijkt over het algemeen iets minder negatief uit te pakken, omdat deze variant pal langs de dichte rand van Hessenpoort ligt. Ook voor dit criterium geldt echter dat de verschillen tussen de varianten en de schaalniveaus erg klein zijn.

Zichtbaarheid

Ten aanzien van dit criterium geldt met name dat de aantallen windturbines en de verspreiding daarvan over het plangebied de zichtbaarheid van de windopstellingen beïnvloeden. Bij bestudering van de driedimensionale modellen blijkt dat de zichtbaarheid direct rond het plangebied wat groter is dan daarbinnen én op grotere afstand. De invloed van individuele landschapselementen zoals bomen en gebouwen speelt zowel op de kortere als op de langere afstanden een rol. Opnieuw zijn de verschillen tussen de varianten gering.

Tabel 4.20 Beoordelingscriteria landschap wind: drie schaalniveaus en samenvattende beoordeling

Wind /schaalniveau	**>5-1 km**					**1-0 km**					**plangebied**					**samenvatting**				
Variant	2	3	6	7	8	2	3	6	7	8	2	3	6	7	8	2	3	6	7	8
Aansl./invl. lands.struct.	0	0	0	0/+	0/+	0	0/+	0/+	+	+	0	0	0	+/++	++	0	0	0	+	+
Herkenbaarh. opstelling	-	0/+	0	0/+	+	--/-	+	0/+	+	++	--	+/++	+	+/++	++	--/-	+	0/+	+	++
Interf. hoge elem./turb.	-	-	-/0	-	-/0	-	-/0	0	-	-/0	-/0	0	0	-/0	-/0	-	-/0	0	-	-/0
Invloed (visuele) rust	-/0	-/0	-/0	--/-	--/-	-	-	-	--/-	--/-	-	-	-	--/-	--/-	-	-	-	--/-	--/-
Invloed openheid	-/0	-/0	-/0	-/0	0	-/0	-	-	-	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	0	-/0	-/0	-/0	-/0	0
Zichtbaarheid	-/0	-/0	-/0	-	-	-	-	-	--	--/-	-	-	-	-	-	-	-	-	--/-	-

Tabel 4.20 toont de effectbeoordeling voor windenergie voor de vijf varianten. Met betrekking tot wind is variant 2 het meest negatief beoordeeld, dan 7, dan 3 en 6 en dan 8.

Effectbeoordeling zonne-energie

Voor zonne-energie geldt dat alleen de laagste twee schaalniveaus relevant zijn. De ingrepen maatregelen met betrekking tot zonne-energie zijn namelijk alleen op die schaalniveaus waarneembaar, niet op het hoogste schaalniveau. Uit de effectbeoordeling blijkt er voor alle criteria voor zonne-energie vrijwel geen verschil te zijn per variant tussen de beoordeling op het middelste en die op het laagste schaalniveau.

Aansluiting bij en invloed op de landschappelijke structuur (kernkwaliteiten)

Wat betreft de aansluiting op de landschappelijke structuur is met name gekeken in hoeverre de zonnevelden per variant aansluiten op (grotere) landschapsstructuren zoals de infrastructurele lijnen, maar ook op kavelmaten, -vormen en -richtingen. In variant 2 is gekozen voor twee relatief smalle zonnevelden, die geënt zijn op de spoorlijn. De verkavelingsrichting van deze percelen is niet erg gunstig wat betreft oriëntatie op de zon, hetgeen zal betekenen dat bij het uitwerken van deze zonnevelden al gauw ofwel te grote hoekverdraaiingen ten opzichte van de zon ontstaan, ofwel overhoeken en niet samenhangende richtingen ontstaan (zonopstellingen versus kavelrichtingen). Dat laatste geldt in feite ook voor variant 6 en 7, zij het dat die iets minder ongunstig zijn. Bij ontwikkeling van zonnepanelen op water (variant 6), is dit verschil minder relevant. Bij variant 8 liggen nog de beste mogelijkheden om gebiedsrichtingen aan te houden voor de oriëntatie van de zonopstellingen. Bovendien wordt in die variant als het ware een restruimte vrij volledig opgevuld waardoor nieuwe samenhang kan ontstaan.

Afhankelijk van de inpassingsmaatregelen rond de beoogde zonnevelden, zal het effect op de landschappelijke structuur in meer of in mindere mate waarneembaar zijn. Op basis van de plattegronden van de verschillende varianten en steekproeven in Windplanner en Streetview is de volgende beoordeling tot stand gekomen. Op het middelste schaalniveau worden variant 2 en 6 gelijk beoordeeld als licht negatief (-/0). Variant 7 wordt negatief (-) beoordeeld, variant 8 als positief (+). Op het laagste schaalniveau scoren de varianten min of meer hetzelfde als op het middelste schaalniveau.

Kwaliteit van de opstelling (als geheel)

Wat betreft de kwaliteit van de opstelling zijn de varianten vooral beoordeeld op de samenhang van de verschillende zonnevelden per variant. Variant 8 is daarbij het hoogst beoordeeld, omdat daar in feite sprake is van één groot aaneengesloten zonnepark dat een eigen kwaliteit kan krijgen (positief effect, +). Variant 7 is negatief (-) beoordeeld op beide schaalniveaus, vanwege het onsamenhangende karakter van het geheel. Variant 2 en 6 scoren min of meer gelijk, variant 6 kent wat meer interne samenhang dan

variant 2. Ze zijn om die reden respectievelijk neutraal (0) en licht negatief (-/0) beoordeeld, op beide schaalniveaus.

Invloed op de openheid

De invloed op de openheid wordt bepaald door een combinatie van oppervlakte zonnepanelen, hoogte van de opstellingen en ook zichtbaarheid daarvan (in relatie tot de landschappelijke context). Het oppervlak is per variant verschillend, de ligging (meer in de openheid of meer langs een besloten rand) ook. Variant 7 en 8 scoren voor dit criterium vooral op het laagste schaalniveau negatiever (negatief) dan variant 2 en 6 (beide licht negatief), omdat de zonnevelden van variant 7 en 8 meer in open gebied liggen dan de zonnevelden van varianten 2 en 6. Echter, de zonnevelden van alle varianten liggen niet in het midden van het plangebied, waardoor het weidse open gebied van Tolhuislanden grotendeels in stand blijft.

Zichtbaarheid

De zichtbaarheid van de zonopstellingen verschilt nogal tussen de varianten. Dit heeft vooral met hun ligging ten opzichte van routes van waarneming en hun verspreiding te maken. Variant 2 ligt aan de spoorlijn (als belevingsas), variant 6 ligt zeer in de luwte (de plas is vanaf de snelweg nauwelijks zichtbaar en hetzelfde geldt voor het veld ten oosten van Hessenpoort), variant 7 en vooral 8 liggen veel prominenter in het zicht (vooral vanaf de Nieuwleusenerdijk). In de beoordeling geldt: hoe meer in het zicht, hoe negatiever de beoordeling.

Figuur 4.26 Zicht op de locatie van variant 8, gezien vanaf de Nieuwleusenerdijk



Bron: Streetview

Onderstaande tabel toont de totale beoordeling van de zoncomponent van de varianten. Met betrekking tot zonne-energie is variant 7 veruit het meest negatief beoordeeld. Variant 2, 6 en 8 liggen wat dichter bij elkaar. Van deze drie wordt variant 6 het meest negatief beoordeeld, dan variant 2, dan variant 8.

Tabel 4.21 Beoordelingscriteria landschap zon: twee schaalniveaus en samenvattende beoordeling

Zon /schaalniveau	**1-0 km**					**plangebied**					**samenvatting**				
Variant	2	3	6	7	8	2	3	6	7	8	2	3	6	7	8
Aansl./invl. ls.structuur	-/0	nvt	-/0	-	+	-/0	nvt	-/0	-	+	-/0	nvt	-/0	-	+
Kwaliteit opstelling	-/0	nvt	0	-	+	-/0	nvt	0	-	+	-/0	nvt	0	-	+
Invloed openheid	-/0	nvt	-/0	-	-/0	-/0	nvt	-/0	-	-	-/0	nvt	-/0	-	-
Zichtbaarheid	-/0	nvt	0	--/-	-	-/0	nvt	-/0	--/-	--/-	-/0	nvt	-/0	--/-	--/-

4.6.3 Effecten uitbreidingsvarianten Hessenpoort

De uitbreidingsvarianten van Hessenpoort zal met name gevolgen hebben voor de beoordeling van de varianten 7 en 8. De markering van de huidige grens zal dan iets worden afgezwakt, de samenhang van windturbines met een grootschalig bedrijventerrein zal juist iets sterker worden. De windturbines van varianten 7 en 8 zullen dan minder in het open agrarische gebied zijn gepositioneerd en zal landschappelijk gezien als onderdeel van het bedrijventerrein kunnen worden gezien. De overige varianten hebben minder relatie met de uitbreidingsvarianten van Hessenpoort.

4.6.4 Conclusies

Een inschatting maken van het totale landschappelijke effect van de varianten is uitgevoerd op hoofdlijnen. Verder is het maken van een inschatting van het totale effect per variant geen kwestie van het optellen en aftrekken van plussen en minnen. Niet alle criteria wegen even zwaar en bovendien zijn de onderlinge verschillen tussen de verschillende criteria en/of schaalniveaus soms (zeer) gering. Ook is het zo dat één van de varianten alleen windenergie bevat.

Gelet op de hierboven beschreven effecten kunnen toch enkele, wat meer algemene conclusies worden getrokken ten aanzien van windturbines en ten aanzien van zonnevelden. De impact van windturbines op de zichtbaarheid is tussen de varianten min of meer gelijk. Moderne windturbines zijn nu eenmaal groot en daardoor zichtbaar. Verschillen in aantal turbines leiden tot enige verschillen tussen de varianten op dit punt. De impact van windturbines op het relatief open landschap is ook mede afhankelijk van het aantal turbines, maar ook van hun positie. Hoe meer turbines hoe groter die impact kan zijn. Maar tegelijkertijd geldt dat hoe meer die turbines gecombineerd worden met de dichtere randen van het plangebied, hoe geringer die impact op de openheid weer wordt. De varianten die meer in het open deel van het plangebied liggen (variant 3, 6 en 7) zijn over de gehele linie iets negatiever beoordeeld dan de varianten die meer in het wat besloten deel van het plangebied liggen. Variant 8 lijkt over het algemeen iets minder negatief uit te pakken op de openheid van het landschap, omdat deze variant pal langs de dichte rand van Hessenpoort ligt. Met betrekking tot aansluiting op de landschappelijke structuur (variant 7 en 8 positiever) en herkenbaarheid van de opstelling zijn de onderlinge verschillen tussen de varianten weer wat groter (variant 3, 7 en 8 iets positiever).

Verder mag worden geconcludeerd, dat ondanks dat de varianten negatieve effecten op het landschap hebben, variant 8 relatief het minst negatief scoort, zowel op het aspect van wind- als van zonne-energie. Juist in deze variant liggen kansen voor het creëren van een nieuwe landschappelijke samenhang, doordat in deze relatief compacte variant de oostrand van bedrijventerrein Hessenpoort duidelijk wordt gemarkeerd en afgerond en daarmee ook de overgang naar het buitengebied. Bij de andere varianten zijn deze kansen beperkter aanwezig. Variant 2 leidt tot een erg diffuus, verspreid beeld. Variant 3 leidt tot een duidelijke aanvulling van de (al bestaande) windturbines. Variant 6 leidt weer tot een iets minder diffuus beeld en bij variant 7 wordt een relatief groot gebied ingezet voor wind- en zonne-energie. De samenhang tussen windenergie en zonne-energie (met name in variant 7) is alleen op het laagste schaalniveau waarneembaar en heeft slechts een beperkt effect op de totale beoordeling. Variant 2 scoort het meest negatief op het aspect van windenergie, variant 7 scoort het meest negatief op het aspect van zonne-energie.

4.7 Ruimtegebruik en overige gebruiksfuncties

4.7.1 Inleiding en uitgangspunten effectbeoordeling

De aanleg en exploitatie van windparken en zonnevelden heeft invloed op het ruimtegebruik omdat een deel van de ruimte in het plangebied niet langer gebruikt kan worden voor de huidige functies en doeleinden. Bijzonder voor windparken in vergelijking met andere ontwikkelingen, zoals zonnevelden, is dat het ruimtegebruik in en op de bodem zeer beperkt is en meestal ruimte biedt om het met de huidige functie (in dit geval vooral agrarisch) of een andere functie te combineren. Deze combinatie van functies wordt ook wel meervoudig ruimtegebruik genoemd.

De zonnevelden bieden echter voor meervoudige ruimtegebruik nauwelijks mogelijkheden. De zonnepanelen bedekken de agrarische grond, waardoor deze grond dan bijna niet meer kan worden gebruikt voor een ander doel. Zonnevelden kunnen echter wel worden ontworpen zodat er een combinatie kan worden gemaakt met natuurstroken of voor schapen om te kunnen grazen. Dit kan wel ten koste gaan van de elektriciteitsopbrengst als er hierdoor minder zonnepanelen worden geplaatst.

In dit hoofdstuk is beoordeeld in hoeverre de mogelijkheden van het bestaande ruimtegebruik van de omgeving wordt beïnvloedt door de komst van windturbines en in hoeverre meervoudig ruimtegebruik mogelijk is. Zo kunnen functies als agrarisch landgebruik, maar tot op zekere hoogte ook bedrijventerreinen, goed gecombineerd worden met de ontwikkeling van windenergie. Voor de beoordeling van de verschillende varianten is gekeken of ze onderling onderscheidend zijn in de effecten op het ruimtegebruik in de referentiesituatie.

In dit hoofdstuk wordt naast het ruimtegebruik ook gekeken naar de volgende overige gebruiksfuncties:

- Luchtvaart en defensieradar
- Straalpaden

Daarnaast zijn er functies zoals de spoorweg, hoogspanningslijnen en de autosnelweg. Deze worden in het hoofdstuk externe veiligheid behandeld (zie paragraaf 4.4).

4.7.2 Effectbeoordeling

In het volgende hoofdstuk worden de effecten van de turbines op het ruimtegebruik beoordeeld.

Ruimtegebruik

Het ruimtegebruik binnen het plangebied is veelal agrarisch. Aan de rand van het plangebied bevindt zich het bedrijventerrein Hessenpoort. Ruimtegebruik wordt beoordeeld aan de hand van hoeveel ruimte een windturbine of zonnepark inneemt en daardoor niet meer beschikbaar is voor de huidige agrarische of bedrijfsmatige functie.

Hiervoor worden een aantal aannames gedaan. Er wordt aangenomen dat de fundatie een diameter is 24 meter heeft wat neerkomt op een oppervlakte van 452 m2 per turbine. Dan zijn er nog de kraanopstelplaatsen. Deze blijven in principe permanent aanwezig na voltooiing van een van de varianten en worden gebruikt voor eventuele reparaties etc. Deze kraanopstelplaatsen zijn gemiddeld 50 bij 25 meter en hebben een oppervlakte van 1.250 m2 per turbine. Als laatste is er de rotordiameter (de ruimte onder de bladen) die beperkt gebruikt kan worden. Dit is een oppervlak van 22.698 m2 (bij een rotordiameter van 170 m). In de Tabel 4.22 zijn de geschatte oppervlakte per variant weergegeven. Voor

zonnevelden geldt dat er geen grond beschikbaar is voor de combinatie van andere functies. De oppervlakte in de onderstaande tabel zijn de oppervlakte die worden gebruikt voor de zonnevelden en dus geen andere functies kunnen hebben.

Voor de toegang tot de windturbines en zonnevelden zal zoveel mogelijk gebruik gemaakt worden van de bestaande wegen in het gebied Tolhuislanden. Alle windturbines en zonnevelden zijn gepositioneerd nabij bestaande wegen, waardoor er naar verwachting in beperkte mate nieuwe toegangswegen aangelegd dienen te worden. Daarnaast kunnen de verschillende nieuwe toegangswegen eventueel dienen als routes voor landbouwwerktuigen.

Tabel 4.22 Geschat ruimtegebruik per variant in m2

	Variant 2	**Variant 3**	**Variant 6**	**Variant7**	**Variant 8**
Fundaties	904	904	904	1808	1356
Opstelplaatsen	2.500	2.500	2.500	5.000	3750
Overdraai	45.396	45.396	45.396	90.792	68.094
Zonnevelden	84.000	n.v.t.	78.000	220.000	173.000
Totaal					

Kanttekening

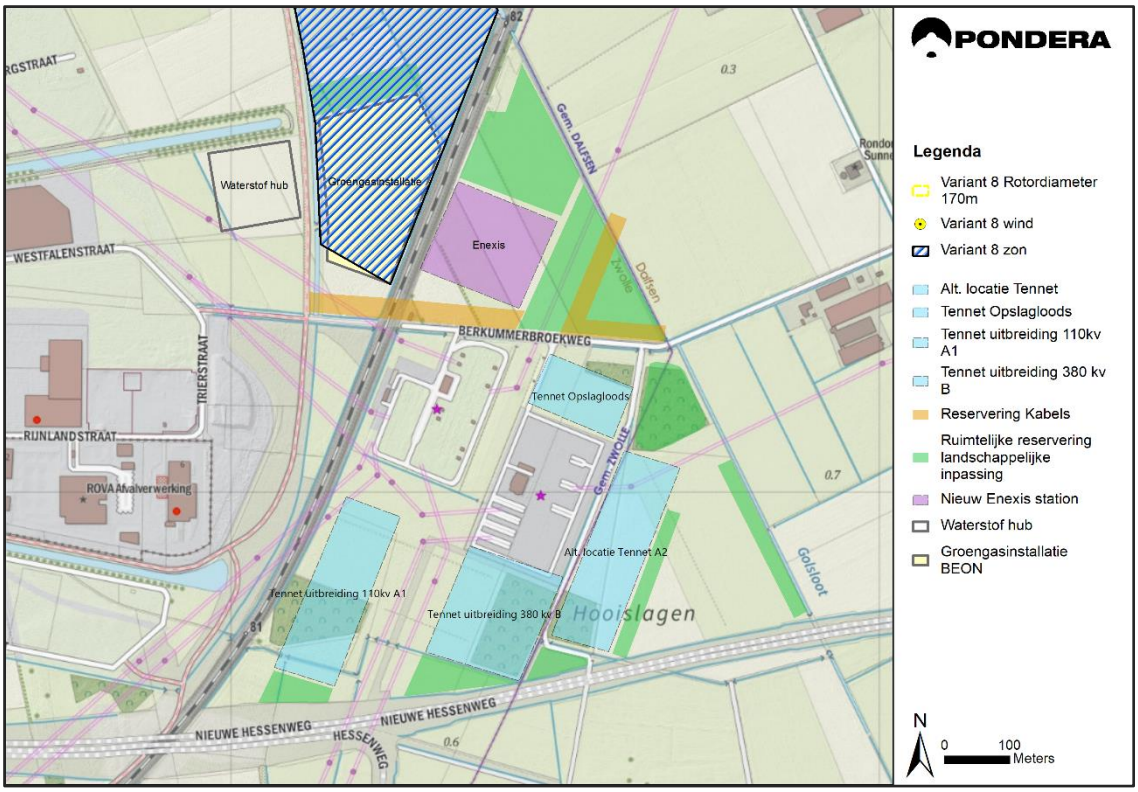
Overdraai van wieken in agrarisch gebied geeft geen beperking voor grondgebruik. Een agrariër kan nog steeds zijn land verbouwen of vee houden onder de turbines. Op een bedrijven terrein gaat dit moeilijker aangezien er regels geleden wat betreft afstanden tot (beperkt) kwetsbare of risicovolle objecten (zie paragraaf 4.4). Een windturbine in of vlak naast een bedrijventerrein kan van invloed zijn op de toekomstige ontwikkeling. In Figuur 4.27 is te zien dat variant 7 geen overdraai heeft met het bestemde bedrijventerrein, maar alleen over de groenzone. Ditzelfde geldt voor de overige varianten van Tolhuislanden.

Figuur 4.27 Overdraai rotor variant 7 met bestemming bedrijventerrein Hessenpoort



Zonnevelden hebben veelal een veel groter effect op ruimtegebruik. Onder de zonnepanelen kan geen andere activiteit plaatsvinden anders dan de opwek van zonne-energie. De zonnevelden in de verschillende varianten zijn geheel buiten het huidige bedrijventerrein gepland. Wel overlapt een deel van het zonnepark van variant 8 met de groengasinstallatie van het Energiecluster (zie Figuur 4.28).

Figuur 4.28 Energiecluster en Variant 8



Beoordeling ruimtegebruik

In Tabel 4.23 is het aspect ruimtegebruik beoordeeld. Varianten 7 en 8 worden als negatief beoordeeld. Dit is met name vanwege het aantal turbines en het relatief grote oppervlak van de zonnevelden, zie Tabel 4.23. De overige varianten hebben een beperkter ruimtegebruik (minder turbines en minder zonnevelden).

De overdraai over de groenzone van bestemde bedrijventerrein Hessenpoort van de windturbines van variant 7 en 8 hebben geen impact op de ontwikkelmogelijkheden voor bedrijventerrein Hessenpoort.

Tabel 4.23 Beoordeling ruimtegebruik

	Variant 2	Variant 3	Variant 6	Variant 7	Variant 8
Ruimtegebruik	0/-	0/-	0/-	-	-

Luchtvaart en defensieradar

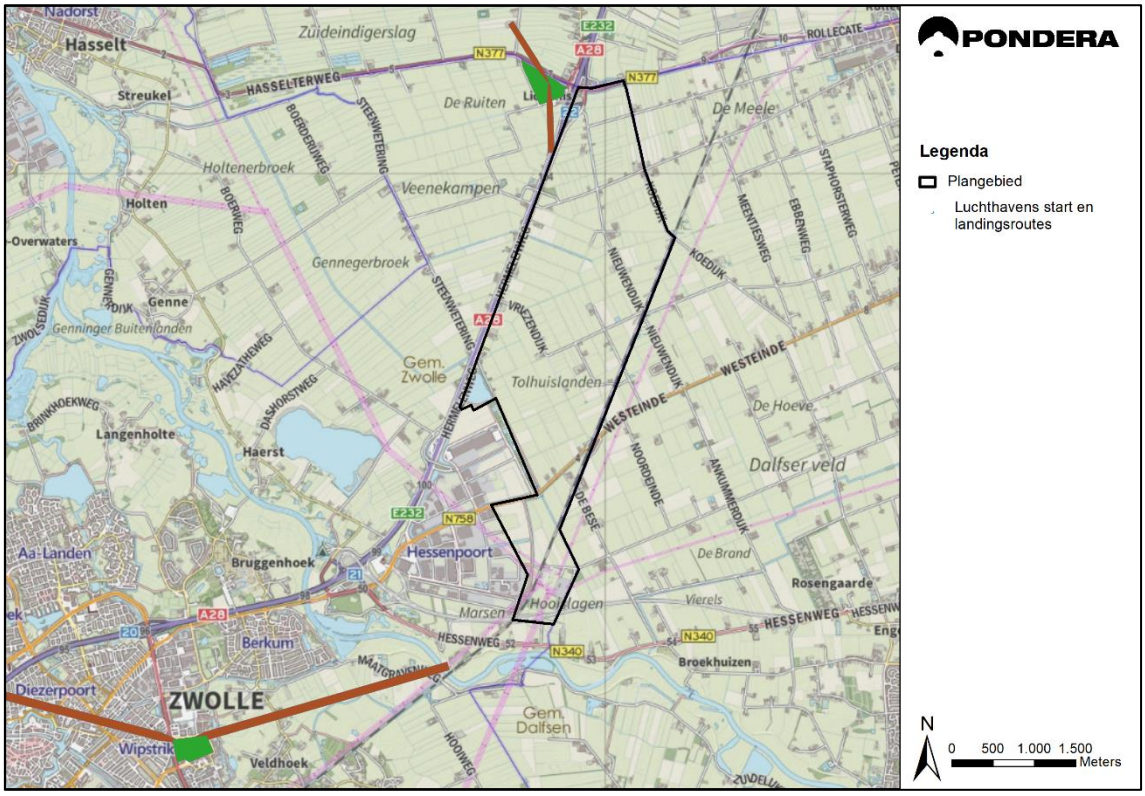
In deze paragraaf wordt onderscheid gemaakt tussen defensieradar en vliegverkeer. Deze aspecten worden hieronder kort behandeld.

Het plangebied valt buiten luchthavens en bijbehorende obstakelvlakken[30]. Deze obstakelvlakken zijn in Figuur 4.30 weergegeven. Er is contact opgenomen met LVNL en ILT en hebben de verschillende varianten voorgelegd. Beide organisaties geven aan geen bezwaar te hebben tegen de ontwikkeling van het windpark.

[30] RVO: Viewer hoogtebeperkingen Luchtvaart.

In de omgeving van het plangebied zijn er wel twee helihavens gelegen: de Koperen Hoogte en het Isala Ziekenhuis. De obstakelvrije zones van deze helihavens overlappen niet met het plangebied van Tolhuislanden (zie Figuur 4.29). De bruine vlakken zijn de obstakelvrije zones.

Figuur 4.29 Helihavens



Bron: provincie Overijssel

Windturbines kunnen van invloed zijn op de goede werking van de radarsystemen van Defensie. Plannen voor windenergie binnen een afstand van 75 kilometer van een radarpost moeten door TNO worden getoetst en vervolgens ter goedkeuring worden voorgelegd aan het ministerie van Defensie. Het plangebied valt binnen twee toetsingsvlakken van de defensieradarsystemen:

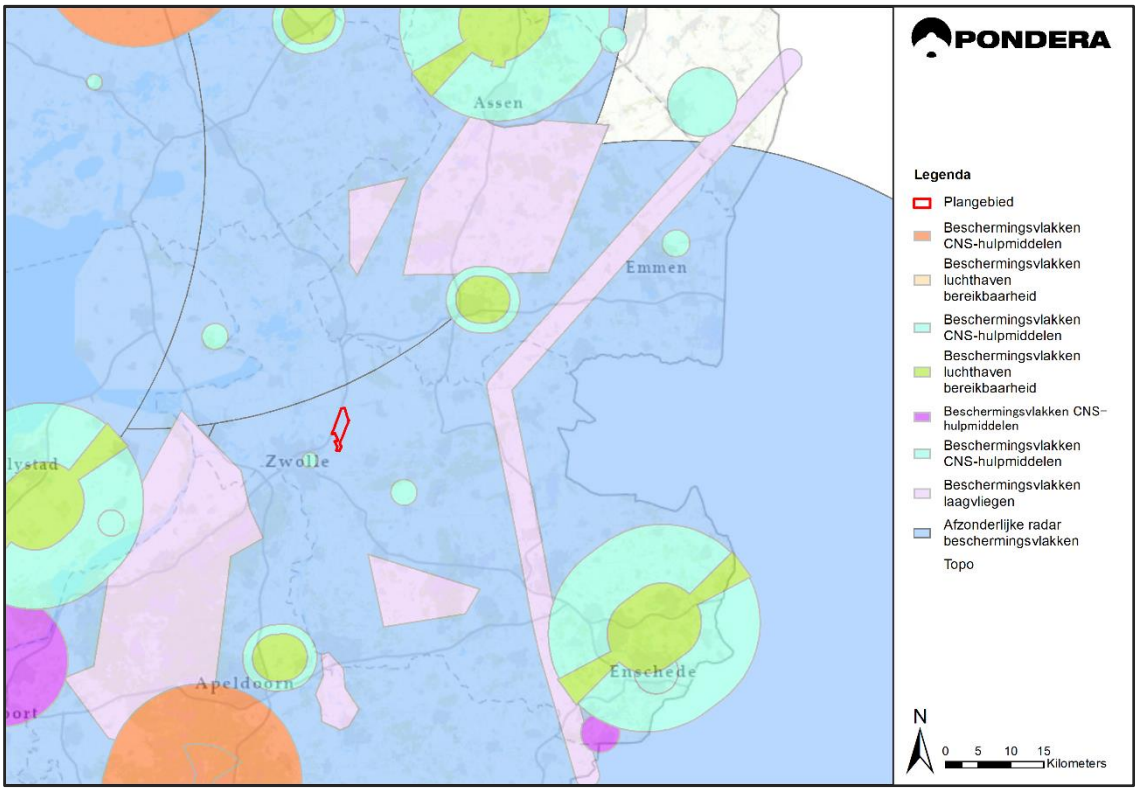
- CNS systeem Nieuw Millingen
- CNS systeem Twente

Het plangebied ligt op circa 45 kilometer van radarpost Nieuw Millingen en op circa 60 kilometer van radarpost Twente. Een toetsing van TNO moet uitwijzen of het daadwerkelijke effect op de radars aanvaardbaar is. Het feit dat het projectgebied binnen twee toetsingsvlakken van radarposten valt, heeft als voordeel dat de radarverstoring van één post mogelijk door de dekking van een andere post kan worden ondervangen. Bovendien ligt het plangebied op relatief ruime afstand van de radarposten. Een grotere afstand en een hoger aantal posten betekent doorgaans een hogere kans op acceptatie door Defensie. Bovendien zijn er mogelijkheden voor handen om de radarverstoring te mitigeren, door het aanpassen van het windturbinetype, de opstelling of de afmetingen.

Door de geringe hoogte van de zonnepanelen zijn deze niet waarneembaar op de verschillende radarsystemen. Zonnepanelen hebben geen significant effect op luchtvaart. Het is bekend dat

zonnepanelen minder licht reflecteren dan bijvoorbeeld water. Daarnaast hebben verschillende luchthavens in de wereld een zonnepark direct naast de luchthaven, waaronder ook Schiphol. Een effect op de luchtvaart is dan ook niet te verwachten.

Figuur 4.30 Luchtvaart en Defensieradar in omgeving plangebied



Bron: RVO

Beoordeling Luchtvaart en defensieradar

Gegeven de afstanden en meervoudige dekking van de radarsystemen en mogelijke mitigerende maatregelen, zullen radarsystemen naar verwachting niet significant negatief worden beïnvloed door de varianten. Ook vanuit de luchtvaart zijn er geen negatieve effecten. De aspecten luchtvaart en radar zijn daarom neutraal beoordeeld, zie Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Beoordeling luchtvaart en radar

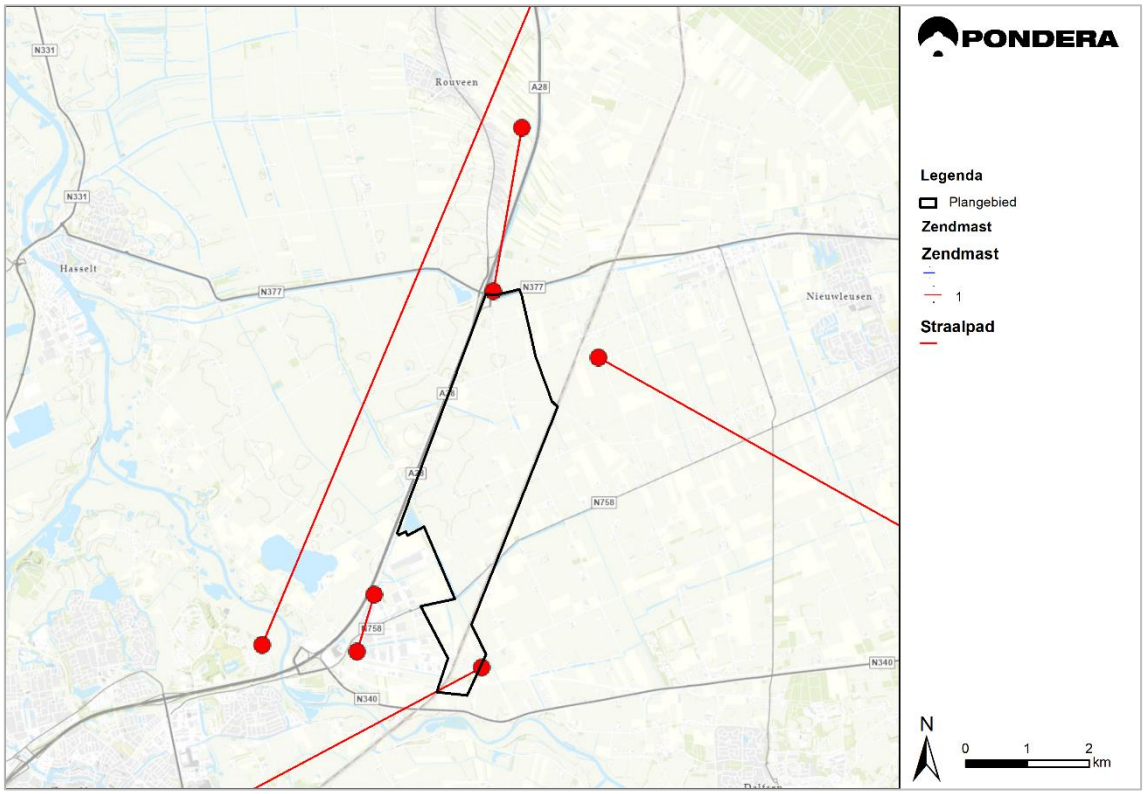
	Variant 2	Variant 3	Variant 6	Variant 7	Variant 8
Luchtvaart en radar	0	0	0	0	0

Straalpaden

Een straalpad is een draadloze verbinding tussen twee plaatsen, waarmee data verstuurd kan worden. De twee connectiepunten van een dergelijke verbinding moeten ‘in zicht’ van elkaar staan, wat wil zeggen dat het pad vrij moet zijn van fysieke obstakels. De plaatsing van een windturbine in of nabij een straalpad kan effect hebben en mogelijk resulteren in een verstoring van het signaal. In de omgeving van het plangebied zijn diverse straalpaden aanwezig, welke in gebruik zijn door verschillende telecomaanbieders. Agentschap Telecom geeft vergunningen uit voor het gebruik van een straalverbinding en heeft een actueel bestand van de aanwezige straalverbindingen in het gebied.

Globaal mogen windturbines niet te dicht in de buurt komen van een straalpad. Globaal gezien is dit iets meer dan een halve rotor diameter. In Figuur 4.31 zijn de straalpaden rondom het plangebied weergegeven.

Figuur 4.31 Straalpaden



Beoordeling Straalpaden

In Figuur 4.31 is te zien dat de straalpaden zich allemaal aan de rand van het plangebied bevinden of nog verder van het plangebied af. De windturbines van alle varianten zijn op ruimte afstand gepositioneerd van de straalpaden. Effecten van de windturbines van alle varianten op de straalpaden zijn daarmee uit te sluiten. Het aspect straalpaden wordt neutraal beoordeeld, zie Tabel 4.25.

Tabel 4.25 beoordeling straalpaden

	Variant 2	Variant 3	Variant 6	Variant7	Variant 8
Straalpaden	0	0	0	0	0

4.7.3 Effecten uitbreidingsvarianten Hessenpoort

In deze paragraaf komen de ruimtelijke effecten van de varianten van Tolhuislanden op de verschillende uitbreidingsvarianten van Hessenpoort aan bod.

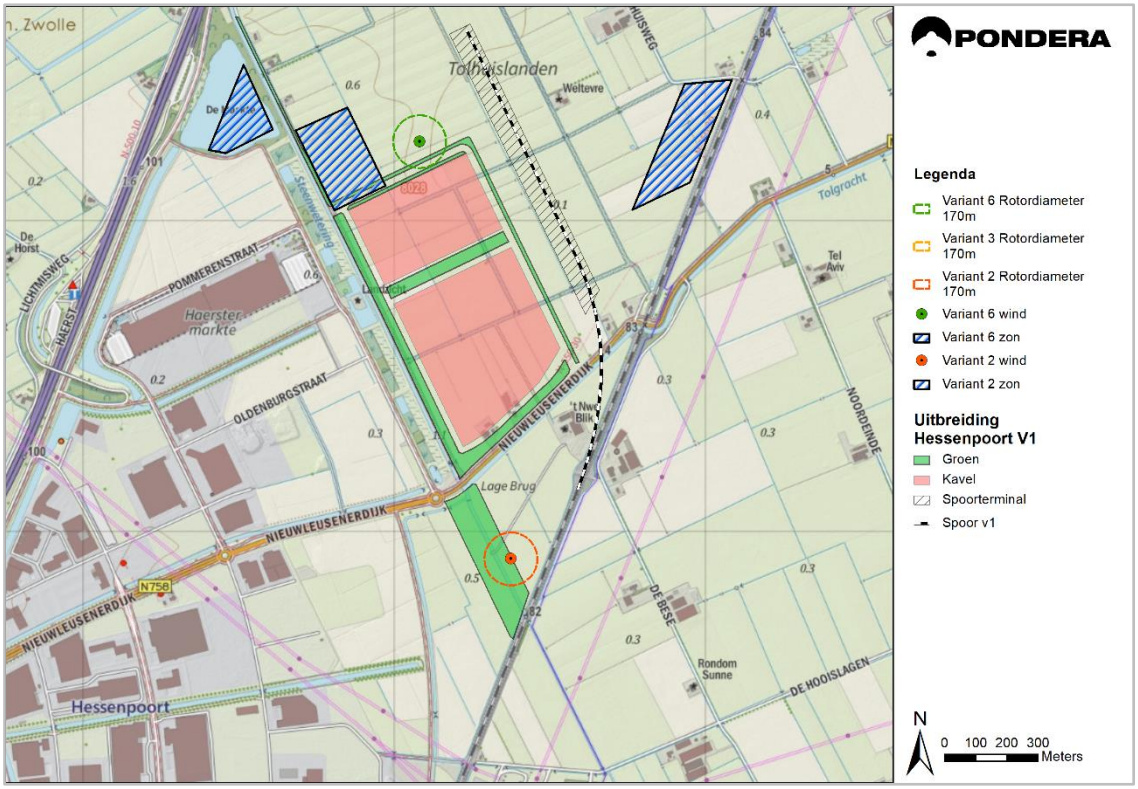
Tolhuislanden V1

In de paragraaf worden de eventuele effecten van de verschillende opstellingen op uitbreidingsvariant Tolhuislanden V1 in beeld gebracht. Er worden telkens twee varianten met de uitbreidingsvarianten vergeleken. Variant 3 wordt niet meegenomen aangezien deze geen enkel effect heeft op het ruimtegebruik van uitbreidingsvariant Tolhuislanden V1.

Varianten 2 en 6

In Figuur 4.32 zijn de varianten 2 en 6 weergegeven. Zoals in de figuur te zien is heeft variant 2 nauwelijks effect. De turbines van varianten 2 en 6 hebben overdraai over groenstroken (en wegen) in het noorden en het zuiden van uitbreidingsvariant Tolhuislanden V1 van Hessenpoort, maar niet direct over de kavels. Alleen het zonneveld van variant 6 kan een zeer beperkt, maar direct effect hebben op de uitbreidingsvariant Tolhuislanden V1. Het zonneveld van variant 6 ligt tot over de groenstrook en raakt nog net niet de noordelijke kavel. De ruimte tussen de groenstroken is voor de aanleg van een weg.

Figuur 4.32 Uitbreidingsvariant V1 en varianten 2 en 6

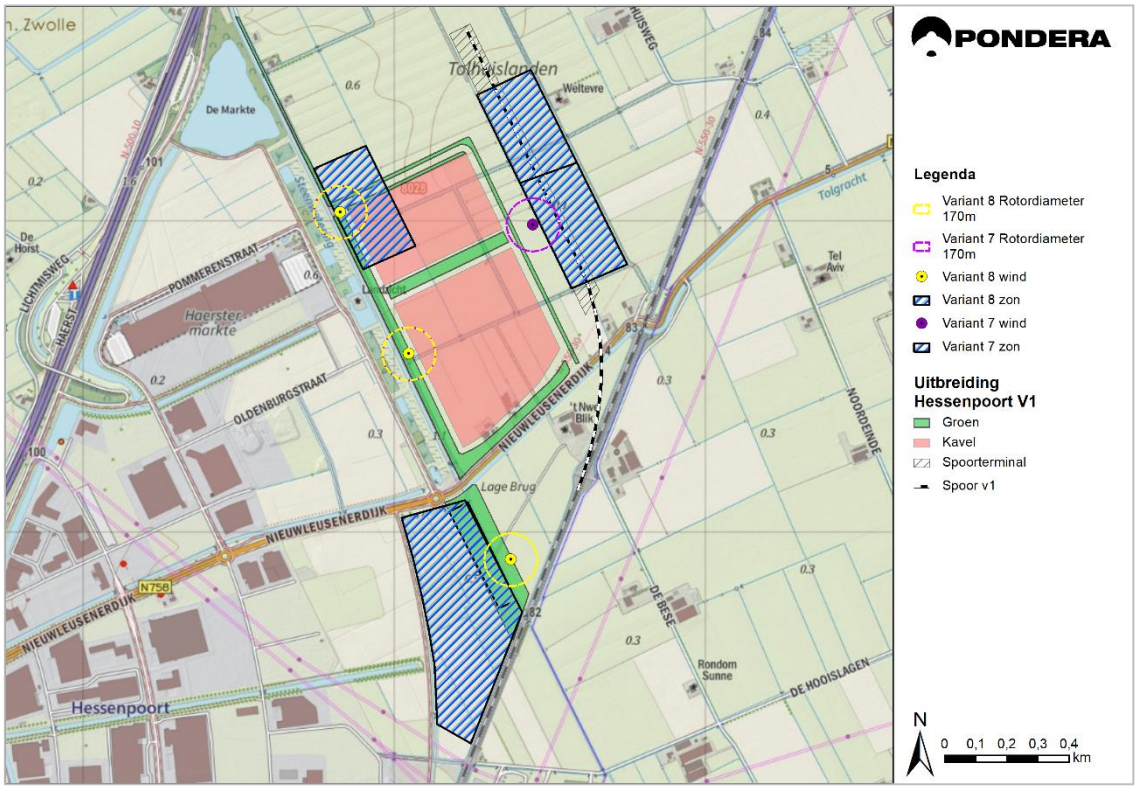


Varianten 7 en 8

Varianten 7 en 8 hebben afgezien van de oostelijke turbine dezelfde posities. In Figuur 4.33 is de Uitbreidingsvariant Tolhuislanden V1 te zien met de varianten 7 en 8. De wiekoverdraai van variant 8 is beperkt, maar wel aanwezig. Het enkele zonneveld van variant 8 is alleen een beperking voor de groenstrook in het zuiden van de uitbreidingsvariant Tolhuislanden V1. Variant 7 heeft een groter effect. Dit is te verklaren door de extra oostelijke turbine en meer zonnevelden. De oostelijke turbine van variant 7

heeft overdraai over het spoor en over de spoorterminal. Daarnaast ligt een van de zonnevelden van variant 7 op de locatie van de voorziene spoorterminal. Verder bedekt het westelijke zonneveld van variant 7 een aanzienlijk deel van de noordelijke kavel van uitbreidingsvariant Tolhuislanden V1. Als laatste bedekt het zonneveld van variant 8 een deel van de zuidelijke groenstrook van uitbreidingsvariant Tolhuislanden V1.

Figuur 4.33 Uitbreidingsvariant Tolhuislanden V1 en Varianten 7 & 8



Tolhuislanden V2

Uitbreidingsvariant Tolhuislanden V2 verschilt niet veel van V1. De kavels zijn iets breder en de groenstrook ten zuiden van de kavels is weggevallen. De verschillen zijn niet heel groot en worden hieronder kort besproken.

Varianten 2 en 6

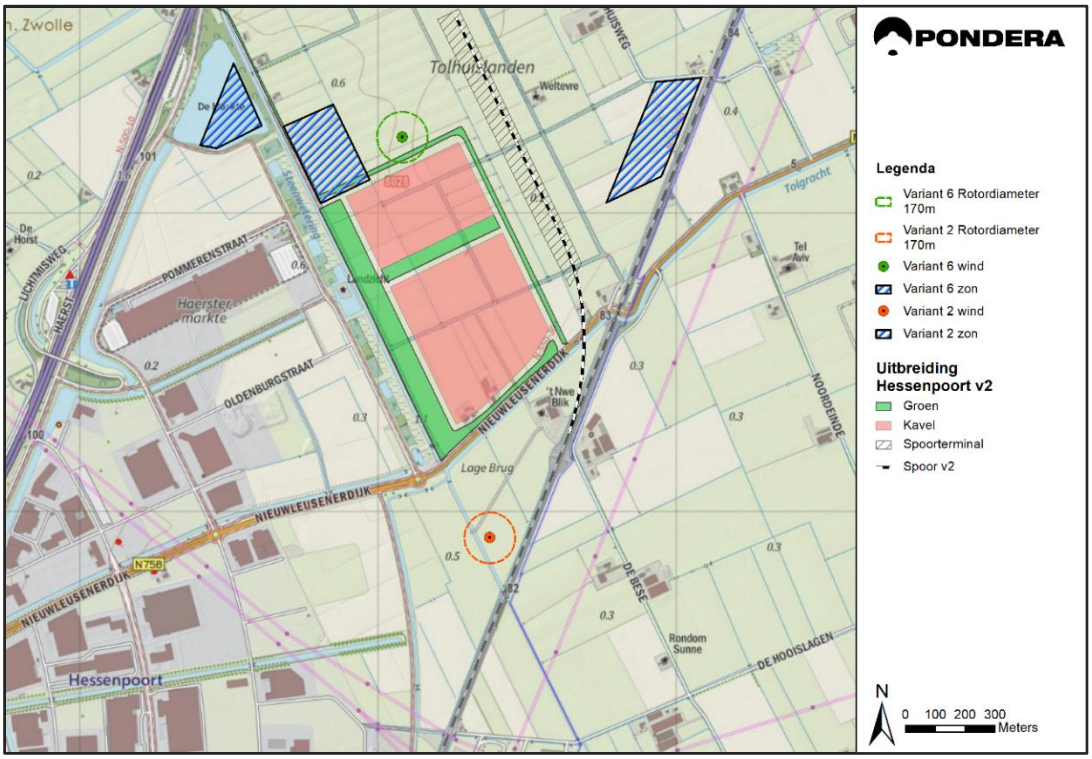
In Figuur 4.34 is te zien dat variant 6 ongeveer hetzelfde effect heeft als in uitbreidingsvariant Tolhuislanden V1; er is nog steeds wiekoverdraai over de noordelijke groenstrook en het zonneveld raakt net niet de noordelijke kavel. Het effect van de turbine van variant 2 valt nu weg aangezien de groenstrook in het zuiden van uitbreidingsvariant Tolhuislanden V2 is weggevallen.

Varianten 7 en 8

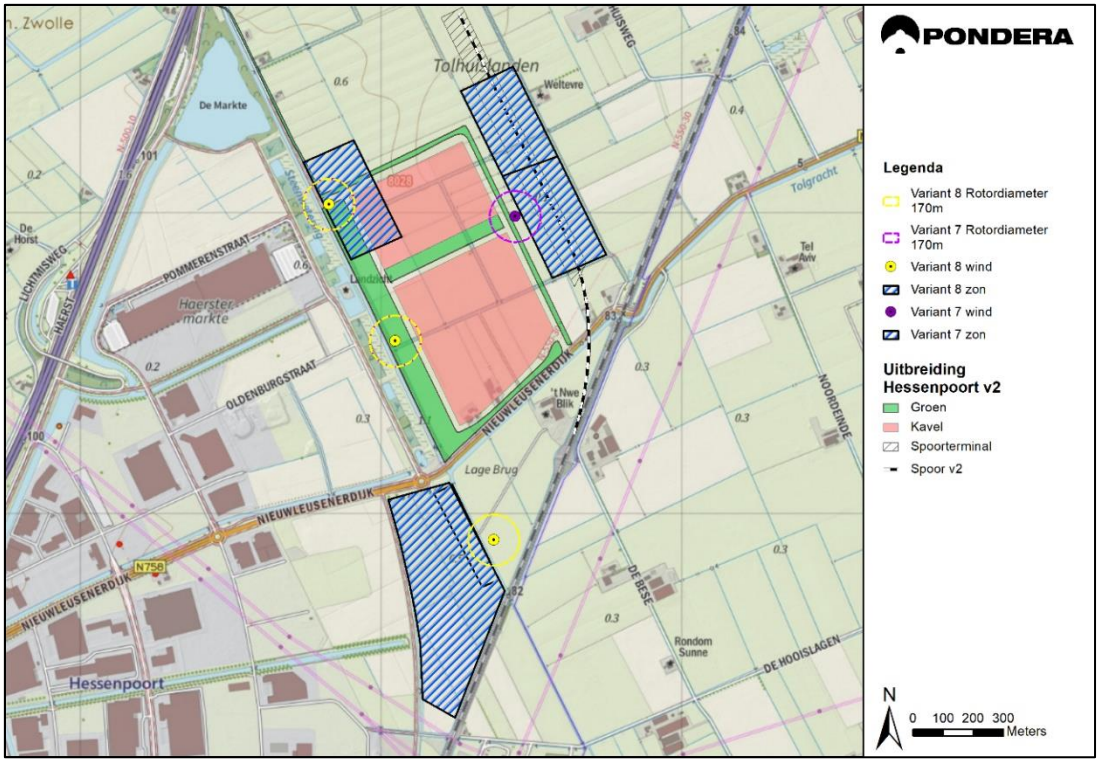
Variant 7 en 8 hebben een kleiner effect op uitbreidingsvariant Tolhuislanden V2 vergeleken met uitbreidingsvariant Tolhuislanden V1. Dit komt omdat er minder overdraai plaatsvindt met bedrijfskavels, omdat de groenstrook aan de westzijde van Tolhuislanden V2 breder is geworden. De toegenomen wieoverdraai bij de oostelijke turbine van variant 7 is minimaal. De noordoostelijke zonnevelden van variant 7 bedekken nog steeds het vlak van de spoorwegterminal, zie Figuur 4.35. De zuidelijke zonnevelden van varianten 7 en 8 hebben geen effect op de uitbreidingsvariant Tolhuislanden V2. De

groenstrook die in Tolhuislanden V1 aanwezig was, is in Tolhuislanden V2 weggevallen en dus ook het effect van de zonnevelden op deze groenstrook.

Figuur 4.34 Uitbreidingsvariant Tolhuislanden V2 en varianten 2 en 6



Figuur 4.35 uitbreidingsvariant V2 en varianten 7 en 8



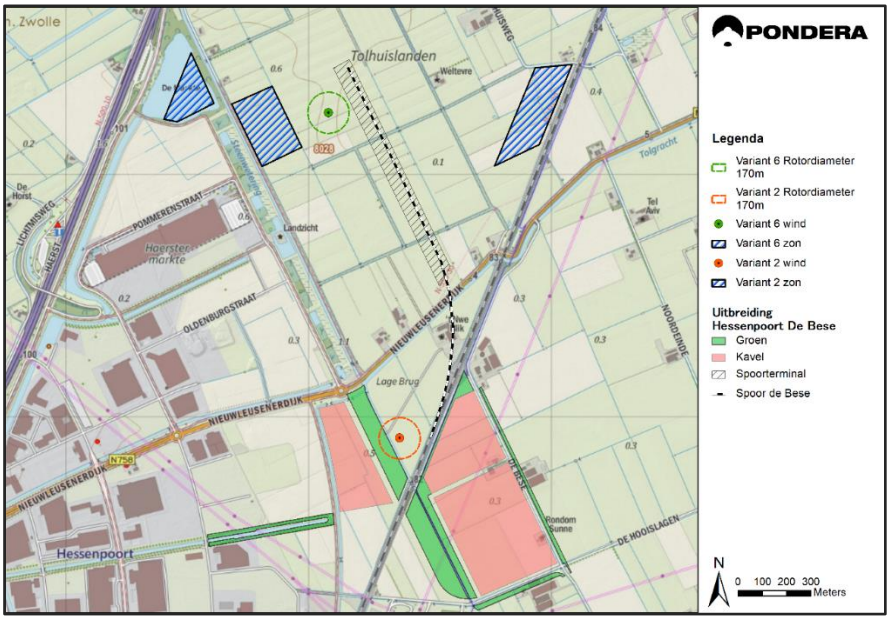
Uitbreidingsvariant De Bese

Uitbreidingsvariant De Bese verschilt significant van varianten V1 en V2. Deze uitbreidingsvariant is geheel gesitueerd onder de Nieuwleusenerdijk. Een aanzienlijk deel van de kavels zijn gesitueerd onder het spoor. Varianten 2, 3 en 6 hebben geen op uitbreidingsvariant De Bese (zie ook Figuur 4.36).

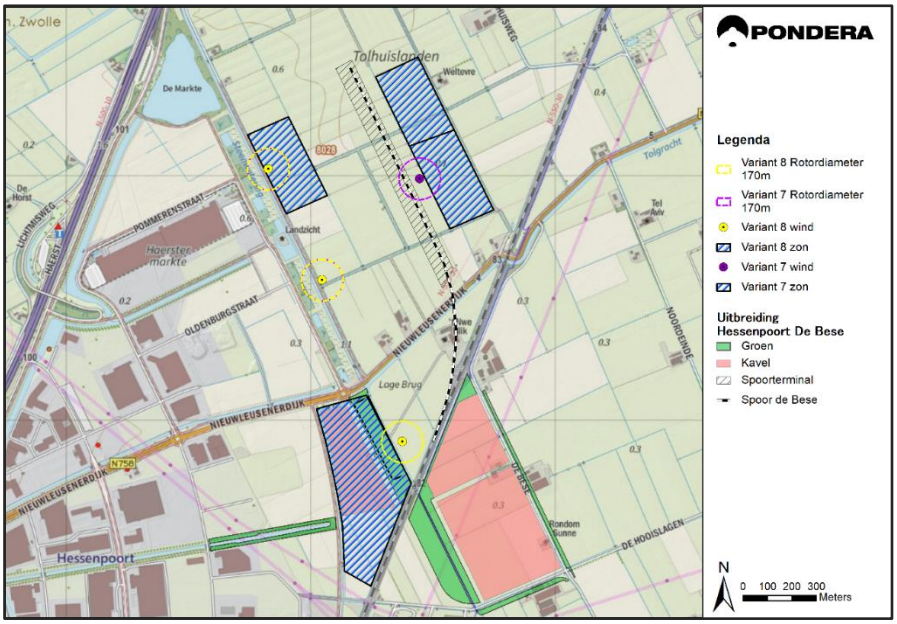
Varianten 7 en 8

Variant 8 heeft een groter effect op uitbreidingsvariant De Bese dan variant 7. Met name het zonneveld van variant 8 bedekt in zijn geheel de noordwestelijke kavel en de groenstrook van de uitbreidingsvariant De Bese. Variant 7 heeft wiekoverdraai over de spoorterminal. Het zuidelijke zonneveld van variant 7 bedekt een deel van de noordelijke groenstrook van de uitbreidingsvariant De Bese.

Figuur 4.36 uitbreidingsvariant De Bese en varianten 2 en 6



Figuur 4.37 Uitbreidingsvariant De Bese en varianten 7 en 8



Uitbreidingsvariant Combinatie

De uitbreidingsvariant Combinatie is een combinatie van voorgaande uitbreidingsvarianten. De spoorlijn vormt nu een harde grens van de uitbreidingsvariant.

Varianten 2 en 6

In uitbreidingsvariant Combinatie is het zonneveld van variant 6 nog steeds dichtbij de noordelijke kavels gesitueerd. De wiekoverdraai van variant 6 beperkt zich tot een kleine stuk groenstrook en een klein stuk over de spoorwegterminal in het noorden van de uitbreidingsvariant. De effecten van variant 2 zijn nu groter. Er is aanzienlijke wiekoverdraai over de zuidoostelijke groenstrook en kavel.

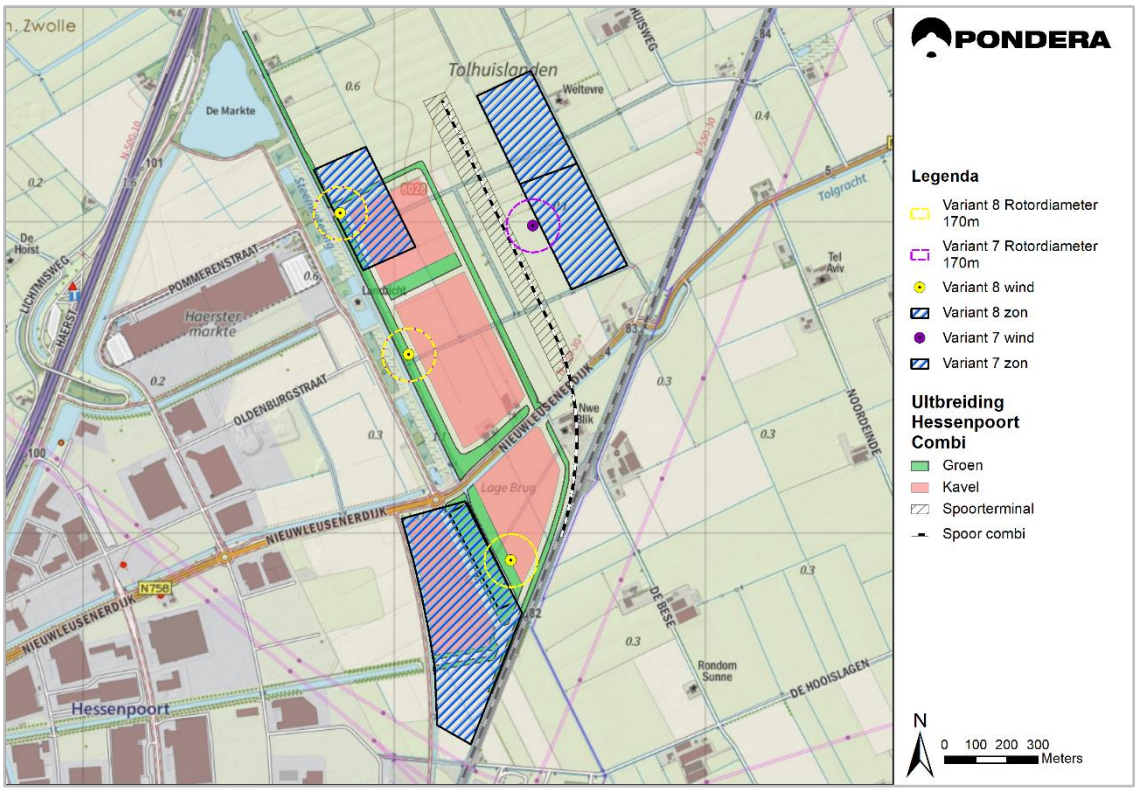
Figuur 4.38 Uitbreidingsvariant Combinatie en varianten 2 en 6



Varianten 7 en 8

In Figuur 4.39 is de uitbreidingsvariant Combinatie weergegeven samen met de varianten 7 en 8. Het noordwestelijke zonneveld van variant 7 heeft net als in uitbreidingsvariant Tolhuislanden V1 en V2 een groot effect. Het zonneveld neemt een aanzienlijke overlap met de noordelijke kavel van de uitbreidingsvariant combinatie. Daarnaast is er wiekoverdraai over de spoorterminal en de verschillende kavels. Als laatste is het zuidelijke zonneveld van variant 7 voor een deel gesitueerd in de zuidelijke groenstrook van de uitbreidingsvariant. De effecten van het zonneveld van variant 8 zijn ook niet gering: het zonneveld bedekt de totale kavel en bijna de gehele groenstrook van het zuidwestelijke deel van de uitbreidingsvariant. Daarnaast vindt er ook wiekoverdraai plaats over de drie kavels en enkele groenstroken, zie Figuur 4.39.

Figuur 4.39 Uitbreidingsvariant combinatie en varianten 7 en 8



4.7.4 Conclusies

In Tabel 4.25 zijn de beoordelingen voor het onderdeel ruimtegebruik samengevat. Geconcludeerd kan worden dat varianten 2, 3 en 6 een licht negatief effect hebben op het onderdeel ruimtegebruik, vanwege een beperkte afname van het agrarische oppervlak. Varianten 7 en 8 hebben het grootste effect vanwege het aantal turbines en het relatief grote oppervlak van de zonnevelden. De windturbines van variant 7 en 8 hebben geen wiekoverdraai met de bedrijfsbestemmingen van het huidige bedrijventerrein Hessenpoort. Tot slot overlapt een deel van het zonnepark van variant 8 met de plannen voor een groengasinstallatie in het Energiecluster.

De varianten hebben geen effect op luchtvaart en straalpaden. Voor wat betreft defensieradar zal er een toetsing door TNO moeten worden uitgevoerd om de radarverstoring te onderzoeken en te beoordelen of de verstoring van de windturbines op de radarsystemen aanvaardbaar is.

Tabel 4.26 Samenvatting beoordeling ruimtegebruik

	Variant 2	**Variant 3**	**Variant 6**	**Variant 7**	**Variant 8**
Ruimtegebruik	0/-	0/-	0/-	-	-
Luchtvaart en radar	0	0	0	0	0
Straalpaden	0	0	0	0	0

4.8 Elektriciteitsopbrengst

4.8.1 Inleiding en uitgangspunten effectbeoordeling

In deze paragraaf is per variant de elektriciteitsopbrengst van windenergie en zonne-energie bepaald en onderling vergeleken.

Uitgangspunten windenergie

Voor windenergie zijn de elektriciteitsopbrengsten berekend met een opbrengstmodel dat met behulp van het rekenprogramma WindPRO is opgesteld. Hierbij is onder andere rekening gehouden met windturbine-specifieke gegevens, lokale winddata en de aard van het landschap. De elektriciteitsopbrengst berekening bestaat uit de volgende onderdelen:

- Bepaling windklimaat;
- Berekening bruto en netto elektriciteitsopbrengst;
- Effecten van mitigerende maatregelen voor geluid- en slagschaduw op de verwachte elektriciteitsopbrengst. Deze effecten zijn berekend op basis van worst-case uitgangspunten (luide windturbine voor geluid en grootste windturbines voor slagschaduw binnen de bandbreedte).

Tabel 4.27 bevatten de uitgangspunten die zijn gehanteerd bij de bouw van het model en de doorrekening van de opstellingen. Voor windenergie opbrengst wordt gerekend met de Nordex N163/5.X, met een nominaal vermogen van 5.7 MW, een rotordiameter van 163 meter en een ashoogte van 165 meter.

Tabel 4.27 Algemene uitgangspunten voor opstellen model windPRO

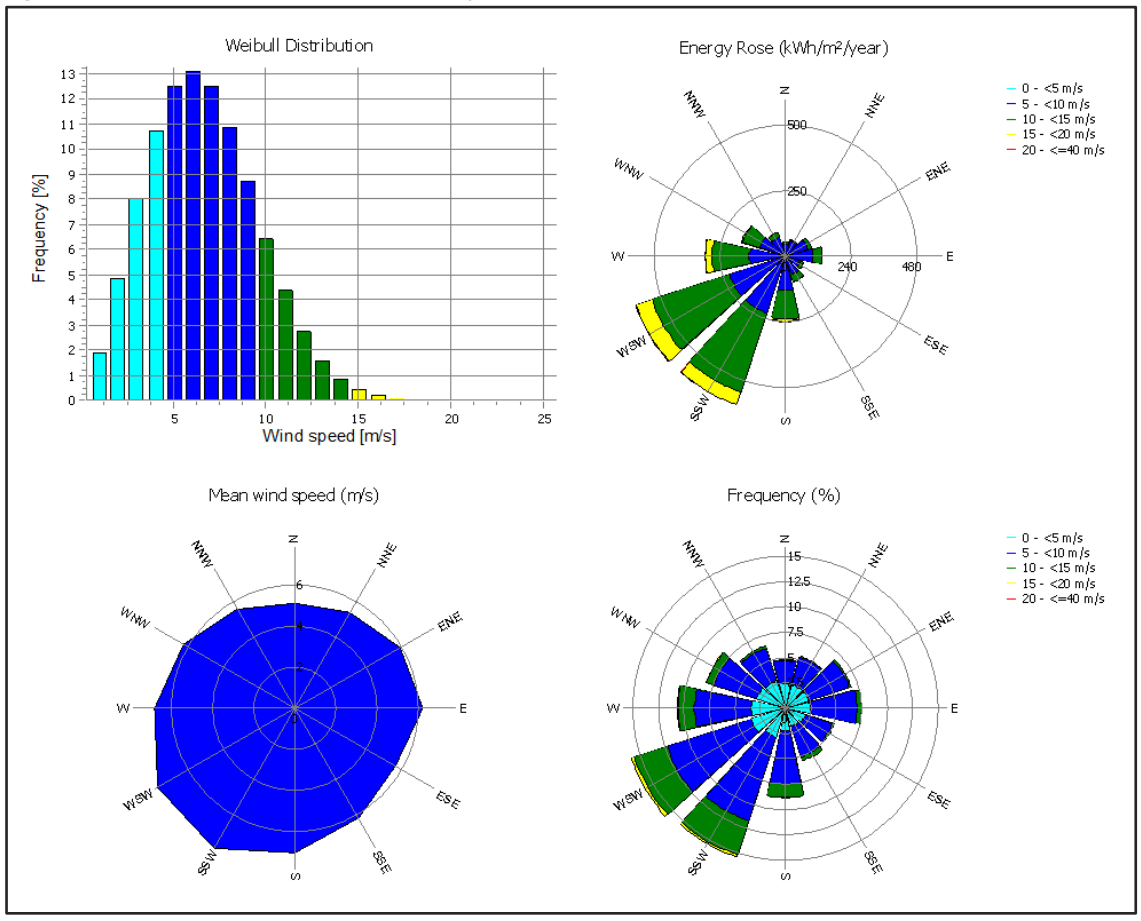
Algemene uitgangspunten wind	
Hoogtemodel	NASADEM – resolutie 19.0m x 30.9m
Ruwheidsmodel	Corine Land Cover 2018 – resolutie 100m
Gebruikte wind- en of productiedata	ERA5 01/08/2006 – 01/08/2021 (15 jaar)
Gebruikte type windturbine	Nordex N163/5.X
Rotordiameter [m]	163.0
Ashoogte [m]	165.0
Nominaal vermogen [MW]	246.5
Zogmodel	N.O. Jensen Park 2 2018 met zogvervalconstante 0.09

De bepaling van het windklimaat vindt plaats aan de hand van de windatlasmethode: actuele, locatie-specifieke windgegevens van beschikbare modeldata in de nabije omgeving worden getransformeerd tot een generalistisch windklimaat dat vrij is van omgevingsafhankelijke factoren, zoals het hoogteprofiel en de omgevingsruwheid. Dit wordt ook wel de ‘vrije wind’ genoemd. De bepaalde vrije wind wordt horizontaal en verticaal geëxtrapoleerd naar de locatie van de windturbines, waar het lokale windklimaat wordt bepaald. Tijdens deze extrapolatie worden omgevingsafhankelijke factoren weer toegevoegd aan de vrije wind, waardoor het lokale windklimaat deze factoren weer bevat.

De bruto elektriciteitsopbrengst wordt bepaald aan de hand van de windsnelheidsverdeling per windrichting, waarna deze opbrengst gecorrigeerd kan worden met verschillende verliesposten, waaronder de zogeffecten (beïnvloeding van de windcondities door onderlinge windafvang).

Figuur 4.40 toont het lokale windklimaat op 100 meter hoogte op een locatie in het midden van alle varianten gezamenlijk. De resultaten zijn P50-waarden, dit wil zeggen dat dit de elektriciteitsopbrengst is die jaarlijks gemiddeld verwacht mag worden. Deze resultaten zijn nadrukkelijk indicatief en conservatief: het doel van dit hoofdstuk is om de verschillen tussen de varianten op elektriciteitsopbrengst te beoordelen.

Figuur 4.40 Karakteristieken lokaal windklimaat op 100 meter



Bestaande windturbines

Op dit moment staan er 13 windturbines in de directe nabijheid van het plangebied. De karakteristieken van deze windturbines zijn weergegeven in Tabel 4.28. Omdat de windturbines van de varianten van Tolhuislanden een effect van deze windturbines kunnen ondervinden zijn de zogeffecten van de bestaande windparken meegerekend.

Tabel 4.28 Uitgangspunten voor de bestaande windturbines

	Windpark Synergie Nieuwleusen	**Windpark Spoorwind**	**Windpark Tolhuislanden**	**Windpark Westenwind**
Windturbinetype	Enercon E-138 EP3 E2	Lagerwey L82-2.3	Enercon E-82 E2 (3) Enercon E-82 E4 (1)	Enercon E-82 E2 (3) Enercon E-82 E4 (1)
Aantal turbines	2	3	4	4
Totaal vermogen [MW]	8.4	6.9	9.9	9.9

	Windpark Synergie Nieuwleusen	Windpark Spoorwind	Windpark Tolhuislanden	Windpark Westenwind
Ashoogte [m]	131.0	85.0	85.0	85.0
Tiphoogte [m]	200.0	126.0	126.0	126.0
Energieopbrengst* [GWh /jr]	28.8	14.2	19.0	18.8

De bestaande turbines zullen naar alle waarschijnlijkheid ook zogeffecten van de nieuw te realiseren windturbines ervaren, waardoor hun elektriciteitsopbrengst naar beneden zal gaan. Om deze effecten te kwantificeren is gekeken naar de huidige elektriciteitsopbrengst van de bestaande turbines. De jaargemiddelde elektriciteitsopbrengst van de bestaande windturbines in de referentiesituatie is ook weergegeven in bovenstaande tabel.

Uitgangspunten zonne-energie

Met behulp van het opbrengstmodel van het rekenprogramma Helioscope is de elektriciteitsopbrengst van zonne-energie berekend. Deze software berekent op basis van een meteorologische dataset de instraling van elke PV module van het zonnepark op uurbasis. Ook wordt er rekening gehouden met obstakels en nabijgelegen windturbines. Vervolgens worden de eigenschappen van de PV modules en de omvormer gebruikt om deze instraling om te rekenen naar een energieproductie.

Tabel 4.29 bevat de uitgangspunten die per variant zijn gebruikt. In variant 3 wordt er niet gekeken naar elektriciteitsproductie door zonnepanelen.

Tabel 4.29 Uitgangspunten per variant voor zonne-energie

Uitgangspunten zon	Variant 2		Variant 6		Variant 7		Variant 8	
PV module	JA Solar JAM72S30-545 (545 Wp)		JA Solar JAM72S30-545 (545 Wp)		JA Solar JAM72S30-545 (545 Wp)		JA Solar JAM72S30-545 (545 Wp)	
Omvormer	Huawei SUN2000-100KTL		Huawei SUN2000-100KTL		Huawei SUN2000-100KTL		Huawei SUN2000-100KTL	
Oppervlak [ha]	8.4		7.8		22.0		17.3	
Montagesysteem	Oost-west	Zuid	Oost-west	Zuid	Oost-west	Zuid	Oost-west	Zuid
Aantal PV modules	26.266	20.808	24.518	19.212	71.878	56.316	56.198	44.016
Geïnstalleerd vermogen [MW]	14.3 (DC) 11.5 (AC)	11.3 (DC) 9.1 (AC)	13.4 (DC) 10.7 (AC)	10.5 (DC) 8.4 (AC)	39.2 (DC) 31.5 (AC)	30.7 (DC) 24.7 (AC)	30.6 (DC) 24.6 (AC)	23.4 (DC) 19.3 (AC)
Hellingshoek	15°	20°	15°	20°	15°	20°	15°	20°

Obstakels in de omgeving van zonnepanelen kunnen een schaduw werpen wat een nadelig effect heeft op de elektriciteitsopbrengst. In de omgeving van de zonnepanelen is rekening gehouden met de volgende obstakels.

Windturbines

Windturbines kunnen schaduw werpen op een zonnepark wat een nadelig effect heeft op de elektriciteitsopbrengst. Deze schaduw kan onderverdeeld worden in twee onderdelen:

- **De schaduw van de mast**

De schaduw van de mast is een schaduwlijn die gedurende de dag verplaatst. Dit heeft een vergelijkbaar effect als bijvoorbeeld een schoorsteen en wordt daarom als obstakel meegenomen in de simulatie. Dit is vooral van belang als de windturbines ten zuiden van de zonnepanelen staan. Voor de mastdiameter wordt 10 meter aangehouden. Dit is een worst-case aanname. Als hoogte wordt er 10 meter opgeteld bij de ashoogte om rekening te houden met het formaat van de gondel en de naaf.

- **Slagschaduw**

Slagschaduw geeft een kortstondige schaduw die met grofweg een frequentie van 0.5 Hz zich herhaalt. Deze kortstondige schaduw heeft een zeer beperkt effect op de opbrengst: minder dan 1%[31]. Om dit verlies te berekenen is een complexe slagschaduwanalyse van de omgeving vereist. Derhalve wordt dit verlies niet specifiek berekend in deze analyse.

Overige obstakels

In de omgeving van de zonnepanelen kunnen zich overige obstakels bevinden, zoals gebouwen, bruggen of bomen. Waar nodig zijn deze toegevoegd aan het opbrengstmodel om de effecten van de resulterende schaduw te kwantificeren. Dit is het geval bij de panelen in het water van variant 6. Om dit veld is een rij bomen (in de noordelijke tot oostelijke richtingen) van 10 meter hoog toegevoegd.

4.8.2 Resultaten elektriciteitsopbrengst

Windenergie

In Tabel 4.30 is per variant de elektriciteitsopbrengst door de windturbines van het park weergegeven. De netto elektriciteitsproductie is berekend, waarbij de productieverliezen zijn meegenomen. De tabel laat verschillende elektriciteitsopbrengsten zien, namelijk corresponderend met de mitigatie-scenario's voor geluid en slagschaduw (zie ook paragraaf 4.1 en 4.2). Voor slagschaduwmitigatie is rekening gehouden met alle slagschaduwgevoelige (woningen + overige slagschaduwgevoelige objecten).

De waardes uit Tabel 4.30 moeten worden gezien als een indicatie van de mogelijke elektriciteitsopbrengst, die het mogelijk maakt de varianten met elkaar te vergelijken. De elektriciteitsproductie is het hoogst voor de variant met de meeste windturbines, namelijk variant 7.

Het verlies door zogeffecten (onderlinge beïnvloeding) van windturbines en andere verliesfactoren, waaronder mitigerende maatregelen voor geluid, heeft impact op de elektriciteitsopbrengst. Een overzicht van de aangenomen productieverliezen is in bijlage 8 opgenomen. De productieverliezen door zogeffecten varieren tussen de 1,8 % (variant 2) en 5,4 % (variant 7). De productieverliezen door geluidmitigatie is verwaarloosbaar voor varianten 2, 3 en 6, maar 6,2% en 5,3% bij respectievelijk varianten 7 en 8 (bij een geluidnorm van 47 Lden). Let wel: de geluideffecten zijn berekend op basis van worst-case uitgangspunten. De productieverliezen voor slagschaduw per variant zijn beperkt en weinig onderscheidend (2 à 3 procent).

[31] Mamia, I. & Appelbaum, Joseph. (2016). Shadow analysis of wind turbines for dual use of land for combined wind and solar photovoltaic power generation. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 55. 713-718. 10.1016/j.rser.2015.11.009.

Tabel 4.30 Elektriciteitsopbrengst door windturbines per variant

Aspect	Variant 2	Variant 3	Variant 6	Variant 7	Variant 8
Aantal windturbines	2	2	2	4	3
Energieopbrengst* [GWh/jr]	47.7	48.0	47.7	94.4	70.6
PARK Energieopbrengst [GWh/jr]**	46.9	46.2	46.7	89.3	68.5
Energieopbrengst, 47 Lden, 16 uur/jaar	40.1	40.2	40.7	73.1	56.7
Energieopbrengst, 45 Lden, 16 uur/jaar	38.3	38.6	39.9	67.2	52.8
Energieopbrengst, 47 Lden, 6 uur/jaar	39.8	40.0	40.3	72.8	56.3
Energieopbrengst, 45 Lden, 6 uur/jaar	38.1	38.4	39.5	66.9	52.4
Energieopbrengst, 47 Lden, 0 uur/jaar	39.6	39.9	40.2	72.6	56.2
Energieopbrengst, 45 Lden, 0 uur/jaar	37.9	38.3	39.4	66.8	52.3

* Zonder opbrengstverliezen
** Met zogverliezen

Zonne-energie

In Tabel 4.31 is per variant de elektriciteitsopbrengst door de zonnepanelen van de varianten weergegeven. De netto elektriciteitsproductie is berekend, waarbij de productieverliezen zijn meegenomen. Hiervoor is rekening gehouden met een verlies van 9%, corresponderend met de gemiddelde degradatie van de zonnepanelen over een periode van 25 jaar. De elektriciteitsproductie is het hoogst voor de variant met de meeste panelen, namelijk variant 7. Verder is de productie in een oost-west opstelling consequent hoger dan in een zuid-opstelling, maar er worden ook meer panelen geplaatst bij een oost-west opstelling.

Tabel 4.31 Elektriciteitsopbrengst door zonnepanelen per variant

Aspect	Variant 2		Variant 3		Variant 6		Variant 7		Variant 8	
Aantal ha zon	8.4		-		7.8		22.0		17.3	
	Oost-west	Zuid	Oost-west	Zuid	Oost-west	Zuid	Oost-west	Zuid	Oost-west	Zuid
Energieopbrengst [GWh/jr]	10.6	9.2	0	0	9.8	8.5	28.5	24.5	22.6	19.4

Totaal

Om inzicht te krijgen in het totale effect van de verschillende varianten op de elektriciteitsopbrengst zijn de elektriciteitsproducties van de windturbines en de zonnepanelen bij elkaar opgeteld. Dit is weergegeven in Tabel 4.32. In deze tabel is alleen het scenario met een geluidnorm van Lden= 47dB en een slagschaduwnorm van 6 uur per jaar weergegeven (zie bijlage 8 voor alle mitigatie scenario's). Hieruit volgt dat variant 7, ondanks dat deze variant de hoogste productieverliezen heeft, de hoogste opbrengst heeft. Ook valt op dat het verschil tussen de oost-west georiënteerde en zuid georiënteerde zonopstellingen een minimaal verschil oplevert in vergelijking met de verschillen per variant.

Tot slot is de berekende elektriciteitsproductie (in GWh/jr) per variant omgerekend naar het aantal Petajoule per jaar (PJ). De berekende aantallen PJ liggen iets hoger dan initieel werd ingeschat voorafgaand aan dit variantenonderzoek. Op basis van de gekozen uitgangspunten in dit

variantenonderzoek kan worden gesteld dat alle varianten aan de minimale doelstelling van 0,13 PJ voldoen.

Tabel 4.32 Totale elektriciteitsopbrengst door windturbines en zonnepanelen per variant

Aspect	Variant 2		Variant 3		Variant 6		Variant 7		Variant 8	
Aantal turbines	2		2		2		4		3	
Aantal MW wind	11,4		11,4		11,4		22,8		17,1	
Aantal hectare zon	8.4		-		7.8		22.0		17.3	
Aantal MW zon (AC)	11.5		9.1		10.7		8.4		31.5	
	Oost-west	Zuid	Oost-west	Zuid	Oost-west	Zuid	Oost-west	Zuid	Oost-west	Zuid
Energie-opbrengst* [GWh/jr]	57.5	56.0	46.2	46.2	56.4	55.1	117.7	113.8	91.1	87.9
Energieopbrengst, 47 Lden, 6 uur/jaar	50.5	49.0	40.0	40.0	50.1	48.8	101.2	97.3	78.9	75.7
Totaal aantal PJ per jaar (wind + zon)	0,18	0,18	0,14	0,14	0,18	0,18	0,36	0,35	0,28	0,27

* Met alleen zogverliezen

4.8.3 Cumulatie

De elektriciteitsopbrengst van bestaande windparken kan worden verminderd als gevolg van de komst van een nieuw windpark. De ontwikkeling van Duurzaam Tolhuislanden kan leiden tot effecten op de bestaande windparken.

Tabel 4.33 laat de effecten op de elektriciteitsopbrengst van de windparken onderling zien, zoals verwacht op basis van het opgestelde opbrengstmodel. In de tabel is voor de bestaande windparken weergegeven wat de invloed is van de verschillende varianten op hun elektriciteitsproductie.

Tabel 4.33 Verminderde elektriciteitsopbrengst bestaande windturbines na plaatsing varianten

Energieopbrengst [GWh/jr]	Referentiesituatie	Variant 2	Variant 3	Variant 6	Variant 7	Variant 8
Windpark Synergie Nieuwleusen	28.8	28.5	28.6	28.6	28.6	28.6
Windpark Spoorwind	14.2	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1
Windpark Tolhuislanden	19.0	18.7	18.4	18.4	18.4	18.5
Windpark Westenwind	18.8	18.5	18.5	18.5	18.2	18.4
Totaal	**80.7**	**79.9**	**79.6**	**79.6**	**79.2**	**79.7**

De verliezen op de bestaande parken in en rondom Tolhuislanden zijn relatief klein ten opzichte van de opbrengsten van de varianten. In de tabel hierboven is af te lezen dat de varianten in totaal maximaal 1.5 GWh/jr aan energie verlies met zich mee brengen op de omliggende parken. Deze 1.5 GWh/jr is opgedeeld uit vier windparken, dus het verlies per individueel windpark is gering.

4.8.4 Effecten uitbreidingsvarianten Hessenpoort

De mogelijke uitbreiding van Hessenpoort zal een effect hebben op de elektriciteitsopbrengst door de windturbines. Immers, deze is afhankelijk van de windcondities ter plaatse. Door het aanpassen van de plaatselijke ruwheid of het plaatsen van obstakels (gebouwen) zullen deze condities veranderen wat gevolgen zal hebben voor de opbrengst. De omvang van deze gevolgen hangt af van de specifieke aanpassingen aan de omgeving, en zal voor varianten met windturbines dichtbij de industriezone waarschijnlijk groter zijn dan voor de andere varianten.

Daarnaast kunnen bepaalde woningen langs de Nieuwleusenerdijk eventueel gesaneerd worden door uitbreidingsvarianten Tolhuislanden V1, V2 en de combinatievariant. Deze ontwikkeling is echter zeer onzeker, maar naar verwachting zal het dan gaan om enkele geluidkritische woningen van variant 2, 7 en 8 die ruim binnen de geluidcontouren L_{den}=47 dB en L_{den}=45 dB vallen. Als er voor deze woningen geen geluidvoorzieningen meer hoeven worden getroffen, zal dit de productieverliezen licht kunnen reduceren. Hetzelfde geldt in minder mate voor productieverliezen om slagschaduw te reduceren.

4.8.5 Conclusies

Geconcludeerd kan worden dat de elektriciteitsopbrengst het hoogst is in variant 7. Deze variant heeft ook de meeste turbines en het grootste oppervlak aan zonne-energie. Belangrijke kanttekening bij deze variant is dat de productieverliezen ook het grootst zijn. Het relatief hoge verlies in deze variant is met name te verklaren door de zogeffecten (onderlinge beïnvloeding) van windturbines onderling en door de mitigerende maatregelen die moeten worden genomen om aan de normen van geluid te voldoen, zie bijlage 8.

Variant 8 heeft minder elektriciteitsopbrengst dan variant 7, maar nog steeds significant meer dan varianten 2, 3 en 6. Daarnaast heeft variant 8 net als variant 7 relatief hoge productieverliezen (met name door zogeffecten en geluidvoorzieningen). Varianten 2 en 6 zijn ongeveer gelijk in elektriciteitsopbrengst. Variant 3 heeft de minste elektriciteitsopbrengst. De effectscores zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Tot slot laten de resultaten dat alle varianten aan de minimale doelstelling van 0,13 PJ voldoet.

Tabel 4.34 Effectscores elektriciteitsopbrengst

Variant	**2**	**3**	**6**	**7**	**8**
Score	+	+/-	+	++	++

5 Samenvatting & conclusies

In het gebied Tolhuislanden in de gemeente Zwolle is de volgende doelstelling afgesproken tussen de coöperatieve vereniging Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden en de gemeente Zwolle: 0,13 tot 0,30 Petajoule per jaar aan duurzame energie middels zonne- en/of windenergie vanaf 2025. In dit vonderzoek zijn verschillende varianten voor de invulling van windturbines en zonnevelden in het gebied Tolhuislanden onderzocht. Er is inzicht gegeven in de belangrijkste milieueffecten, omgevingseffecten en economische effecten, om zo een goede vergelijking te maken tussen de verschillende varianten. Dit variantenonderzoek is de basis voor het maken van een weloverwogen keuze voor een voorkeursalternatief voor de realisatie van duurzame energie in het gebied Tolhuislanden. Voor het voorkeursalternatief kunnen vervolgens de benodigde vergunningen en ontheffingen worden aangevraagd.

De volgende milieu- en omgevingsaspecten zijn op hoofdlijnen onderzocht en beoordeeld in dit variantenonderzoek:

- Geluid
- Slagschaduw
- Ecologie
- Landschap
- Externe veiligheid
- Overige gebruiksfuncties
- Elektriciteitsopbrengst

Voor de beoordeling van de varianten is uitgegaan van windturbines met een maximale rotordiameter van 170 meter en een maximale ashoogte van 165 meter (tiphoogte is maximaal 250m). Voor zonnevelden zijn zowel zuid opstellingen en oost-west opstellingen beoordeeld voor de relevante aspecten.

De beoordeling van de effecten van de verschillende varianten vindt plaats ten opzichte van een referentiesituatie. De referentiesituatie omvat de huidige situatie van het gebied enkele ontwikkelingen die mogelijk zullen plaatsvinden in het gebied. In dit variantenonderzoek zijn de volgende ontwikkelingen meegenomen:

- Invulling bestaand en bestemde deel van bedrijventerrein Hessenpoort
- Vier uitbreidingsvarianten van het bedrijventerrein Hessenpoort
- Energiecluster bedrijventerrein Hessenpoort

Om de effecten van de varianten per aspect te kunnen vergelijken, zijn deze op basis van een + / - schaal beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. De effecten op de uitbreidingsvarianten van bedrijventerrein Hessenpoort zijn niet meegenomen in de effectscores. De reden hiervoor is omdat er vier verschillende uitbreidingsvarianten zijn en de exacte invulling van de uitbreiding van Hessenpoort onzeker is.

5.1 Conclusies milieuaspecten

In onderstaande tabel zijn de effectscores van alle milieu- en omgevingsaspecten weergegeven. Vervolgens wordt per aspect een toelichting gegeven op de belangrijkste resultaten en conclusies.

Tabel 5.1 Eindtabel effectscores milieuaspecten

Variant	**2**	**3**	**6**	**7**	**8**
Geluid	-	-	-	-	-
Slagschaduw	-	0/-	0/-	0/-	0/-
Externe veiligheid	0	0	0	0	0
Ecologie Wind					
Vogels	0/-	0/-	0/-	-	-
Vleermuizen	0/-	0/-	0/-	-	-
Weidevogels	0/-	--	-	-	0/-
Ecologie zon	0	0	0/-	-	-
Landschap wind					
Aansl./invl. lands.struct.	0	0	0	+	+
Herkenbaarh. opstelling	--/-	+	0/+	+	++
Interf. hoge elem./turb.	-	-/0	0	-	-/0
Invloed (visuele) rust	-	-	-	--/-	--
Invloed openheid	-/0	-/0	-/0	-/0	0
Zichtbaarheid	-	-	-	--/-	-
Landschap zon					
Aansl./invl. ls.structuur	-/0	nvt	-/0	-	+
Kwaliteit opstelling	-/0	nvt	0	-	+
Invloed openheid	-/0	nvt	-/0	-	-
Zichtbaarheid	-/0	nvt	-/0	--/-	--/-
Ruimtegebruik en overige gebruiksfuncties					
Ruimtegebruik	0/-	0/-	0/-	-	-
Luchtvaart en radar	0	0	0	0	0
Straalpaden	0	0	0	0	0
Elektriciteitsopbrengst	+	+/-	+	++	++

Geluid

Uit de effectbeoordeling volgt dat voor alle varianten geluidvoorzieningen nodig zijn om aan de beschreven normen voor geluid te voldoen. Te denken valt aan het wijzigen van de bedrijfsinstelling van de windturbine en het toepassen van serrated edges (uilenveren) op de turbinebladen. Let wel: de geluidcontouren zijn bepaald door uit te gaan van een relatief luide windturbine (worst-case benadering).

De realisatie van de windturbines van variant 2, 7 en 8 resulteert in de meeste geluidgevoelige objecten waarbij een jaargemiddeld geluidniveau van meer dan L_{den}=47 dB. Dit is te verklaring omdat er voor deze varianten op korte afstand een aantal woningen zitten. Voor variant 2 gaat het om een fors aantal woningen ten noorden en westen van de noordelijke windturbines. De geluidcontouren van variant 7 en 8

zijn groter omdat er hier meer windturbines worden gerealiseerd. Bovendien bevinden zich op korte afstand van variant 7 en 8 veel woningen langs de Nieuwleusenerdijk en waterplas de Markte. De ontwikkeling van de uitbreiding van bedrijventerrein Hessenpoort zou echter kunnen betekenen dat enkele geluidkritieke woningen rondom variant 2, 7 en 8 gesaneerd kunnen worden.
Variant 3 en 7 geeft de meeste geluidgevoelige objecten met een jaargemiddeld geluidniveau van meer dan L_{den}=45 dB. Voor variant 3 is dit te verklaren omdat er relatief veel woningen zijn gelegen in de ruimere omgeving van de windturbineposities. Variant 6 geeft de minste geluidgevoelige objecten met een overschrijding.

Na toepassing van de geluidvoorzieningen, zodat alle geluidgevoelige objecten buiten de geluidcontouren vallen, is het aantal ernstig gehinderden vergelijkbaar voor alle varianten (zie onderstaande tabel). Variant 7 en 8 hebben na toepassing van geluidvoorzieningen net iets minder aantal ernstig gehinderden vergeleken met de overige varianten. Dit is te verklaren door het feit dat er in totaal minder woningen in de ruimere omgeving van variant 7 en 8 liggen vergeleken met het midden en noorden van het plangebied (ter hoogte van varianten 2, 3 en 6), mede omdat varianten 7 en 8 tegen het huidige bedrijventerrein Hessenpoort aan zijn gelegen. De toepassing van geluidvoorzieningen van variant 7 en 8 resulteert wel in meer productieverliezen vergeleken met overige varianten. Dit effecten hiervan zijn in de elektriciteitsopbrengst verwerkt.

Tabel 5.2 Aantallen en percentages ernstig gehinderd in referentiesituatie en na realisatie van de varianten bij een geluidnorm van L_{den}=47 dB na toepassing van geluidvoorzieningen. Uitgaande van de realisatie van de Nordex N163-5.X met serrated edges

	Ernstig gehinderd (binnenshuis)		**Toename t.o.v. ref. situatie**	
	Aantal	**% van populatie**	**Aantal**	**% van populatie**
Ref. situatie (372 personen)	2,8	0,7%	-	-
Ref. situatie + variant 2	6,9	1,8%	4,1	1,1%
Ref. situatie + variant 3	7,3	2,0%	4,5	1,2%
Ref. situatie + variant 6	6,5	1,7%	3,7	1,0%
Ref. situatie + variant 7	6,3	1,7%	3,6	1,0%
Ref. situatie + variant 8	5,8	1,6%	3,1	0,8%

Slagschaduw

Uit de effectbeoordeling volgt dat voor alle varianten mitigerende maatregelen nodig zijn om aan de beschreven normen voor slagschaduw te voldoen.

Variant 2 geeft zeer veel woningen met 0 tot 6 uur slagschaduw, maar dit is eenvoudiger te mitigeren. Dit heeft met name te maken met het hoge aantal woningen op ruimere afstand ten noordoosten van de noordelijke turbine van variant 2. Verder is het aantal woningen met een slagschaduwduur van meer dan 6 uur vergelijkbaar voor alle varianten.

Er zit verschil in het aantal overige slagschaduwgevoelige objecten (kantoor en bedrijfsgebouwen) waar slagschaduw op kan treden. Voor variant 2, 7 en 8 is dat aantal vanwege de ligging naast het bestaande bedrijventerrein Hessenpoort hoger vergeleken met variant 3 en 6. Echter, het effect (en mogelijke hinder) van slagschaduw op kantoor en bedrijfsgebouwen is beperkter ten opzichte van woningen en treedt alleen op tijdens werktijden.

Tot slot zijn er goede mogelijkheden om de slagschaduwduur te mitigeren tot de beschreven normen middels een stilstandvoorziening resulterend in beperkte opbrengstverliezen (zie ook paragraaf 4.8). Bovendien treedt de mogelijke hinder van slagschaduw op kantoor en bedrijfsgebouwen alleen op tijdens werktijden. De slagschaduwduur op kantoor en bedrijfsgebouwen van bedrijventerrein Hessenpoort is daarom eenvoudiger te mitigeren.

Externe veiligheid

Er vallen geen bestaande (beperkt) kwetsbare objecten, infrastructuurnetwerken of risicovolle installaties binnen de bepaalde toetsafstanden. Aandachtspunten zijn de effecten van varianten 7 en 8 op toekomstige ontwikkelingen binnen het bestemde bedrijventerrein Hessenpoort en de toekomstige ontwikkelingen omtrent het Energiecluster, met name het effect van het zonnepark van variant 8 op de groengasinstallatie.

Ecologie

Op basis van de eerste resultaten van het reeds uitgevoerde veldwerk en bestaande gegevens kan de voorzichtige conclusie worden getrokken dat de varianten 7 en 8 tot hogere aanvaringsrisico's onder vogels zullen leiden dan de varianten 2, 3 en 6. De reden is dat relatief veel vliegbewegingen van ganzen, meeuwen en kraaiachtigen in het zuidelijk deel van het plangebied plaatsvinden, waardoor sprake kan zijn van relatief hoge aanvaringsrisico's voor vogels. Bovendien vliegen deze soorten relatief veel op rotorhoogte. Een belangrijk aandachtspunt hiervoor zijn de aanvaringsslachtoffers onder de Kolgans. De Kolgans is een doelsoort van het nabijgelegen Natura 2000-gebied Zwarte water en Vecht. Met behulp van een aanvaringsmodel kunnen de risico's nader worden gekwantificeerd. De voorspelde mortaliteit neemt logischerwijs toe met het aantal turbines, waardoor variant 7 waarschijnlijk tot de hoogste mortaliteit zal leiden. Daarnaast is bij de varianten 7 en 8 sprake van een relatief groot oppervlak aan zonnevelden waardoor foerageergebied voor ganzen verloren kan gaan.

Voor vleermuizen is sprake van een vergelijkbare situatie als voor vogels. Door het verspreidingspatroon van de vleermuizen, en dan met name de risicosoorten Rosse vleermuis en Ruige dwergvleermuis, is de verwachting dat de varianten 7 en 8 tot hogere aanvaringsrisico's zullen leiden dan de varianten 2, 3 en 6.

Voor de weidevogels hebben de varianten 3, 6 en 7 de meeste impact qua verstoring, waarbij nog wel een verschil aanwezig is in de aantallen Grutto's die worden verstoord. Voor variant 3 heeft een grotere verstoring op de kritische Grutto. Varianten 2 en 8 lijken voor weidevogels het gunstigste uit te pakken. Hierbij dient te worden opgemerkt dat voor variant 8 van een deel van de verstoorde oppervlakte (nog) geen weidevogelgegevens beschikbaar zijn.

Landschap

De impact van windturbines op de zichtbaarheid is tussen de varianten min of meer gelijk. Moderne windturbines zijn nu eenmaal groot en daardoor zichtbaar. Verschillen in aantal turbines leiden tot enige verschillen tussen de varianten op dit punt. De impact van windturbines op het relatief open landschap is ook mede afhankelijk van het aantal turbines, maar ook van hun positie. Hoe meer turbines hoe groter die impact kan zijn. Maar tegelijkertijd geldt dat hoe meer die turbines gecombineerd worden met de dichtere randen van het plangebied, hoe geringer die impact op de openheid weer wordt. De varianten die meer in het open deel van het plangebied liggen (variant 3, 6 en 7) zijn over de gehele linie iets negatiever beoordeeld dan de varianten die meer in het wat besloten deel van het plangebied liggen. Variant 8 lijkt over het algemeen iets minder negatief uit te pakken op de openheid van het landschap, omdat deze variant pal langs de dichte rand van Hessenpoort ligt. Met betrekking tot aansluiting op de

landschappelijke structuur (variant 7 en 8 positiever) en herkenbaarheid van de opstelling zijn de onderlinge verschillen tussen de varianten weer wat groter (variant 3, 7 en 8 iets positiever).

Verder mag worden geconcludeerd, dat ondanks dat de varianten negatieve effecten op het landschap hebben, variant 8 relatief het minst negatief scoort, zowel op het aspect van wind- als van zonne-energie. Juist in deze variant liggen kansen voor het creëren van een nieuwe landschappelijke samenhang, doordat in deze relatief compacte variant de oostrand van bedrijventerrein Hessenpoort duidelijk wordt gemarkeerd en afgerond en daarmee ook de overgang naar het buitengebied. Bij de andere varianten zijn deze kansen beperkter aanwezig. Variant 2 leidt tot een erg diffuus, verspreid beeld. Variant 3 leidt tot een duidelijke aanvulling van de (al bestaande) windturbines. Variant 6 leidt weer tot een iets minder diffuus beeld en bij variant 7 wordt een relatief groot gebied ingezet voor wind- en zonne-energie. De samenhang tussen windenergie en zonne-energie (met name in variant 7) is alleen op het laagste schaalniveau waarneembaar en heeft slechts een beperkt effect op de totale beoordeling. Variant 2 scoort het meest negatief op het aspect van windenergie, variant 7 scoort het meest negatief op het aspect van zonne-energie.

Ruimtegebruik en overige gebruiksfuncties

Het effect van windturbines op het ruimtegebruik op de bodem is zeer beperkt is en biedt meestal ruimte om het met de huidige functie (in dit geval vooral agrarisch) te combineren. Zonnevelden bieden echter voor meervoudige ruimtegebruik nauwelijks mogelijkheden. Geconcludeerd kan worden dat varianten 2, 3 en 6 een licht negatief effect hebben op het onderdeel ruimtegebruik, vanwege een beperkte afname van het agrarische oppervlak. Varianten 7 en 8 hebben het grootste effect vanwege het aantal turbines en het relatief grote oppervlak van de zonnevelden.

Verder hebben de windturbines van variant 7 en 8 geen wiekoverdraai met de bedrijfsbestemmingen van het huidige bedrijventerrein Hessenpoort. Een aandachtspunt is de overlapping van een deel van het zonnepark van variant 8 met de plannen voor een groengasinstallatie in het Energiecluster.

Tot slot hebben de varianten geen effect op luchtvaart en straalpaden. Voor wat betreft defensieradar zal er een toetsing door TNO moeten worden uitgevoerd om de radarverstoring te onderzoeken en te beoordelen of de verstoring van de windturbines op de radarsystemen aanvaardbaar is.

Elektriciteitsopbrengst

Geconcludeerd kan worden dat de elektriciteitsopbrengst het hoogst is in variant 7. Deze variant heeft ook de meeste turbines en het grootste oppervlak aan zonne-energie. Belangrijke kanttekening bij deze variant is dat de productieverliezen ook het grootst zijn. Het relatief hoge verlies in deze variant is met name te verklaren door de zogeffecten (onderlinge beïnvloeding) van windturbines onderling en door de mitigerende maatregelen die moeten worden genomen om aan de normen van geluid te voldoen, zie bijlage 7.

Variant 8 heeft minder elektriciteitsopbrengst dan variant 7, maar nog steeds significant meer dan varianten 2, 3 en 6. Daarnaast heeft variant 8 net als variant 7 relatief hoge productieverliezen (met name door zogeffecten en geluidvoorzieningen). Varianten 2 en 6 zijn ongeveer gelijk in elektriciteitsopbrengst. Variant 3 heeft de minste elektriciteitsopbrengst.

5.2 Uitbreiding bedrijventerrein Hessenpoort

In deze paragraaf worden de belangrijkste effecten van de varianten op de verschillende uitbreidingsvarianten van Hessenpoort kort toegelicht en een eerste aanzet tot optimalisatiemogelijkheden gegeven om de onderlinge effecten van beide ontwikkelingen beperkt te houden.

Geluid

Op de uitbreiding van bedrijventerrein Hessenpoort worden geen geluidgevoelige objecten (woningen e.d.) gerealiseerd. Kantoorpanden en bedrijfspanden op de uitbreidingsterreinen kunnen eventueel hinder ondervinden van de geluidproductie van nabijgelegen turbines, maar zijn in principe niet wettelijk beschermd als een geluidgevoelig object waarvoor geluidnormen gelden. Over het algemeen kan worden gesteld dat variant 7 en 8 de hoogste geluidproductie geeft op de verschillende uitbreidingsvarianten van Hessenpoort en variant 3 de laagste. De geluidproductie voor alle varianten zal lager zijn voor uitbreidingsvariant de Bese vergeleken met uitbreidingsvariant Tolhuislanden V1, V2 en de combinatievariant.

Daarnaast kan de ontwikkeling van de uitbreiding van bedrijventerrein Hessenpoort betekenen dat bepaalde woningen langs de Nieuwleusenerdijk eventueel gesaneerd worden. Deze ontwikkeling is echter zeer onzeker, maar naar verwachting zal het dan gaan om enkele geluidkritische woningen van variant 2, 7 en 8 die ruim binnen de geluidcontouren L_{den}=47 dB en L_{den}=45 dB vallen.

Slagschaduw

Op de uitbreidingsterreinen van Hessenpoort worden mogelijk objecten gerealiseerd waar gedurende een langere tijdsduur mensen aanwezig zijn, maar niet permanent (o.a. kantoren en bedrijfsgebouwen). Dit zijn overig slagschaduwgevoelige objecten. Dergelijke objecten waren tot op heden niet beschermd in het Activiteitenbesluit, maar er kunnen wel project-specifieke normen voor worden gesteld.

De slagschaduwcontouren van de windturbines van variant 3 en 6 overlappen niet met alle uitbreidingsvarianten van Hessenpoort. Hier zal dus 0 uur slagschaduw plaatsvinden. De slagschaduwcontouren van varianten 2, 7 en 8 overlappen wel met de uitbreidingsvarianten van Hessenpoort. De mogelijke hinder van slagschaduw op kantoor en bedrijfsgebouwen treedt alleen op tijdens werktijden. De slagschaduwduur is daarom eenvoudiger te mitigeren. Voor uitbreidingsvariant de Bese zal de slagschaduw beperkter zijn, omdat een groot deel van de bedrijfskavels ten zuiden van de windturbines zal worden gerealiseerd.

Externe veiligheid

Geconcludeerd kan worden dat er vanuit externe veiligheid geen onoverkomelijke belemmering ontstaan voor het uitbreiden van bedrijventerrein Hessenpoort. Het is goed mogelijk om bij het definitieve ontwerp van de uitbreiding van Hessenpoort zoveel als mogelijk rekening te houden met de verschillende PR 1E-06 en PR 1E-05 contouren van het definitieve ontwerp van het windpark van Tolhuislanden. Binnen de PR 1E-06 contouren is het niet toegestaan om kwetsbare objecten te plaatsen, hieronder vallen onder andere kantoorgebouwen met een vloeroppervlak van meer dan 1.500 m2. Binnen de PR 1E-05 contouren is het niet toegestaan om beperkt kwetsbare objecten te plaatsen, hieronder vallen onder andere kantoorgebouwen met een vloeroppervlak kleiner dan 1.500 m2.

Uitbreidingsvariant de Bese wordt het minst beïnvloed door de verschillende varianten gezien de ligging ten zuidoosten van de windturbines van de varianten van Tolhuislanden. Varianten 7 en 8 hebben in potentie de meeste impact op de verschillende uitbreidingsvarianten van Hessenpoort.

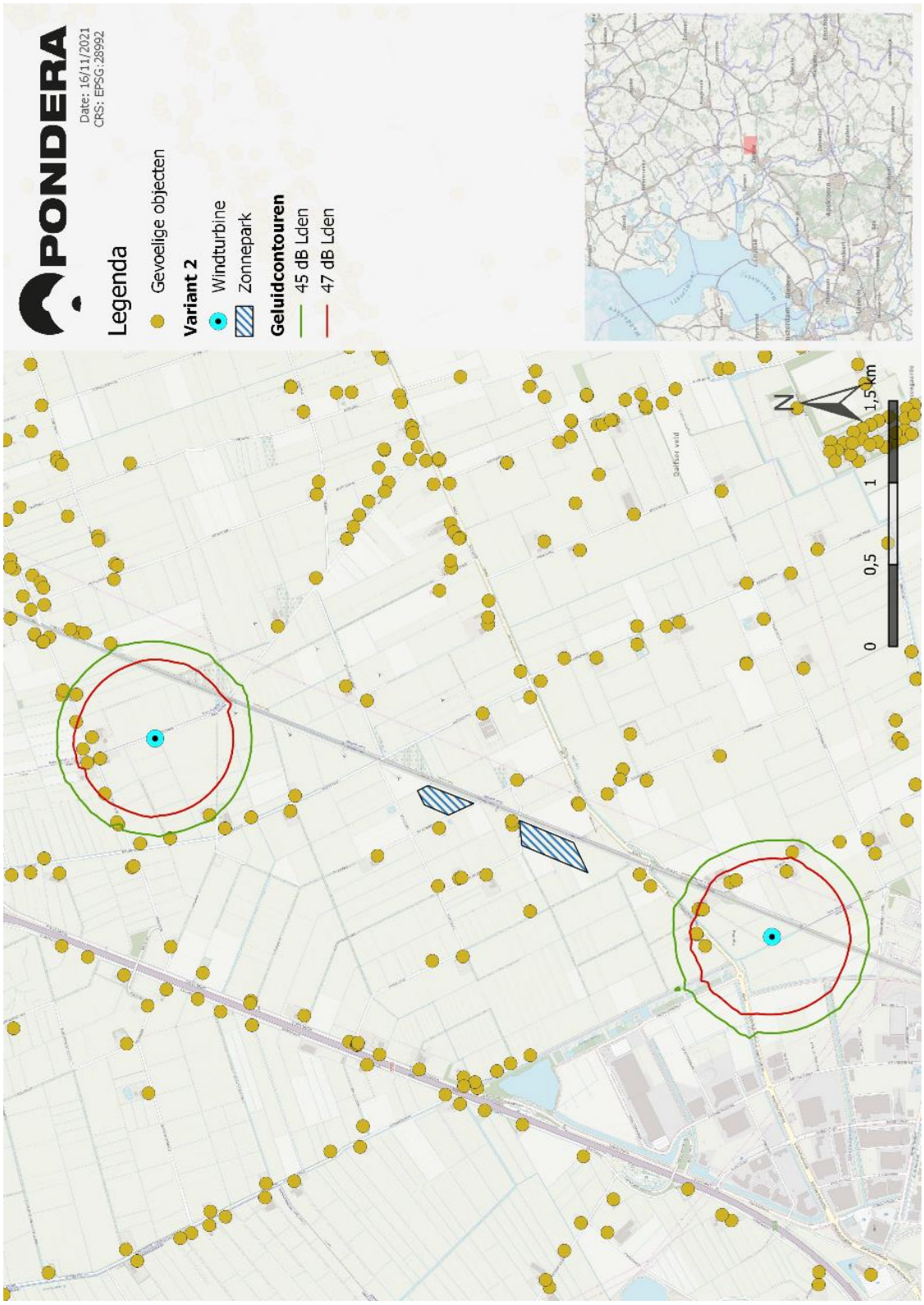
Ruimtegebruik en overige gebruiksfuncties

Variant 3 heeft geen raakvlak met de verschillende uitbreidingsvarianten voor Hessenpoort. Uitbreidingsvariant de Bese heeft het minste overlap met de varianten. De uitbreidingsvariant Combinatie heeft de meeste overlap met de verschillende varianten van Tolhuislanden, met name met de varianten 7 en 8. Het zonneveld van variant 8 en het noordelijkwestelijke zonneveld van variant 7 hebben aanzienlijke overlap met de kavels van uitbreidingsvariant Combinatie. In uitbreidingsvarianten V1 en V2 zijn het met name de zonnevelden van variant 7 die overlap hebben met de kavels. Daarnaast heeft variant 7 in uitbreidingsvariant V1 en V2 wiekoverdraai met de spoorwegterminal. De noordoostelijke zonnevelden van variant 7 overlappen bijna in zijn geheel de spoorwegterminal in uitbreidingsvariant V1 en V2.

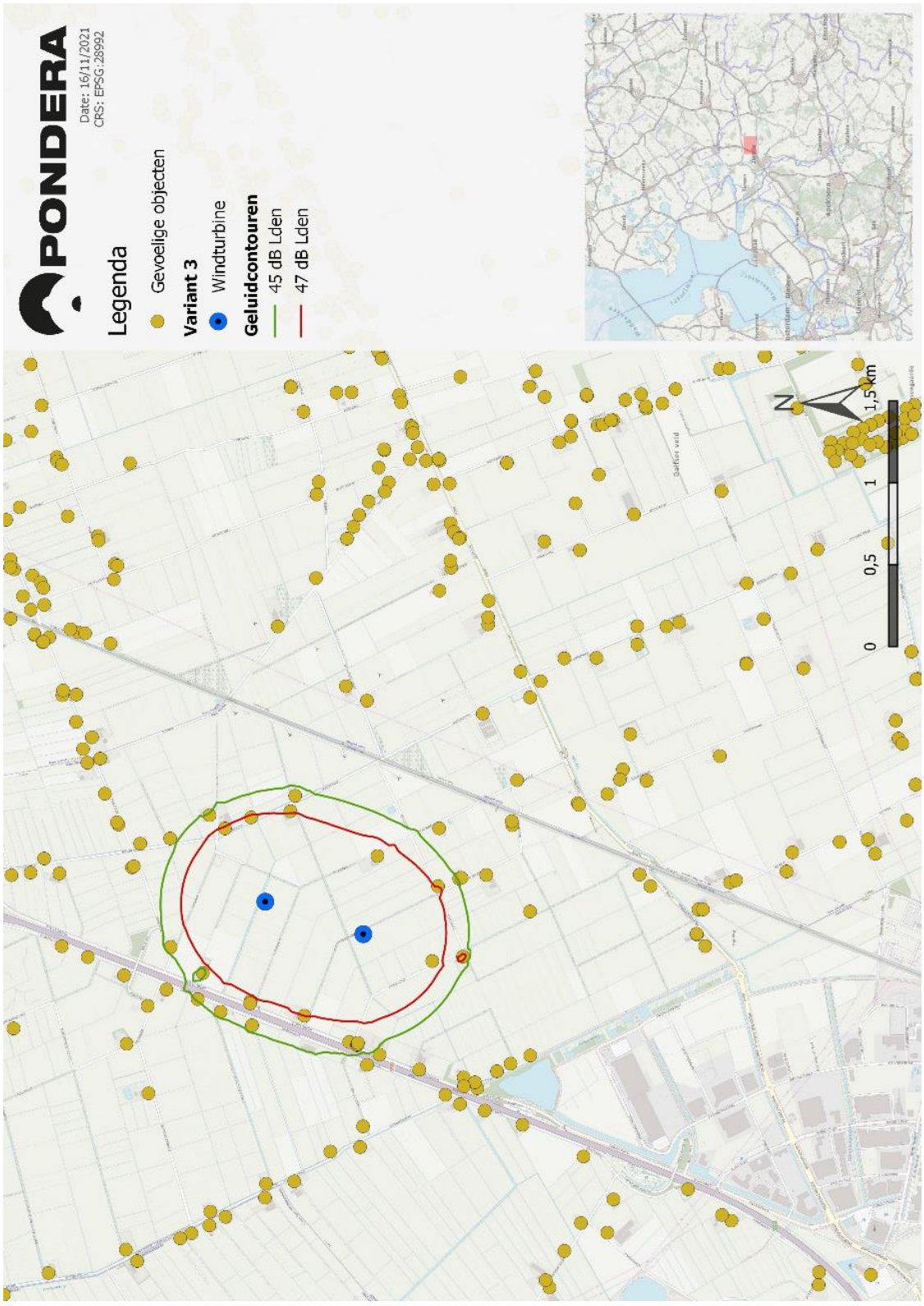
Over het algemeen kan worden gesteld dat de zonnevelden niet verenigbaar zijn met de functies van een bedrijventerrein. Voor windturbines geldt dat er geen gebouwen wenselijk zijn onder de rotoroverdraai. Wel zijn er voor alle uitbreidingsvarianten van Hessenpoort optimalisaties of verschuivingen mogelijk in de directe omgeving zodat de zonnevelden en het bedrijventerrein naast elkaar worden geplaatst en er geen gebouwen onder het rotoroppervlak van de windturbines terecht komen. Door bijvoorbeeld de uitbreidingsvarianten Tolhuisenlanden V1, V2 en Combinatie iets langwerpiger te maken en iets naar het noordoosten te verplaatsen komen de kavels tussen de windturbines van variant 7 komen te liggen. Bovendien is het mogelijk om overige functies van een bedrijventerrein onder de rotoroverdraai van de windturbines te realiseren, zoals de groenstroken, opslag, loodsen of overige verhardingen. Geconcludeerd wordt dat er voldoende mogelijkheden zijn om de ruimtelijke indeling van de uitbreiding van Hessenpoort te optimaliseren zodat het effecten van de windturbines en zonnevelden beperkt zal zijn.

Bijlage 1 Geluidcontouren nieuwe windturbines

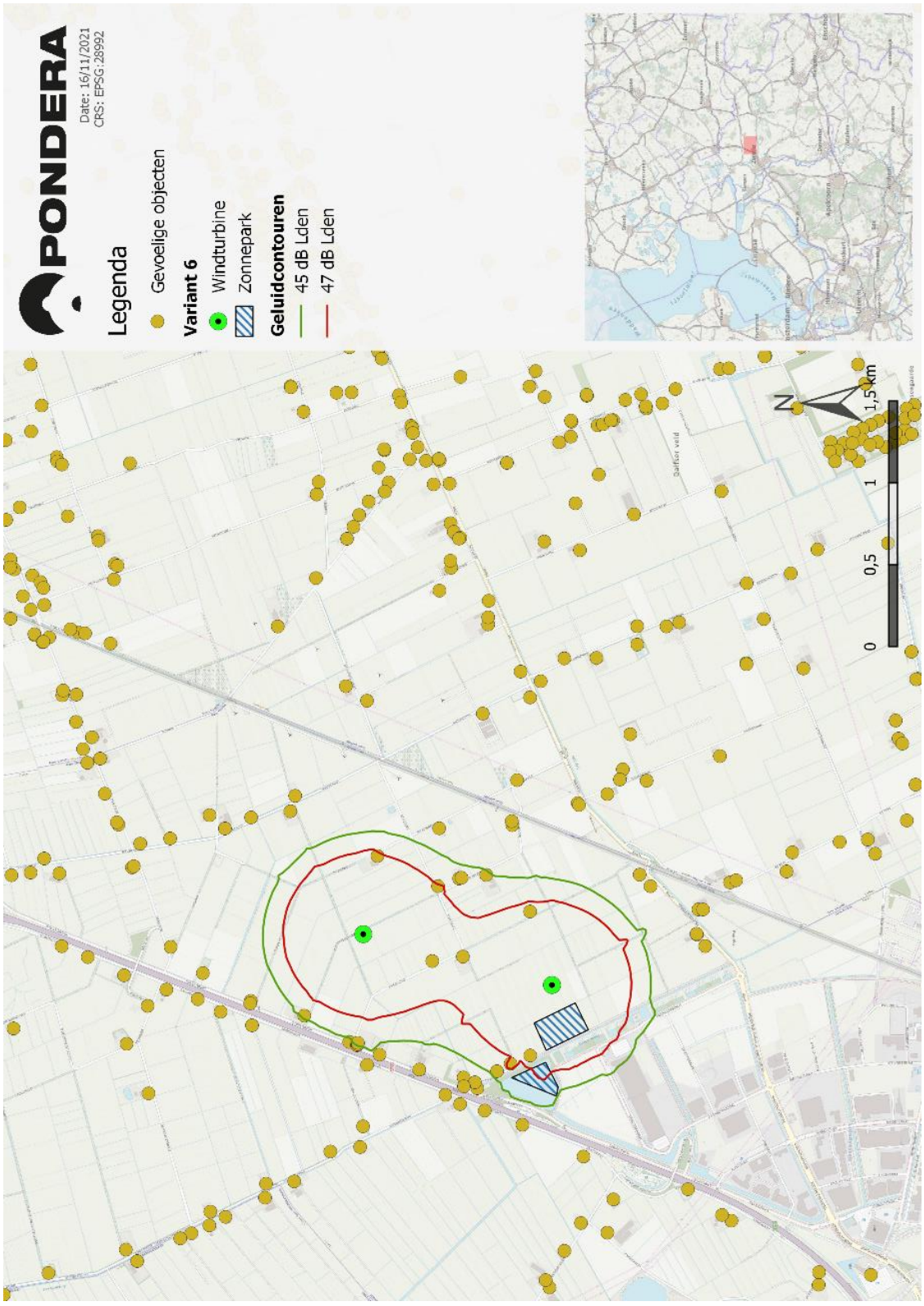
Geluidcontouren L_{den} variant 2



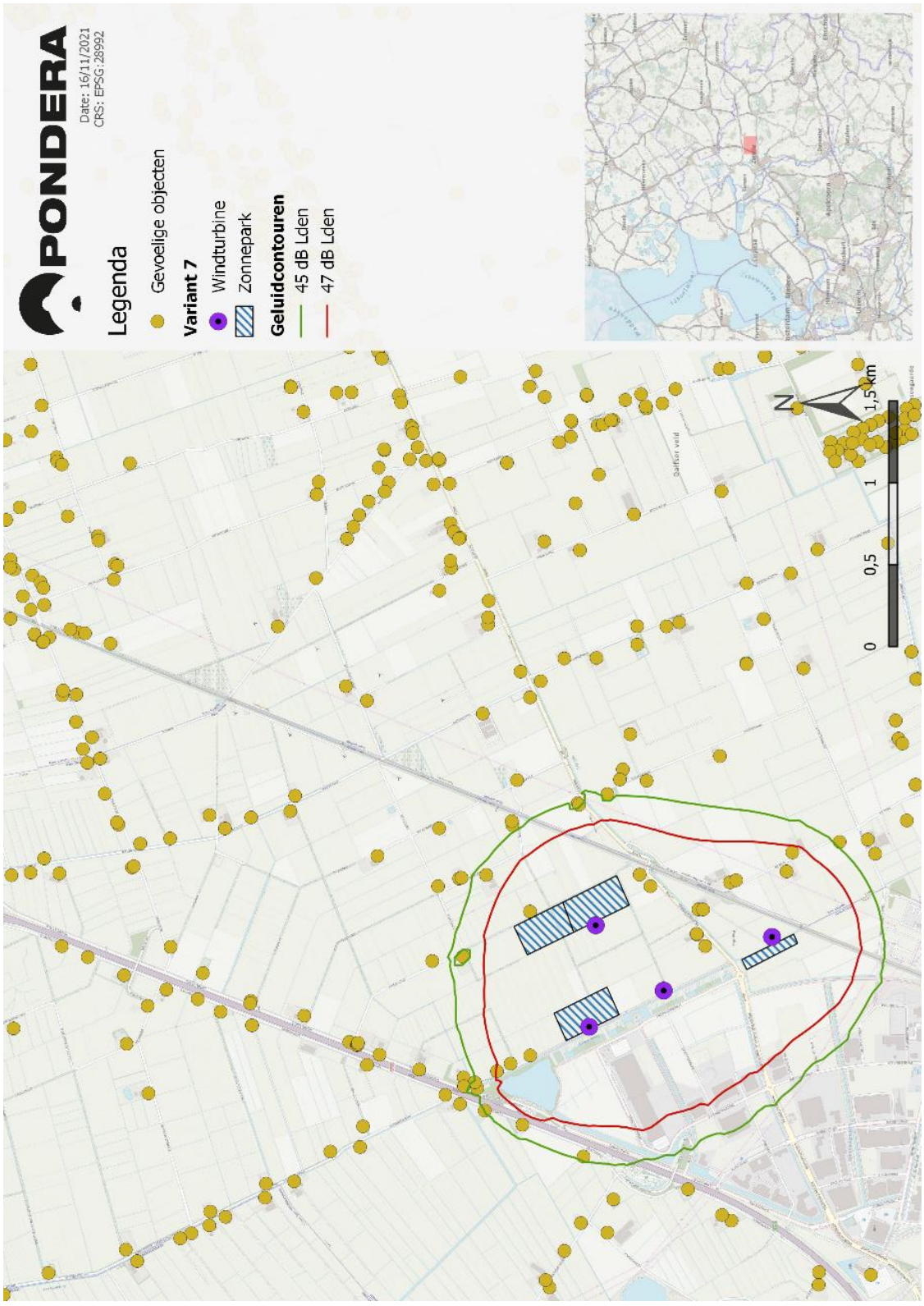
Geluidcontouren L_{den} variant 3



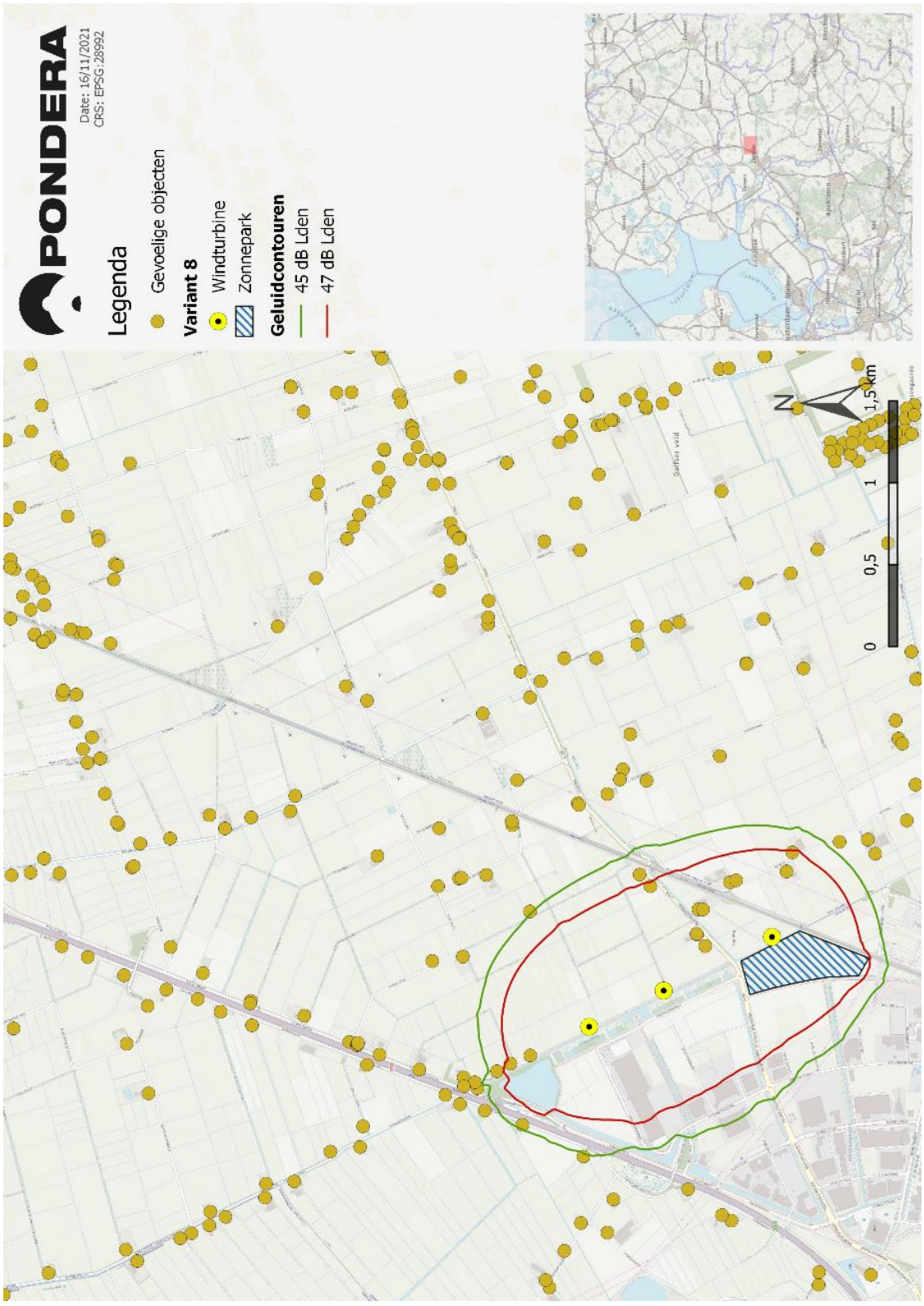
Geluidcontouren L_{den} variant 6



Geluidcontouren L_{den} variant 7

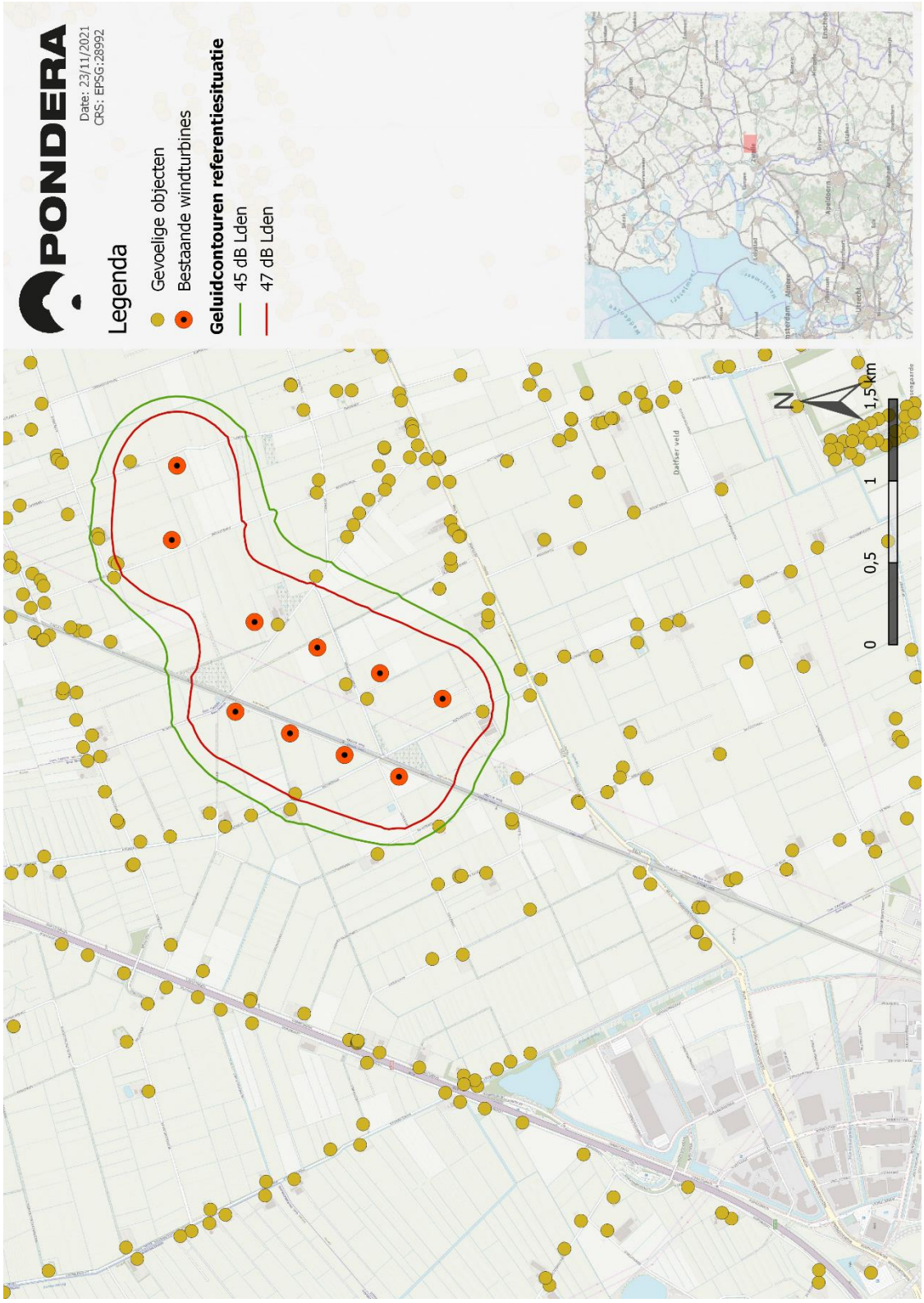


Geluidcontouren L_{den} variant 8

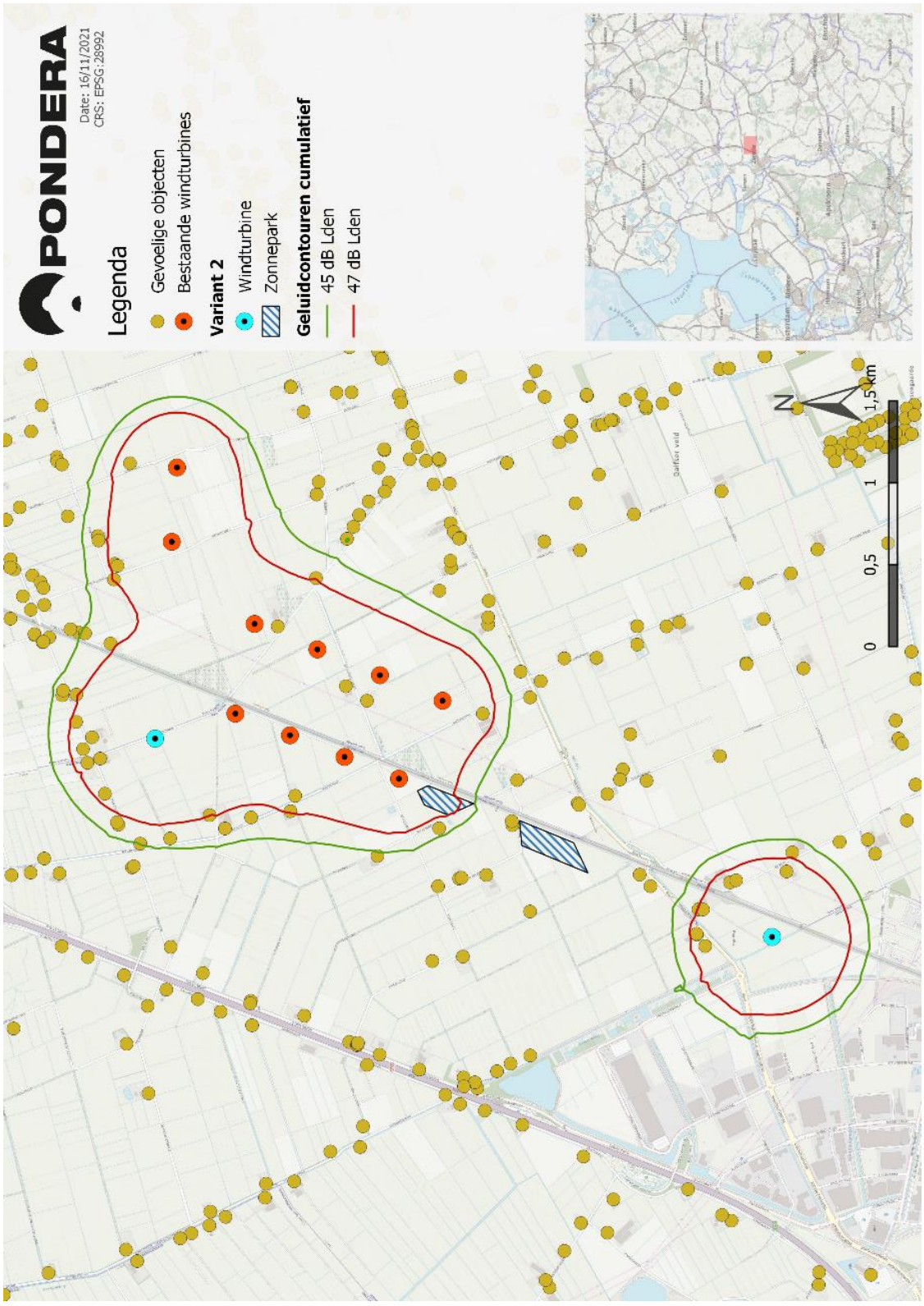


Bijlage 2 Geluidcontouren cumulatief bestaande windturbines

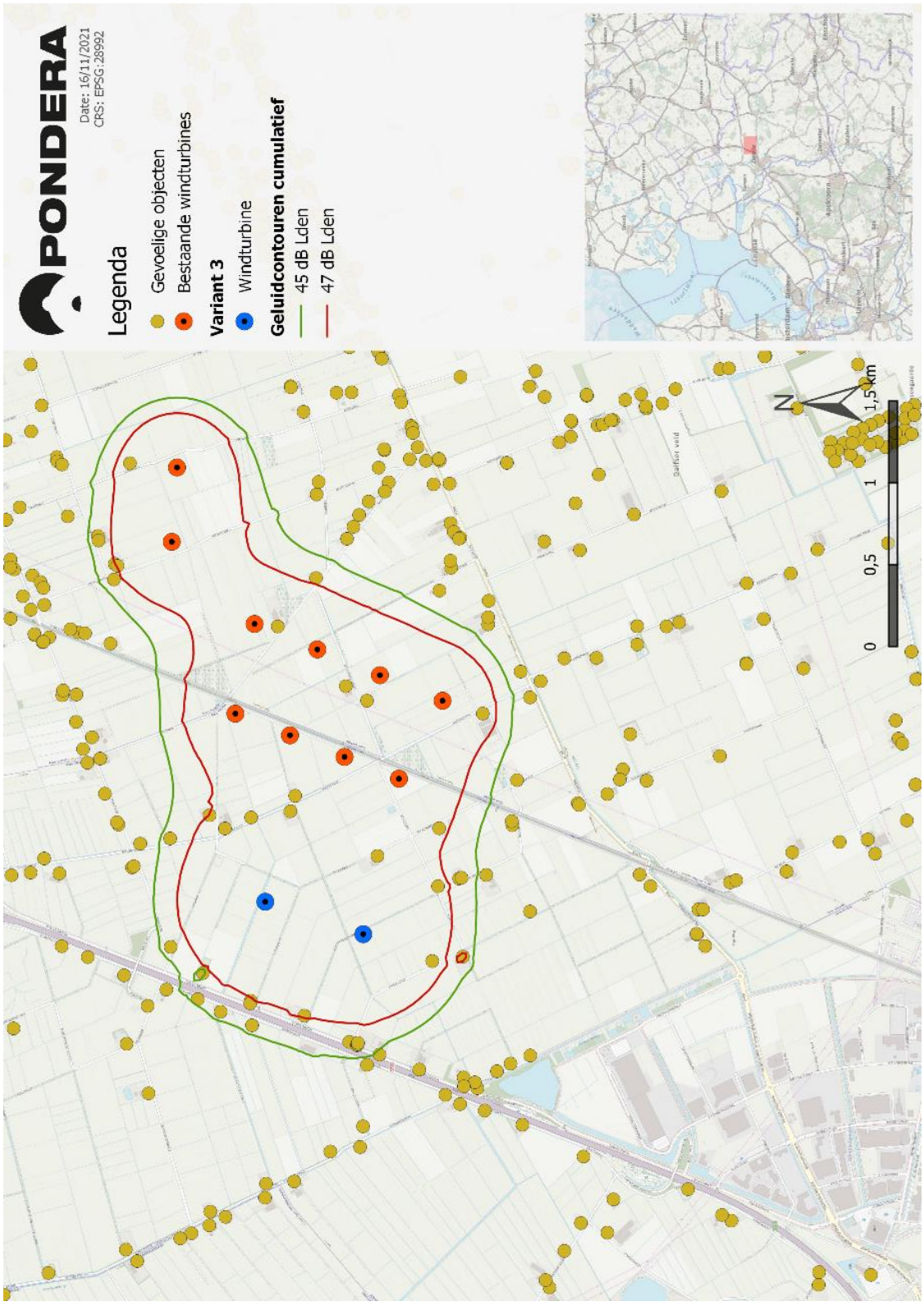
Geluidcontouren referentiesituatie



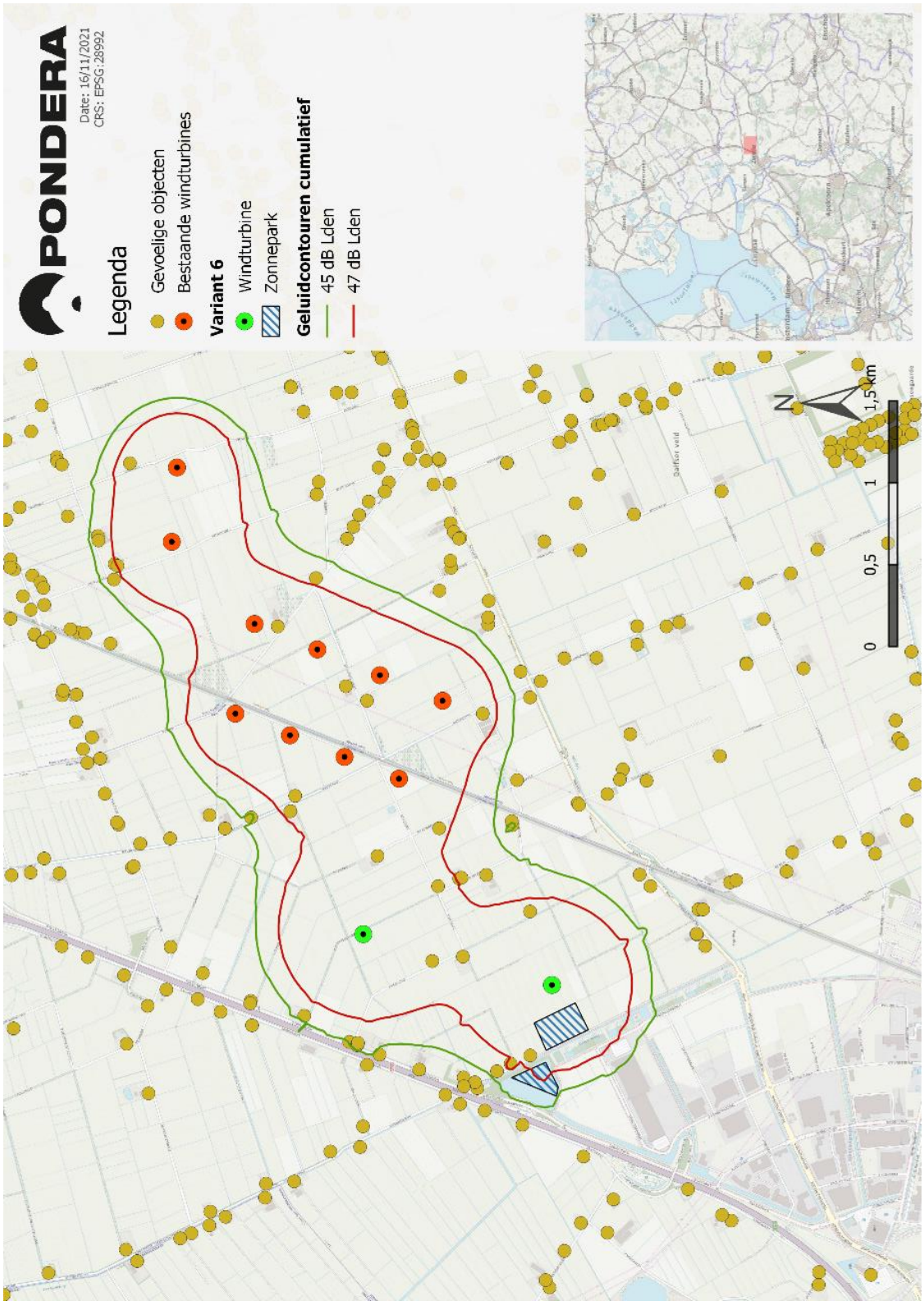
Geluidcontouren L_{den} variant 2 + bestaande windturbines



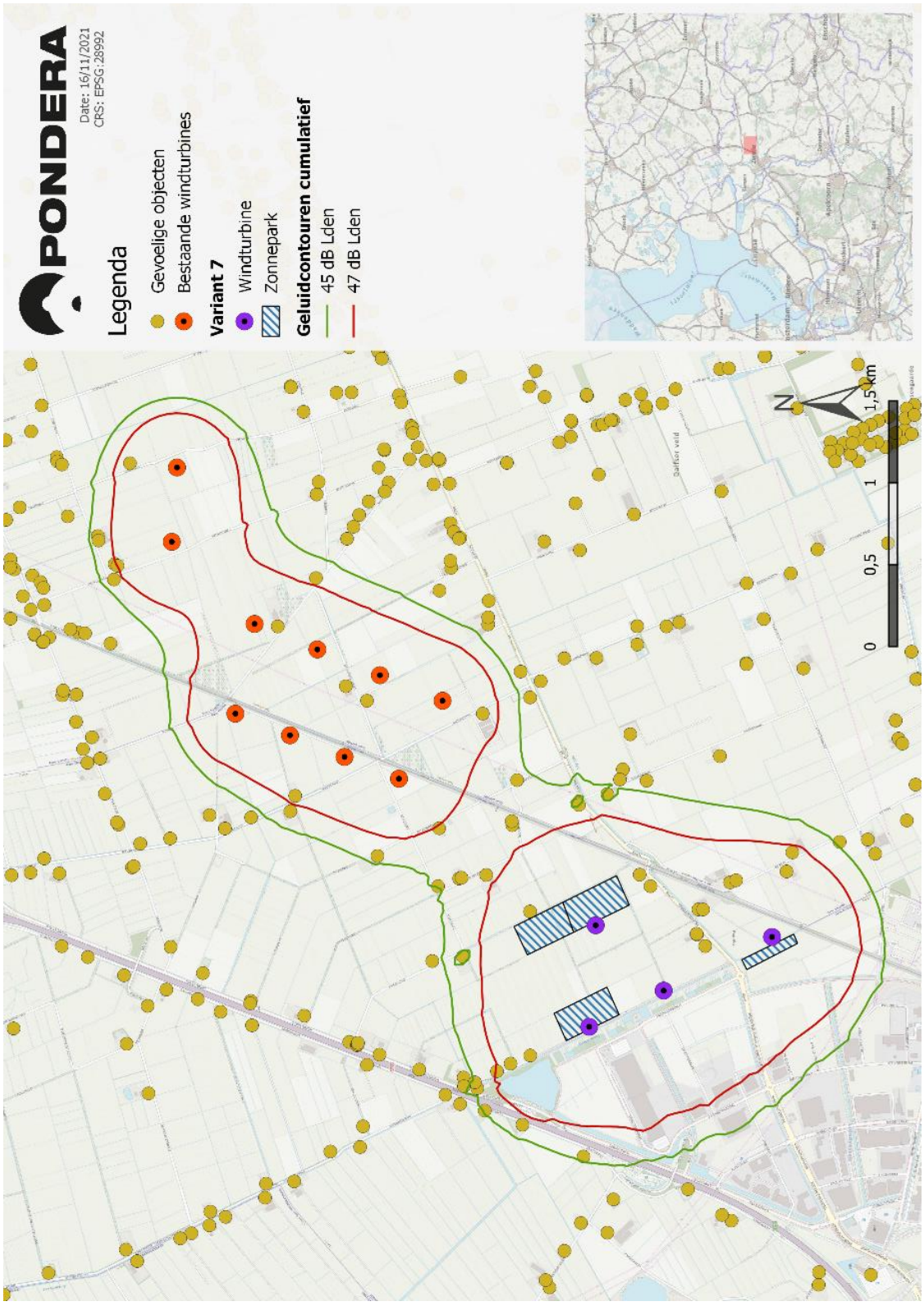
Geluidcontouren L_{den} variant 3 + bestaande windturbines



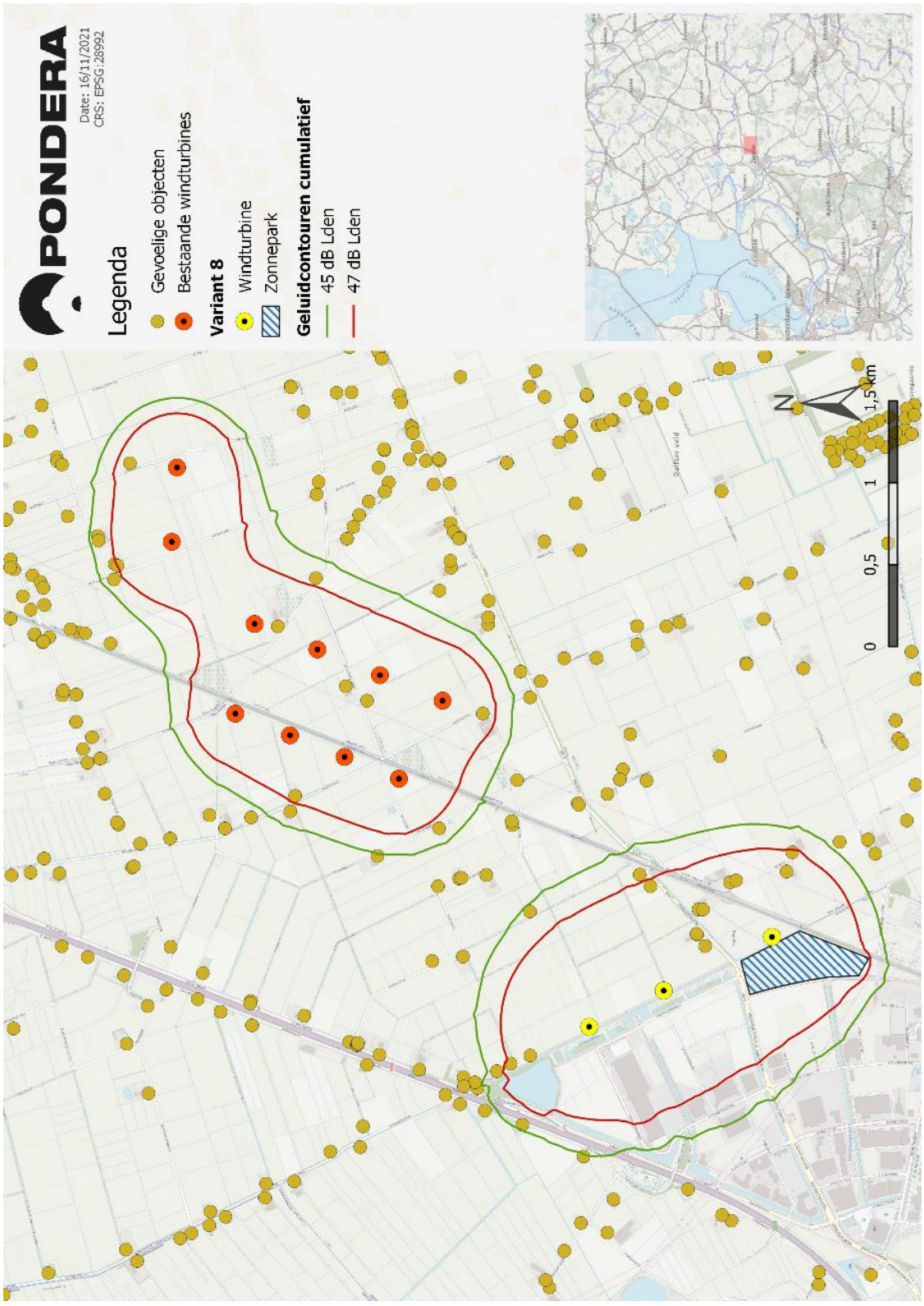
Geluidcontouren L_{den} variant 6 + bestaande windturbines



Geluidcontouren L_{den} variant 7 + bestaande windturbines



Geluidcontouren L_{den} variant 8 + bestaande windturbines



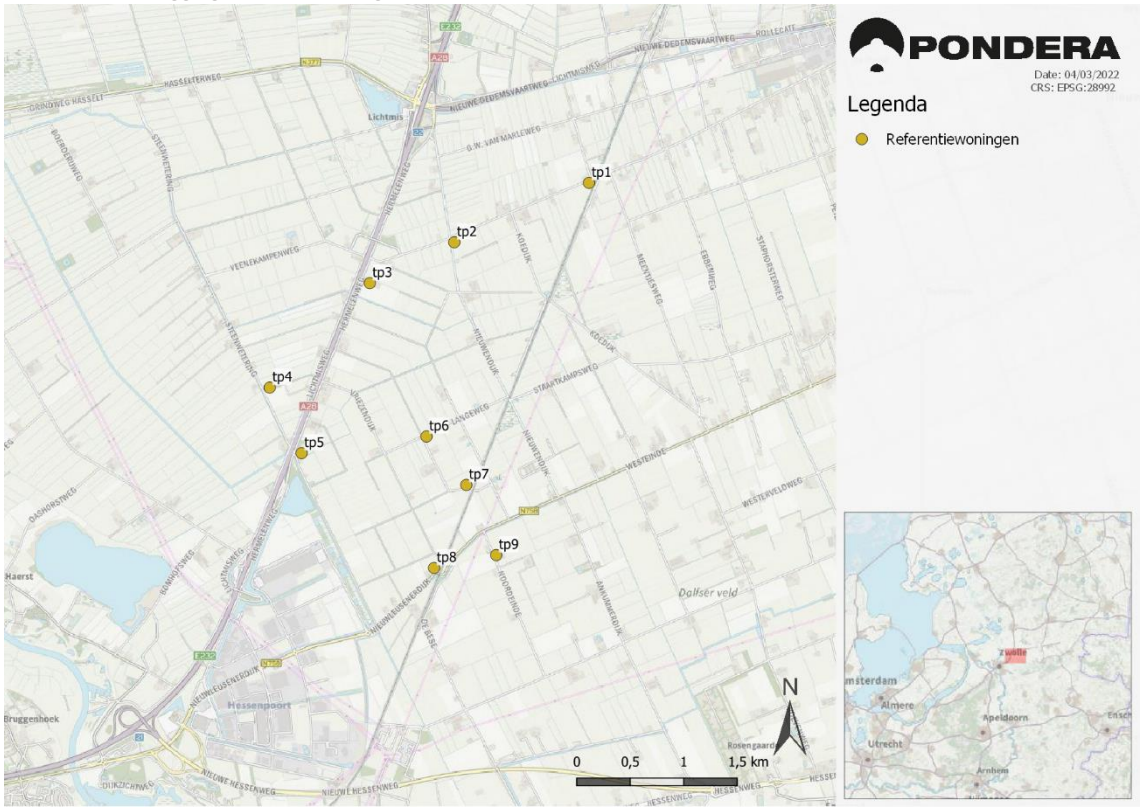
Bijlage 3 Cumulatief geluid met overige geluidbronnen

De cumulatieve geluidbelasting is inzichtelijk gemaakt voor een selectie referentiewoningen (toetspunten). In onderstaande tabel zijn de adressen gegeven van de referentiewoningen en in onderstaande figuur is de ligging van de referentiewoningen afgebeeld. Vervolgens zijn per variant de resultaten in kaart gegeven met cumulatieve geluidbelasting ter plaatse van de referentiewoningen in de referentiesituatie (eerste waarde) en de cumulatieve geluidbelasting na realisatie van de betreffende variant (tweede waarde).

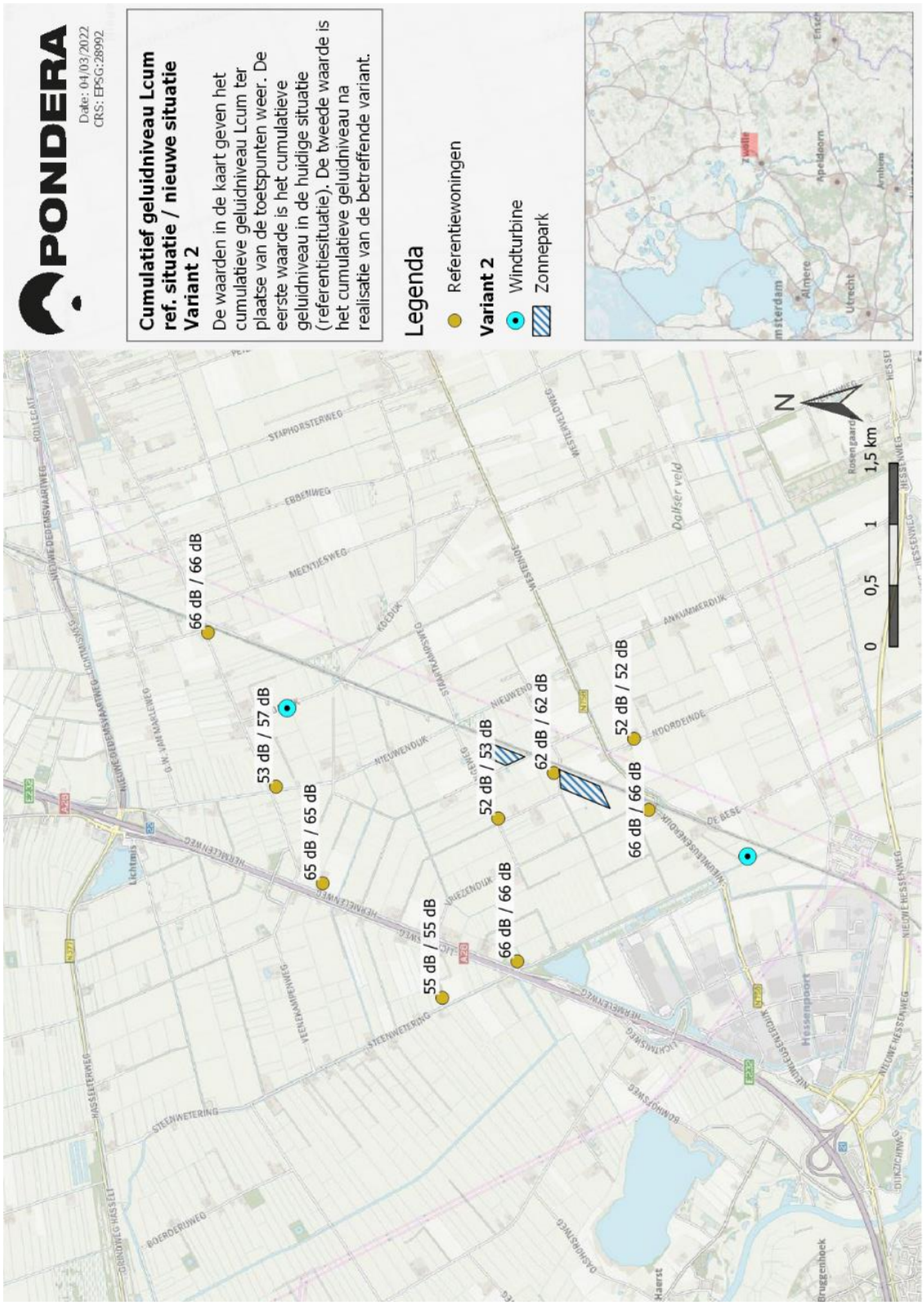
Adressen referentiewoningen (toetspunten)

Toetspunt	Adres
tp1	Meeleweg 115
tp2	Meeleweg 125
tp3	Hermelenweg 172
tp4	Diaconieweg 1
tp5	Steenwetering 4A
tp6	Midden Tolhuisweg 4
tp7	Blokweg 1
tp8	Nieuwleusenerdijk 39
tp9	Noordeinde 8

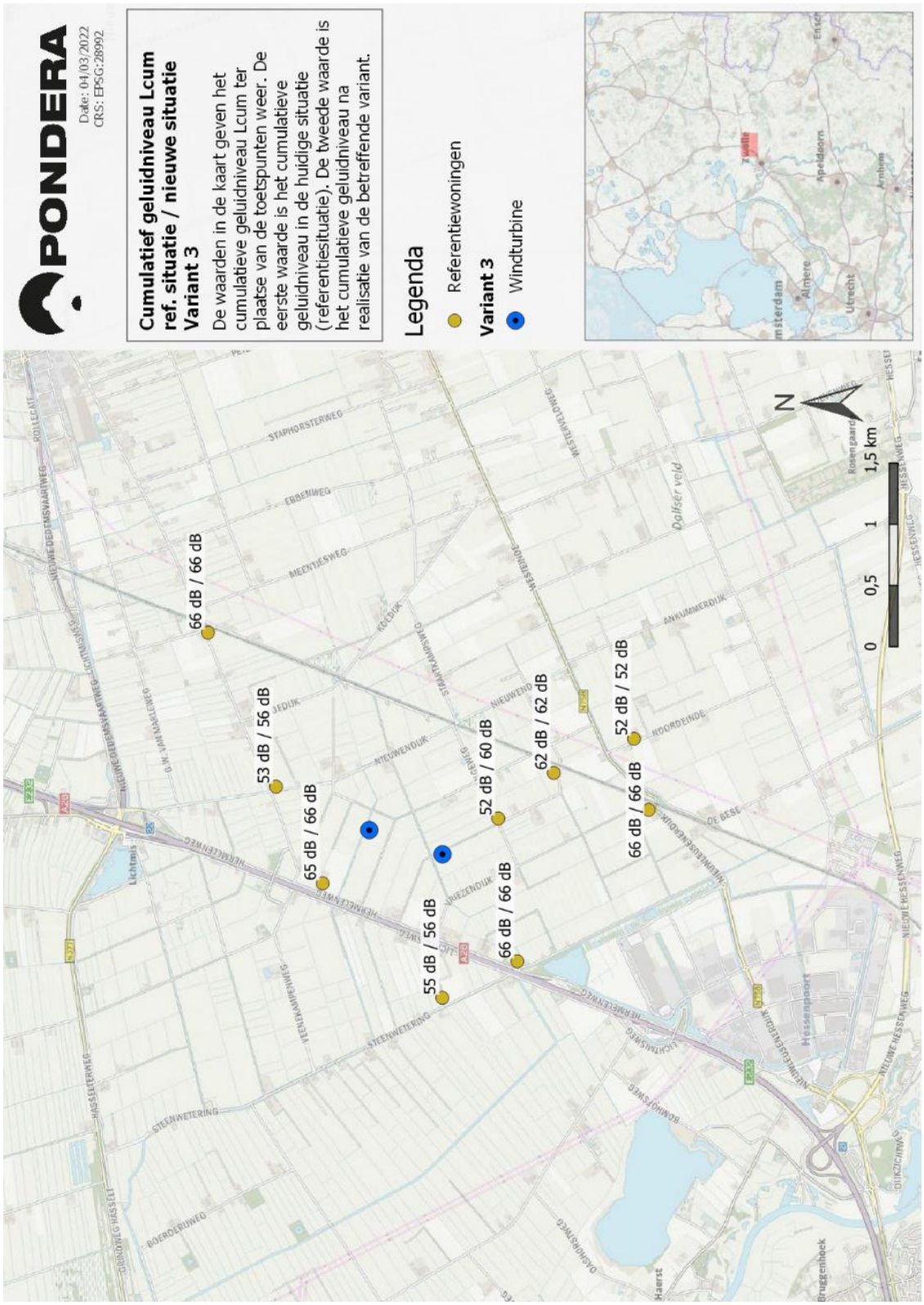
Overzichtskaart ligging referentiewoningen



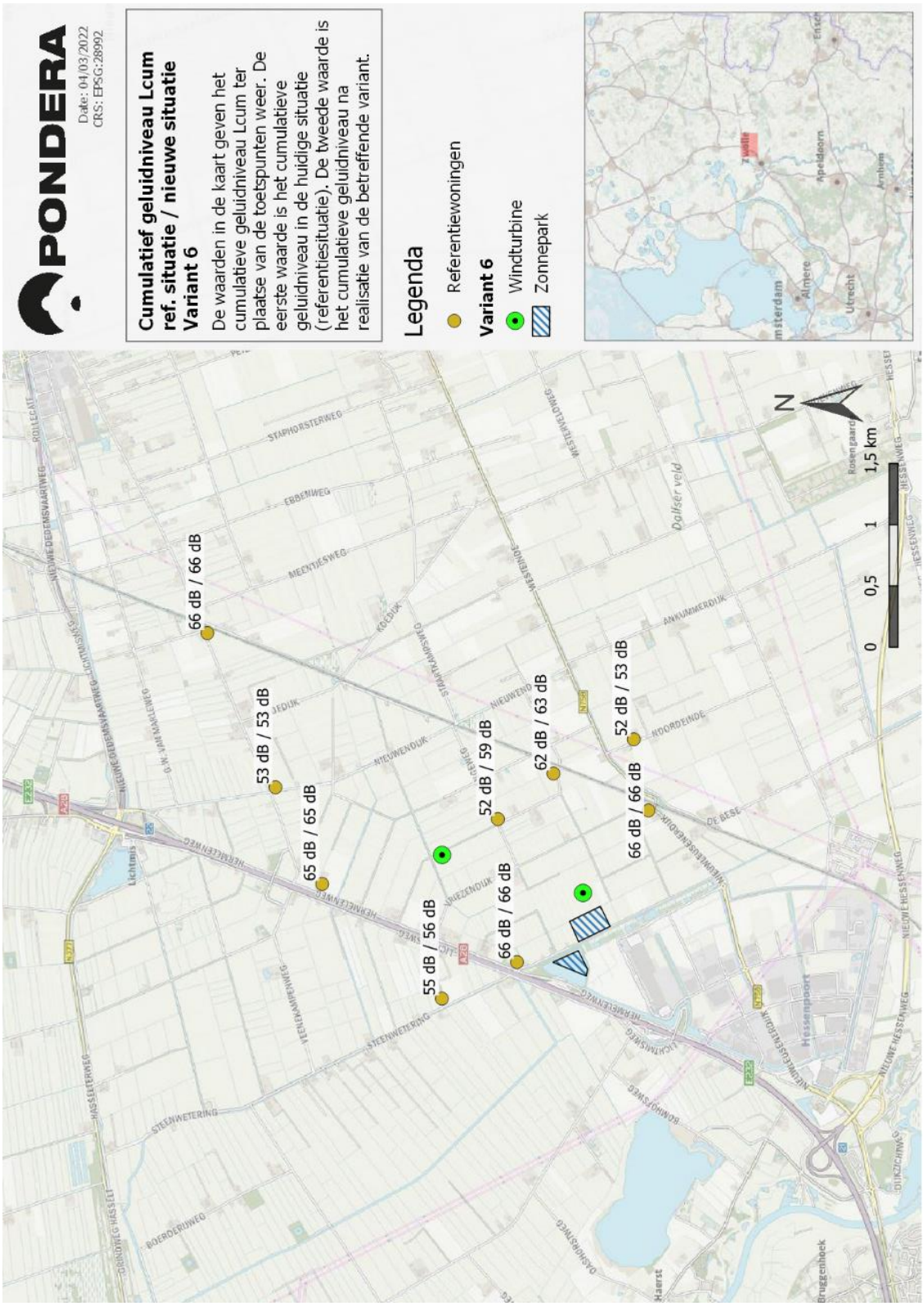
Variant 2 cumulatieve geluidbelasting in de referentiesituatie en na realisatie van de variant



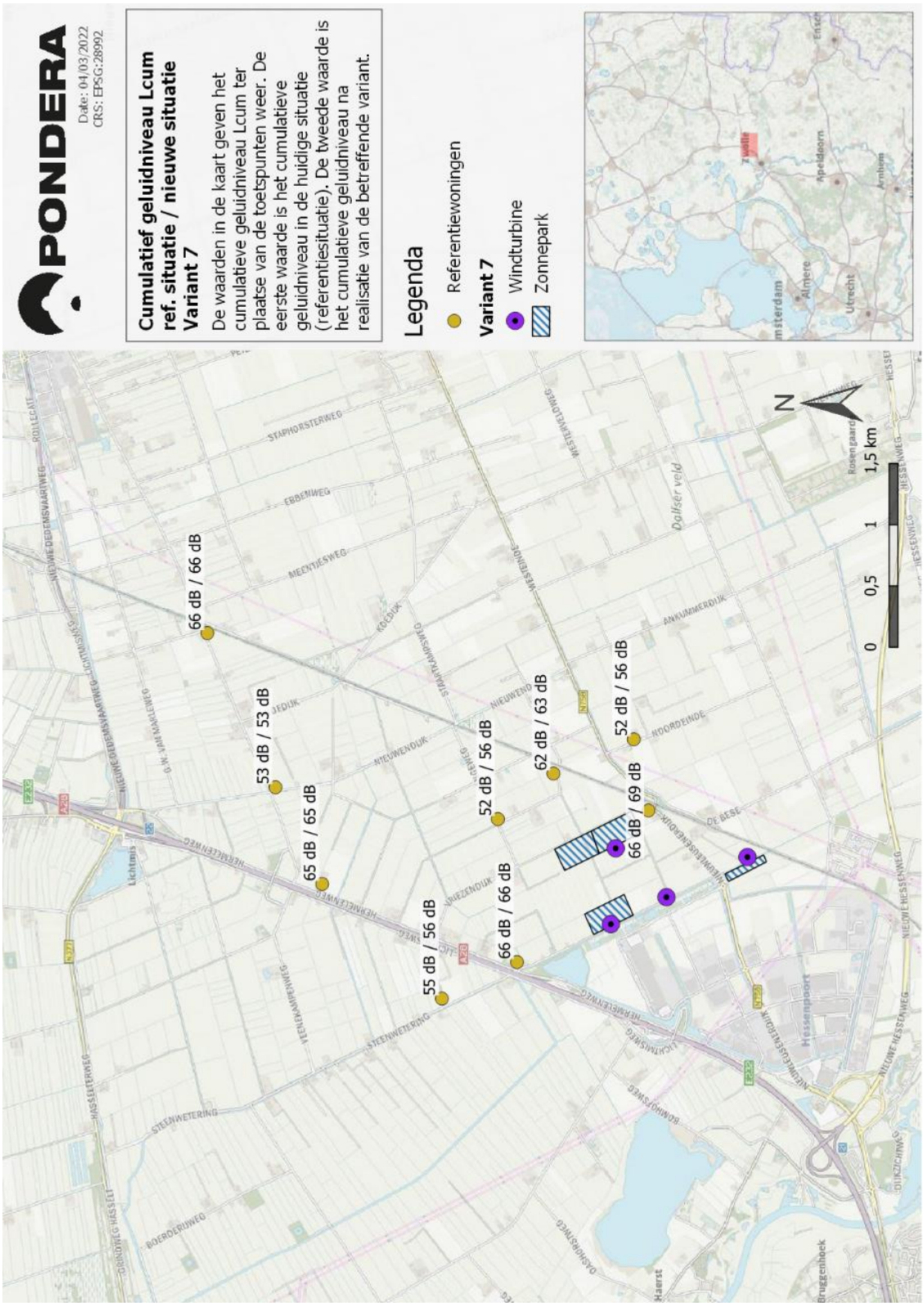
Variant 3 cumulatieve geluidbelasting in de referentiesituatie en na realisatie van de variant



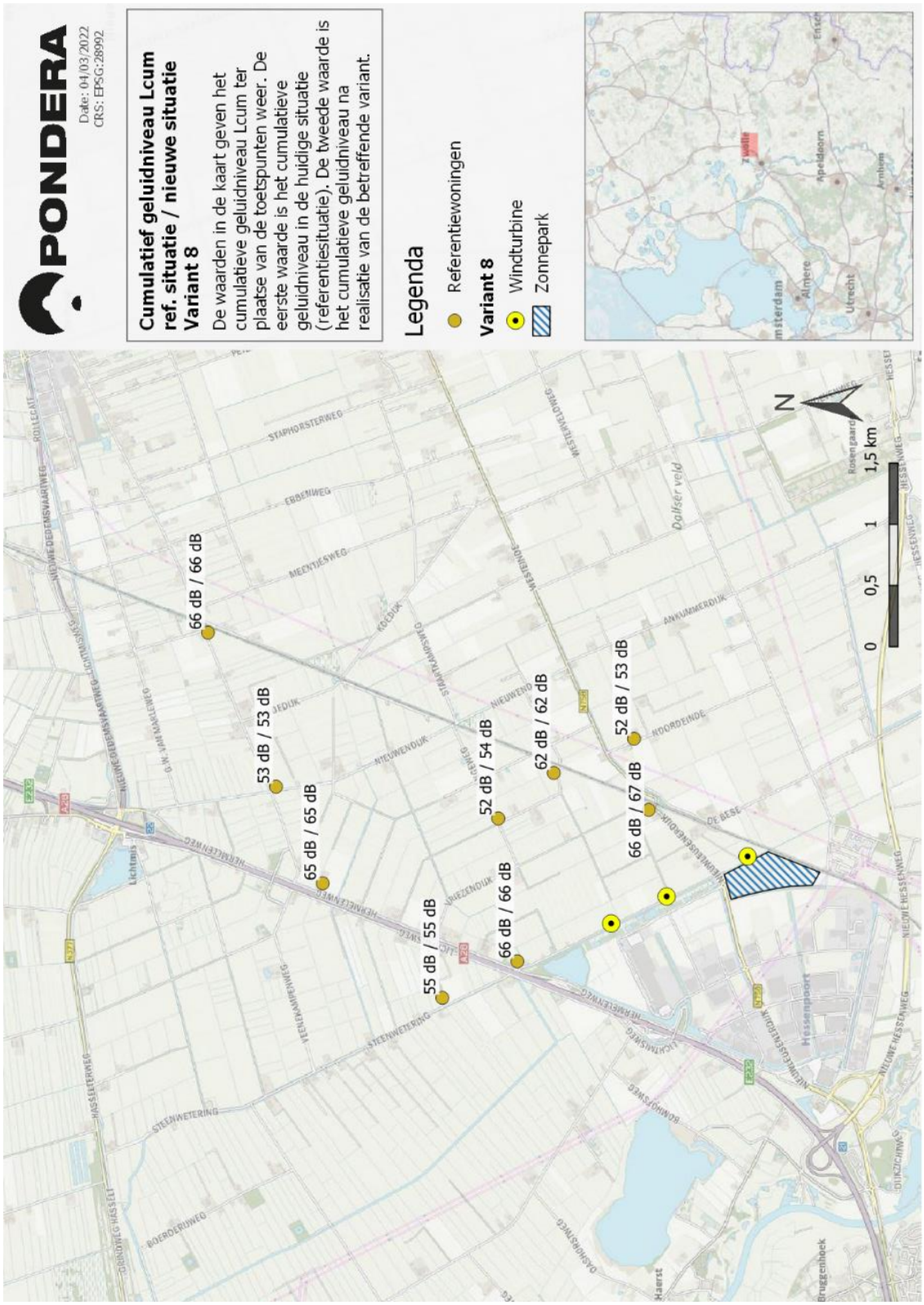
Variant 6 cumulatieve geluidbelasting in de referentiesituatie en na realisatie van de variant



Variant 7 cumulatieve geluidbelasting in de referentiesituatie en na realisatie van de variant

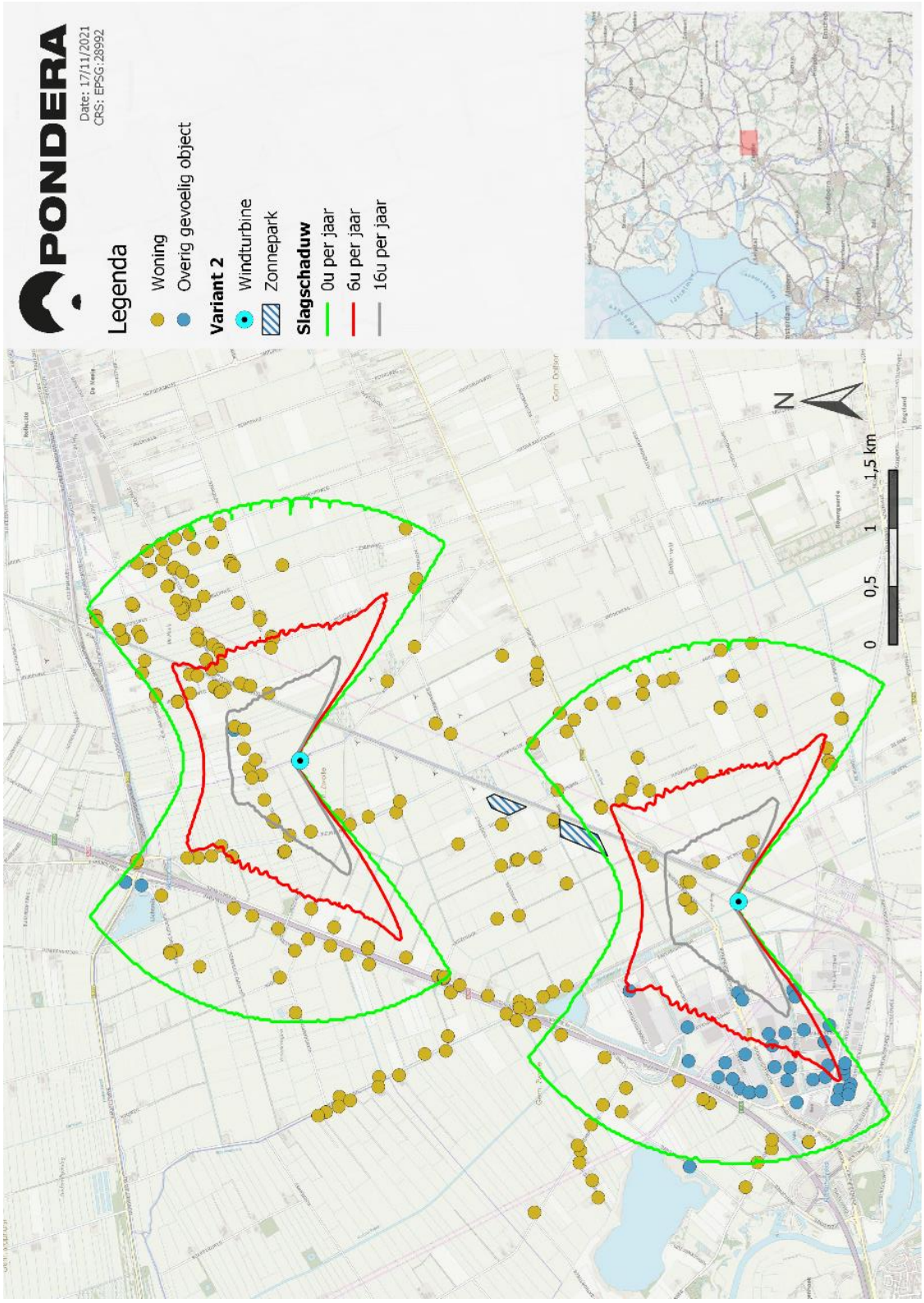


Variant 8 cumulatieve geluidbelasting in de referentiesituatie en na realisatie van de variant

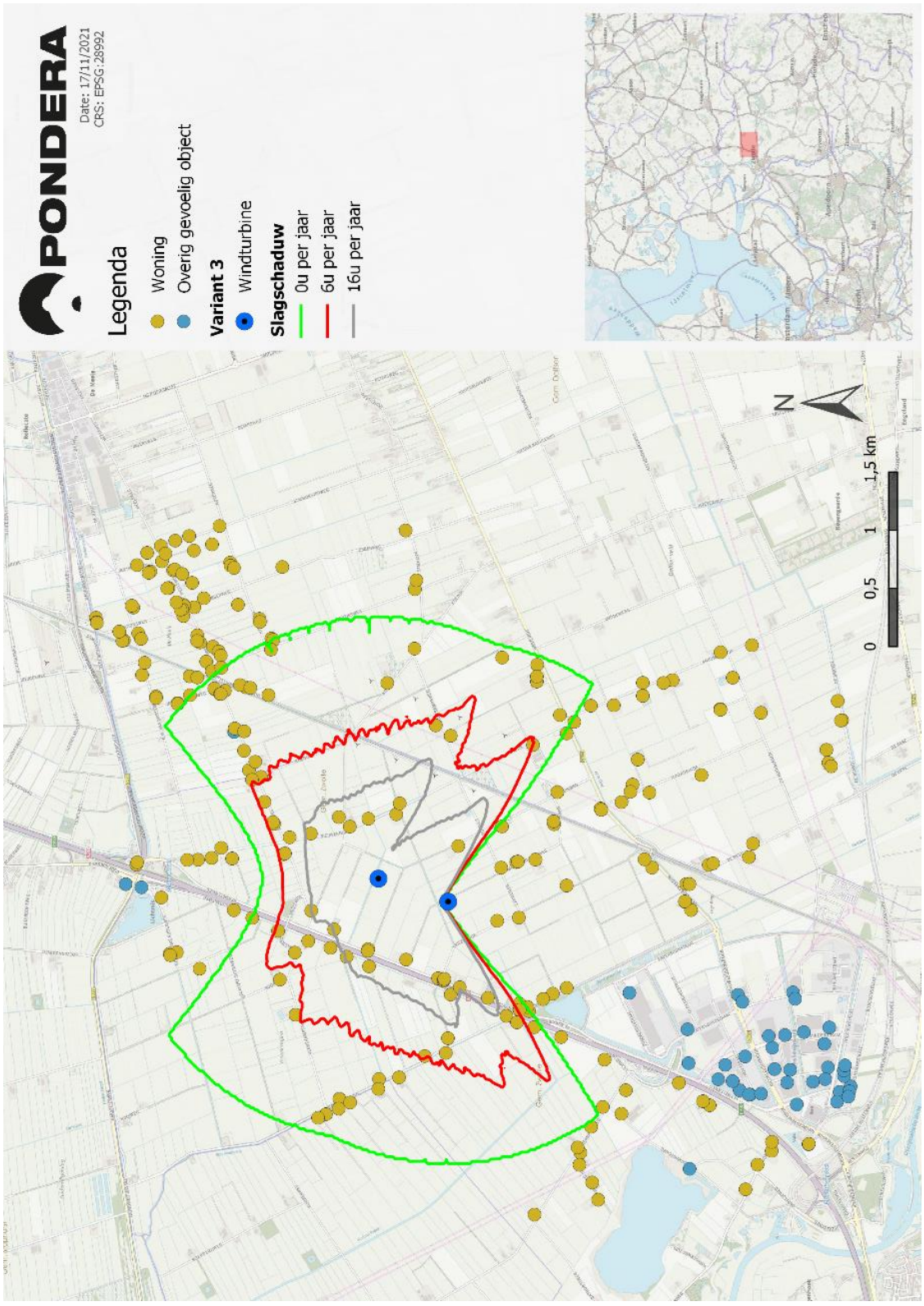


Bijlage 4 Slagschaduwcontouren nieuwe windturbines

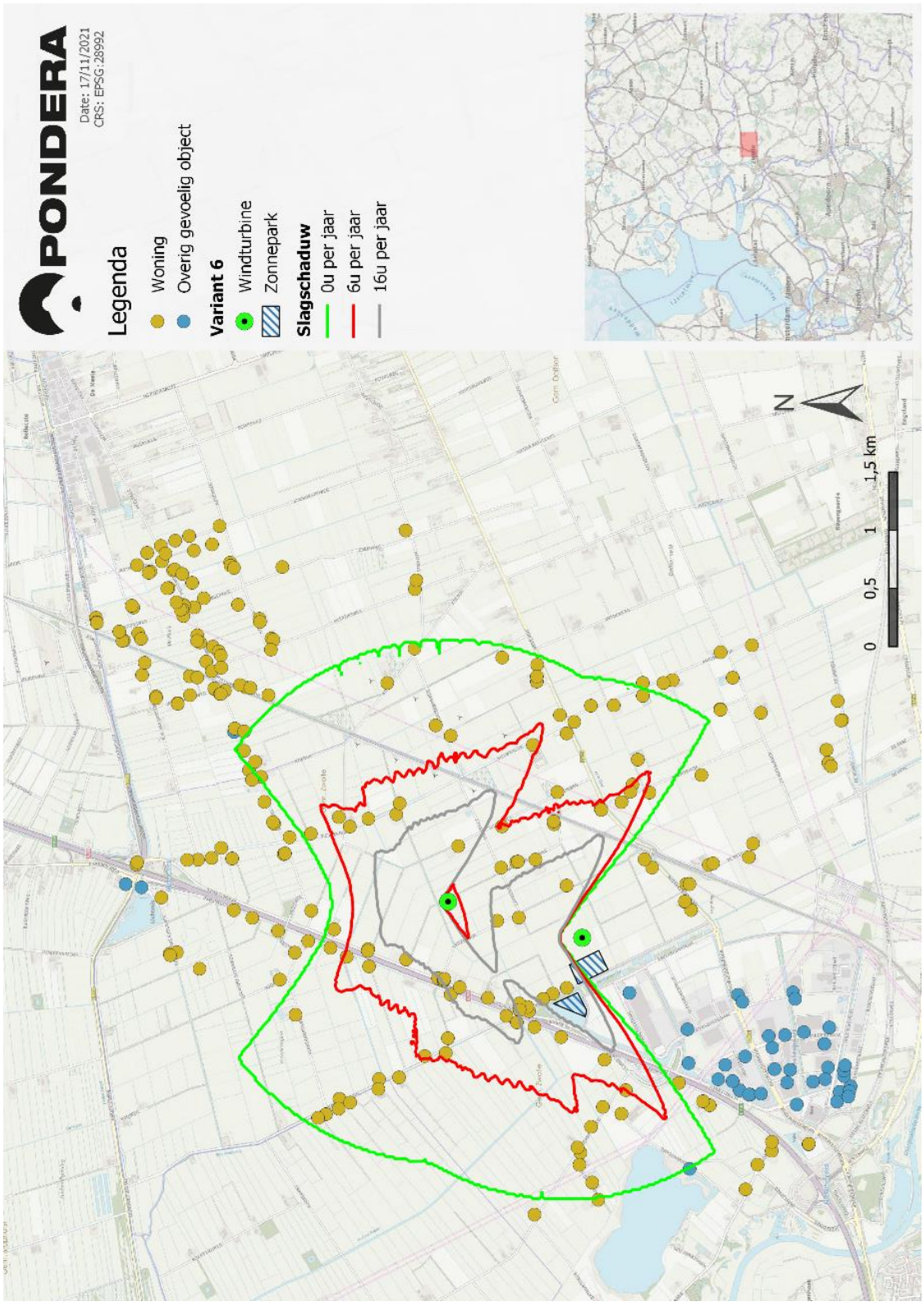
Slagschaduwcontouren variant 2



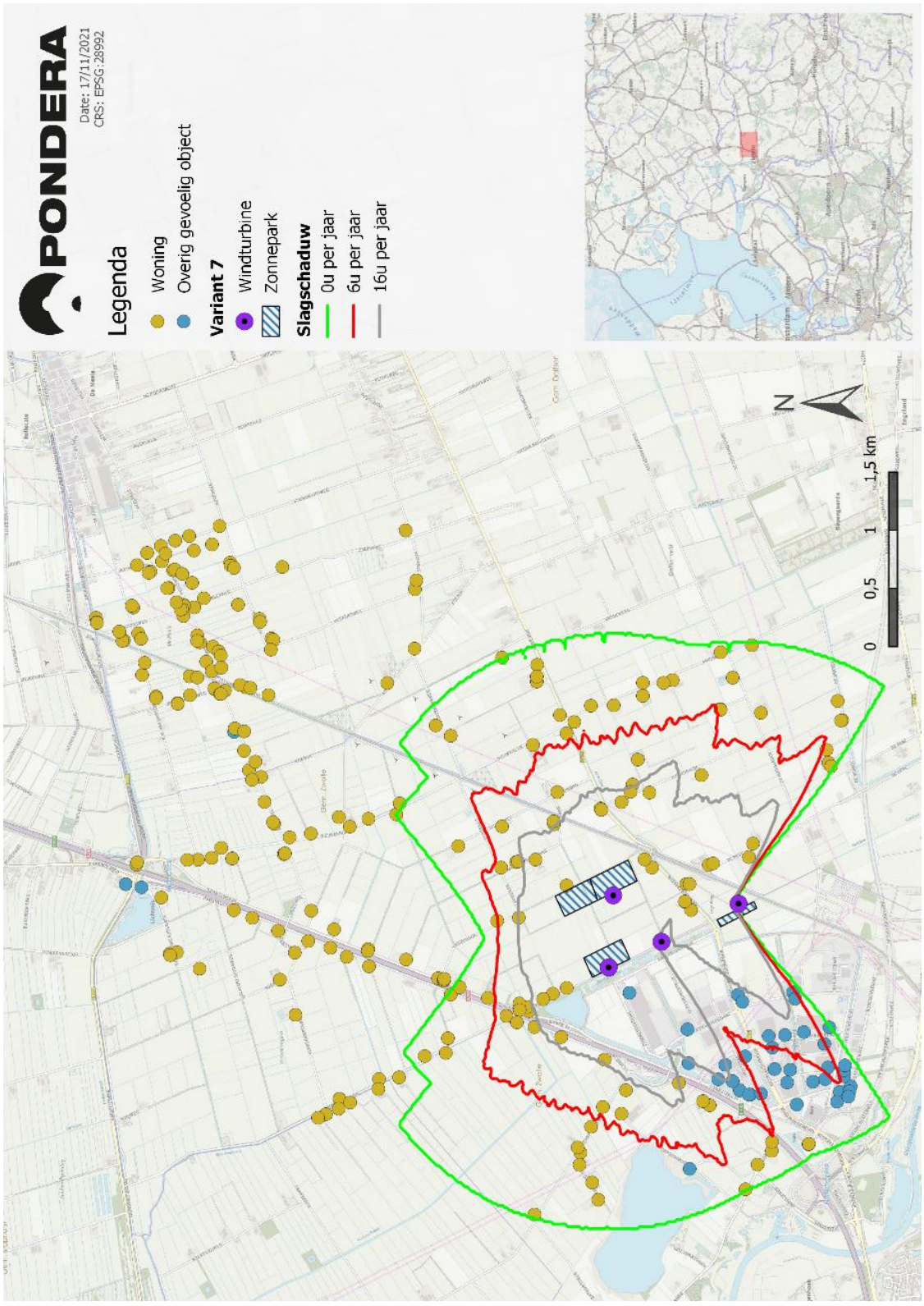
Slagschaduwcontouren variant 3



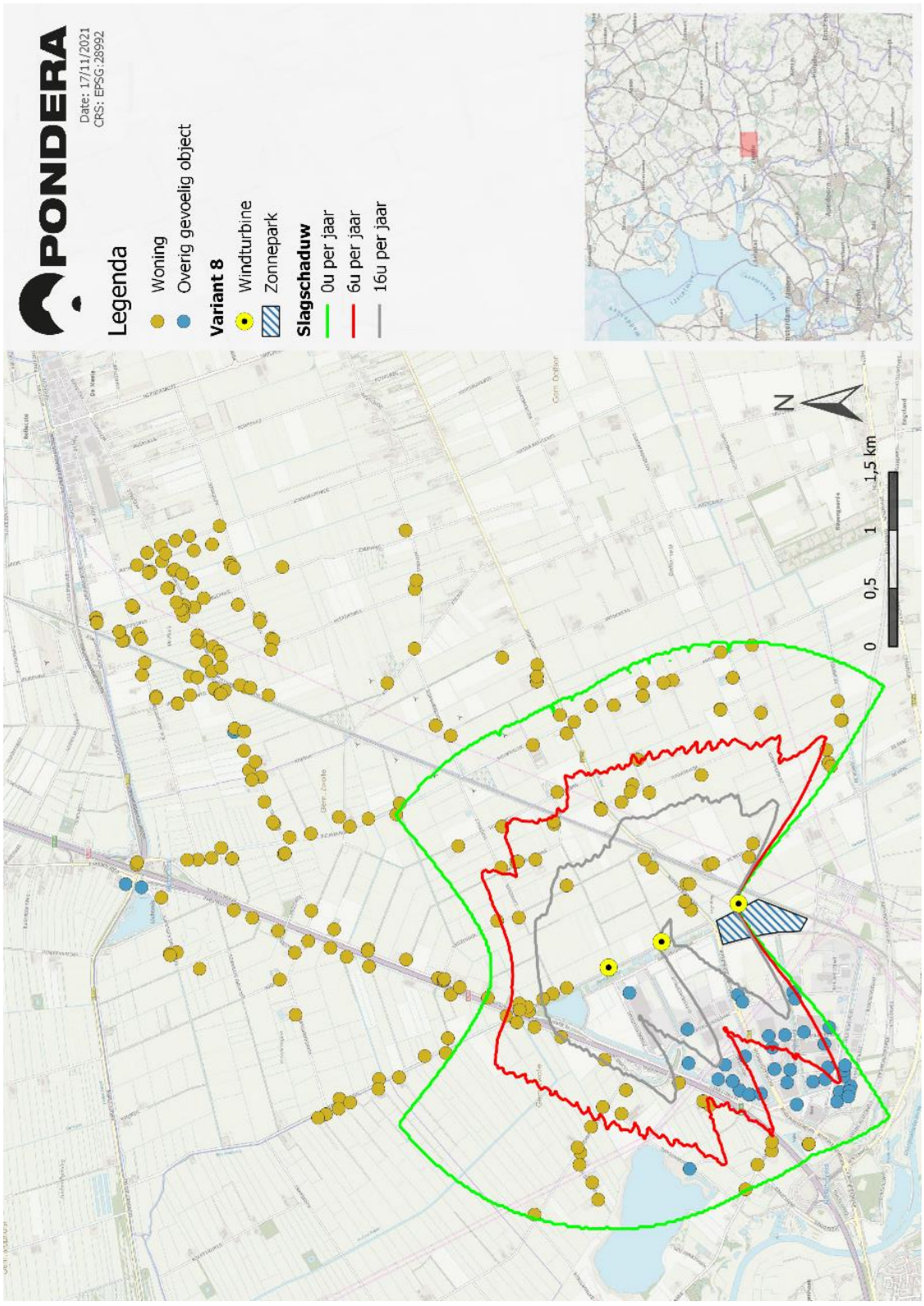
Slagschaduwcontouren variant 6



Slagschaduwcontouren variant 7

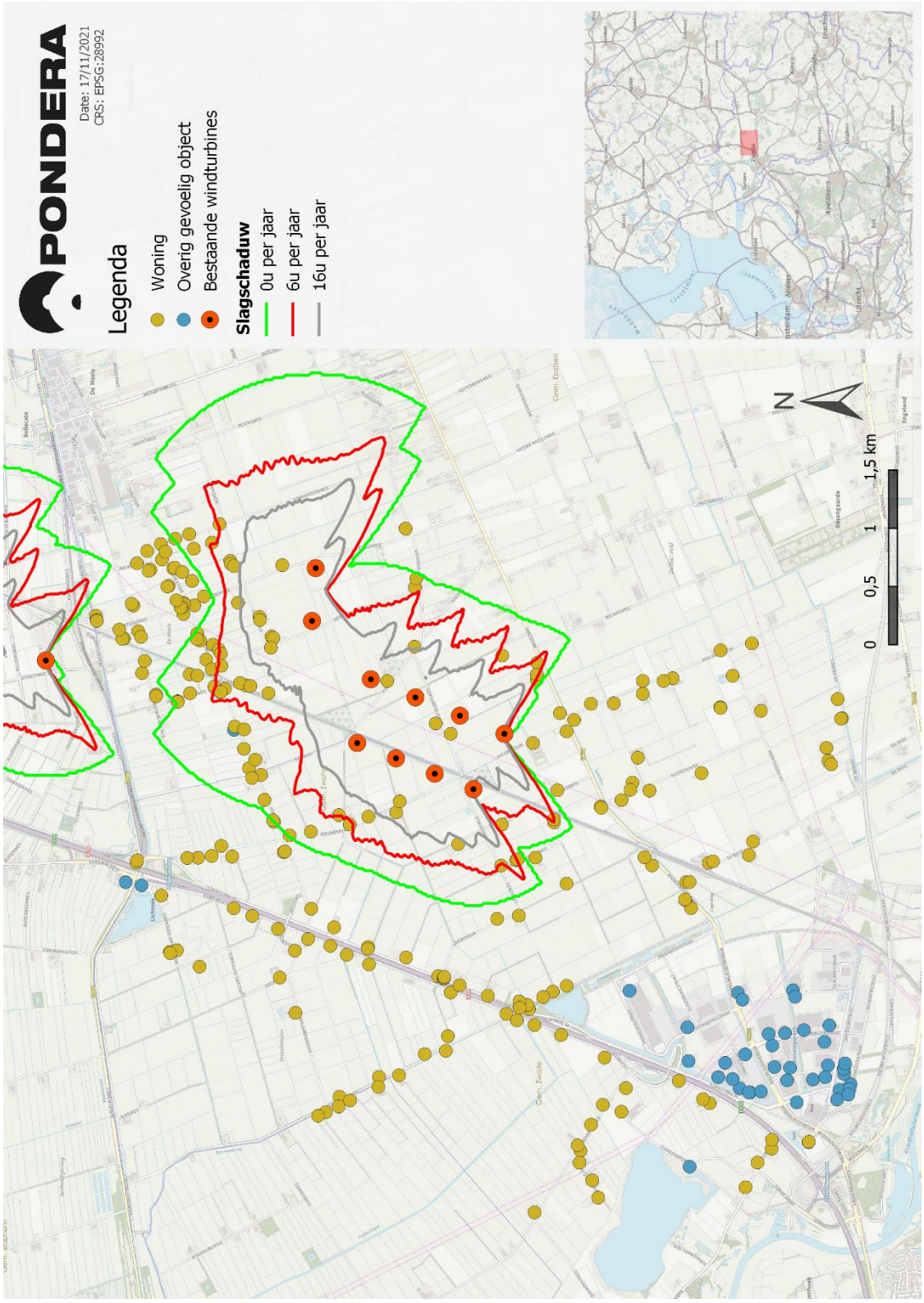


Slagschaduwcontouren variant 8

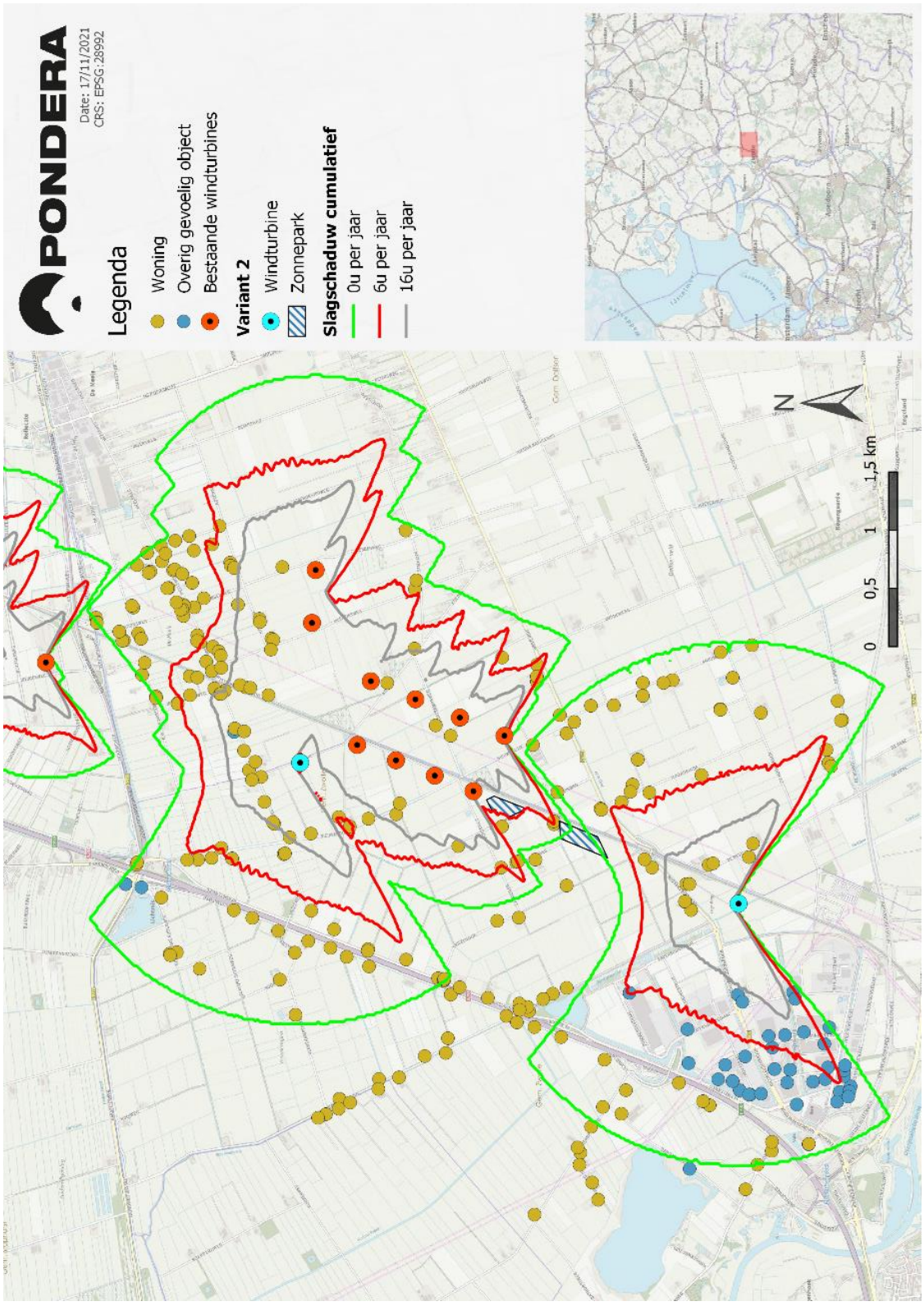


Bijlage 5 Slagschaduwcontouren cumulatief

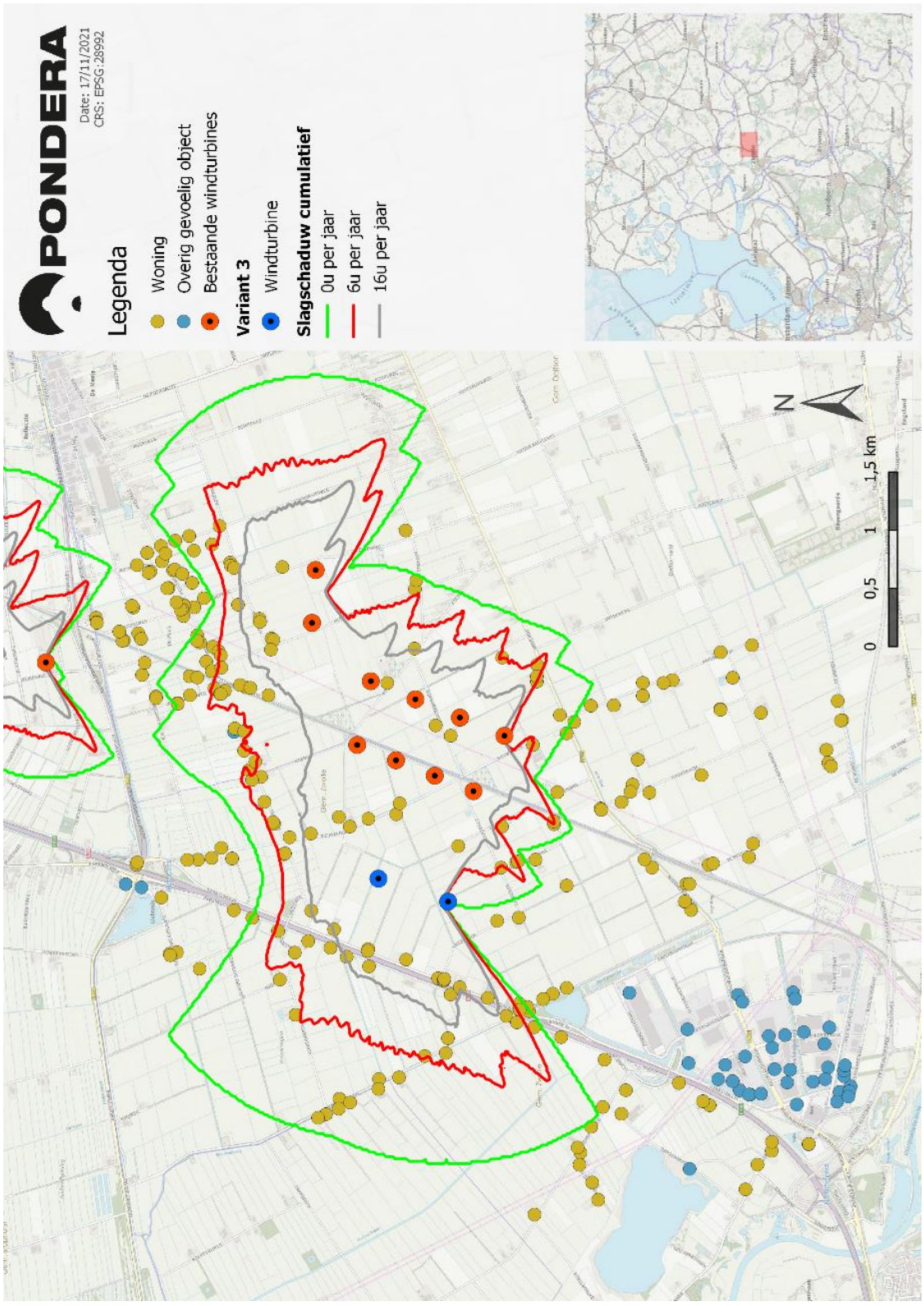
Slagschaduwcontouren referentiesituatie



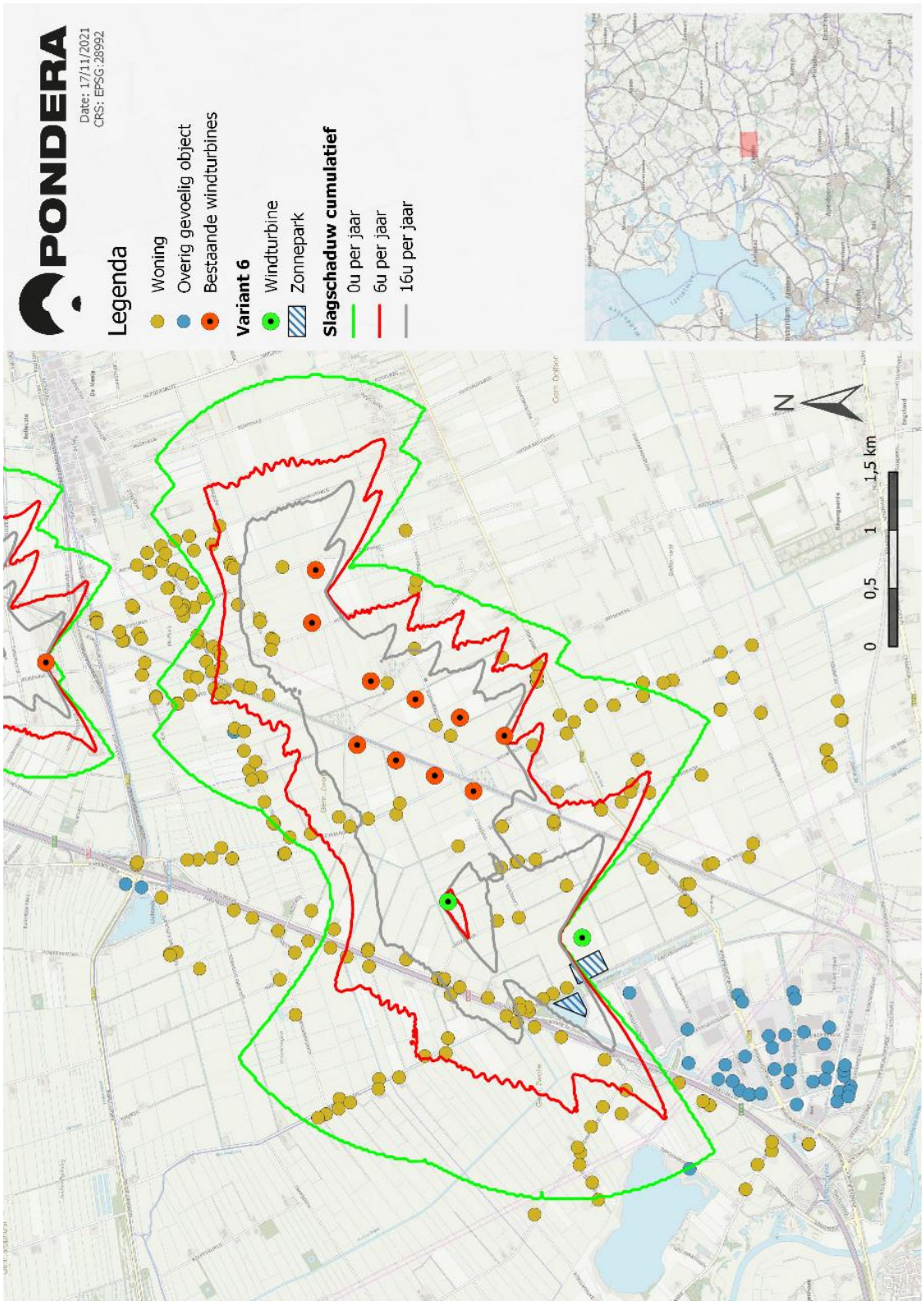
Slagschaduwcontouren referentiesituatie + variant 2



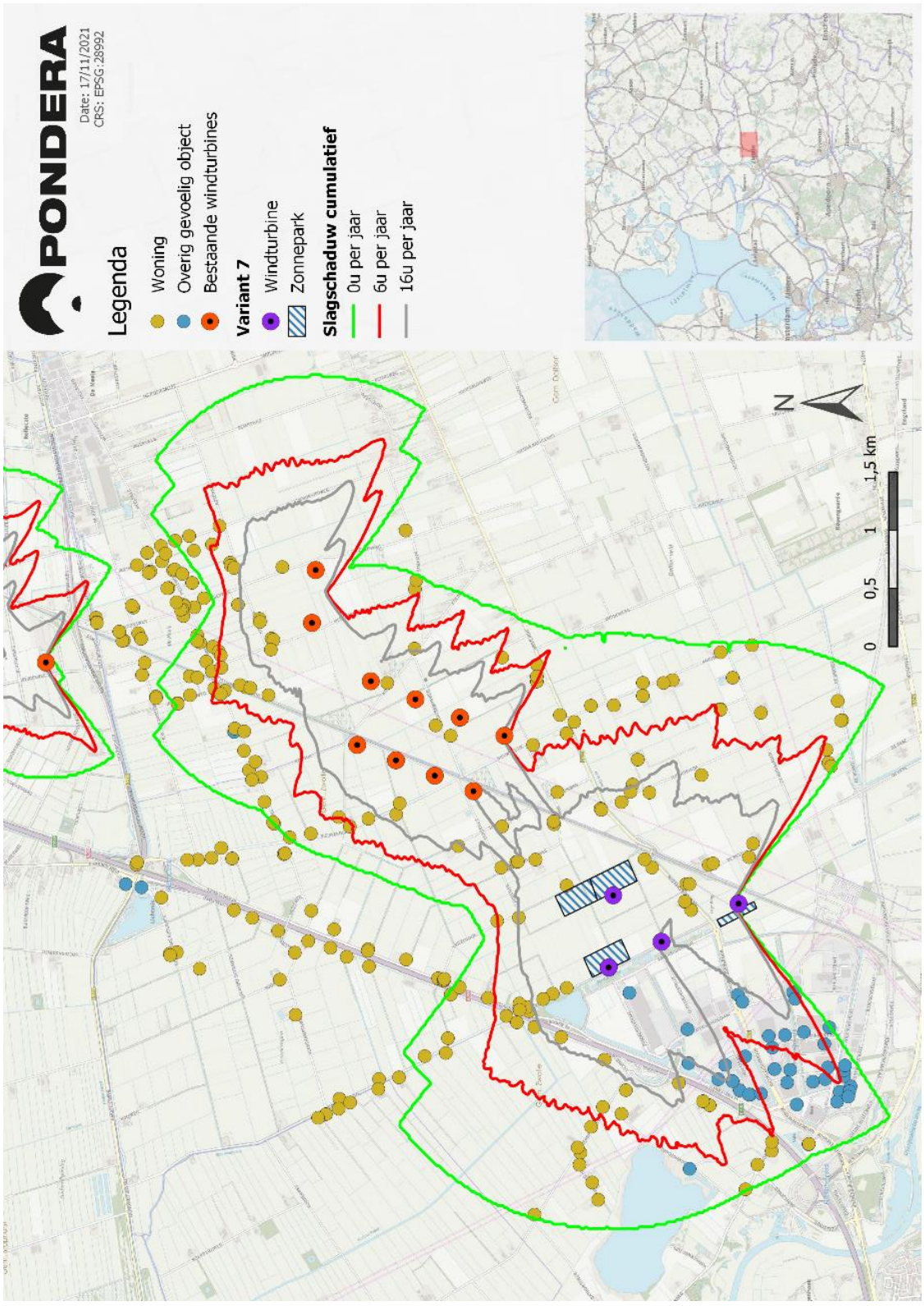
Slagschaduwcontouren referentiesituatie + variant 3



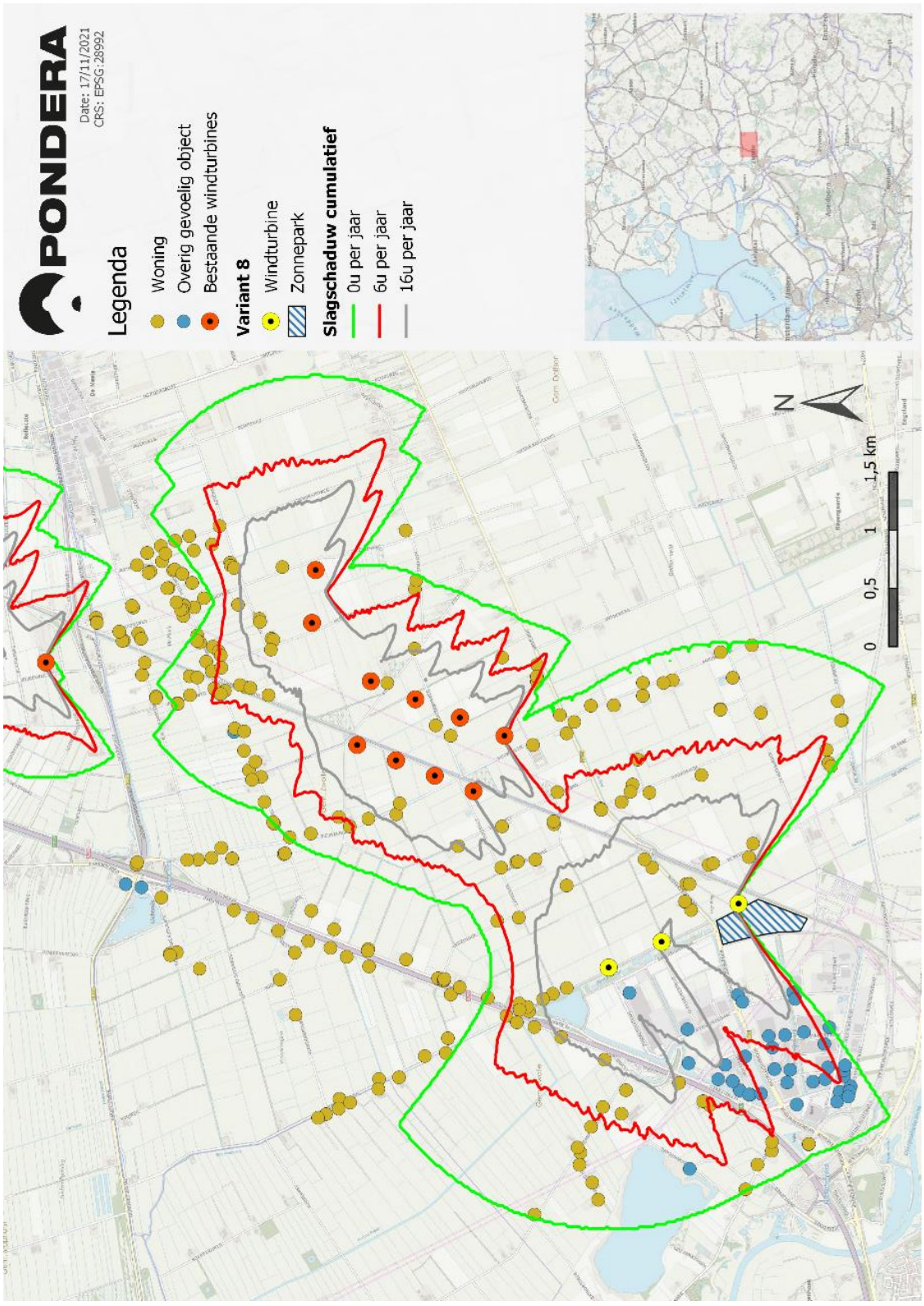
Slagschaduwcontouren referentiesituatie + variant 6



Slagschaduwcontouren referentiesituatie + variant 7



Slagschaduwcontouren referentiesituatie + variant 8



Bijlage 6 Ecologie

A&W ECOLOGISCH ONDERZOEK

Suderwei 2
9269 TZ Feanwâlden
telefoon 0511 47 47 64
e-mail info@altwym.nl
internet www.altwym.nl

aan Pondera Consult
[redacted]
Amsterdamseweg 13
6814 CM Arnhem

datum 01-03-2022
kenmerk 21-253/EKMKv3
betreft Tussentijdse resultaten ecologie Tolhuislanden

Beste [redacted]

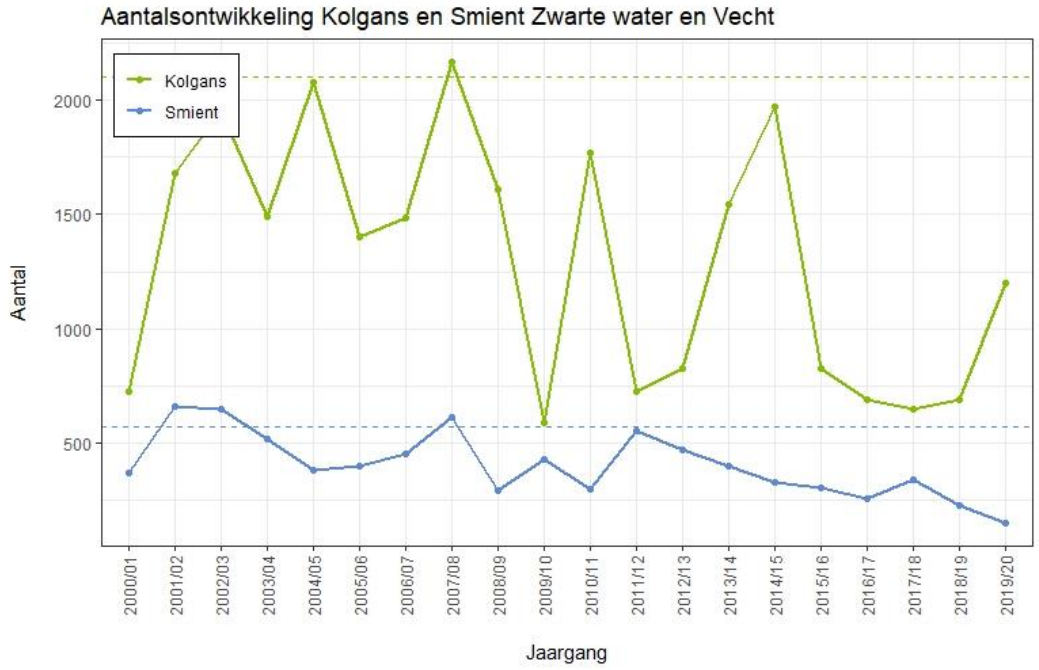
Zoals telefonisch besproken stuur ik je hierbij onze bevindingen van een tussentijdse analyse m.b.t. de ecologische effecten van de realisatie van windturbines en/of zonnevelden bij Tolhuislanden. Zowel windturbines als zonnevelden kunnen leiden tot effecten op beschermde natuurwaarden. Windturbines kunnen leiden tot slachtoffers onder vogels en vleermuizen, barrièrewerking (verstoring van vliegbewegingen), verstoring van lokaal aanwezige dieren, of verlies aan leefgebied. Effecten van zonnevelden hebben vooral betrekking op verlies aan leefgebied voor vogels en habitat voor beschermde soorten. De mate waarin één of meerdere van deze effecten optreden is afhankelijk van verschillende factoren, waaronder de locatie, het terreintype, de aanwezigheid van (gevoelige) soorten, et cetera.

In deze notitie wordt een eerste, globale analyse gegeven op basis van de resultaten en ervaringen van het veldwerk dat in 2021 is uitgevoerd. Het moet worden benadrukt dat dit niets meer dan een eerste indicatie betreft; de definitieve analyses en conclusies kunnen pas gemaakt worden zodra alle velddata zijn verzameld. De focus op de hieronder beschreven analyse ligt op eventuele verschillen in aanvaringsrisico's voor vogels en vleermuizen bij de verschillende alternatieven. Daarnaast wordt kort ingegaan op de effecten op foeragerende watervogels en weidevogels.

Natura 2000-gebieden
In de omgeving van de planlocatie zijn enkele Natura 2000-gebieden gelegen. Ten noordwesten, op ca. 7 km van het plangebied, ligt Olde Maten & Veerslootlanden. Ca. 15 km ten oosten van het plangebied ligt Vecht- en Beneden-Reggegebied. Beide Natura 2000-gebieden zijn aangewezen als Habitatrichtlijngebied en hebben geen instandhoudingsdoelen voor vogels of andere mobiele soorten. Effecten op deze gebieden kunnen daarom op voorhand worden uitgesloten. Ten zuidwesten van Zwolle ligt het Natura 2000-gebied Rijntakken, op ca. 9 km afstand van het plangebied. Hoewel

soorten als ganzen en Kleine zwaan in principe deze afstand kunnen overbruggen, is de kans dat kwalificerende soorten vanuit het Natura 2000-gebied in het plangebied komen gering. Dit blijkt ook uit een eerdere analyse van externe werking rondom Gelderse Natura 2000-gebieden, waarbij voor Rijntakken een effectafstand van 4–7 km voor de relevante watervogels is gehanteerd (Jouta *et al*. 2021). Het meest relevante Natura 2000-gebied in dit kader is het Natura 2000-gebied Zwarte water en Vecht, op enkele kilometers ten zuidwesten van het plangebied. Voor dit gebied zijn verschillende soorten watervogels en andere vogelsoorten als doelsoort aangewezen, en effecten kunnen niet op voorhand worden uitgesloten.

Aangezien de voorziene ontwikkelingen allemaal buiten Natura 2000-gebied zijn gesitueerd, zijn in het kader van een effectbeoordeling uitsluitend effecten als gevolg van externe werking relevant. De mate van externe werking wordt dan vooral bepaald door de afstand tot het gebied in relatie tot de actieradius van de betreffende doelsoort. In dit geval zijn vooral doelsoorten van het Natura 2000-gebied Zwarte water en Vecht als Kleine zwaan, Kolgans en Smient relevant, aangezien deze een grote actieradius hebben en mogelijk sprake is van dagelijkse vliegbewegingen tussen hun foerageergebieden en slaapplaatsen die (deels) over het plangebied zouden kunnen gaan. In dat geval kan de plaatsing van turbines leiden tot aanvaringen en daardoor een mogelijk effect hebben op de instandhoudingsdoelen van deze soorten. Belangrijk hierbij is dat de drie genoemde soorten ruim onder hun instandhoudingsdoel zitten (zie figuur 1 voor Kolgans en Smient; Kleine zwaan is niet getoond vanwege de zeer lage aantallen: IHD 4 vogels, werkelijke aantallen in de laatste jaren hooguit 1 vogel).



Figuur 1. Populatieomvang van Kolgans en Smient in Natura 2000-gebied Zwarte Water en Vecht (bron: Sovon, www.sovon.nl). De twee stippellijnen geven de instandhoudingsdoelen voor beide soorten weer.

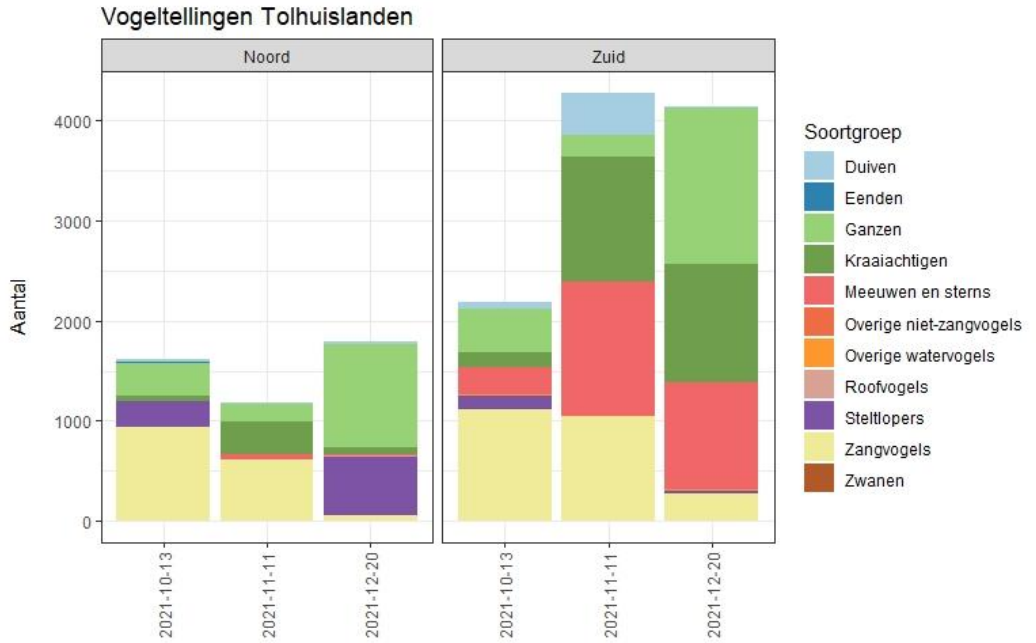
Ten aanzien van zonnevelden speelt mogelijk verlies van foerageergebied (grasland). Ten gevolge van de aanlegwerkzaamheden treedt emissie van stikstof op die in Natura 2000-gebied tot depositie kan leiden. Aangezien hiervoor een bouwvrijstelling geldt zal dit tijdens de toetsing berekend moeten worden maar is dit niet relevant voor de uitvoerbaarheid. Tijdens de exploitatiefase wordt geen relevante stikstofemissie verwacht.

Windturbines
Er is uitgegaan van twee typen turbines: 1) ashoogte van 140 m en een rotorzone tussen 70–210 m, en 2) ashoogte van 165 m en een rotorzone tussen 80–250 m.

Locaties en varianten
De tellingen zijn gelijktijdig uitgevoerd op twee locaties, namelijk een locatie centraal in de Tolhuislanden (ter hoogte van de Dwarsweg) en een locatie langs de zuidrand van het gebied (ter hoogte van de Steenwetering) De varianten 2,3,6,7,8 hebben alle een verschillende ruimtelijke configuratie, waarbij varianten 2, 3 en 6 bestaan uit 2 nieuwe turbines en vooral in het noordelijk deel van het plangebied zijn gelegen. Variant 7 en 8 bestaan uit respectievelijk 4 en 3 nieuwe turbines en zijn meer geconcentreerd in het zuidelijke deel van het plangebied.

Vliegbewegingen vogels
Tijdens de drie tellingen in oktober, november en december 2021 zijn in totaal 15.318 vogels geteld van ca. 50 soorten. De meest getelde soortgroepen zijn ganzen, kraaiachtigen, meeuwen, steltlopers en zangvogels. Een overzicht van de aantallen per soortgroep is weergegeven in figuur 2. Ongeveer tweederde van de waargenomen vogels bestaat uit vijf soorten: Spreeuw, Kauw, Kolgans, Kokmeeuw en Stormmeeuw. De Kolgans is een kwalificerende soort voor het nabij gelegen Natura 2000-gebied Zwarte Water en Vecht; de andere genoemde soorten zijn dat niet. Deze soorten zijn echter wel van belang in het kader van de soortbeschermingscomponent van de Wet natuurbescherming.

De meeuwen hebben hun slaapplaats waarschijnlijk bij de Bomhofsplas bij Haerst waardoor dagelijks de slaaptrek van en naar de plas plaatsvindt. De kraaiachtigen (Kauw, Zwarte kraai, Roek) slapen waarschijnlijk op het industrieterrein. De relatief hoge aantallen vliegbewegingen van zowel meeuwen als kraaiachtigen in het zuidelijk deel van het plangebied betekenen dat de varianten 7 en 8 mogelijk een hogere impact zullen hebben (hogere aanvaringsrisico’s) dan de varianten die meer in het noordelijk deel van het plangebied zijn gelegen. Bovendien bestaan de varianten 7 en 8 uit meer turbines dan varianten 2, 3 en 6 waardoor de totale mortaliteit bij varianten 7 en 8 waarschijnlijk aanzienlijk hoger zal liggen.



Figuur 2. Aantallen per telling per soortgroep.

Kolgans is één van de meest frequent getelde soorten en als doelsoort aangewezen voor het Natura 2000-gebied Zwarte water en Vecht. Indien de overvliegende Kolganzen tot de Natura 2000-populatie behoren, kunnen aanvaringsslachtoffers onder deze soort leiden tot een effect op het instandhoudingsdoel. Hoewel ganzen vaak een hoge mate van ontwijkingsgedrag vertonen bij windturbines en daardoor een relatief lage aanvaringskans hebben, kan door de hoge aantallen vliegbewegingen sprake zijn van meer dan incidentele slachtoffers. De exacte aanvaringsrisico's kunnen worden berekend met behulp van een aanvaringsmodel zodra de veldtellingen zijn afgerond. Ook voor Kolgans geldt dat de varianten 7 en 8 waarschijnlijk een grotere impact zullen hebben dan variant 2, 3 en 6 aangezien deze varianten dichterbij het Natura 2000-gebied liggen. In het zuidelijk deel van het plangebied zijn aanzienlijk meer Kolganzen geteld (1.485) dan in het noordelijk deel (879).

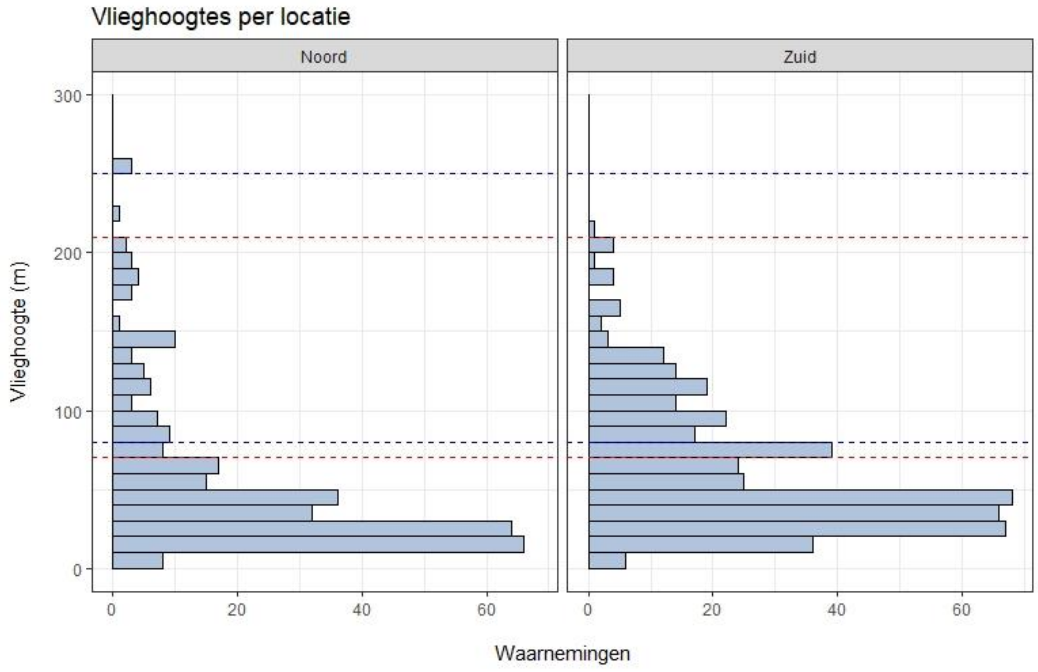
Zoals gezegd liggen de daadwerkelijke aantallen Kolganzen in het Natura 2000-gebied ruim onder het instandhoudingsdoel (zie figuur 1): de gemiddelde populatiegrootte in de periode 2015/16 – 2019/20 bedraagt 811 vogels, terwijl het instandhoudingsdoel 2.100 vogels bedraagt. Daarbij moet wel worden bedacht dat de populatie Kolganzen aanzienlijke fluctuaties vertoont (zie figuur 1) en dat patronen op grote ruimtelijke schaal van invloed kunnen zijn op de lokale aantallen. Met een gemiddelde populatiegrootte van 811 vogels en een natuurlijke sterfte van 27,6% (bron: British Trust for Ornithology, www.bto.org) komt de 1%-norm op 2,2 dieren per jaar. De sterfte door aanvaringen kan worden gekwantificeerd met behulp van een aanvaringsmodel.



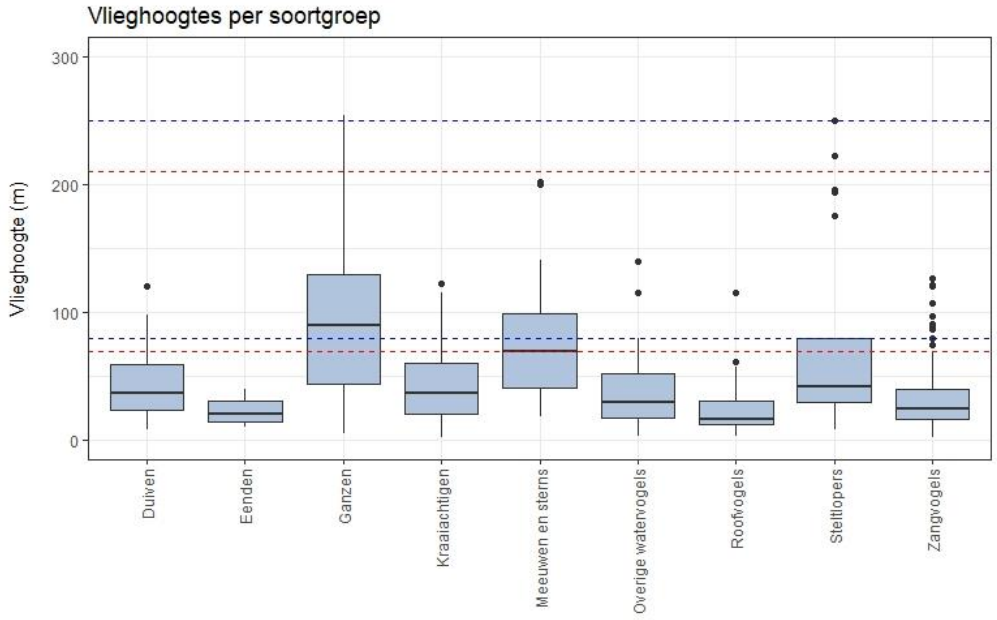
Figuur 3. Locatie van A (Noord) en B (Zuid) en globale indeling van onderzoeksgebied in Noord en Zuid.

De verdeling van het aantal waarnemingen (niet het aantal vogels, want één waarneming kan betrekking hebben op meerdere vogels) per hoogteklasse van 10 m is weergegeven in figuur 4. Hieruit blijkt dat met name op de zuidelijke tellocatie een relatief groot deel van de vogels ter hoogte van de rotorzone vloog. Eén van de redenen is dat op deze locatie relatief veel slaaptrek van meeuwen en kraaiachtigen plaatsvindt. Op de noordelijke tellocatie zijn de waarnemingen meer geconcentreerd in de lagere hoogteklassen, met als reden dat het hier vooral lokale vliegbewegingen betreft. De 'brede basis' van de vlieghoogteverdeling betekent dat de tiplaagte (de kleinste afstand tussen de rotorbladen en het maaiveld) veel invloed zal hebben op de risico's op aanvaringen voor vogels. De grote turbines met een hogere tiplaagte zijn vanuit dat oogpunt dus relatief gunstig (hogere energieproductie maar mogelijk niet veel hogere aanvaringsrisico's). Het is echter mogelijk dat dit patroon deels wordt vertekend door een geringer aantal waarnemingen de noordelijke locatie. Meer duidelijkheid kan worden gegeven zodra alle tellingen zijn afgerond en met behulp van een aanvaringsmodel een inschatting van de mortaliteit kan worden gegeven.

De spreiding van de vlieghoogtes per soortgroep staan weergegeven in figuur 5. Hieruit blijkt dat een aantal soortgroepen, met name eenden, overige watervogels (zoals Aalscholver), roofvogels en zangvogels veelal onder rotorhoogte vliegt. Een aantal soortgroepen, met name ganzen, meeuwen en steltlopers, vliegt in de onderste regionen van de rotorzone. Aangezien dit ook de meest getelde soortgroepen zijn (zie hiervoor), met hoge aantallen overvliegende vogels, zal een verhoging in tiplaagte een positief effect hebben op de aanvaringsrisico's onder deze soortgroepen.



Figuur 4. Histogram van de vlieghoogtes op locatie A en B. De rode stippellijn geeft de rotorzone weer van de 'kleine' turbines; de blauwe stippellijn die van de grote turbines.



Figuur 5. Boxplot van de vlieghoogtes per soortgroep. De rode stippellijn geeft de rotorzone weer van de 'kleine' turbines; de blauwe stippellijn die van de grote turbines. De horizontale zwarte lijnen in de boxplots geven de mediane waarde weer; de zwarte stippen zijn 'outliers'.

Foerageergebied vogels

De realisatie van zonnevelden en windturbines kan leiden tot een verlies aan graasoppervlak voor herbivore watervogels. De vraag hierbij is in hoeverre de opvangcapaciteit bij het plangebied wordt beïnvloed door ruimtebeslag of verstoring, en welk effect dit heeft op de Natura 2000-instandhoudingsdoelen voor herbivore watervogels. De relevante soorten van het Natura 2000-gebied Zwarte water en Vecht zijn Kleine zwaan, Kolgans en Smient (de andere doelsoorten foerageren niet of nauwelijks op gras). Bij alle varianten behalve variant 3 is sprake van de realisatie van zonnevelden. Variant 2 ligt relatief ver van het Natura 2000-gebied en de zonnevelden zijn voorzien pal naast de spoorlijn. Het is niet waarschijnlijk dat Kleine zwanen en Kolganzen veel gebruik van dit stuk grasland zullen maken. De impact van varianten 6, 7 en 8 kan worden gekwantificeerd door het verlies aan hectares grasland te berekenen en het effect op de totale draagkracht voor herbivore watervogels in de omgeving te kwantificeren (verstoring rondom de windturbines kan leiden tot een vergelijkbaar effect). In theorie geldt hierbij dat meer hectaren zonneveld leiden tot een grotere afname van foerageergebied, maar factoren als ruimtelijke ligging en geschiktheid moeten daarbij ook in beschouwing worden genomen.

Verstoring weidevogels

Het open agrarische land in Tolhuislanden is van belang voor diverse soorten weidevogels en weidezangvogels die in graslanden van het onderzoeksgebied broeden. Het gaat hierbij om Kievit, Graspieper, Gele kwikstaart, Grutto, Tureluur en Wulp (Bunskoek 2020). Voor weidevogels is, naast mortaliteit door aanvaringsslachtoffers, de verstorende werking van windturbines en zonnevelden een belangrijk aspect. De mate van verstoring hangt samen met de hoogte van de turbines en het zonnepark, het geluid

en de bewegende rotorbladen. Om het effect van ingrepen in een open landschap te bepalen, wordt over het algemeen gewerkt met een verstoringsafstand: dit is de afstand waarbinnen geen of weinig vogels broeden en/of foerageren. Verstoring is gradueel en neemt af met de afstand tot de turbine. Vlakbij de turbines broeden en foerageren vaak helemaal geen vogels, op enige afstand daarvan wel. In principe geldt dat meer turbines tot een hogere mate van verstoring en daarmee een afname in functioneel leefgebied leiden. De effecten zullen in de praktijk ook vooral afhangen van de ligging van de turbines ten opzichte van de territoria van weidevogels. Dit kan worden bepaald aan de hand van een ruimtelijk analyse in GIS op basis van de verstoringsafstanden en data m.b.t. de broedlocaties en territoria van weidevogels. De gegevens van de weidevogels betreffen een integrale weidevogelkartering die in 2020 in opdracht van de provincie Overijssel is uitgevoerd.

Het verstorende effect van windturbines lijkt tussen weidevogelsoorten sterk te verschillen. Soorten als Scholekster en Kievit zijn minder verstoringsgevoelig dan bijvoorbeeld Grutto, Tureluur en Wulp. Voor de meeste weidevogelsoorten is een verstoringsafstand in de ordegrootte van 100-200 m van toepassing (Pot *et al*. 2020, 2021). Uitzondering zijn de Wulp en Grutto, die gevoeliger zijn en een grotere afstand kunnen aanhouden (tot 400 m). Het gaat hierbij veelal om studies in het buitenland waarbij de landschappen sterk afwijken van de Nederlandse situatie. Daarom zijn voor de analyse verstoringsafstanden van andere onderzoeken uit Nederland naar storingsbronnen in het landschap bij dit onderdeel betrokken (Bruinzeel & Schotman 2011; Everaert (2015). Bij deze analyse is uit gegaan uit van een verstoringsafstand van 200 meter voor Kievit en Scholekster en 400 m voor Grutto, Tureluur en Wulp. Naar verwachting zal de verstoring vanuit een zonnepark op weidevogels beperkt zijn gezien de hoogte van het park (max 2 m). We gaan daarom in eerste instantie uit van een verstoringsafstand van 100 m. Dit is wel afhankelijk van de aankleding van het park.

Weidezangvogels zoals Graspieper lijken niet tot weinig gevoelig voor verstoring te zijn en kunnen tot op relatief korte afstand van de turbines worden aangetroffen (Pearce-Higgins *et al*. 2009, Hötker 2017, Sierdsema *et al*. 2019). Deze zijn daarom in deze tussentijdse analyse niet meegenomen.

Tabel 1. *Overzicht van het aantal verstoorde territoria weidevogels per variant op basis van de data van de provincie Overijssel. Van een deel van het beïnvloede gebied van variant 8 zijn geen gegevens beschikbaar, deze worden in het voorjaar van 2022 verzameld. In bijlage 1 zijn per variant de verstoringscontour en territoria van weidevogels opgenomen.*

Variant	2	3	6	7	8
Grutto	15	44	27	19	11
Kievit	22	12	26	35	14
Tureluur	6	10	10	11	4
Scholekster	2	0	0	1	1
Wulp	3	5	4	3	2
Totaal	**48**	**71**	**67**	**69**	**32**

Uit tabel 1 blijkt dat de aantallen verstoorde territoria in de varianten 3, 6 en 7 elkaar weinig ontlopen. Wel verschillen de verhoudingen tussen de soorten, waarbij variant 3 vooral van invloed is op de Grutto's die in deze omgeving broeden. Binnen het Nederlandse weidevogelbeleid ligt de aandacht vooral op de steltlopers onder de weidevogels, waarbij de Grutto veelal als gidssoort wordt aangemerkt. Deze soort is kritisch ten aanzien van habitat en inrichting van landschap en is de laatste jaren sterk achteruitgegaan. Varianten 2 en 8 lijken voor deze soort (en overige weidevogels) het gunstigste uit te pakken. Hierbij dient te worden opgemerkt dat voor variant 8 van een deel van de verstoorde oppervlakte geen weidevogelgegevens beschikbaar zijn. Deze worden in het voorjaar van 2022 verzameld.

Activiteit vleermuizen

Windturbines kunnen leiden tot slachtoffers vleermuizen of verlies aan leefgebied. Verder hebben effecten van zonnevelden vooral betrekking op verlies foerageergebied van vleermuizen.

Tijdens het veldonderzoek in het najaar van 2021 zijn zes soorten vleermuizen waargenomen, namelijk Watervleermuis, Laatvlieger, Rosse vleermuis, Gewone grootoorvleermuis, Gewone dwergvleermuis en Ruige dwergvleermuis. Het gaat hier vooral om waarnemingen van foeragerende exemplaren. De verspreiding van de soorten komt sterk overeen met de eerdere resultaten uit het voorjaar van 2019. Gewone dwergvleermuizen worden verspreid in het onderzoeksgebied aangetroffen, waarbij grote delen van het onderzoeksgebied worden gebruikt als foerageergebied.

De soorten zijn vooral aangetroffen rondom boerderijen en huizen, watergangen, langs kleine bosjes en singels. Het zwaartepunt van de verspreiding van Ruige dwergvleermuis, Rosse vleermuis, Laatvlieger, Watervleermuis en Gewone grootoorvleermuis ligt meer in het zuidelijk deel van het gebied. De meeste activiteit van deze soorten is vastgesteld rond de Steenwetering, ten zuidwesten van het onderzoeksgebied ronde De Markte en in de omgeving een poel langs Langeweg, aan de oostkant van het onderzoeksgebied.

Voor soorten als Gewone dwergvleermuis, Laatvlieger, Watervleermuis en Gewone grootoorvleermuis is de kans op aanvaring relatief beperkt als we uitgaan van de aangegeven turbinetypen. De Gewone dwergvleermuis, die veruit de meest algemene soort in het plangebied is, vliegt over het algemeen vrij laag. Het gaat hierbij om enkele tientallen meters van de grond, hoewel hij incidenteel op grotere hoogte wordt waargenomen. Aangezien de meeste vliegactiviteit onder de rotorzone plaatsvindt is de kans op aanvaringen voor deze soort beperkt. De andere soorten vliegen over het algemeen nog lager waardoor de kans op aanvaring zeer beperkt is. Daarentegen vliegen Ruige dwergvleermuis en Rosse vleermuis vaak op grotere hoogte, waardoor de kans op aanvaring met windturbines relatief hoog is en deze soorten in verhouding vaak als aanvaringslachtoffer worden aangetroffen. Deze soorten worden vooral aangetroffen in het zuidelijk deel van het onderzoeksgebied en minder frequent in het noordelijk deel.

Dit betekent dat de varianten 7 en 8 mogelijk een hogere impact zullen hebben (hogere aanvaringsrisico's) dan de varianten die meer in het noordelijk deel van het plangebied zijn gelegen. Bovendien bestaan de varianten 7 en 8 uit meer turbines dan variant 2, 3

en 6 waardoor de totale mortaliteit voor vleermuizen bij varianten 7 en 8 waarschijnlijk hoger zal liggen.

Gezien de ligging van de zonnevelden zal het verlies aan foerageergebied naar verwachting beperkt zijn en is in de omgeving voldoende alternatief aanwezig. Aandachtpunt hiervoor zijn de resultaten van het vleermuisonderzoek in het voorjaar van 2022, vooral ter hoogte van de plas de Markte.

Mortaliteit onder vleermuizen valt goed en effectief te mitigeren door middel van een stilstandvoorziening, waarbij de cut-in speed wordt verhoogd zodat slechts weinig vliegbewegingen plaatsvinden bij windsnelheden waarbij de turbines operationeel zijn. Dit kan leiden tot een aanzienlijke reductie in mortaliteit.

Voorlopige conclusie

Samenvattend kan op basis van de eerste resultaten van het veldwerk de voorzichtige conclusie worden getrokken dat de varianten 7 en 8 tot hogere aanvaringsrisico's zullen leiden dan de varianten 2, 3 en 6. De reden is dat relatief veel vliegbewegingen van ganzen, meeuwen en kraaiachtigen in het zuidelijk deel van het plangebied plaatsvinden, waardoor sprake kan zijn van relatief hoge aanvaringsrisico's voor vogels. Bovendien vliegen deze soorten relatief veel op rotorhoogte. Met behulp van een aanvaringsmodel kunnen de risico's nader worden gekwantificeerd. De voorspelde mortaliteit neemt logischerwijs toe met het aantal turbines, waardoor variant 7 waarschijnlijk tot de hoogste mortaliteit zal leiden. Daarnaast is bij de varianten 7 en 8 sprake van een relatief groot oppervlak aan zonnevelden waardoor foerageergebied voor ganzen verloren kan gaan.

Voor vleermuizen is sprake van een vergelijkbare situatie als voor vogels. Door het verspreidingspatroon van de vleermuizen, en dan met name de risicosoorten Rosse vleermuis en Ruige dwergvleermuis, is de verwachting dat de varianten 7 en 8 tot hogere aanvaringsrisico's zullen leiden dan de varianten 2, 3 en 6.

Voor de weidevogels hebben de varianten 3, 6 en 7 de meeste impact qua verstoring, waarbij nog wel een verschil aanwezig is in de aantallen Grutto's die worden verstoord. Varianten 2 en 8 lijken voor deze soort (en overige weidevogels) het gunstigste uit te pakken. Hierbij dient te worden opgemerkt dat voor variant 8 van een deel van de verstoorde oppervlakte (nog) geen weidevogelgegevens beschikbaar zijn.

Literatuur

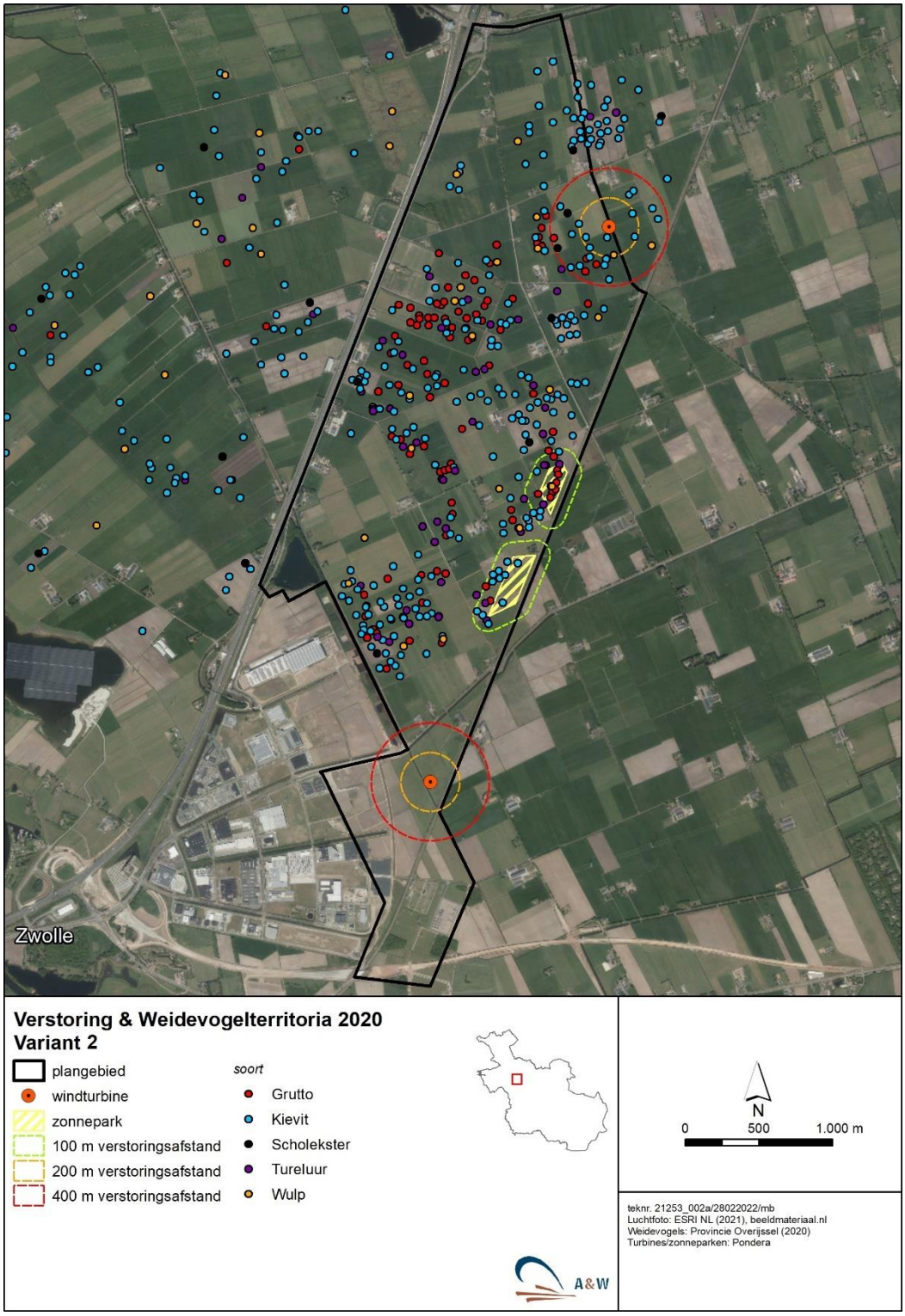
- Bunskoek, M. (red. P.W. Schermerhorn). Weidevogelinventarisatie Tolhuislanden-Ruiten-Veenekampen en het Lierder- en Molenbroek 2020 – Inzicht in de effecten van de subsidieregeling agrarisch natuurbeheer op de weidevogelstand. Rapport 2020-05a. Bunskoek Natuurlijk, Punthorst, 2020
- Everaert J. (2015). Effecten van windturbines op vogels en vleermuizen in Vlaanderen. Leidraad voor risicoanalyse en monitoring. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015 (INBO.R.2015.6498022). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Jouta, J., E. Klop, R. de Jong, E. van der Veen 2021. Externe werking wind- en zonne-energie rond Natura 2000-gebieden in Gelderland. A&W-rapport 21-084, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Pearce-Higgins, J.W., Stephen, L., Langston, R.H.W., Bainbridge, I.P. & Bullman, R. 2009. The distribution of breeding birds around upland wind farms. Journal of Applied Ecology 46: 1323-1331.
- Pot, M.T., E. van der Veen, M. Krijn & E. Klop 2020. Ecologische verkenning voor windenergie in de gemeente Groningen. A&W-rapport 19-320, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Sierdsema, H., R. Foppen, P. van Els, C. Kampichler & J. Stahl 2021. Achtergronddocument windenergie gevoeligheidskaart vogels. Sovon-rapport 2021/09. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

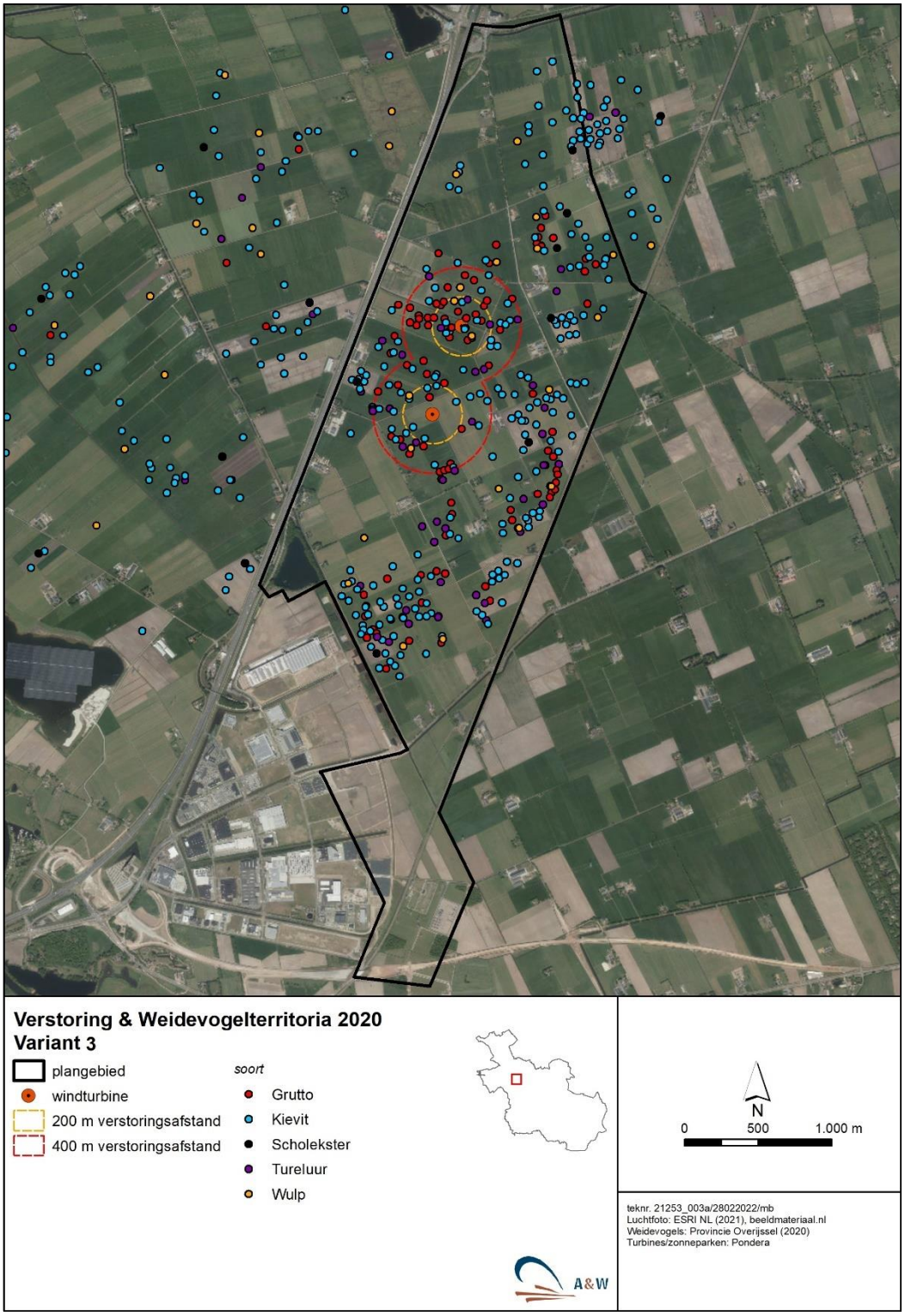
Met vriendelijke groet,

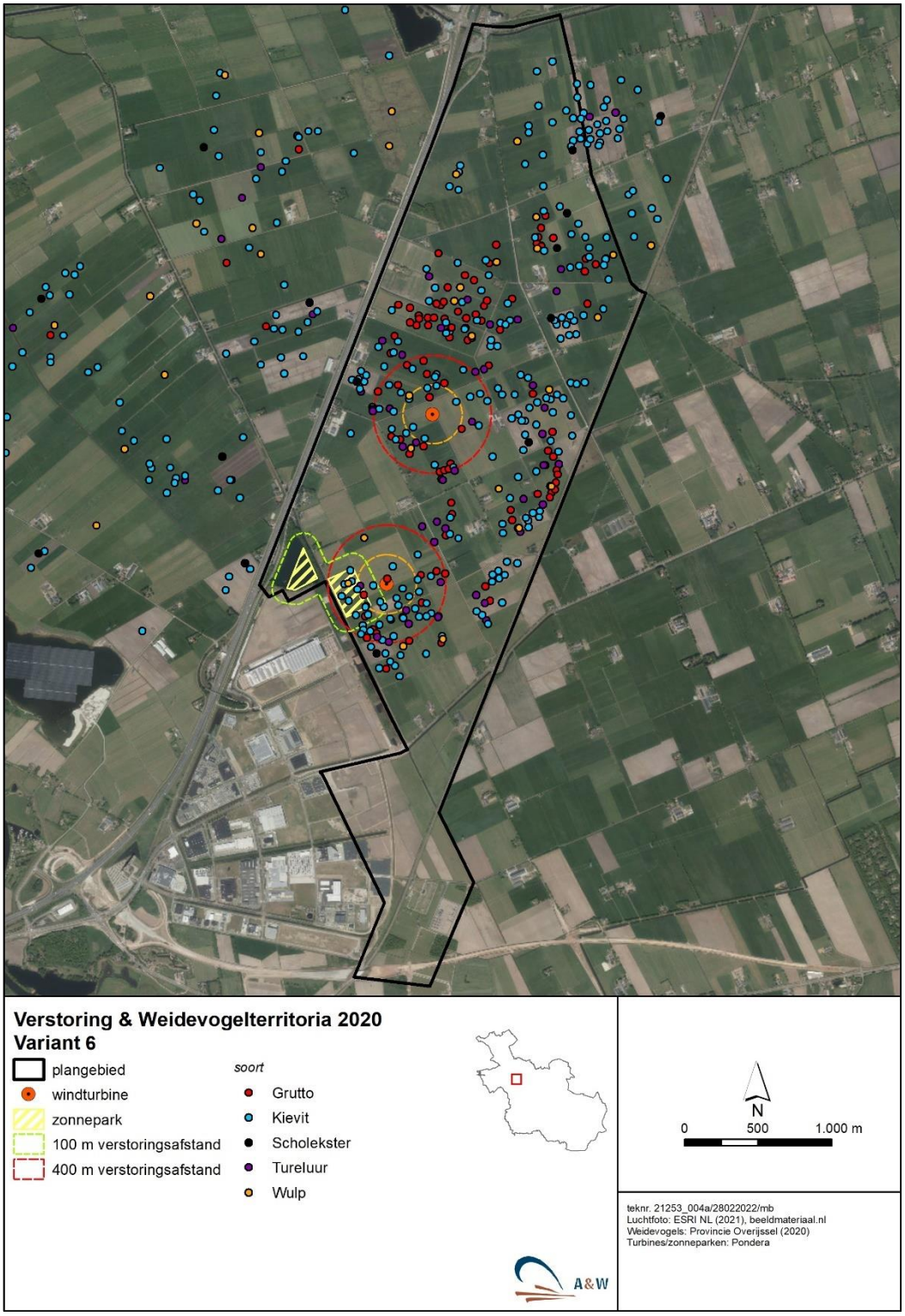
[redacted]

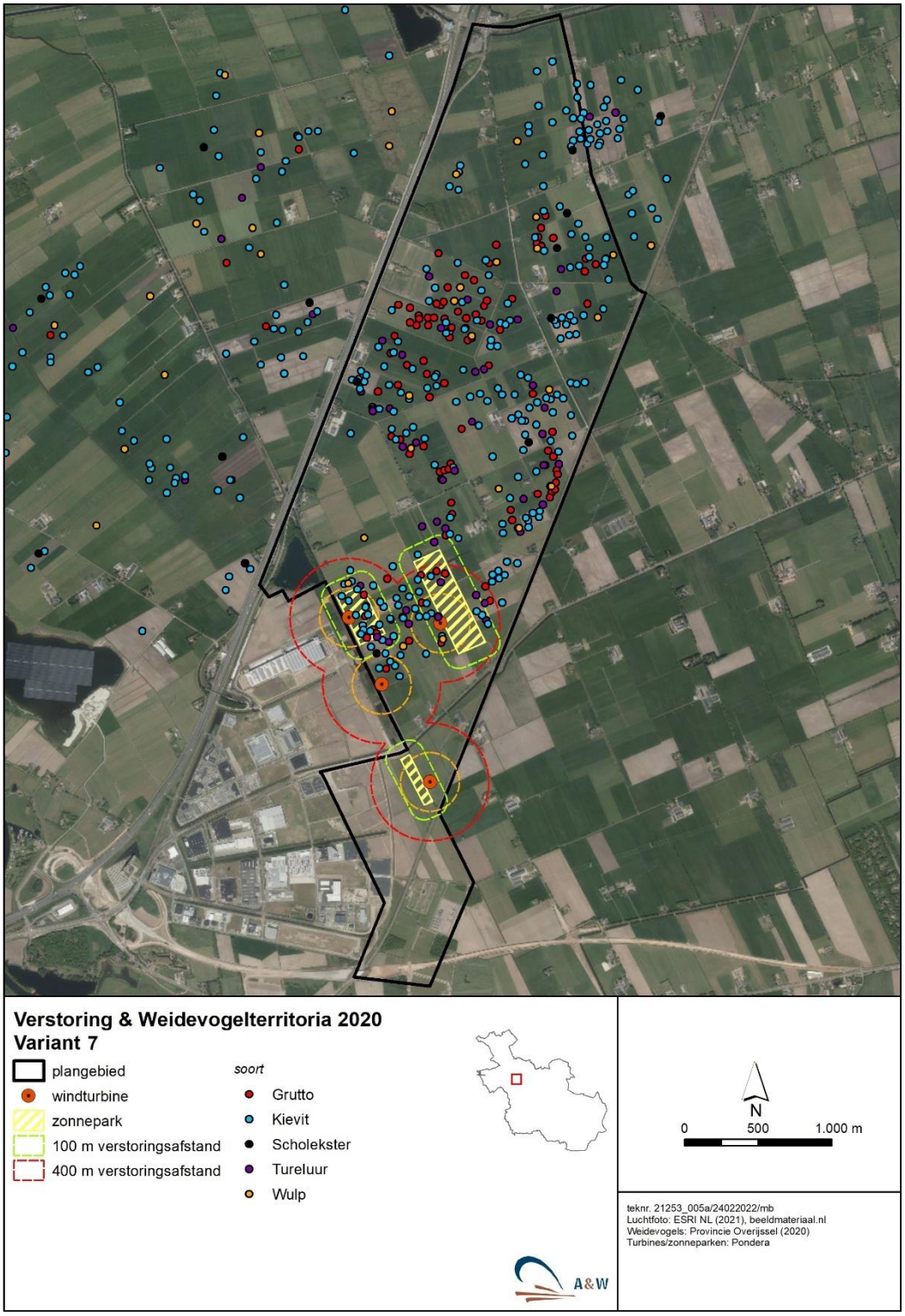
Kwaliteitscontrole: [redacted]; Autorisatie door: [redacted]

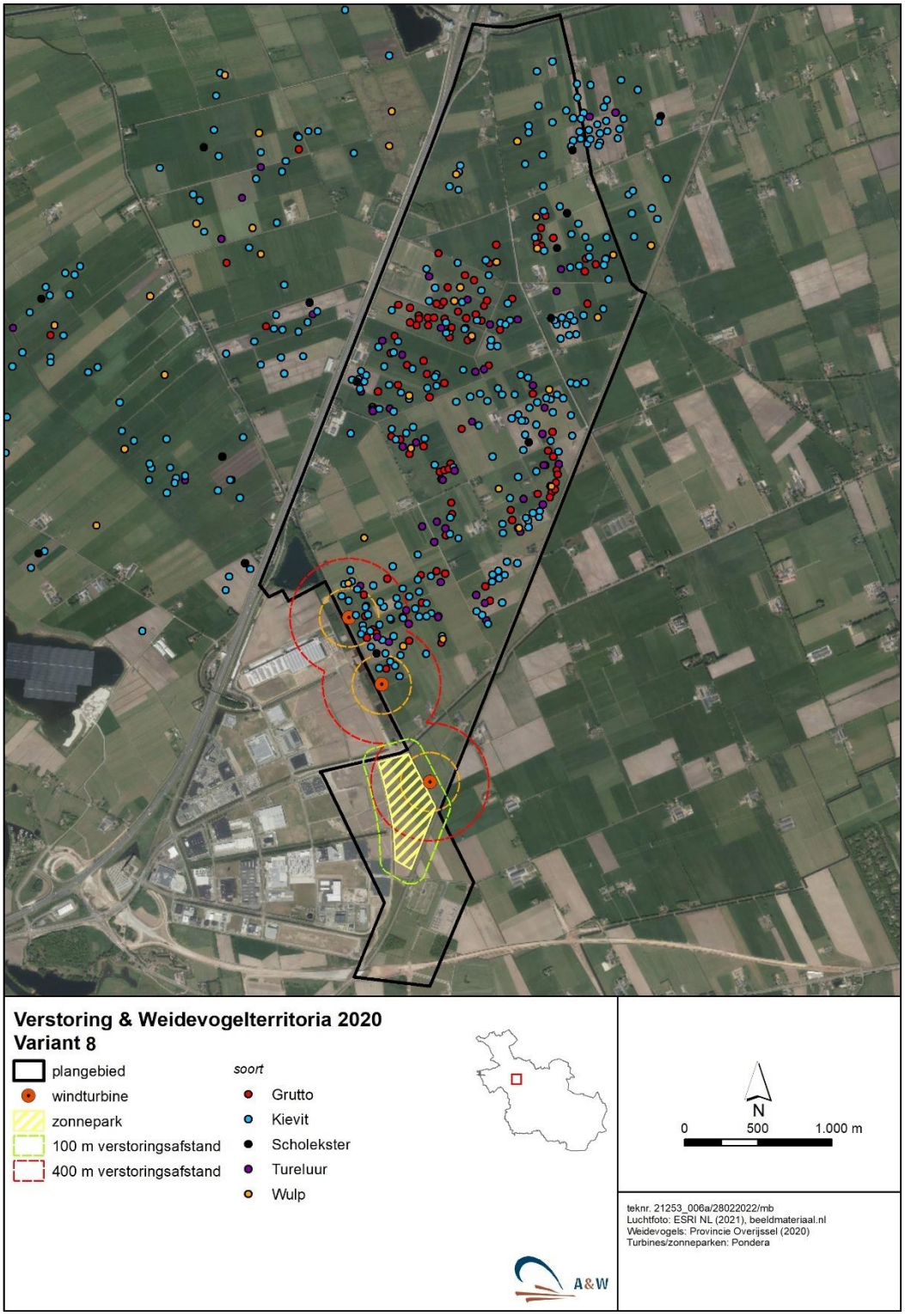
Bijlage 1. *Verstoringscontour en territoria weidevogels per variant.*



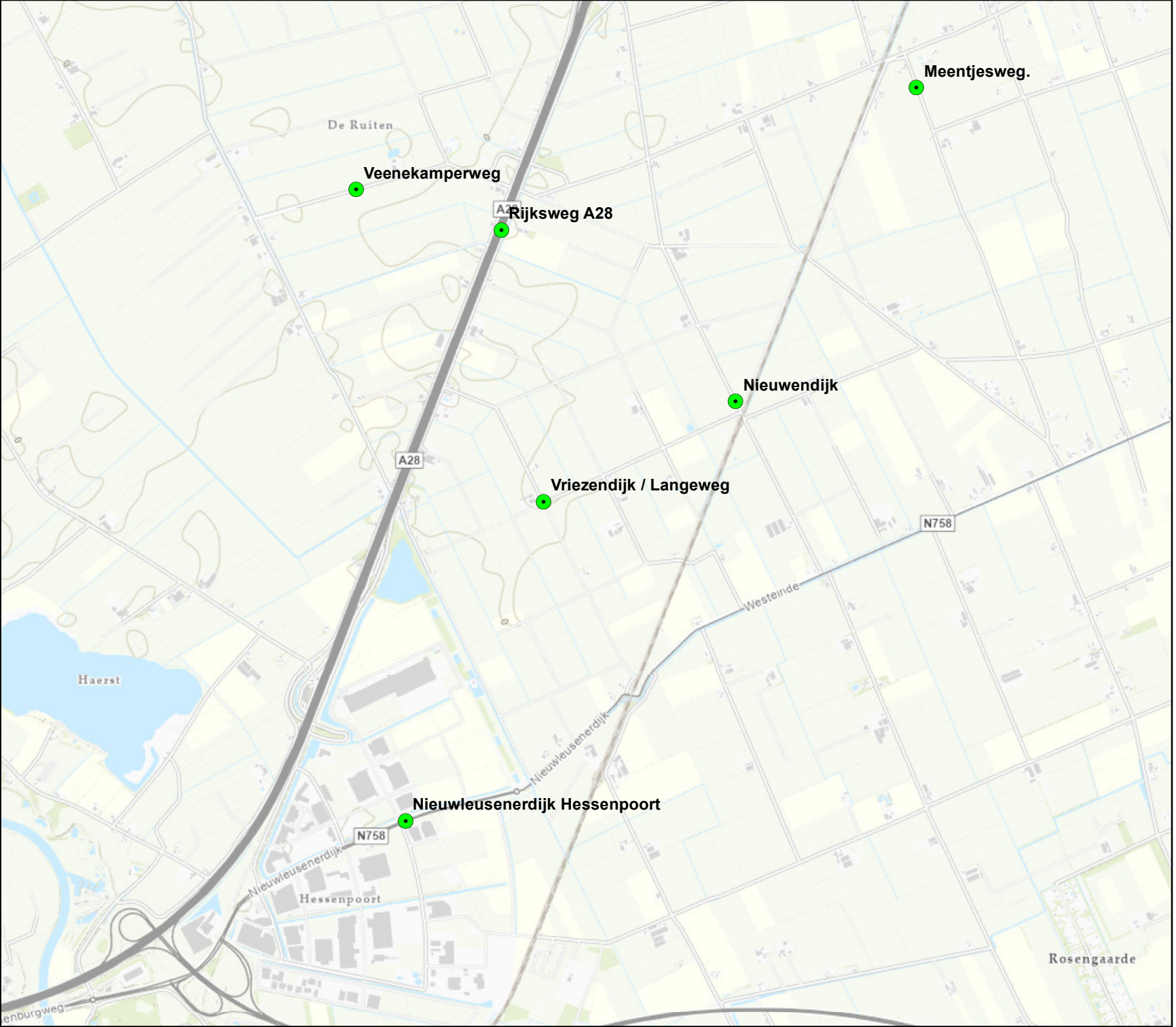

Verstoring & Weidevogelterritoria 2020
Variant 3
plangebied
windturbine
200 m verstoringsafstand
400 m verstoringsafstand
soort
Grutto
Kievit
Scholekster
Tureluur
Wulp
N
0
500
1.000 m
teknr. 21253_003a/28022022/mb
Luchtfoto: ESRI NL (2021), beeldmateriaal.nl
Weidevogels: Provincie Overijssel (2020)
Turbines/zonneparken: Pondera
A&W


Verstoring & Weidevogelterritoria 2020
Variant 6
plangebied
windturbine
zonnepark
100 m verstoringsafstand
400 m verstoringsafstand
soort
Grutto
Kievit
Scholekster
Tureluur
Wulp
N
0
500
1.000 m
teknr. 21253_004a/28022022/mb
Luchtfoto: ESRI NL (2021), beeldmateriaal.nl
Weidevogels: Provincie Overijssel (2020)
Turbines/zonneparken: Pondera
A&W


Verstoring & Weidevogelterritoria 2020
Variant 7
plangebied
windturbine
zonnepark
100 m verstoringsafstand
400 m verstoringsafstand
soort
Grutto
Kievit
Scholekster
Tureluur
Wulp
N
0
500
1.000 m
teknr. 21253_005a/24022022/mb
Luchtfoto: ESRI NL (2021), beeldmateriaal.nl
Weidevogels: Provincie Overijssel (2020)
Turbines/zonneparken: Pondera
A&W


Verstoring & Weidevogelterritoria 2020
Variant 8
plangebied
windturbine
zonnepark
100 m verstoringsafstand
400 m verstoringsafstand
soort
Grutto
Kievit
Scholekster
Tureluur
Wulp
N
0
500
1.000 m
teknr. 21253_006a/28022022/mb
Luchtfoto: ESRI NL (2021), beeldmateriaal.nl
Weidevogels: Provincie Overijssel (2020)
Turbines/zonneparken: Pondera
A&W

Bijlage 7 Visualisaties



PONDERA

Legenda

- Visualisatiepunten

N

0 300 600 900 Meters



Vriezendijk / Langeweg
Variant 8


Vriezendijk / Langeweg
Variant 3


Vriezendijk / Langeweg
Variant 6


Nieuwendijk Variant 8

Nieuwendijk Variant 3




Nieuwendijk Variant 6


Veenekampenweg
Variant 3


Veenekampenweg
Variant 6


Veenekampen
weg Variant 8


Rijksweg A28
Variant 3


Rijksweg A28
Variant 6


Rijksweg A28
Variant 8



Nieuwleusenerdijk
Variant 6



Nieuwleusenerdijk
Variant 7



Nieuwleusenerdijk
Variant 8


Meentjesweg
Variant 2


Meentjesweg
Variant 3


Meentjesweg
Variant 6


Meentjesweg
Variant 7


Meentjesweg
Variant 8

Bijlage 8 Additionele informatie elektriciteitsopbrengst

Verliesposten voor windenergie per variant

Opbrengstverliezen	**Variant 2**	**Variant 3**	**Variant 6**	**Variant 7**	**Variant 8**
Groep 1: Zogeffecten					
Zogeffecten (alle turbines, per turbine)	1.8%	3.9%	2.2%	5.4%	3.1%
Zogeffecten (alleen nieuwe turbines, per turbine)	0.1%	2.3%	0.9%	4.7%	2.4%
Groep 2: Beschikbaarheid					
Niet-beschikbaarheid	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%
Balance of plant	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
Netuitval	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
Groep 3: Turbine-prestaties					
Power curve	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%
Uitval door hysterese	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
Windstroming	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
Groep 4: Elektrisch					
Kabelverliezen	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%
Transformatorverliezen	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
Eigen consumptie windturbine	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
Groep 5: Omgevingsgerelateerd					
Bladdegradatie door ijsvorming	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
Bladdegradatie door beschadiging en vervuiling	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
Shutdown door ijsafzetting, bliksem, hagel	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
Groep 6: Mitigatie					
Geluid (47 Lden)	1.2%	0.0%	0.0%	6.2%	5.3%
Geluid (45 Lden)	5.6%	4.0%	2.0%	13.7%	12.0%
Slagschaduw (16 uur/jaar)	2.7%	2.3%	1.9%	2.0%	1.7%
Slagschaduw (6 uur/jaar)	3.3%	2.7%	2.9%	2.4%	2.4%
Slagschaduw (0 uur/jaar)*	3.8%	2.9%	3.1%	2.6%	2.6%
Totaal					
47 Lden, 16 uur/jaar	15.9%	16.4%	14.6%	22.6%	19.7%
45 Lden, 16 uur/jaar	19.7%	19.7%	16.3%	28.8%	25.3%
47 Lden, 6 uur/jaar	16.5%	16.8%	15.5%	22.9%	20.3%
45 Lden, 6 uur/jaar	20.2%	20.1%	17.2%	29.1%	25.9%
47 Lden, 0 uur/jaar	16.9%	16.9%	15.7%	23.1%	20.4%
45 Lden, 0 uur/jaar	20.6%	20.2%	17.4%	29.3%	26.0%

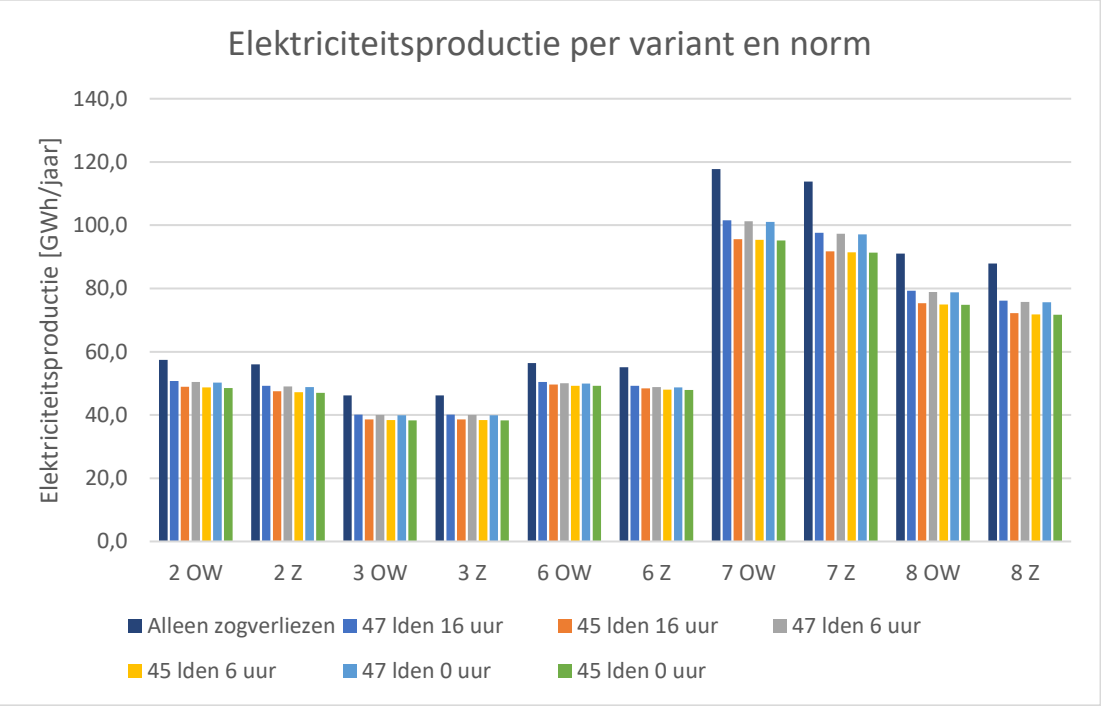
* In de praktijk is terugregeling naar 0 uur per jaar niet mogelijk aangezien tijdens afwisselende zonnige momenten er gedurende kortstondige duur slagschaduw aanwezig kan zijn.

Totale elektriciteitsopbrengst door windturbines en zonnepanelen per variant en per geluid- en slagschaduwnorm

Aspect	Variant 2		Variant 3		Variant 6		Variant 7		Variant 8	
	Oost-west	Zuid	Oost-west	Zuid	Oost-west	Zuid	Oost-west	Zuid	Oost-west	Zuid
Energie-opbrengst* [GWh/jr]	57.5	56.0	46.2	46.2	56.4	55.1	117.7	113.8	91.1	87.9
Energieopbrengst, 47 Lden, 16 uur/jaar	50.7	49.2	40.2	40.2	50.5	49.2	101.5	97.6	79.3	76.1
Energieopbrengst, 45 Lden, 16 uur/jaar	48.9	47.5	38.6	38.6	49.7	48.4	95.6	91.7	75.3	72.2
Energieopbrengst, 47 Lden, 6 uur/jaar	50.5	49.0	40.0	40.0	50.1	48.8	101.2	97.3	78.9	75.7
Energieopbrengst, 45 Lden, 6 uur/jaar	48.7	47.2	38.4	38.4	49.3	48.0	95.4	91.4	74.9	71.8
Energieopbrengst, 47 Lden, 0 uur/jaar	50.3	48.8	39.9	39.9	50.0	48.7	101.1	97.1	78.8	75.6
Energieopbrengst, 45 Lden, 0 uur/jaar	48.5	47.0	38.3	38.3	49.2	47.9	95.2	91.3	74.8	71.7

* Met alleen zogverliezen

Elektriciteitsproductie (wind en zon) per variant en normstelling voor geluid en slagschaduw



Participatie- en communicatieplan Energiepark Tolhuislanden

1. Inleiding

Door de leden van de coöperatie Duurzaam Tolhuislanden een voorkeursalternatief gekozen, bestaand uit drie windturbinelocaties en een zonnepark. Hiervoor vraagt de coöperatie een omgevingsvergunning aan bij de gemeente Zwolle. Dit participatie- en communicatieplan vormt tevens een bijlage bij de vergunningaanvraag. Doelen die we met dit plan voor ogen hebben zijn:

- Een zo groot mogelijk acceptatie voor Energiepark Tolhuislanden realiseren bij de omgeving;
- Belanghebbenden moeten voldoende betrokken en gehoord worden waardoor het wordt gezien als een plan van en door de omgeving.

Dit participatie- en communicatieplan dient als richtsnoer voor de communicatie en participatie voor de komende jaren tot en met realisatie en geeft de hoofdlijn weer van de wijze waarop gecommuniceerd zal worden. We kiezen voor een hoofdlijn omdat we de afgelopen jaren geleerd hebben dat de communicatie zich niet volgens een vastgezet plan laat uitvoeren, maar aandacht vraagt in het moment om zo goed mogelijk aan te sluiten bij de communicatiebehoeften intern, van omgeving en andere belanghebbenden. We willen deze ervaring meenemen naar het vervolg om het gebiedsproces in goede banen te leiden. We willen hierbij zo open en transparant mogelijk communiceren. Tegelijkertijd staan we voor het gezamenlijk realiseren van maatschappelijke doelstellingen in het kader van de klimaatverandering en voelen we daar de verantwoordelijkheid voor. Maar we zijn ons naast deze noodzaak ook bewust van de ruimtelijke impact van onze plannen en beseffen ons dat het plan voor sommigen weerstand oproept. Als gebied zijn we 4 jaar onderweg en als coöperatie is het onze intentie het voornemen binnen het maatschappelijke kader en in een zo goed mogelijke samenspraak met de omgeving te realiseren.

Omdat we als gebiedsproces ergens vandaan komen en ergens naartoe werken, vinden we het belangrijk terug te blikken hoe de communicatie en participatie tot nu toe heeft vorm gekregen. Vervolgens zullen we in dit participatie- en communicatieplan aanduiden waar we staan en vervolgens toe te lichten hoe we de communicatie- en participatieactiviteiten tot moment van realisatie van de energieprojecten voor ons zien. Kortom het gaat over een verantwoording naar de toekomst toe voor deze communicatieaanpak, op basis van het proces wat we al achter ons hebben.

2. Communicatieactiviteiten periode 2017 – 2023

1.1 Zwolse Energiegids 2017

Eind 2017 verscheen de Zwolse Energiegids waarin Tolhuislanden aangeduid werd als gebied waar volgens de gemeente de ruimtelijke beperkingen en mogelijkheden voor grootschalige opwekking van duurzame energie uit wind en zon plaats zou kunnen krijgen. De Energiegids is geen bestemmingsplan, maar duidt slechts de mogelijkheden binnen de gemeente aan, zoals de gemeente had laten onderzoeken. Met de Energiegids verbindt de gemeente wel procesafspraken aan de ontwikkeling van

grootschalige projecten. De procesafspraken omvatten afspraken omtrent de informatieverstrekking en procesparticipatie, waar kortheidshalve naar verwezen wordt.

De Energiegids lezende richt deze zich vooral op initiatiefnemers in de zin van individuele grondeigenaren en/of projectontwikkelaars van elders die via verwerving van gronden binnen een gebied projecten in dat gebied willen ontwikkelen. Begin 2018 heeft Tolhuislanden, na een bijeenkomst op initiatief van enkele buurtbewoners, echter unaniem besloten als buurt zelf de regie te nemen voor energieprojecten in hun gebied en deze projecten als buurt zelf te gaan ontwikkelen.

Deze insteek wierp een ander licht op de procesafspraken van de Energiegids voor zowel de informatieverstrekking en procesparticipatie, omdat de initiatiefnemers en het gebied en omgekeerd hetzelfde zijn, er is geen sprake van een wij en zij zoals dat met een projectontwikkelaar zou zijn. Het gebied ís de omgeving, participant, initiatiefnemer en projectontwikkelaar. De informatieverstrekking gaat daarmee vooral om de informatieverwerving voor het gebied zelf als basis om vanuit de juiste kennis en kunde de projecten tot stand te kunnen brengen, naast dat er wel sprake is van informatieverstrekking vanuit het gebied naar buiten het gebied en andere belanghebbenden.

1.2 Regiegroep, kerngroep en werkgroepen

Tegen deze achtergrond is een plan van aanpak opgesteld en onder begeleiding en advisering (door e-Colijn) vanuit de bewoners van de buurt een regiegroep opgericht, waarin iedere bewoner en ondernemer binnen het gebied aan deel kon nemen. Binnen de regiegroep is een kerngroep ingericht (als voorlopig gezamenlijk bestuur), welke namens de buurt het gesprek met de gemeente is aangegaan om de intenties kenbaar te maken, maar ook om gezamenlijk binnen de kaders van de Energiegids een vorm te vinden waarin de gebiedsregie vanuit de bewoners haar beslag zou kunnen krijgen. Tegelijkertijd zijn drie werkgroepen voor respectievelijk wind-, zonne-energie en gebiedskwaliteit en -economie ingericht. De werkgroepen hadden als eerste doel het kennisniveau in het gebied omhoog te brengen en vervolgens zijn deze werkgroepen aan de slag gegaan met idee- en planvorming. De kerngroep en werkgroepen kenden ieder hun eigen planning en activiteiten, de bevindingen uit deze groepen werden tijdens de regiegroep overleggen teruggekoppeld, met als doel gezamenlijk de route te bepalen.

1.3 Coalitieakkoord gemeente Zwolle 2018-2022

Medio 2018 trad voor de gemeente Zwolle een nieuw college van wethouders aan en met het coalitieakkoord werd Tolhuislanden voor de bestuursperiode 2018-2022 als enige mogelijke locatie voor de ontwikkeling van windenergie in Zwolle aangewezen. Hierop werd het overleg met de gemeente geïntensiveerd, om tot nadere procesafspraken te komen voor het gebiedsinitiatief. Een belangrijke afspraak die gemaakt werd, was te komen tot een gebiedsovereenkomst tussen de gemeente en Tolhuislanden waarin randvoorwaarden over proces, tijd en te behalen doelstellingen werden vastgelegd.

1.4 Formulering gebiedsdoelstellingen

Om tot concrete doelstellingen te komen werden de werkgroepoverleggen en overleggen met gemeente geïntensiveerd. Ook werd de nieuwe gemeenteraad uitgenodigd voor een kennismaking met het gebiedsproces met positieve indruk voor allen. Eind 2018 is de gemeente om ondersteuning voor het gebiedsproces gevraagd om via meerdere bijeenkomsten c.q. ateliers tot een reeks van mogelijke ontwerpscenario's te komen voor waar wind- en zonne-energie zou kunnen worden gerealiseerd. Doel hiervan was een goed gevoel te krijgen bij te realiseren doelstellingen en de ruimtelijke impact op de leefomgeving van de bewoners in het gebied.

Voor de inhoud en begeleiding van dit gebiedsproces werd begin 2019 adviesbureau Pondera Consult ingeschakeld. De kern van dit gebiedsproces was om te komen tot een bandbreedte voor een

hoeveelheid op te wekken duurzame energie die binnen het gebied als acceptabel werd geacht. Om tot deze bandbreedte te komen werden diverse ontwerpscenario's uitgewerkt tijdens meerdere gebiedsbijeenkomsten. De gebiedsproces heeft uiteindelijk een rapportage opgeleverd over de mogelijkheden van het gebied. Medio oktober 2019 werd vanuit de regiegroep een gebiedsaanbod voor een bandbreedte aan de gemeente aangeboden om tussen 0,13 en 0,30 Petajoule aan duurzame energie te gaan opwekken in het gebied Tolhuislanden. De gemeenteraad stemde november 2019 in met dit aanbod met als volgende stap dit aanbod gezamenlijk uit te werken in een gebiedsovereenkomst.

1.5 Gebiedsovereenkomst

Op basis van het gebiedsaanbod is in samenwerking met de gemeente Zwolle een gebiedsovereenkomst uitgewerkt en in maart 2020 ondertekend. In de aanloop naar de ondertekening van de gebiedsovereenkomst ontstond de noodzaak om vanuit een officiële entiteit de overeenkomst te kunnen aangaan. Hierop is Coöperatie Duurzaam Tolhuislanden UA opgericht en zijn de meeste bewoners en grondeigenaars in het gebied lid geworden. De Coöperatie is sindsdien ook de officiële organisatie die namens de ontwikkeling in het gebied communiceert.

Binnen de gebiedsovereenkomst zijn afspraken gemaakt over de afbakening van het gebied, aspecten die onderzocht moeten worden, de reikwijdte van de samenwerking met de gemeente en de daarmee gepaard gaande gezamenlijke ambities en belangen en het opstellen van een ontwikkelplan (incl. een communicatieplan, waarmee met onderhavig document invulling wordt gegeven). De ruimtelijke onderbouwing, waar onderhavig communicatieplan onderdeel van is, kan worden gezien als het ontwikkelplan. De gebiedsovereenkomst voorziet de kaders en randvoorwaarden voor de realisatie van Energiepark Tolhuislanden.

1.6 Werkgroepen, opstellen varianten en keuze voorkeursalternatief

Na de ondertekening van de gebiedsovereenkomst is de coöperatie de samenwerking aangegaan met Ventolines, Pondera en e-Colijn. Ventolines, Pondera en e-Colijn werken samen binnen het projectteam en worden daarbij aangestuurd door het bestuur van de coöperatie en leggen daaraan verantwoording af. Het bestuur opereert namens de leden van de coöperatie, legt daaraan verantwoording af en betrekt de leden bij het gebiedsproces en bereidt besluitvorming door leden voor.

Vanuit deze samenwerking tussen bestuur en projectteam is het hele besluitvormingsproces vormgegeven om tot meerdere varianten voor wind- en zonne-energie te komen en uiteindelijk het voorkeursalternatief waar inmiddels door de leden voor gekozen is. Om tot de varianten en de keuze voor het voorkeursalternatief te komen, is vanuit de leden in het kader van de wensen van de leden van de coöperatie, maar ook om aan de energiegids te voldoen, gewerkt met twee werkgroepen rondom de thema's leefomgeving en vergoedingen.

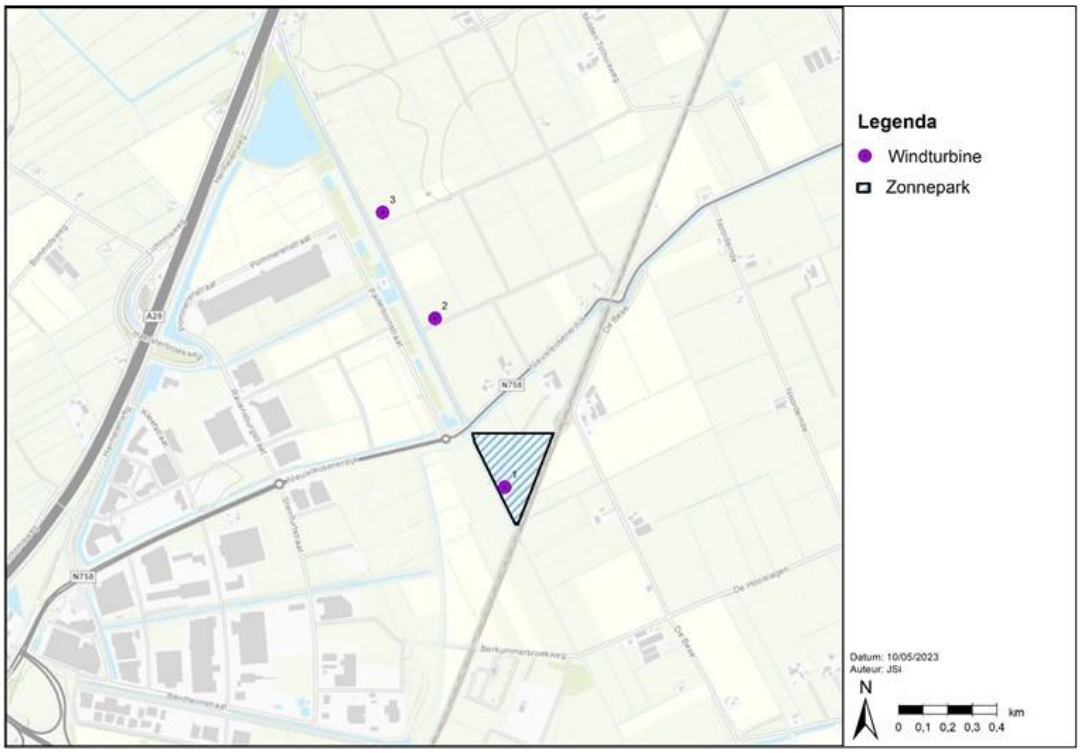
De werkgroep leefomgeving (circa 15 omwonenden) heeft zich op basis van de eerdere gebiedsscenario's gericht op de omgevingseffecten en mogelijke positionering, de verschillende omgevingseffecten en het formuleren van varianten voor de wind- en zonne-energieposities binnen de bandbreedte van het gebiedsaanbod. Dit proces heeft plaatsgevonden tijdens tientallen werksessies met de werkgroep leefomgeving en Pondera Consult tussen november 2020 en juli 2021. Enkele ontwerpprincipes die uit deze werksessies naar voren zijn gekomen voor het ontwerpen van onderzoeksvarianten zijn:

- Windenergie is leidend voor bepalen varianten, geen varianten met alleen maar zonne-energie;

- Zoveel mogelijk behouden van het weids- en open landschap van het gebied Tolhuislanden;
- Zo min mogelijk versnippering van duurzame energie, daarom clustering van duurzame energie en zonne-energie aansluiten op de windposities;
- Aansluiten windenergie op bedrijventerrein Hessenpoort, bestaande windturbines en/of infrastructuur;
- Zoveel mogelijk beperken van hinder en zichtbaarheid;
- Onderlinge afstand windturbines circa 4 maal de rotordiameter (ca. 600m);
- Geen zonne-energie in het midden van het plangebied in verband met behoud open landschap en weidevogels;
- Aanbrengen van variatie tussen de verschillende varianten om inzicht te krijgen in verschil in gevolgen op de criteria;

Op basis hiervan zijn 8 onderzoeksvarianten ontworpen, waarvan vervolgens 5 hiervan door de coöperatie DTHL zijn gekozen om verder te onderzoeken. Pondera heeft in samenwerking met de werkgroep leefomgeving een variantenonderzoek opgesteld waarin de 5 varianten zijn onderzocht om inzicht te geven in de belangrijkste milieueffecten, omgevingseffecten en economische effecten.

De werkgroep vergoedingen (circa 5 leden) heeft zich gericht op het formuleren van een vergoedingensystematiek voor grondeigenaren waar de wind- en zonne-energieprojecten mogelijk zouden kunnen landen en een vergoedingensystematiek voor omwonenden. Via diverse algemene ledenvergaderingen en stemmingen is uiteindelijk een vergoedingensystematiek vastgesteld en een voorkeursalternatief gekozen (voorjaar 2022). In onderstaande figuur is de ligging van het voorkeursalternatief weergegeven. Dit voorkeursalternatief biedt de basis om een potentieel van 0,21 – 0,27 PJ te realiseren. Het energiepark brengt naar verwachting tussen de 60 en 75 GWh per jaar aan elektriciteit op. Dit is genoeg om circa 20.000 huishoudens te voorzien van elektriciteit.



1.7 Stakeholdergesprekken en informatieavonden

Op basis van de onderzoeksvarianten en het gekozen voorkeursalternatief zijn er voorafgaand aan de aanvraag voor een omgevingsvergunning verschillende informerende gesprekken gevoerd met belangrijkste stakeholders in het gebied. De eventuele input vanuit deze gesprekken zijn waar mogelijk meegenomen in de planontwikkeling en vergunningaanvraag. Met de volgende stakeholders zijn in deze fase één of meerdere gesprekken gevoerd:

- Gemeente Zwolle
- Gemeente Dalfsen
- Provincie Drenthe
- Waterschap Drents Overijsselse Delta
- Ondernemersvereniging Hessenpoort
- Agrarische natuurvereniging Tolhuislanden
- SPLIJ
- Astron (radioastronomie)
- Enexis
- Omwonenden

Bovengenoemde gesprekken hebben ook concrete aanleiding gegeven voor het optimaliseren of nader uitwerken van het project, zoals bijvoorbeeld:

- Met de gemeente Zwolle is zeer frequent contact geweest sinds de keuze voor het voorkeursalternatief, onder andere over de exacte positiebepaling van de windturbines in relatie tot overige ontwikkelingen in het gebied, zoals de uitbreiding van bedrijventerrein Hessenpoort en de ontwikkeling van het regionale Energiecluster Zwolle Noord.
- De gesprekken met de Ondernemersvereniging Hessenpoort hebben o.a. geleidt tot het aanhouden van acceptabele afstanden van de windturbines tot het bestaande bedrijventerrein Hessenpoort.
- Gesprekken met het Waterschap Drents Overijsselse Delta heeft onder andere geleidt tot een minimale afstand van 30 meter (funderingsdiameter) tot de beschermingszones van de watergangen.
- Met de provincie Overijssel zijn de effecten op flora en fauna nader afstemt en is de compensatieopgave voor weidevogelleefgebied nader uitgewerkt.
- Met de agrarische natuurvereniging Tolhuislanden en het SPLIJ zijn de mogelijkheden voor de uitvoering van de weidevogelcompensatie besproken.
- Gesprekken met Astron heeft inzicht gegeven in concrete maatregelen om de effecten van het energiepark op de radiotelescopen van Astron te mitigeren.
- Regelmatige gesprekken zijn er geweest met de buurgemeente Dalfsen om het voornemen van Energiepark Tolhuislanden toe te lichten en mogelijk raakvlakken met de ontwikkelingen van windplannen in Dalfsen.

Informatieavonden

Op basis van de onderzoeksvarianten zijn er verschillende informatieavonden georganiseerd voor omwonenden (leden en niet-leden) van het project:

- 22 maart 2022: informatieavond met 37 aanwezigen, bestaande uit omwonenden en overige stakeholders. De omwonenden uit het gebied in de gemeente Dalfsen zijn bezorgd om een

gebrek aan informatievoorziening en betrokkenheid bij het project. Dit heeft geleidt tot een extra inzet van de coöperatie DTHL om de omwonenden in de gemeente Dalfsen meer bij het proces te betrekken. Zo zijn er keukentafelgesprekken geweest en aparte informatiesessies georganiseerd in 2023 voor deze groep omwonenden. Bovendien waren partijen als de Agrarische Natuurvereniging Tolhuislanden (ANV) en het Collectief Noord West Overijssel (Collectief NWO) aanwezig. Tijdens de avond heeft de coöperatie de verschillende varianten toegelicht, het proces voor de totstandkoming van het voorkeursalternatief en de ruimte geboden voor vragen of informatieverzoeken. Vanuit de ANV en het collectief NWO is de voorkeur uitgesproken om te kiezen voor variant 8 (huidige voorkeursalternatief) vanwege de minste effecten op weidevogels.

- 12 april 2022: informatieavond met 24 aanwezigen. Tijdens deze avond is de keuze voor het voorkeursalternatief toegelicht.
- 16 februari 2023: een informatiesessie met bewoners van de gemeente Dalfsen. Deze sessie is georganiseerd specifiek voor de bewoners van het Dalfserveld gezien de nabijheid tot het project.
- 6 juni 2023: een brainstormsessie met leden en enkele buurtbewoners over de invulling van de middelen die beschikbaar komen vanuit de Kwaliteitsimpuls Groene Omgeving.
- 5 oktober 2023: informatieavond voor bewoners uit Dalfserveld. Tijdens deze avond is het project nader toegelicht, de status, de totstandkoming van de omgevingsvergoedingen en mogelijkheden voor participatie.

Gesprekken omwonenden

Naast de algemene informatieavonden zoals hierboven beschreven zijn er ook zogenaamde ‘keukentafelgesprekken’ gevoerd met individuele omwonenden en kleine groepsbijeenkomsten. Aan alle bewoners van woningen binnen een straal van 1.250 meter is een brief met nadere informatie over het project gestuurd, met daarbij een uitnodiging voor een gesprek. In totaal betrof dit 43 woningen, waarvan 21 buiten het gebied Tolhuislanden.

De bewoners van de 16 woningen binnen een straal van 750 meter zijn uitgenodigd voor een keukentafelgesprek bij hen thuis. Met 8 van hen, waarvan 7 geen lid van de coöperatie, is eind juli en begin augustus 2022 gesproken. Bij de gesprekken was steeds een bestuurslid en een lid van het projectteam aanwezig.

Voor de bewoners van de 27 woningen op 750 à 1.250 meter afstand zijn groepsbijeenkomsten georganiseerd. Via contact met buren is ook nog een aantal omwonenden net buiten de straal van 1.250 meter uitgenodigd voor deze groepsgesprekken. Uiteindelijk zijn weinig aanmeldingen ontvangen, en zijn de bewoners van 4 woningen aanwezig geweest bij de groepsbijeenkomst eind juli 2022.

De bewoners van de overige woningen zijn destijds niet ingegaan op onze uitnodiging voor een gesprek of hebben aangegeven hier niet in geïnteresseerd te zijn. Na de zomerperiode is het bestuur van de coöperatie langs gegaan bij de bewoners van wie geen reactie was ontvangen. Voor de geïnteresseerden is eind november 2022 nog een extra groepsbijeenkomst georganiseerd. Een groot aantal omwonenden heeft daarnaast aangegeven geen interesse te hebben in een gesprek, of aangegeven al voldoende geïnformeerd te zijn, bijvoorbeeld via de ontvangen nieuwsbrieven.

Tijdens de verschillende keukentafelgesprekken en groepsbijeenkomsten is nadere toelichting gegeven over de totstandkoming van de coöperatie en haar plannen voor duurzame energie. Ook is

uitleg gegeven over de vergoedingen die omwonenden zullen ontvangen gedurende de exploitatie van het project. Enkele zorgen en wensen van omwonenden zijn uit deze gesprekken naar voren gekomen, zoals zorgen over de zichtbaarheid, geluid, slagschaduw en de obstakelverlichting van de windturbines. Deze zorgen zijn ook meegenomen in het verder uitwerken van het project, zoals het realiseren van erfbeplanting t.b.v. verminderen zichtbaarheid, reduceren van de nachtelijke geluidbelasting naar Lnight= 40 dB, beperken van slagschaduw naar maximaal 1 uur per jaar en het voornemen om naderingsdetectiesystemen te realiseren om de obstakelverlichting te reduceren. Verder is ingegaan op de manier waarop de omwonenden in het vervolg bij het project betrokken willen worden en de wijze waarop zij over het project geïnformeerd willen worden. Dit verschilt omwonende en vraagt om maatwerk en verschillende middelen van communicatie (zie hoofdstuk 3).

3. Communicatieplan en vervolgactiviteiten

1.8 Communicatieplan

Op basis van de ervaringen in de afgelopen jaren is het van belang enige structuur te hebben voor de communicatie, maar ook niet al te veel te willen vastleggen. Dit is omdat de communicatie vooral een levendige kwestie is van goed in contact staan met de betrokken stakeholders en de juiste communicatie-instrumenten inzetten voor de communicatiebehoeften bij de verschillende vervolgactiviteiten die de komende jaren aan de orde zijn. In navolgende komen aan de orde de vervolgactiviteiten, stakeholders die daarbij op dit moment in beeld zijn en vervolgens het palet aan communicatiemiddelen wat daarvoor ingezet kan worden.

1.9 Vervolgactiviteiten

Dit communicatieplan is als bijlage bij de ruimtelijke onderbouwing (bijlage bij aanvraag voor een omgevingsvergunning) opgenomen. Op moment van schrijven wordt de aanvraag ingediend en bereiden we alle andere activiteiten voor die noodzakelijk zijn voor de uiteindelijke realisatie van de energieprojecten. Daarbij worden voor zover nu bekend is de volgende vervolgactiviteiten voorzien:

- 2023: Definitieve aanvraag omgevingsvergunning en Wnb ontheffing
- 2023: Sluiten grondovereenkomsten ten behoeve van projecten op deze gronden
- 2023: Regelen van een netaansluiting voor de energieprojecten
- 2024: Aanvragen SDE subsidie
- 2024: Contracteren en financiering
- 2025: Detailengineering energiepark en civiele werken.
- 2025: Aanvragen benodigde uitvoeringsvergunningen en bijbehorende procedures
- 2025-2026: Bouw en oplevering

1.10 Stakeholders

Bij de planvorming tot nu toe hebben we met een aantal stakeholders te maken gehad. De meeste stakeholders blijven in beeld en er komen nieuwe stakeholders bij. Hieronder is een overzicht gegeven van de verschillende stakeholders en het belang wat we veronderstellen dat ze hebben.

Stakeholder	Belang
Leden coöperatie	Eigenaar/investeerder: risico en rendement Bewoner: leefomgeving Gebruiker (= ook grondeigenaar): ondernemersperspectief
Niet leden (grondeigenaren/ bewoners) in het gebied	Bewoner: leefomgeving Gebruiker: ondernemersperspectief
Bewoners buiten het gebied	Leefomgeving (zicht en hinder)
Streekvereniging de Marsen	Bewonersvereniging, waaronder ook buurtschap Tolhuislanden
Inwoners van Zwolle	Belangstelling, betrokkenheid
Gemeente Zwolle	Beleidsambities: duurzame energie, partner Bevoegd gezag: goede ruimtelijke ordening Ontwikkelaar: ontwikkeling Hessenpoort Onderscheid tussen communicatie met ambtenaren, gemeentebestuur en gemeenteraad
Provincie Overijssel	Beleidsambities en -ontwikkeling: duurzame energie en coöperatieve samenwerking Bevoegd gezag: natuurontheffing
Infrabeheerders (Prorail, RWS, TenneT, Gasunie, waterschap)	Integriteit betreffende infra Bevoegd gezag: waterschap bij benodigde watervergunningen en meldingen in vervolgfase
Enexis	Netbeheerder, aansluitplicht

Stakeholder	Belang
Gemeente Dalfsen	Leefomgeving (mn zicht maar deels ook geluidbelasting)
Gemeente Staphorst	Leefomgeving (mn zicht maar deels ook geluidbelasting)
Energiefonds Overijssel	Investeren in een duurzaam Overijssel, versnellen vd energietransitie
Collectief Noordwest Overijssel	Impact op weidevogels en ontwikkeling hiervan voor beheersgebied Noordwest Overijssel. Potentiële rol voor uitvoering geven aan weidevogel compensatieopgave.
ANV Tolhuislanden	Impact op areaal en mogelijkheden agrarisch natuurbeheer. Potentiële rol voor uitvoering geven aan weidevogel compensatieopgave.
Natuur en milieu Overijssel	Algemeen belang landschap, natuur en duurzame energie
Stichting Milieuraad Zwolle	Organisatie die gevraagd of ongevraagd advies geeft op brede terrein van milieu Rond en om Zwolle, dienen zienswijzen en of bezwaarschriften in
Eigenaars bestaande windparken Tolhuislanden en Westenwind	Opbrengstderving door beïnvloeding, belasting niet boven windklasse grenzen van de turbines
Ondernemersvereniging Hessenpoort	Leefomgeving (mn zicht maar deels ook hinder) Samenwerking
Energiecoöperatie Hessenpoort	Samenwerking en innovatie Eventueel kruisende activiteiten op randen van gebieden Inkoop van duurzame energie
Andere energiecoöperaties in omgeving	Samenwerking en inkoop van energie voor hun leden
Zonnepark Bomhofsplas	Samenwerking
Energieleveranciers	Inkoop en doorverkoop van opgewekte energie
Pers	Nieuwswaarde, informeren
Astron	Mogelijke verstoring van radiotelescopen en te nemen maatregelen in contracteringsfase.

1.11 Communicatiemiddelen

Onderstaand is een overzicht gegeven van de communicatiemiddelen waarover de coöperatie beschikt. Met de meeste middelen heeft de coöperatie al ruime ervaring opgedaan en op passende wijze weten toe te passen.

Communicatiemiddel	Toelichting
Bestuursvergadering	Overleg van bestuursleden, ten dele met afvaardiging van projectteam
P(roject)teamoverleg	Overleg van door bestuur aangestelde praktisch uitvoerende betrokkenen
Werkgroep(overleg)	Werkvorm voor het in een aantal sessie uitwerken of behandelen van een specifieke thematiek
Klankbordgroepoverleg	Specifiek overleg tussen coöperatiebestuur en leden van de klankbordgroep
Algemene ledenvergadering	Fysieke of online bijeenkomst uitsluitend voor de leden van de coöperatie
Website	Voor iedereen toegankelijke informatie en ingang om contact te leggen met de coöperatie
Nieuwsbrief en andere berichtgeving aan coöperatieleden	Periodiek en naar behoefte coöperatiebestuur, specifieke informatie over verrichtingen, besluitvorming, aankondiging ledenvergaderingen, per mail, soms per post
Nieuwsbrief buurtbewoners, grondeigenaren en niet-leden	(Periodieke) communicatie over hoofdlijn over verrichtingen, besluitvorming, aankondiging bijeenkomst, per mail, soms per post
Nieuwsbrief algemeen	Digitaal, voor alle stakeholders, eenmaal per jaar of per half jaar, te downloaden van website
Gebiedsbijeenkomst	Voor alle bewoners en belanghebbenden binnen gebied Tolhuislanden, vooral informerend van karakter
Informatiebijeenkomst	Bijeenkomst voor andere belanghebbenden buiten het gebied Tolhuislanden
Individueel overleg stakeholders	Naar wederzijdse behoefte, afhankelijk per stakeholder eventueel periodiek
Video-overleg	I.v.m. COVID of andere redenen
Spreekuur	Periodiek in te zetten voor bepaalde besluiten of thematiek
Keukentafelgesprek	In te zetten voor omwonenden, met als doel zo goed mogelijk persoonlijk contact en informatieverschaffing te bieden
Gespreksverslagen	Met als doel om de communicatie die heeft plaatsgevonden goed vast te leggen, zo veel mogelijk als acties en besluiten en eventueel tegen de achtergrond waarbinnen die tot stand is gekomen.
Persbericht	Voor de diverse media en andere stakeholders, eventueel samen met andere stakeholders of in afstemming met stakeholders
Interview	Door bestuursleden om blik op projectontwikkeling te bieden; op vraag of zelf geïnitieerd
Enquête	Papier of digitaal om informatie op te halen bij een doelgroep over specifieke thema's, besluitvorming of voorbereiding van besluitvorming

1.12 Communicatieschema

Het communicatieschema is een nader in te vullen schema waarin primair door het projectteam, per vervolgactiviteit, de in te zetten communicatiemiddelen, betrokken op belanghebbende stakeholders, worden vermeld. Het communicatieschema wordt stapsgewijs ingevuld door projectteam en in afstemming met het bestuur. Afhankelijk van het communicatiemiddel is het bestuur en/of projectteam hier initiatie nemend in. Het schema zal er als volgt uit zien.

Vervolgactiviteit	Stakeholder	Communicatiemiddel(en)	Periodiciteit/wanneer
Definitieve omgevingsvergunning en Wnb-ontheffing			
Grondovereenkomsten			
Netaansluiting Enexis			
SDE Subsidie			
Contractering en financiering			
Detailengineering civiele werken			
Uitvoeringsvergunningen			
Bouw en oplevering			

Memo

Betreft Stikstofuitstoot aanleg energiepark Tolhuislanden	Datum 17-2-2025
Aan Tolhuislanden Duurzame Energie B.V.	Project nummer 720153
Van [redacted] Pondera Consult	Versie nummer 0.9

Memo

De coöperatie Duurzaam Tolhuislanden (DTHL) is voornemens om drie windturbines en een zonnepark van circa 6,5 hectare te realiseren in het gebied Tolhuislanden, in de gemeente Zwolle. Voor het energiepark (bestaande uit wind- en zonnepark) wordt een vergunning aangevraagd en Pondera is gevraagd om het aspect stikstof te beoordelen. In deze memo wordt beoordeeld of er een vergunningplicht geldt vanwege stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden op grond van de Wet natuurbescherming (Wnb)[1] ten gevolge van de aanlegwerkzaamheden van het energiepark.

De beoordeling wijst uit dat er geen depositie optreedt ter plaatse van stikstofgevoelige habitattypen en/of leefgebieden in Natura 2000-gebieden, voor zowel het zonnepark als het windpark. Om deze reden kan een negatief effect op de natuurlijke kenmerken en instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden worden uitgesloten.

In de volgende paragrafen wordt kort ingegaan op de kenmerken van het project. Vervolgens worden de resultaten toegelicht van de stikstofdepositieberekening die is uitgevoerd voor het project. De AERIUS-berekening voor het project is een bijlage bij deze memo. De bijlagen bestaan uit de invoermodellen en berekeningen voor het zonnepark en het windpark, die als aparte berekeningen zijn uitgevoerd.

Bijlagen:

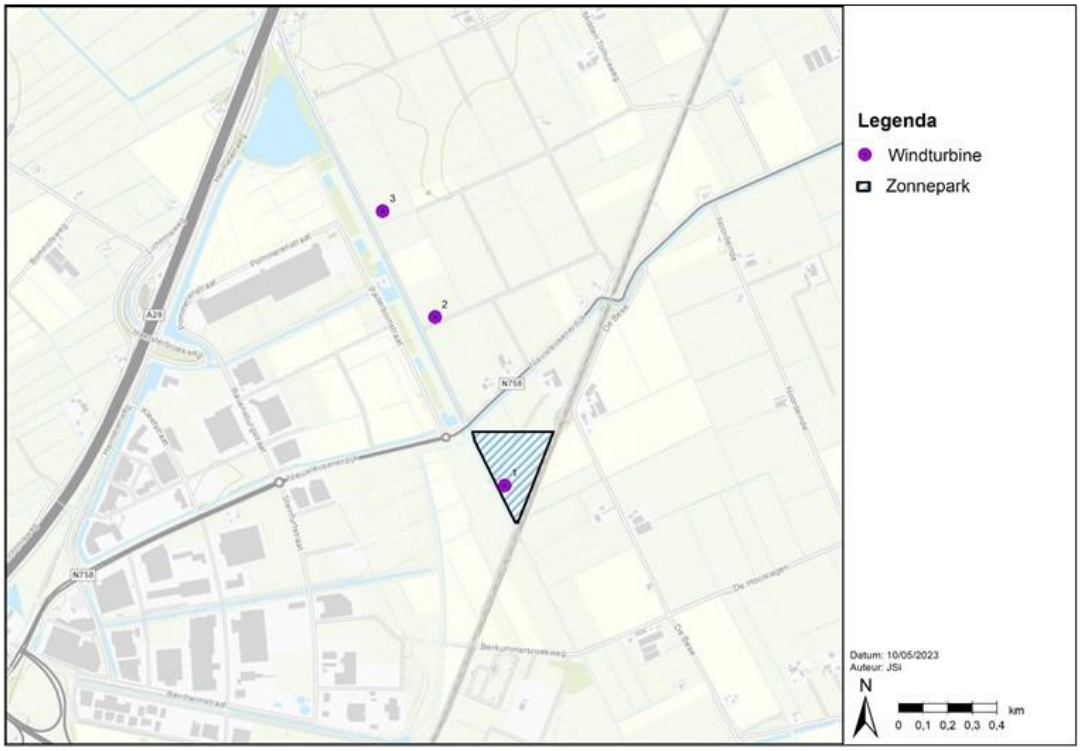
- Bijlage 1 – Aerius invoermodel zonnepark
- Bijlage 2 – Aerius resultatenrapport zonnepark aanlegfase + gebruiksfase (kenmerk RXa9h3QBFN6T)
- Bijlage 3 – Aerius invoermodel windpark
- Bijlage 4 – Aerius resultatenrapport windpark aanlegfase + gebruiksfase (kenmerk RUp1CMMLSbxr)

[1] Sinds 1 januari 2024 is de Wet natuurbescherming opgegaan in de Omgevingswet (Ow). Omdat de vergunning is aangevraagd voor inwerkingtreding, wordt de aanvraag nog onder de Wnb behandeld.

Het project

Het energiepark is beoogd in het gebied in de gemeente Zwolle ingesloten tussen de Rijksweg A28, de spoorlijn Zwolle-Meppel, bedrijventerrein Hessenpoort en de provinciale weg Hasselt-Nieuwleusen. Figuur 1.1 laat het plangebied zien van Tolhuislanden. Het energiepark bestaat uit een windpark (bestaande uit drie windturbines met een gezamenlijk vermogen van circa 18 MW) en een zonnepark van circa 6 MWp.

Figuur 1.1 Voorgenomen activiteit Energiepark Tolhuislanden.



Gevolgen Natura2000

Bij de aanleg van de verschillende onderdelen van het initiatief worden transport- en werktuigen ingezet. Deze inzet gaat gepaard met stikstof- en ammoniakemissies (samengevat als ‘stikstof’) naar de lucht. Stikstof in de lucht slaat op enig moment neer op de grond (depositie) en kan daar een effect hebben op de aanwezige natuur door vermesting of verzuring.

Om te bepalen of er stikstofdepositie kan optreden ter plaatse van stikstofgevoelige habitattypen en/of -leefgebieden in Natura 2000-gebieden is een berekening uitgevoerd met het rekenprogramma AERIUS Calculator versie 2024.1.1, per 11-02-2025 de meest actuele versie. Het gebruik van dit rekenprogramma is voorgeschreven op grond van artikelen 4.15 en 6.15 van de Omgevingsregeling.

De berekeningen voor het energiepark zijn vanwege de verschillende bouwjaren van het zon- en windgedeelte opgedeeld in twee separate berekeningen. Vanwege de benodigde ruimte voor het realiseren van windturbine 1 (zoals uitlegruimte mast en bladen en benodigde ruimte kranen), wordt het zonnepark wordt pas gebouwd als windturbine 1 is gerealiseerd. De methodes en resultaten zullen dus ook voor het zonnepark en windpark separaat worden behandeld in deze memo.

Zonnepark

Invoer

Uitstoot van stikstofoxiden en ammoniak tijdens het constructie- en exploitatieproces van het zonnepark wordt voornamelijk veroorzaakt door verkeersbewegingen van en naar het zonnepark en de inzet van mobiele werktuigen zoals graafmachines en hijskranen. De uitstoot is uitgesplitst in vier verschillende fases, te weten voorbereidende fase, bouwfase, afrondingsfase en exploitatiefase. Deze vier fases zijn uitgesplitst in verschillende subfases, zie Tabel 1.1.

Ter bepaling van de stikstofuitstoot is de AUB-methode toegepast (**A**dBlue-verbruik, draai**U**ren, **B**randstofverbruik). Om te bepalen hoeveel draaiuren benodigd zijn voor de verschillende mobiele werktuigen en hoeveel verkeersbewegingen nodig zijn in de vier verschillende fases, is gebruik gemaakt van expert judgement door project- en sitemanagers met ruime ervaring in de bouw van zonneparken.

Voor de bepaling van het brandstof- en AdBlue-verbruik is gebruik gemaakt van voorgeschreven formules in de 'Instructie gegevensinvoer voor AERIUS Calculator 2024'[2]. Deze formules combineren als input de stageclasses, draaiuren en vermogens van de mobiele werktuigen. Voor de stageclasses is aangenomen dat alle mobiele werktuigen klasse V hebben met bouwjaar na 2018 en een SCR-compatibele motor hebben met gebruik van AdBlue. De vermogens zijn geschat o.b.v. gangbare marktmodellen.

Voor het zonnepark zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd;

- Bouwjaar 2027
- Oppervlakte 6,5 hectare
- Ketenpark wordt aangelegd, 12 units in totaal (incl. werkcontainers). Deze wordt tevens gebruikt voor het windpark, dat enkele maanden later gebouwd wordt.
- 1,2 km (on)verharde paden en toegangswegen die ook deels gebruikt zullen worden voor de aanlegfase van het windpark.
- Elektrische infrastructuur bestaat uit parkbekabeling, 2 compactstations, 1 inkoopstation en 12 schakelaars.
- 3,2 ha aan omliggend groen waarvan ca. 2 ha beplant met struik- en (kleine) boomgewassen.
- CCTV-installatie aanwezig, park omheind met permanent hekwerk (omtrek 600 m).
- 8 onderhoudsbeurten per jaar voor zowel panelen & elektra als groenonderhoud.

[2] Instructie Gegevensinvoer voor AERIUS Calculator 2024, geraadpleegd via https://www.aeriusproducten.nl/documenten/publicaties/2024/10/1/instructie-gegevensinvoer-2024

Tabel 1.1 Fasen in het realisatie- en exploitatieproces van het zonnepark

Fase	Subfase	Mobiele werktuigen / voertuigen
Voorbereidende fase	Verkenningswerkzaamheden en metingen	Licht verkeer
	Plaatsen verkeersomleiding	Licht verkeer met aanhanger
	Grond klaarmaken en watercompensatie	Mobiele kraan, trekker met dumper, bulldozer, grader, licht verkeer
	Aanleg toegangswegen en rijplaten voor bouwploeg	Mobiele kraan, trekker met dumper, shovel, kiepwagen, asfalteermachine, freesmachine, wals, licht verkeer
	Bouw van ketenpark	Autolaadkraan, licht verkeer
	Aanvoer materiaal en materieel & aanvoer dagelijkse vaklieden	Licht verkeer, zwaar vrachtverkeer
	Plaatsing tijdelijk hekwerk	Licht verkeer
Bouwfase	Plaatsen structures en panelen	Heimachine, bobcat, mobiele kraan, verreiker, licht verkeer
	Aanleg parkbekabeling tot PCC[3]	Mobiele kraan, HDD[4], licht verkeer
	Plaatsen en installatie compactstation	Heimachine, betonwagen, graafmachine, mobiele kraan, dieplader met separate telescoopkraan, licht verkeer
	Plaatsen en installatie inkoopstation	Heimachine, betonwagen, graafmachine, dieplader, kraan, licht verkeer
	Plaatsen en installatie schakelaars	Zwaar vrachtverkeer, licht verkeer, autolaadkraan
Afrondingsfase	Plaatsen permanent hekwerk	Benzine-grondboor, zwaar vrachtverkeer, licht verkeer
	Plaatsing CCTV-systeem	Benzine-grondboor, zwaar vrachtverkeer, licht verkeer
	Groeninpassing	Graafmachine, mobiele kraan, licht verkeer
	Afvoer materieel en materiaal	Zwaar vrachtverkeer
Exploitatiefase	Onderhoud panelen en elektra	Licht verkeer
	Groenonderhoud	Zitmaaier, kettingzaag, snoeischaar, bladblazer, licht verkeer

[3] PCC = Point of common connection
[4] HDD = Horizontal directional drilling system

Windpark

Invoer

Uitstoot van stikstofoxiden en ammoniak tijdens het constructie- en exploitatieproces van het windpark worden voornamelijk veroorzaakt door verkeersbewegingen van en naar het windpark, en de inzet van mobiele werktuigen tijdens bouw en onderhoud. De uitstoot is uitgesplitst in vier verschillende fases, te weten voorbereidende fase, bouwfase, afrondingsfase en exploitatiefase. Deze vier fases zijn uitgesplitst in verschillende subfases, zie Tabel 1.3.

Ter bepaling van de stikstofuitstoot is de AUB-methode toegepast (**A**dBlue-verbruik, draai**U**ren, **B**randstofverbruik). Om te bepalen hoeveel draaiuren benodigd zijn voor de verschillende mobiele werktuigen en hoeveel verkeersbewegingen nodig zijn in de vier verschillende fases, is gebruik gemaakt van expert judgement door site managers met ruime ervaring in de bouw van meerdere andere windparken.

Voor de bepaling van het brandstof- en AdBlue-verbruik is gebruik gemaakt van voorgeschreven formules in de 'Instructie gegevensinvoer voor AERIUS Calculator 2024'[5]. Deze formules combineren als input de stageclasses, draaiuren en vermogens van de mobiele werktuigen. Voor de stageclasses is aangenomen dat alle mobiele werktuigen klasse V hebben met bouwjaar na 2018. De vermogens zijn geschat o.b.v. gangbare marktmodellen.

Voor het windpark zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd;

- Bouwjaar 2026
- Het park bestaat 3 turbines, gepositioneerd op de locaties in Figuur 1.
- Ketenpark dat voor de bouw van het zonnepark al aanwezig was, wordt nu ook voor de bouw van het windpark gebruikt. De stikstofuitstoot door de aanleg van het ketenpark zal tot het zonnepark worden gerekend.
- 0,3 km aan aan te leggen (on)verharde paden en toegangswegen. Uitgangspunt daarbij is tevens dat een deel van de reeds aangelegde toegangswegen van het zonnepark worden gebruikt.
- 0,06 ha aan omliggend groen waarvan ca. 0,1 beplant met struik- en (kleine) boomgewassen
- CCTV-installatie aanwezig, turbines (fundering Ø 30 m) omheind met permanent hekwerk met tussenruimte van 5 meter ($3 \times \pi \times 40$ m = omtrek 377 m)
- 8 onderhoudsbeurten voor turbines en groenonderhoud per jaar

[5] Instructie Gegevensinvoer voor AERIUS Calculator 2024, geraadpleegd via https://www.aeriusproducten.nl/documenten/publicaties/2024/10/1/instructie-gegevensinvoer-2024

Tabel 1.3 Fasen in het realisatie- en exploitatieproces van het windpark

Fase	Subfase	Mobiele werktuigen / voertuigen
Voor-bereidende fase	Verkenningswerkzaamheden en metingen	Licht verkeer
	Plaatsen verkeersomleiding	Licht verkeer met aanhanger
	Aanleg toegangswegen	Mobiele kraan, trekker met dumper, shovel, licht verkeer, kiepwagens, asfalteermachine, freesmachine, wals
	Bouw van ketenpark	Buiten beschouwing gelaten
	Bouw kraanopstelplaats	Graafmachine, trekker met dumper
Bouwfase	Aanleg van mantelhuizen, ankerkooi en bewapening (incl. uitgravig)	Graafmachine, trekker met dumper, bronpomp, zwaar vrachtverkeer, licht verkeer, betonwagen, kraan
	Heien	Zwaar vrachtverkeer, heimachine, koppensneller
	Aanleg bekisting	Zwaar vrachtverkeer, licht verkeer
	Betonstort voor fundering	Zwaar vrachtverkeer, betonwagen, betonpomp
	Verwijdering bekisting na uitharden	Zwaar vrachtverkeer, licht verkeer
	Aanvullende ontgraving (incl. voor bekabeling)	Graafmachine, shovel, licht verkeer
	Wegen klaarmaken voor zwaar transport	Autolaadkraan
	Opbouw grote kraan	Zwaar vrachtverkeer, hulpkraan, cherrypicker, verreiker
	Operatie grote kraan	Grote kraan
	Levering turbinecomponenten	Zwaar vrachtverkeer
	Personeel turbinebouw	Licht verkeer
	Aanleg bekabeling	Autolaadkraan, haspelwagen

Tabel 1.1 (vervolg) Fasen in het realisatie- en exploitatieproces van het windpark

Fase	Subfase	Mobiele werktuigen / voertuigen
Afrondende fase	Afbraak grote kraan	Hulpkraan, cherrypicker, verreiker, zwaar vrachtverkeer
	Plaatsing permanent hekwerk	Benzine grondboor, zwaar vrachtverkeer, licht verkeer
	Plaatsing CCTV-systeem	Benzine grondboor, zwaar vrachtverkeer, licht verkeer
	Afvoer materiaal en materieel	Zwaar vrachtverkeer
Exploitatiefase	Onderhoud turbines	Licht verkeer
	Groenonderhoud	Zitmaaier, kettingzaag, snoeischaar, bladblazer, licht verkeer

Resultaat berekening AERIUS en conclusie

De berekening met AERIUS wijst uit dat er voor zowel het zonnepark als het windpark geen depositie optreedt op stikstofgevoelige leefgebieden in Natura2000-gebieden. Dit geldt in beide gevallen voor de cumulatiesituatie van aanlegfase + gebruiksfase.

Op grond van deze uitkomst kan een negatief effect op de natuurlijke kenmerken en instandhoudingsdoelstellingen op Natura 2000-gebieden door stikstofdepositie worden uitgesloten, tijdens zowel de aanleg- als de exploitatiefase. Er geldt dan ook geen vergunningsplicht op grond van artikel 2.7 lid 2 Wnb.

Invoermodel Aerius-berekeningen

Inzoomen om met hogere resolutie te bekijken.

Projectnaam: Zonnepark Tolhuislanden

Projectnummer: 720153

Projecttype:



Zonne-energie



Windpark



Batterijopslag

Fase	No	Kolom1	No2	Onderdeel van Fase	Werktuig	Bouwjaar	Vermogen (kW)	Stageklasse	Elektrisch?	SCR	Draaiuren (u/j)	Brandstofverbruik (L/j)	AdBlue verbruik	Aantal ritten	Schaling	Kolom2
Voorbereiding	1.1	Plaatsing verkeersomleiding	1.1	Personeel en aanvoer omleidingsmateriaal	Busjes									2	afstand	
	1.2	Grondklaarmaken & watercompensatie	1.2.1	Grond klaarmaken & watercompensatie	Mobiele kraan	2019	200	Stage V	Nee	Ja	45	871	52		oppervlakte	
	1.2	Grondklaarmaken & watercompensatie	1.2.1	Grond klaarmaken & watercompensatie	Trekker met dumper	2019	75	Stage V	Nee	Ja	45	342	20		oppervlakte	
	1.2	Grondklaarmaken & watercompensatie	1.2.1	Grond klaarmaken & watercompensatie	Bulldozer	2019	150	Stage V	Nee	Ja	45	659	40		oppervlakte	
	1.2	Grondklaarmaken & watercompensatie	1.2.1	Grond klaarmaken & watercompensatie	Grader	2019	100	Stage V	Nee	Ja	45	447	27		oppervlakte	
	1.2	Grondklaarmaken & watercompensatie	1.2.2	Personeel (machinisten en grondwerkers)	busjes									89	oppervlakte	
	1.3	Aanleg toegangswegen	1.3.1	Cunetten graven	Mobiele kraan	2019	100	Stage V	Nee	Ja	48	482	29		afstand	
	1.3	Aanleg toegangswegen	1.3.1	Cunetten graven	Trekker met dumper	2019	75	Stage V	Nee	Ja	48	368	22		afstand	
	1.3	Aanleg toegangswegen	1.3.1	Cunetten graven	Shovel	2019	100	Stage V	Nee	Ja	48	482	29		afstand	
	1.3	Aanleg toegangswegen	1.3.1	Personeel voor cunetten graven	Busjes									72	afstand	
	1.3	Aanleg toegangswegen	1.3.2	Aanvoer van materiaal (puin, zand, etc.)	Kiepwagens / trekkers met dumpers									148	afstand	
	1.3	Aanleg toegangswegen	1.3.3	Zand en toplaag aanbrengen	Shovel	2019	100	Stage V	Nee	Ja	48	482	29		afstand	
	1.3	Aanleg toegangswegen	1.3.4	Aanvoer asfalt	Kiepwagen									18	afstand	
	1.3	Aanleg toegangswegen	1.3.5	Asfalt leggen	Asfalteermachine	2019	60	Stage V	Nee	Ja	2	10	1		afstand	
	1.3	Aanleg toegangswegen	1.3.5	Asfalt leggen	Freesmachine	2019	150	Stage V	Nee	Ja	2	24	1		afstand	
	1.3	Aanleg toegangswegen	1.3.5	Asfalt leggen	Wals	2019	99	Stage V	Nee	Ja	2	17	1		afstand	
	1.3	Aanleg toegangswegen	1.3.5	Personeel voor asfalt aanleggen	Busjes									2	afstand	
	1.4	Bouw van ketenpark	1.4.1	Aanvoer ketens	Autolaadkraan	2019	100	Stage V	Nee	Ja	6	60	4		oppervlakte	
	1.4	Bouw van ketenpark	1.4.2	Personeel voor plaatsing , installatie en operationeel maken	Busjes									72	oppervlakte	
	1.4	Bouw van ketenpark	1.4.3	Plaatsen verharding voor ketenpark	Mobiele kraan	2019	100	Stage V	Nee	Ja	6	60	4	2	aantal containers	
	1.4	Bouw van ketenpark	1.4.3	Plaatsen verharding voor ketenpark	Trekker met dumper	2019	75	Stage V	Nee	Ja	6	46	3	2	aantal containers	
	1.4	Bouw van ketenpark	1.4.3	Plaatsen verharding voor ketenpark	Shovel	2019	100	Stage V	Nee	Ja	6	60	4	2	aantal containers	
	1.4	Bouw van ketenpark	1.4.4	Personeel voor verharding ketenpark	Busjes									0	aantal containers	
	1.4	Bouw van ketenpark	1.4.4	Plaatsen rijplaten op ketenpark	Autolaadkraan	2019	100	Stage V	Nee	Ja	4	40	2	2	aantal containers	
	1.5	Aanvoer materiaal en machines	1.5.1	Aanvoer panelen	Vrachtwagens									55	oppervlakte	
	1.5	Aanvoer materiaal en machines	1.5.2	Aanvoer structuren	Vrachtwagens									4	oppervlakte	
	1.5	Aanvoer materiaal en machines	1.5.3	Aanvoer trafohuisjes	Vrachtwagens									3	oppervlakte	
	1.5	Aanvoer materiaal en machines	1.5.4	Aanvoer inkoopstation	Vrachtwagens									6	oppervlakte	
	1.5	Aanvoer materiaal en machines	1.5.5	Aanvoer inverters	Vrachtwagens									4	oppervlakte	
	1.5	Aanvoer materiaal en machines	1.5.6	Aanvoer containers	Vrachtwagens									4	oppervlakte	
	1.5	Aanvoer materiaal en machines	1.5.7	Aanvoer machines	Vrachtwagens / opleggers									8	oppervlakte	
	1.5	Aanvoer materiaal en machines	1.5.8	Aanvoer overigen	Vrachtwagens									20	oppervlakte	104
	1.6	Landmetingen t.b.v palen	1.6	Personeel	Personenauto									11	oppervlakte	
Constructiefase	2.1	Plaatsen structures en panelen	2.1.1	Plaatsen structures en panelen	Heimachine	2019	80	Stage V	Nee	Ja	255	2073	145		oppervlakte	
	2.1	Plaatsen structures en panelen	2.1.1	Plaatsen structures en panelen	Bobcat	2019	50	Stage V	Nee	Ja	255	1347	94		oppervlakte	
	2.1	Plaatsen structures en panelen	2.1.1	Plaatsen structures en panelen	Mobiele kraantjes	2019	80	Stage V	Nee	Ja	255	2073	145		oppervlakte	
	2.1	Plaatsen structures en panelen	2.1.1	Plaatsen structures en panelen	Verreiker	2019	50	Stage V	Nee	Ja	255	1347	94		oppervlakte	
	2.1	Plaatsen structures en panelen	2.1.2	Personeel	Busjes									159	oppervlakte	
	2.2	Aanleg parkpekabeling tot PCC	2.2.1	Aanleg parkbekabeling tot PCC	Mobiel kraantje	2019	125	Stage V	Nee	Ja	64	791	47		oppervlakte	
	2.2	Aanleg parkpekabeling tot PCC	2.2.1	Aanleg parkbekabeling tot PCC	HDD	2019	95	Stage V	Nee	Ja	64	609	37		oppervlakte	
	2.2	Aanleg parkpekabeling tot PCC	2.2.2	Personeel voor parkbekabeling	Personenauto									16	oppervlakte	
	2.3	Plaatsen en installatie compactstations	2.3.1	Paalslaan fundering compactstation	Heimachine	2019	80	Stage V	Nee	Ja	6	49	3		vermogen	
	2.3	Plaatsen en installatie compactstations	2.3.1	Paalslaan fundering compactstation	Betonauto	2019	200	Stage V	Nee	Ja	6	117	7		vermogen	
	2.3	Plaatsen en installatie compactstations	2.3.1	Paalslaan fundering compactstation	Graafmachine, mobiel kraantje	2019	125	Stage V	Nee	Ja	6	74	4		vermogen	
	2.3	Plaatsen en installatie compactstations	2.3.2	Plaatsing compactstation	Dieplader met separate telescoopkraan	2019	200	Stage V	Nee	Ja	6	117	7		vermogen	
	2.3	Plaatsen en installatie compactstations	2.3.3	Personeel voor installatie	Personenauto										vermogen	
	2.4	Plaatsen en installatie inkoopstation	2.4.1	Paalslaan fundering inkoopstation	Heimachine	2019	80	Stage V	Nee	Ja	40	326	20		per park	
	2.4	Plaatsen en installatie inkoopstation	2.4.1	Paalslaan fundering inkoopstation	Betonauto	2019	200	Stage V	Nee	Ja	40	782	47		per park	
	2.4	Plaatsen en installatie inkoopstation	2.4.1	Paalslaan fundering inkoopstation	Graafmachine	2019	125	Stage V	Nee	Ja	40	497	30		per park	
	2.4	Plaatsen en installatie inkoopstation	2.4.2	Plaatsing inkoopstation	Dieplader	2019	200	Stage V	Nee	Ja	6	117	7		per park	
	2.4	Plaatsen en installatie inkoopstation	2.4.2	Plaatsing inkoopstation	Kraan	2019	100	Stage V	Nee	Ja	1	80	5		per park	
	2.4	Plaatsen en installatie inkoopstation	2.4.3	Personeel voor installatie	Busjes									6	per park	
	2.5	Plaatsen en installatie schakelaars	2.5.1	Aanvoer schakelaars en installatiemateriaal	Vrachtwagens									2	per park	
	2.5	Plaatsen en installatie schakelaars	2.5.2	Personeel	Busjes									10	per park	
	2.5	Plaatsen en installatie schakelaars	2.5.3	Plaatsing schakelaars	Autolaadkraan	2019	100	Stage V	Nee	Ja	8	80	5		per park	
Afrondingsfase	3.1	Plaatsing permanent hekwerk	3.1.1	Boren van gaten voor hekwerk	Benzine-grondboor	2019	10	Stage V	Nee	Nee	86	128	0		omtrek park	
	3.1	Plaatsing permanent hekwerk	3.1.2	Aanlevering hekwerk (palen, gaas, etc.)	Vrachtwagens									6	omtrek park	
	3.1	Plaatsing permanent hekwerk	3.1.3	Personeel	Busjes									23	omtrek park	
	3.2	Plaatsing CCTV-systeem	3.2.1	Boren gaten voor CCTV	Benzine-grondboor	2019	10	Stage V	Nee	Nee	120	178	0		oppervlakte	
	3.2	Plaatsing CCTV-systeem	3.2.2	Aanlevering CCTV-systemen	Vrachtwagen									2	oppervlakte	
	3.2	Plaatsing CCTV-systeem	3.2.3	Personeel (voor installeren)	Busjes									30	oppervlakte	
	3.3	Groeninpassing	3.3.1	Grondwerkzaamheden voor groeninpassing	Graafmachine	2019	125	Stage V	Nee	Ja	16	199	12		oppervlakte	
	3.3	Groeninpassing	3.3.1	Grondwerkzaamheden voor groeninpassing	Mobiel kraantje	2019	175	Stage V	Nee	Ja	17	199	13		oppervlakte	
	3.3	Groeninpassing	3.3.2	Personeel	Busjes									12	oppervlakte	
	3.4	Afvoer materiaal en afval	3.4.1	Afvoer van materiaal en afval	Vrachtwagens									50	oppervlakte	
Exploitatiefase	4.1	Onderhoud panelen en elektra	4.1.1	Personeel voor jaarlijks onderhoud	Busjes									48	oppervlakte	
	4.2	Groenonderhoud	4.2.1	Groenonderhoud	Zitmaaier	2019	10	Stage V	Nee	Nee	154	229	0		oppervlakte	
	4.2	Groenonderhoud	4.2.1	Groenonderhoud	Kettingzaag	2019	1,8	Stage V	Nee	Nee	128	91	0		oppervlakte	
	4.2	Groenonderhoud	4.2.1	Groenonderhoud	Snoeischaar	2019	0,6	Stage V	Ja	Nee	128	0	0		oppervlakte	
	4.2	Groenonderhoud	4.2.1	Groenonderhoud	Bladblazer	2019	2	Stage V	Nee	Nee	128	93	0		oppervlakte	
	4.2	Groenonderhoud	4.2.2	Personeel	Busjes									48	oppervlakte	

Legenda

- Berekening met TNO- en/of Aerius-voorgeschreven formules. Op basis van vermogen en draaiuren
- Niet gedefinieerd
- Aannames over SCR en elektrisch (keuze ja / nee)
- Aannames over vermogen, bouwjaar en stageklasse
- Berekening op basis van expert judgment en ervaring uit eerdere projecten. Op basis van projectinvoer.

Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met stikstofgevoelige habitattypen en/of leefgebieden, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstofdepositie.



- Overzicht
- Samenvatting situaties
- Resultaten
- Detailgegevens per emissiebron

Deze PDF is een digitaal bestand dat weer in te lezen is in AERIUS. Meer toelichting over de PDF en AERIUS kunt u vinden in de handleidingen of op onze website.

Contactgegevens

Rechtspersoon	[redacted]
Inrichtingslocatie	Tolhuisweg 3, 8082 RK Zwolle

Activiteit

Omschrijving	720153 - Zonnepark Tolhuislanden
Toelichting	Aerius berekening voor de aanleg- en gebruiksfase van zonnepark Tolhuislanden. Deze berekening is uitgevoerd door [redacted] adviseur duurzame energie bij Pondera Consult. Voor de aannames met betrekking tot invoer, zie bijgevoegde memo en invoermodel. Bijgevoegd adres is het correspondentieadres van Duurzaam Tolhuislanden.

Berekening

AERIUS kenmerk	RXa9h3QBFN6T
Datum berekening	11 februari 2025, 14:10
Rekenconfiguratie	OwN2000-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
720153 - Tolhuislanden - Zonnepark (beoogd) - Beoogd	2027	3,8 kg/j	65,2 kg/j

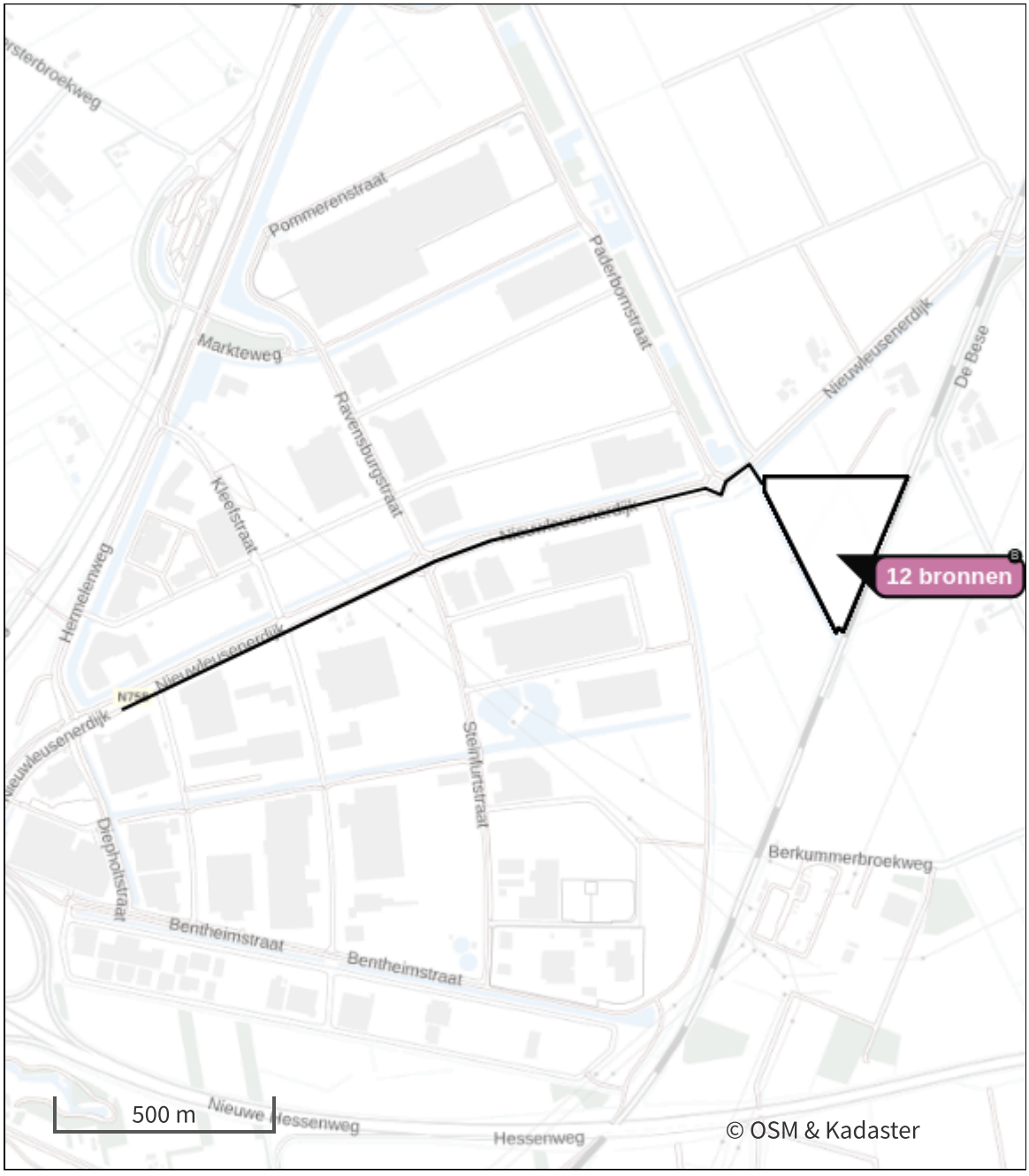
Resultaten

	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
720153 - Tolhuislanden - Zonnepark (beoogd) - Beoogd	-		
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	-		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	-		
Grootste toename	-		
Grootste afname	-		

720153 - Tolhuislanden - Zonnepark (beoogd) (Beoogd), rekenjaar 2027

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
1 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | 1.2 - Grond klaarmaken & watercompensatie	0,6 kg/j	13,5 kg/j
5 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | 1.3 - Aanleg toegangswegen	0,4 kg/j	11,4 kg/j
6 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | 1.4 - Bouw van ketenpark	63,8 g/j	1,1 kg/j
15 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | 2.1 - Plaatsen structuren en panelen	1,6 kg/j	10,9 kg/j
16 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | 2.2 - Aanleg parkbekabeling tot PCC	0,3 kg/j	8,2 kg/j
17 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | 2.3 - Plaatsen en installatie compactstations	85,7 g/j	2,2 kg/j
18 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | 2.4 - Plaatsen en installatie inkoopstation	0,4 kg/j	10,0 kg/j
19 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | 2.5 - Plaatsen en installatie schakelaars	19,2 g/j	0,4 kg/j
20 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | 3.1 - Plaatsing permanent hekwerk	0,0 kg/j	0,5 kg/j
21 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | 3.2 - Plaatsing CCTV-systeem	1,3 g/j	0,7 kg/j
22 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | 3.3 - Groeninpassing	95,5 g/j	2,3 kg/j
27 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | 4.2 - Groenonderhoud	3,1 g/j	1,7 kg/j
Verkeersnetwerk	70,6 g/j	2,4 kg/j

Hoogste af- en toename op (bijna) overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden.



- Habitatrichtlijn
- Vogelrichtlijn
- Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn
- Niet bepaald
- Grootste toename (projectberekening)
- Grootste afname (projectberekening)
- Hoogste totaal (achtergrond + projectberekening)

De letters bij de bronlabels op de kaart geven bij welke type situaties de bronnen horen: beoogde situatie (B), referentiesituatie (R) en/of salderingssituatie (S).

Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "720153 - Tolhuislanden - Zonnepark (beoogd)" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

Er zijn geen resultaten voor deze weergave.

720153 - Tolhuislanden - Zonnepark (beoogd), Rekenjaar 2027

Er zijn meer dan 10 wegverkeer emissiebronnen in deze situatie en deze worden niet in de PDF getoond. Laad de PDF in Calculator in om alle bronnen in te zien (tot een maximum van 5000 bronnen).

1 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	1.2 - Grond klaarmaken & watercompensatie	NO_x	13,5 kg/j
		NH_3	0,6 kg/j
Locatie	X:209413,54 Y:505945,41		
Oppervlakte	6,53 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstof-verbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Mobiele kraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	871 l/j	45 u/j	52 l/j	NO_x	5,0 kg/j
					NH_3	0,2 kg/j
Trekker met dumper	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	342 l/j	45 u/j	20 l/j	NO_x	2,3 kg/j
					NH_3	82,1 g/j
Bulldozer	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	659 l/j	45 u/j	40 l/j	NO_x	3,6 kg/j
					NH_3	0,2 kg/j
Grader	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	447 l/j	45 u/j	27 l/j	NO_x	2,6 kg/j
					NH_3	0,1 kg/j

5 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	1.3 - Aanleg toegangswegen	NO_x	11,4 kg/j
		NH_3	0,4 kg/j
Locatie	X:209413,54 Y:505945,42		
Oppervlakte	6,53 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstof-verbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Mobiele kraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	482 l/j	48 u/j	29 l/j	NO_x	2,8 kg/j
					NH_3	0,1 kg/j
Trekker met dumper	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	368 l/j	48 u/j	22 l/j	NO_x	2,3 kg/j
					NH_3	88,3 g/j
Shovel	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	482 l/j	48 u/j	29 l/j	NO_x	2,8 kg/j
					NH_3	0,1 kg/j
Shovel	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	482 l/j	48 u/j	29 l/j	NO_x	2,8 kg/j
					NH_3	0,1 kg/j
Asfalteermachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	10 l/j	2 u/j	0 l/j	NO_x	0,3 kg/j
					NH_3	2,4 g/j
Freesmachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	24 l/j	2 u/j	1 l/j	NO_x	0,3 kg/j
					NH_3	5,8 g/j
Wals	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	15 l/j	2 u/j	1 l/j	NO_x	45,0 g/j
					NH_3	3,6 g/j

6 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	1.4 - Bouw van ketenpark	NO_x	1,1 kg/j
		NH_3	63,8 g/j
Locatie	X:209413,54 Y:505945,42		
Oppervlakte	6,53 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstof-verbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Autolaadkraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	60 l/j	6 u/j	4 l/j	NO_x	0,2 kg/j
					NH_3	14,4 g/j
Mobiele kraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	60 l/j	6 u/j	4 l/j	NO_x	0,2 kg/j
					NH_3	14,4 g/j
Trekker met dumper	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	46 l/j	6 u/j	3 l/j	NO_x	0,2 kg/j
					NH_3	11,0 g/j
Shovel	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	60 l/j	6 u/j	4 l/j	NO_x	0,2 kg/j
					NH_3	14,4 g/j
Autolaadkraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	40 l/j	4 u/j	2 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	9,6 g/j

15 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	2.1 - Plaatsen structuren en panelen	NO_x	10,9 kg/j
		NH_3	1,6 kg/j
Locatie	X:209413,54 Y:505945,42		
Oppervlakte	6,53 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstof-verbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Heimachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	2073 l/j	255 u/j	145 l/j	NO_x	3,0 kg/j
					NH_3	0,5 kg/j
Bobcat	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	1347 l/j	255 u/j	94 l/j	NO_x	2,5 kg/j
					NH_3	0,3 kg/j
Mobiele kraantjes	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	2073 l/j	255 u/j	145 l/j	NO_x	3,0 kg/j
					NH_3	0,5 kg/j
Verreiker	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	1347 l/j	255 u/j	94 l/j	NO_x	2,5 kg/j
					NH_3	0,3 kg/j

16 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	2.2 - Aanleg parkbekabeling tot PCC	NO_x	8,2 kg/j
		NH_3	0,3 kg/j
Locatie	X:209413,54 Y:505945,42		
Oppervlakte	6,53 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstof-verbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Mobiel kraantje	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	791 l/j	64 u/j	47 l/j	NO_x	4,8 kg/j
					NH_3	0,2 kg/j
HDD	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	609 l/j	64 u/j	37 l/j	NO_x	3,4 kg/j
					NH_3	0,1 kg/j

17 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	2.3 - Plaatsen en installatie compactstations	NO_x	2,2 kg/j
		NH_3	85,7 g/j
Locatie	X:209413,54 Y:505945,42		
Oppervlakte	6,53 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstof-verbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Heimachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	49 l/j	6 u/j	3 l/j	NO_x	0,3 kg/j
					NH_3	11,8 g/j
Betonauto	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	117 l/j	6 u/j	7 l/j	NO_x	0,7 kg/j
					NH_3	28,1 g/j
Graafmachine, mobiel kraantje	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	74 l/j	6 u/j	4 l/j	NO_x	0,6 kg/j
					NH_3	17,8 g/j
Dieplader met separate telescoopkraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	117 l/j	6 u/j	7 l/j	NO_x	0,7 kg/j
					NH_3	28,1 g/j

18 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	2.4 - Plaatsen en installatie inkoopstation	NO_x	10,0 kg/j
		NH_3	0,4 kg/j
Locatie	X:209413,54 Y:505945,42		
Oppervlakte	6,53 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Heimachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	326 l/j	40 u/j	20 l/j	NO_x	1,8 kg/j
					NH_3	78,2 g/j
Betonauto	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	782 l/j	40 u/j	47 l/j	NO_x	4,4 kg/j
					NH_3	0,2 kg/j
Graafmachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	497 l/j	40 u/j	30 l/j	NO_x	2,8 kg/j
					NH_3	0,1 kg/j
Dieplader	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	117 l/j	6 u/j	7 l/j	NO_x	0,7 kg/j
					NH_3	28,1 g/j
Kraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	80 l/j	8 u/j	5 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	19,2 g/j

19 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	2.5 - Plaatsen en installatie schakelaars	NO_x	0,4 kg/j
		NH_3	19,2 g/j
Locatie	X:209413,54 Y:505945,42		
Oppervlakte	6,53 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Autolaadkraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	80 l/j	8 u/j	5 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	19,2 g/j

20 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	3.1 - Plaatsing permanent hekwerk	NO_x	0,5 kg/j
		NH_3	0,0 kg/j
Locatie	X:209413,54 Y:505945,42		
Oppervlakte	6,53 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Benzine-grondboor	alle werktuigen op benzine, 2takt	128 l/j			NO_x	0,5 kg/j
					NH_3	0,0 kg/j

21 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	3.2 - Plaatsing CCTV-systeem	NO_x	0,7 kg/j
		NH_3	1,3 g/j
Locatie	X:209413,54 Y:505945,42		
Oppervlakte	6,53 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Benzine-grondboor	alle werktuigen op benzine, 2takt	179 l/j			NO_x	0,7 kg/j
					NH_3	1,3 g/j

22 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	3.3 - Groeninpassing	NO_x	2,3 kg/j
		NH_3	95,5 g/j
Locatie	X:209413,54 Y:505945,42		
Oppervlakte	6,53 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstof-verbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Graafmachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	199 l/j	16 u/j	12 l/j	NO_x	1,1 kg/j
					NH_3	47,8 g/j
Mobiel kraantje	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	199 l/j	16 u/j	12 l/j	NO_x	1,1 kg/j
					NH_3	47,8 g/j

27 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	4.2 - Groenonderhoud	NO_x	1,7 kg/j
		NH_3	3,1 g/j
Locatie	X:209413,54 Y:505945,42		
Oppervlakte	6,53 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Zitmaaier	alle werktuigen op benzine, 4takt	229 l/j			NO_x	0,9 kg/j
					NH_3	1,7 g/j
Kettingzaag	alle werktuigen op benzine, 2takt	91 l/j			NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	0,0 kg/j
Bladblazer	alle werktuigen op benzine, 2takt	93 l/j			NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	0,0 kg/j

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van

AERIUS versie	2024.1.1_20250210_aabaa6c332
Database versie	2024.1_aabaa6c_calculator_nl_stable

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://link.aerius.nl/website

Invoermodel Aerius-berekeningen

Inzoomen om met hogere resolutie te bekijken.

Projectnaam: Windpark Tolhuislanden

Projectnummer: 720153

Projecttype:



Zonne-energie



Windpark



Batterijopslag

										HELE WINDPARK			PER TURBINE				
Fase	No	Kolom1	No2	Onderdeel van Fase	Werktuig	Bouwjaar	Vermogen (kW)	Stageklasse	Elektrisch?	SCR	Draaiuren (u/j)	Brandstofverbruik (L/j)	AdBlue verbruik	uren per turbine	stofverbruik per turbi	AdBlue verbruik2	Aantal ritten	Schaling
Voorbereiding	1.1	Plaatsing verkeersomleiding	1.1	Personeel en aanvoer omleidingsmateriaal	Busjes												4	afstand
	1.2	Aanleg toegangswegen	1.2.1	Cunetten graven	Mobiele kraan	2015	100	Stage V	Nee	Ja	12	120	7	4	40	2		afstand
	1.2	Aanleg toegangswegen	1.2.1	Cunetten graven	Trekker met dumper	2014	75	Stage V	Nee	Ja	12	92	6	4	31	2		afstand
	1.2	Aanleg toegangswegen	1.2.1	Cunetten graven	Shovel	2015	100	Stage V	Nee	Ja	12	120	7	4	40	2		afstand
	1.2	Aanleg toegangswegen	1.2.1	Personeel voor cunetten graven	Busjes												18	afstand
	1.2	Aanleg toeeanasweeen	1.2.2	Aanvoer van materiaal (zuin. zand. etc.)	Kiepwaens / trekkers met dumpers												37	afstand
	1.2	Aanleg toeeanasweeen	1.2.3	Zand en toolaae aanbrenaen	Shovel	2015	100	Stage V	Nee	Ja	12	120	7	4	40	2		afstand
	1.2	Aanleg toegangswegen	1.2.4	Aanvoer asfalt	Kiepwagen												6	afstand
	1.2	Aanleg toegangswegen	1.2.5	Asfalt leggen	Asfalteermachine	2014	60	Stage V	Nee	Ja	0	2	0	0	1	0		afstand
	1.2	Aanleg toegangswegen	1.2.5	Asfalt leggen	Freesmachine	2014	150	Stage V	Nee	Ja	0	6	0	0	2	0		afstand
	1.2	Aanleg toegangswegen	1.2.5	Asfalt leggen	Wals	2013	80	Stage V	Nee	Ja	0	3	0	0	1	0		afstand
	1.2	Aanleg toegangswegen	1.2.5	Personeel voor asfalt aanleggen	Busjes												4	afstand
	1.3	Bouw kraanopstelplaats	1.4.1	Graafwerkzaamheden voor kraanopstelplaats	Graafmachine	2015	125	Stage V	Nee	Ja	6	78	5	2	26	2		aantal turbines
	1.3	Bouw kraanopstelplaats	1.4.1	Graafwerkzaamheden voor kraanopstelplaats	Trekket met dumper	2014	75	Stage V	Nee	Ja	6	48	3	2	16	1		aantal turbines
Bouwfase	2.1	Aanleg van mantelbuizen, ankerkooi en bewapening	2.1.1	Ontgraving	Graafmachine	2015	125	Stage V	Nee	Ja	6	78	5	2	26	2		aantal turbines
	2.1	Aanleg van mantelbuizen, ankerkooi en bewapening	2.1.1	Ontgraving	Trekker met dumper	2014	75	Stage V	Nee	Ja	6	48	3	2	16	1		aantal turbines
	2.1	Aanleg van mantelbuizen, ankerkooi en bewapening	2.1.1	Ontgraving	Bronpomp	2014	10	Stage V	Nee	Ja	756	1126	68	252	375	23		aantal turbines
	2.1	Aanleg van mantelbuizen, ankerkooi en bewapening	2.1.2	Levering mantelbuizen	Vrachtwagen												6	aantal turbines
	2.1	Aanleg van mantelbuizen, ankerkooi en bewapening	2.1.3	Personeel voor installatie mantelbuizen	Busjes												6	aantal turbines
	2.1	Aanleg van mantelbuizen, ankerkooi en bewapening	2.1.4	Betonstort	Betonwagen	2014	200	Stage V	Nee	Ja	12	232	14	4	78	5	4	aantal turbines
	2.1	Aanleg van mantelbuizen, ankerkooi en bewapening	2.1.5	Personeel voor betonstort	Busjes												20	aantal turbines
	2.1	Aanleg van mantelbuizen, ankerkooi en bewapening	2.1.6	Levering ankerkooi en bewapening	Vrachtwagen												18	aantal turbines
	2.1	Aanleg van mantelbuizen, ankerkooi en bewapening	2.1.7	Personeel voor plaatsing ankerkooi en bewapening	Busjes												90	aantal turbines
	2.1	Aanleg van mantelbuizen, ankerkooi en bewapening	2.1.8	Plaatsing ankerkooi en bewapening	Kraan	2015	150	Stage V	Nee	Ja	168	1965	121	84	786	42		aantal turbines
	2.2	Heien	2.2.1	Aanlevering heimachine	Vrachtwagen												2	aantal turbines
	2.2	Heien	2.2.2	Aanlevering heipalen	Vrachtwagen												72	aantal turbines
	2.2	Heien	2.2.3	Paalslaan	Heimachine	2013	80	Stage V	Nee	Ja	120	977	59	40	326	20		aantal turbines
	2.2	Heien	2.2.3	Paalslaan	Koppensneller	2015	125	Stage V	Nee	Ja	72	804	54	24	268	18		aantal turbines
	2.3	Aanleg bekisting	2.3.1	Aanlevering bekisting	Vrachtwagen												6	aantal turbines
	2.3	Aanleg bekisting	2.3.2	Personeel voor aanleg bekisting	Busjes												18	aantal turbines
	2.4	Betonstort voor fundering	2.4.1	Aanlevering betonpomp	Vrachtwagen												7	aantal turbines
	2.4	Betonstort voor fundering	2.4.2	Betonstort	Betonwagen	2014	200	Stage V	Nee	Ja	30	586	35	10	195	12		aantal turbines
	2.4	Betonstort voor fundering	2.4.2	Betonstort	Betonpomp	2014	40	Stage V	Nee	Ja	30	130	8	10	43	3		aantal turbines
	2.4	Betonstort voor fundering	2.4.3	Personeel voor betonstort	Busjes												42	aantal turbines
	2.5	Verwijdering bekisting na uitharden	2.5.1	Afvoer van bekisting	Vrachtwagen												6	aantal turbines
	2.5	Verwijdering bekisting na uitharden	2.5.2	Personeel voor verwijdering bekisting	Busjes												18	aantal turbines
	2.6	Aanvullende ontgraving	2.6.1	Aanvullende ontgraving	Graafmachine	2015	125	Stage V	Nee	Ja	24	298	13	8	99	6		aantal turbines
	2.6	Aanvullende ontgraving	2.6.1	Aanvullende ontgraving	Shovel	2015	100	Stage V	Nee	Ja	24	241	14	8	80	5		aantal turbines
	2.6	Aanvullende ontgraving	2.6.2	Personeel voor aanvullende ontgraving	Busjes												12	aantal turbines
	2.7	Wegen klaarmaken voor zwaar transport	2.7.1	Levering en plaatsing rijplaten	Autolaadkraan	2015	150	Stage V	Nee	Ja	48	589	34	16	196	10	6	aantal turbines
	2.8	Opbouw grote kraan	2.8.1	Aanlevering grote kraan	Vrachtwagen												80	aantal turbines
	2.8	Opbouw grote kraan	2.8.2	Verplaatsen en takelen	Hulpkraan	2014	400	Stage V	Nee	Ja	96	3700	222	32	1233	74		aantal turbines
	2.8	Opbouw grote kraan	2.8.2	Verplaatsen en takelen	Cherrypicker	2015	80	Stage V	Nee	Ja	96	781	47	32	260	16		aantal turbines
	2.8	Opbouw grote kraan	2.8.2	Verplaatsen en takelen	Verreiker	2015	100	Stage V	Nee	Ja	96	964	59	32	321	19		aantal turbines
	2.9	Levering turbinecomponenten	2.9.1	Levering nacelle	Vrachtwagen												6	aantal turbines
	2.9	Levering turbinecomponenten	2.9.2.	Levering hub	Vrachtwagen												6	aantal turbines
	2.9	Levering turbinecomponenten	2.9.3	Levering torendelen	Vrachtwagen												8	aantal turbines
	2.9	Levering turbinecomponenten	2.9.4	Levering turbinebladen	Vrachtwagen												18	aantal turbines
	2.9	Levering turbinecomponenten	2.9.5	Levering drivetrain	Vrachtwagen												6	aantal turbines
	2.9	Levering turbinecomponenten	2.9.6	Levering externals (koelingen, trap, trafo's, elektra, ...)	Vrachtwagen												12	aantal turbines
	2.10	Personeel turbinebouw	2.10.1	Personeel turbinebouw	Busjes												90	aantal turbines
	2.11	Aanleg bekabeling	2.11.1	Levering kabels	Autolaadkraan												6	aantal turbines
	2.11	Aanleg bekabeling	2.11.2	Ophalen haspels	Autolaadkraan	2015	100	Stage V	Nee	Ja	3	30	2	1	10	1		aantal turbines
	2.11	Aanleg bekabeling	2.11.3	Haspelling	Haspelwagen	2015	70	Stage V	Nee	Ja	120	863	52	40	288	17		aantal turbines
	3.1	Afbraak grote kraan	3.1.1	Verplaatsen en takelen	Hulpkraan	2014	400	Stage V	Nee	Ja	96	3700	222	32	1233	74		aantal turbines
	3.1	Afbraak grote kraan	3.1.1	Verplaatsen en takelen	Cherrypicker	2015	80	Stage V	Nee	Ja	96	781	47	32	260	16		aantal turbines
	3.1	Afbraak grote kraan	3.1.1	Verplaatsen en takelen	Verreiker	2015	100	Stage V	Nee	Ja	96	964	59	32	321	19		aantal turbines
	3.1	Afbraak grote kraan	3.1.2	Afvoer grote kraan	Vrachtwagen												80	aantal turbines
	3.2	Plaatsing permanent hekwerk	3.2.1	Boren van gaten voor hekwerk	Benzine-grondboor	2015	10	Stage V	Nee	Ja	28	42	3	9	14	1		aantal turbines
	3.2	Plaatsing permanent hekwerk	3.2.2	Aanlevering hekwerk (palen, gaas, etc.)	Vrachtwagens												6	aantal turbines
	3.2	Plaatsing permanent hekwerk	3.2.3	Personeel	Busjes												12	aantal turbines
	3.3	Plaatsing CCTV-systeem	3.3.1	Boren gaten voor CCTV	Benzine-grondboor	2015	10	Stage V	Nee	Ja	32	448	3	11	16	1		aantal turbines
	3.3	Plaatsing CCTV-systeem	3.3.2	Aanlevering CCTV-systemen	Vrachtwagen												2	aantal turbines
	3.3	Plaatsing CCTV-systeem	3.3.3	Personeel (voor instaleren)	Busjes												8	aantal turbines
	3.4	Afvoer materiaal en afval	3.5.1	Afvoer van materiaal en afval	Vrachtwagens												20	aantal turbines
Exploitatiefase	4.1	Onderhoud	4.1.1	Personeel voor jaarlijks onderhoud	Busjes												16	aantal turbines
	4.2	Groenonderhoud	4.2.1	Groenonderhoud	Zitmaaier	2019	10	Stage V	Nee	Ja	0	1	0	0	0	0		oppervlakte groeninpassing
	4.2	Groenonderhoud	4.2.1	Groenonderhoud	Kettingzaag	2019	1,8	Stage V	Nee	Ja	0	0	0	0	0	0		oppervlakte groeninpassing
	4.2	Groenonderhoud	4.2.1	Groenonderhoud	Snoeischaar	2019	0,6	Stage V	Nee	Ja	0	0	0	0	0	0		oppervlakte groeninpassing
	4.2	Groenonderhoud	4.2.1	Groenonderhoud	Bladblazer	2019	2	Stage V	Nee	Ja	0	0	0	0	0	0		oppervlakte groeninpassing
	4.2	Groenonderhoud	4.2.2	Personeel	Busjes												1	oppervlakte groeninpassing

Legenda

- Berekening met TNO- en/of Aerius-voorgeschreven formules. Op basis van vermogen en draaiuren
- Niet gedefinieerd
- Aannames over SCR en elektrisch (keuze ja / nee)
- Aannames over vermogen, bouwjaar en stageklasse
- Berekening op basis van expert judgment en ervaring uit eerdere projecten. Op basis van projectinvoer.

Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met stikstofgevoelige habitattypen en/of leefgebieden, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstofdepositie.



- Overzicht
- Samenvatting situaties
- Resultaten
- Detailgegevens per emissiebron

Deze PDF is een digitaal bestand dat weer in te lezen is in AERIUS. Meer toelichting over de PDF en AERIUS kunt u vinden in de handleidingen of op onze website.

Contactgegevens

Rechtspersoon	[redacted]
Inrichtingslocatie	Hermelenweg 172, 8028 PL Zwolle

Activiteit

Omschrijving	720153 - Windpark Tolhuislanden (aanleg + gebruiksfase)
Toelichting	Aerius berekening voor de aanleg- en gebruiksfase van windpark Tolhuislanden. Deze berekening is uitgevoerd door [redacted] adviseur duurzame energie bij Pondera Consult B.V. Het bijgevoegde adres is het correspondentieadres van Duurzaam Tolhuislanden . Voor de uitgangspunten van deze berekening; zie de bijgevoegde memo en invoerbestand.

Berekening

AERIUS kenmerk	RUp1CMMLSbxr
Datum berekening	11 februari 2025, 13:43
Rekenconfiguratie	OwN2000-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
720153 - Windpark Tolhuislanden - Beoogd	2027	4,8 kg/j	118,4 kg/j

Resultaten

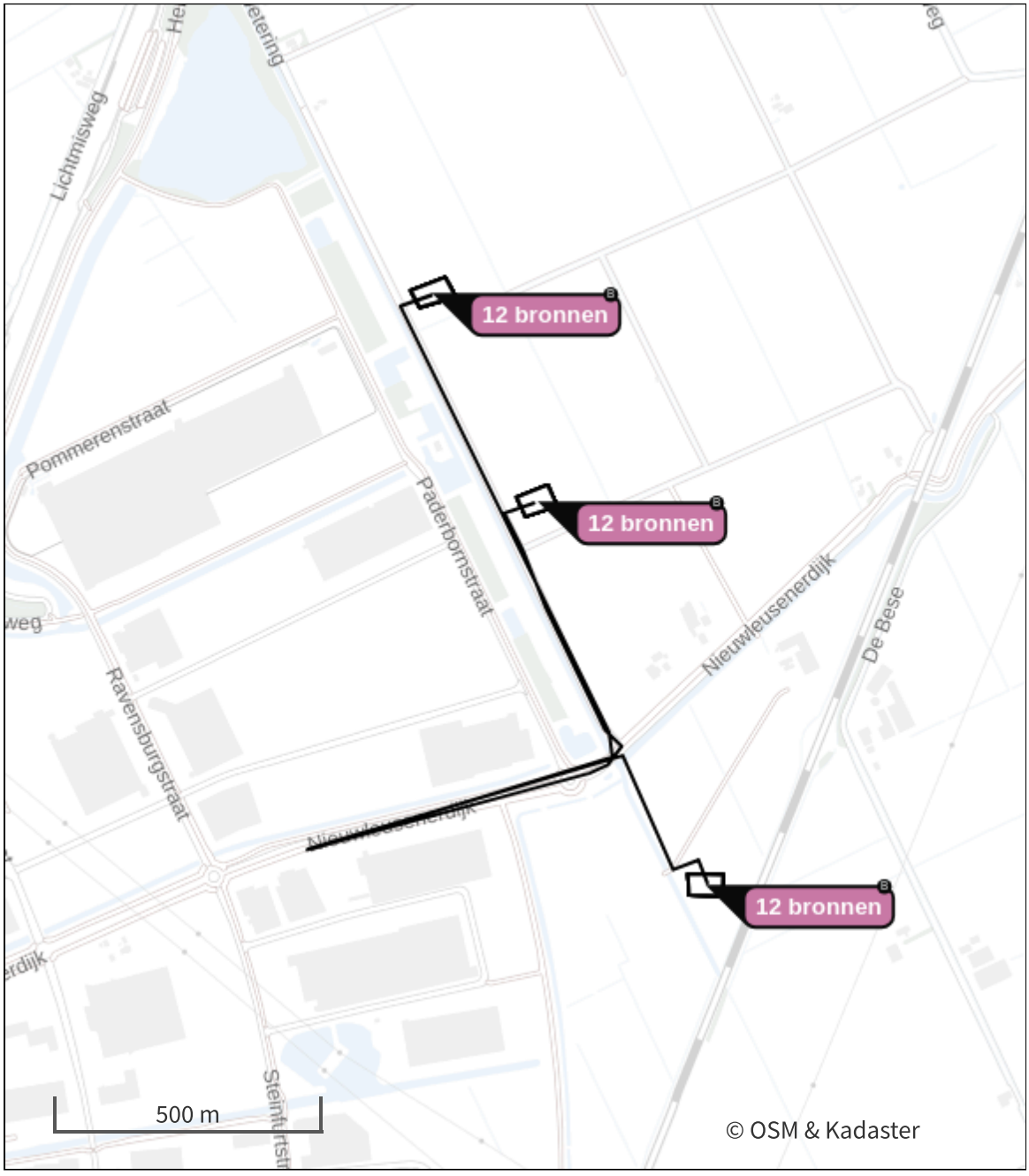
	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
720153 - Windpark Tolhuislanden - Beoogd	-		
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	-		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	-		
Grootste toename	-		
Grootste afname	-		

720153 - Windpark Tolhuislanden (Beoogd), rekenjaar 2027

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
2 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T1 - 1.4 - Graafwerkzaamheden voor kraanopstelplaats	10,1 g/j	0,5 kg/j
3 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T1 - 2.1 - Aanleg van mantelbuizen, ankerkooi en bewapening	0,3 kg/j	8,2 kg/j
4 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T1 - 2.2 - Heien	0,1 kg/j	3,4 kg/j
5 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T1 - 2.4 - Betonstort voor fundering	57,1 g/j	1,1 kg/j
6 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T1 - 2.6 - Aanvullende ontgraving	43,0 g/j	0,9 kg/j
7 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T1 - 2.7 - Wegen klaarmaken voor zwaar transport	38,6 g/j	0,8 kg/j
8 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T1 - 2.8 - Opbouw grote kraan	0,4 kg/j	10,2 kg/j
9 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T1 - 2.11 - Aanleg parkbekabeling	71,5 g/j	2,2 kg/j
10 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T1 - 3.2 - Plaatsing permanent hekwerk	0,0 kg/j	56,0 g/j
11 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T1 - 3.3 - Plaatsing CCTV-systeem	0,0 kg/j	64,0 g/j
12 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T3 - 3.1 - Afbouw grote kraan	0,4 kg/j	10,2 kg/j
13 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T1 - 1.2 - Aanleg toegangswegen	37,2 g/j	1,5 kg/j
14 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T2 - 1.4 - Graafwerkzaamheden voor kraanopstelplaats	10,1 g/j	0,5 kg/j
15 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T1 - 3.1 - Afbouw grote kraan	0,4 kg/j	10,2 kg/j
16 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T2 - 2.1 - Aanleg van mantelbuizen, ankerkooi en bewapening	0,3 kg/j	8,2 kg/j
17 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T2 - 2.2 - Heien	0,1 kg/j	3,4 kg/j
18 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T2 - 2.4 - Betonstort voor fundering	57,1 g/j	1,1 kg/j
19 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T2 - 2.6 - Aanvullende ontgraving	43,0 g/j	0,9 kg/j
20 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T2 - 2.7 - Wegen klaarmaken voor zwaar transport	38,6 g/j	0,8 kg/j
21 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T2 - 2.8 - Opbouw grote kraan	0,4 kg/j	10,2 kg/j
22 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T2 - 2.11 - Aanleg parkbekabeling	71,5 g/j	2,2 kg/j
23 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T2 - 3.2 - Plaatsing permanent hekwerk	0,0 kg/j	56,0 g/j
24 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T2- 3.3 - Plaatsing CCTV-systeem	0,0 kg/j	64,0 g/j
25 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T2 - 1.2 - Aanleg toegangswegen	37,2 g/j	1,5 kg/j
26 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T2 - 3.1 - Afbouw grote kraan	0,4 kg/j	10,2 kg/j
27 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T3 - 1.4 - Graafwerkzaamheden voor kraanopstelplaats	10,1 g/j	0,5 kg/j

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
28 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T3 - 2.1 - Aanleg van mantelbuizen, ankerkooi en bewapening	0,3 kg/j	8,2 kg/j
29 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T3 - 2.2 - Heien	0,1 kg/j	3,4 kg/j
30 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T3 - 2.4 - Betonstort voor fundering	57,1 g/j	1,1 kg/j
31 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T3 - 2.6 - Aanvullende ontgraving	43,0 g/j	0,9 kg/j
32 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T3 - 2.7 - Wegen klaarmaken voor zwaar transport	38,6 g/j	0,8 kg/j
33 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T3 - 2.8 - Opbouw grote kraan	0,4 kg/j	10,2 kg/j
34 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T3 - 2.11 - Aanleg parkbekabeling	71,5 g/j	2,2 kg/j
35 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T3 - 3.2 - Plaatsing permanent hekwerk	0,0 kg/j	56,0 g/j
36 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T3- 3.3 - Plaatsing CCTV-systeem	0,0 kg/j	64,0 g/j
37 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | T3 - 1.2 - Aanleg toegangswegen	37,2 g/j	1,5 kg/j
Verkeersnetwerk	38,5 g/j	0,8 kg/j

Hoogste af- en toename op (bijna) overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden.



- Habitatrichtlijn
- Vogelrichtlijn
- Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn
- Niet bepaald
- Grootste toename (projectberekening)
- Grootste afname (projectberekening)
- Hoogste totaal (achtergrond + projectberekening)

De letters bij de bronlabels op de kaart geven bij welke type situaties de bronnen horen: beoogde situatie (B), referentiesituatie (R) en/of salderingssituatie (S).

Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "720153 - Windpark Tolhuislanden" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

Er zijn geen resultaten voor deze weergave.

720153 - Windpark Tolhuislanden, Rekenjaar 2027

1 Verkeer | Rijdend verkeer

			Links	Rechts		
Naam	T1 - Alle wegverkeerbronnen				NO_x	0,3 kg/j
Locatie	X:209137,97 Y:506344,37	Type scherm	-	-	NO_2	85,5 g/j
Lengte	1.608,81 m	Hoogte	-	-	NH_3	16,0 g/j
Wegtype	Snelweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	100 km/uur	66,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	100 km/uur	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	100 km/uur	105,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	100 km/uur	0,0 /jaar	0,0 %

2 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T1 - 1.4 - Graafwerkzaamheden voor kraanopstelplaats	NO_x	0,5 kg/j
		NH_3	10,1 g/j
Locatie	X:208871,79 Y:507037,08		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstof-verbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Graafmachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	26 l/j	2 u/j	1 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	6,2 g/j
Trekker met dumper	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	16 l/j	2 u/j	1 l/j	NO_x	78,0 g/j
					NH_3	3,8 g/j

3 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T1 - 2.1 - Aanleg van mantelbuizen, ankerkooi en bewapening	NO_x	8,2 kg/j
		NH_3	0,3 kg/j
Locatie	X:208871,79 Y:507037,08		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstof-verbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Graafmachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	26 l/j	2 u/j	1 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	6,2 g/j
Trekker met dumper	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	16 l/j	2 u/j	1 l/j	NO_x	78,0 g/j
					NH_3	3,8 g/j
Bronpomp	Stage-V, >= 2019 , 56-75 kW, diesel, SCR: ja	375 l/j	252 u/j	23 l/j	NO_x	3,1 kg/j
					NH_3	90,0 g/j
Betonwagen	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	78 l/j	4 u/j	5 l/j	NO_x	0,3 kg/j
					NH_3	18,7 g/j
Kraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	782 l/j	40 u/j	47 l/j	NO_x	4,4 kg/j
					NH_3	0,2 kg/j

4 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T1 - 2.2 - Heien	NO_x	3,4 kg/j
Locatie	X:208871,79 Y:507037,08	NH_3	0,1 kg/j
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Heimachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	326 l/j	40 u/j	20 l/j	NO_x	1,8 kg/j
					NH_3	78,2 g/j
Koppensneller	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	298 l/j	24 u/j	18 l/j	NO_x	1,7 kg/j
					NH_3	71,5 g/j

5 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T1 - 2.4 - Betonstort voor fundering	NO_x	1,1 kg/j
		NH_3	57,1 g/j
Locatie	X:208871,79 Y:507037,08		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Betonpomp	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	195 l/j	10 u/j	12 l/j	NO_x	1,0 kg/j
					NH_3	46,8 g/j
Betonwagen	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	43 l/j	10 u/j	3 l/j	NO_x	89,0 g/j
					NH_3	10,3 g/j

6 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T1 - 2.6 - Aanvullende ontgraving	NO_x	0,9 kg/j
		NH_3	43,0 g/j
Locatie	X:208871,79 Y:507037,08		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Graafmachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	99 l/j	8 u/j	6 l/j	NO_x	0,5 kg/j
					NH_3	23,8 g/j
Shovel	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	80 l/j	8 u/j	5 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	19,2 g/j

7 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T1 - 2.7 - Wegen klaarmaken voor zwaar transport	NO_x	0,8 kg/j
		NH_3	38,6 g/j
Locatie	X:208871,79 Y:507037,08		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Autolaadkraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	161 l/j	16 u/j	10 l/j	NO_x	0,8 kg/j
					NH_3	38,6 g/j

8 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T1 - 2.8 - Opbouw grote kraan	NO_x	10,2 kg/j
		NH_3	0,4 kg/j
Locatie	X:208871,79 Y:507037,08		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Hulpkraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	1233 l/j	32 u/j	74 l/j	NO_x	6,8 kg/j
					NH_3	0,3 kg/j
Cherrypicker	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	260 l/j	32 u/j	16 l/j	NO_x	1,4 kg/j
					NH_3	62,4 g/j
Verreiker	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	321 l/j	32 u/j	19 l/j	NO_x	2,0 kg/j
					NH_3	77,0 g/j

9 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T1 - 2.11 - Aanleg parkbekabeling	NO_x	2,2 kg/j
		NH_3	71,5 g/j
Locatie	X:208871,79 Y:507037,08		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Autolaadkraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	10 l/j	1 u/j	0 l/j	NO_x	0,3 kg/j
					NH_3	2,4 g/j
Haspelwagen	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	288 l/j	40 u/j	17 l/j	NO_x	1,9 kg/j
					NH_3	69,1 g/j

10 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T1 - 3.2 - Plaatsing permanent hekwerk	NO_x NH_3	56,0 g/j 0,0 kg/j
Locatie	X:208871,79 Y:507037,08		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Grondboor	alle werktuigen op benzine, 2takt	14 l/j			NO_x	56,0 g/j
					NH_3	0,0 kg/j

11 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T1 - 3.3 - Plaatsing CCTV-systeem	NO_x NH_3	64,0 g/j 0,0 kg/j
Locatie	X:208871,79 Y:507037,08		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Grondboor	alle werktuigen op benzine, 2takt	16 l/j			NO_x	64,0 g/j
					NH_3	0,0 kg/j

12 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T3 - 3.1 - Afbouw grote kraan	NO_x NH_3	10,2 kg/j 0,4 kg/j
Locatie	X:209391,89 Y:505911,21		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Hulpkraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	1233 l/j	32 u/j	74 l/j	NO_x	6,8 kg/j
					NH_3	0,3 kg/j
Cherrypicker	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	260 l/j	32 u/j	16 l/j	NO_x	1,4 kg/j
					NH_3	62,4 g/j
Verreiker	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	321 l/j	32 u/j	19 l/j	NO_x	2,0 kg/j
					NH_3	77,0 g/j

13 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T1 - 1.2 - Aanleg toegangswegen	NO_x	1,5 kg/j
		NH_3	37,2 g/j
Locatie	X:208840,08 Y:507021,79		
Lengte	62,38 m		

Naam	Stageklasse	Brandstof-verbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Mobiele kraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	40 l/j	4 u/j	2 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	9,6 g/j
Trekker met dumper	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	31 l/j	4 u/j	2 l/j	NO_x	0,1 kg/j
					NH_3	7,4 g/j
Shovel	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	40 l/j	4 u/j	2 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	9,6 g/j
Shovel	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	40 l/j	4 u/j	2 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	9,6 g/j
Asfalteermachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	1 l/j	1 u/j	0 l/j	NO_x	38,0 g/j
					NH_3	0,0 kg/j
Freesmachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	2 l/j	1 u/j	0 l/j	NO_x	71,0 g/j
					NH_3	0,0 kg/j
Wals	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	1 l/j	1 u/j	0 l/j	NO_x	38,0 g/j
					NH_3	0,0 kg/j

14 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T2 - 1.4 - Graafwerkzaamheden voor kraanopstelplaats	NO_x	0,5 kg/j
		NH_3	10,1 g/j
Locatie	X:209070,72 Y:506640,64		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstof-verbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Graafmachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	26 l/j	2 u/j	1 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	6,2 g/j
Trekker met dumper	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	16 l/j	2 u/j	1 l/j	NO_x	78,0 g/j
					NH_3	3,8 g/j

15 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T1 - 3.1 - Afbouw grote kraan	NO_x	10,2 kg/j
		NH_3	0,4 kg/j
Locatie	X:208871,79 Y:507037,08		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Hulpkraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	1233 l/j	32 u/j	74 l/j	NO_x	6,8 kg/j
					NH_3	0,3 kg/j
Cherrypicker	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	260 l/j	32 u/j	16 l/j	NO_x	1,4 kg/j
					NH_3	62,4 g/j
Verreiker	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	321 l/j	32 u/j	19 l/j	NO_x	2,0 kg/j
					NH_3	77,0 g/j

16 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T2 - 2.1 - Aanleg van mantelbuizen, ankerkooi en bewapening	NO_x	8,2 kg/j
		NH_3	0,3 kg/j
Locatie	X:209070,72 Y:506640,64		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstof-verbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Graafmachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	26 l/j	2 u/j	1 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	6,2 g/j
Trekker met dumper	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	16 l/j	2 u/j	1 l/j	NO_x	78,0 g/j
					NH_3	3,8 g/j
Bronpomp	Stage-V, >= 2019 , 56-75 kW, diesel, SCR: ja	375 l/j	252 u/j	23 l/j	NO_x	3,1 kg/j
					NH_3	90,0 g/j
Betonwagen	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	78 l/j	4 u/j	5 l/j	NO_x	0,3 kg/j
					NH_3	18,7 g/j
Kraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	782 l/j	40 u/j	47 l/j	NO_x	4,4 kg/j
					NH_3	0,2 kg/j

17 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T2 - 2.2 - Heien	NO_x	3,4 kg/j
Locatie	X:209070,72 Y:506640,64	NH_3	0,1 kg/j
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Heimachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	326 l/j	40 u/j	20 l/j	NO_x	1,8 kg/j
					NH_3	78,2 g/j
Koppensneller	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	298 l/j	24 u/j	18 l/j	NO_x	1,7 kg/j
					NH_3	71,5 g/j

18 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T2 - 2.4 - Betonstort voor fundering	NO_x	1,1 kg/j
		NH_3	57,1 g/j
Locatie	X:209070,72 Y:506640,64		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Betonpomp	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	195 l/j	10 u/j	12 l/j	NO_x	1,0 kg/j
					NH_3	46,8 g/j
Betonwagen	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	43 l/j	10 u/j	3 l/j	NO_x	89,0 g/j
					NH_3	10,3 g/j

19 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T2 - 2.6 - Aanvullende ontgraving	NO_x	0,9 kg/j
		NH_3	43,0 g/j
Locatie	X:209070,72 Y:506640,64		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Graafmachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	99 l/j	8 u/j	6 l/j	NO_x	0,5 kg/j
					NH_3	23,8 g/j
Shovel	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	80 l/j	8 u/j	5 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	19,2 g/j

20 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T2 - 2.7 - Wegen klaarmaken voor zwaar transport	NO_x	0,8 kg/j
		NH_3	38,6 g/j
Locatie	X:209070,72 Y:506640,64		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Autolaadkraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	161 l/j	16 u/j	10 l/j	NO_x	0,8 kg/j
					NH_3	38,6 g/j

21 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T2 - 2.8 - Opbouw grote kraan	NO_x	10,2 kg/j
		NH_3	0,4 kg/j
Locatie	X:209070,72 Y:506640,64		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Hulpkraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	1233 l/j	32 u/j	74 l/j	NO_x	6,8 kg/j
					NH_3	0,3 kg/j
Cherrypicker	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	260 l/j	32 u/j	16 l/j	NO_x	1,4 kg/j
					NH_3	62,4 g/j
Verreiker	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	321 l/j	32 u/j	19 l/j	NO_x	2,0 kg/j
					NH_3	77,0 g/j

22 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T2 - 2.11 - Aanleg parkbekabeling	NO_x	2,2 kg/j
		NH_3	71,5 g/j
Locatie	X:209070,72 Y:506640,64		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Autolaadkraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	10 l/j	1 u/j	0 l/j	NO_x	0,3 kg/j
					NH_3	2,4 g/j
Haspelwagen	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	288 l/j	40 u/j	17 l/j	NO_x	1,9 kg/j
					NH_3	69,1 g/j

23 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T2 - 3.2 - Plaatsing permanent hekwerk	NO_x	56,0 g/j
		NH_3	0,0 kg/j
Locatie	X:209070,72 Y:506640,64		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Grondboor	alle werktuigen op benzine, 2takt	14 l/j			NO_x	56,0 g/j
					NH_3	0,0 kg/j

24 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T2- 3.3 - Plaatsing CCTV-systeem	NO_x	64,0 g/j
		NH_3	0,0 kg/j
Locatie	X:209070,72 Y:506640,64		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Grondboor	alle werktuigen op benzine, 2takt	16 l/j			NO_x	64,0 g/j
					NH_3	0,0 kg/j

25 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T2 - 1.2 - Aanleg toegangswegen	NO_x	1,5 kg/j
		NH_3	37,2 g/j
Locatie	X:209042,92 Y:506628,94		
Lengte	41,68 m		

Naam	Stageklasse	Brandstof-verbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Mobiele kraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	40 l/j	4 u/j	2 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	9,6 g/j
Trekker met dumper	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	31 l/j	4 u/j	2 l/j	NO_x	0,1 kg/j
					NH_3	7,4 g/j
Shovel	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	40 l/j	4 u/j	2 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	9,6 g/j
Shovel	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	40 l/j	4 u/j	2 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	9,6 g/j
Asfalteermachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	1 l/j	1 u/j	0 l/j	NO_x	38,0 g/j
					NH_3	0,0 kg/j
Freesmachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	2 l/j	1 u/j	0 l/j	NO_x	71,0 g/j
					NH_3	0,0 kg/j
Wals	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	1 l/j	1 u/j	0 l/j	NO_x	38,0 g/j
					NH_3	0,0 kg/j

26 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T2 - 3.1 - Afbouw grote kraan	NO_x	10,2 kg/j
		NH_3	0,4 kg/j
Locatie	X:209070,72 Y:506640,64		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Hulpkraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	1233 l/j	32 u/j	74 l/j	NO_x	6,8 kg/j
					NH_3	0,3 kg/j
Cherrypicker	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	260 l/j	32 u/j	16 l/j	NO_x	1,4 kg/j
					NH_3	62,4 g/j
Verreiker	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	321 l/j	32 u/j	19 l/j	NO_x	2,0 kg/j
					NH_3	77,0 g/j

27 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T3 - 1.4 - Graafwerkzaamheden voor kraanopstelplaats	NO_x	0,5 kg/j
		NH_3	10,1 g/j
Locatie	X:209391,89 Y:505911,21		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstof-verbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Graafmachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	26 l/j	2 u/j	1 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	6,2 g/j
Trekker met dumper	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	16 l/j	2 u/j	1 l/j	NO_x	78,0 g/j
					NH_3	3,8 g/j

28 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T3 - 2.1 - Aanleg van mantelbuizen, ankerkooi en bewapening	NO_x	8,2 kg/j
		NH_3	0,3 kg/j
Locatie	X:209391,89 Y:505911,21		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstof-verbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Graafmachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	26 l/j	2 u/j	1 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	6,2 g/j
Trekker met dumper	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	16 l/j	2 u/j	1 l/j	NO_x	78,0 g/j
					NH_3	3,8 g/j
Bronpomp	Stage-V, >= 2019 , 56-75 kW, diesel, SCR: ja	375 l/j	252 u/j	23 l/j	NO_x	3,1 kg/j
					NH_3	90,0 g/j
Betonwagen	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	78 l/j	4 u/j	5 l/j	NO_x	0,3 kg/j
					NH_3	18,7 g/j
Kraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	782 l/j	40 u/j	47 l/j	NO_x	4,4 kg/j
					NH_3	0,2 kg/j

29 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T3 - 2.2 - Heien	NO_x	3,4 kg/j
Locatie	X:209391,89 Y:505911,21	NH_3	0,1 kg/j
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Heimachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	326 l/j	40 u/j	20 l/j	NO_x	1,8 kg/j
					NH_3	78,2 g/j
Koppensneller	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	298 l/j	24 u/j	18 l/j	NO_x	1,7 kg/j
					NH_3	71,5 g/j

30 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T3 - 2.4 - Betonstort voor fundering	NO_x	1,1 kg/j
		NH_3	57,1 g/j
Locatie	X:209391,89 Y:505911,21		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Betonpomp	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	195 l/j	10 u/j	12 l/j	NO_x	1,0 kg/j
					NH_3	46,8 g/j
Betonwagen	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	43 l/j	10 u/j	3 l/j	NO_x	89,0 g/j
					NH_3	10,3 g/j

31 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T3 - 2.6 - Aanvullende ontgraving	NO_x	0,9 kg/j
		NH_3	43,0 g/j
Locatie	X:209391,89 Y:505911,21		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Graafmachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	99 l/j	8 u/j	6 l/j	NO_x	0,5 kg/j
					NH_3	23,8 g/j
Shovel	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	80 l/j	8 u/j	5 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	19,2 g/j

32 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T3 - 2.7 - Wegen klaarmaken voor zwaar transport	NO_x	0,8 kg/j
		NH_3	38,6 g/j
Locatie	X:209391,89 Y:505911,21		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Autolaadkraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	161 l/j	16 u/j	10 l/j	NO_x	0,8 kg/j
					NH_3	38,6 g/j

33 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T3 - 2.8 - Opbouw grote kraan	NO_x	10,2 kg/j
		NH_3	0,4 kg/j
Locatie	X:209391,89 Y:505911,21		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Hulpkraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	1233 l/j	32 u/j	74 l/j	NO_x	6,8 kg/j
					NH_3	0,3 kg/j
Cherrypicker	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	260 l/j	32 u/j	16 l/j	NO_x	1,4 kg/j
					NH_3	62,4 g/j
Verreiker	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	321 l/j	32 u/j	19 l/j	NO_x	2,0 kg/j
					NH_3	77,0 g/j

34 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T3 - 2.11 - Aanleg parkbekabeling	NO_x	2,2 kg/j
		NH_3	71,5 g/j
Locatie	X:209391,89 Y:505911,21		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Autolaadkraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	10 l/j	1 u/j	0 l/j	NO_x	0,3 kg/j
					NH_3	2,4 g/j
Haspelwagen	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	288 l/j	40 u/j	17 l/j	NO_x	1,9 kg/j
					NH_3	69,1 g/j

35 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T3 - 3.2 - Plaatsing permanent hekwerk	NO_x	56,0 g/j
		NH_3	0,0 kg/j
Locatie	X:209391,89 Y:505911,21		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Grondboor	alle werktuigen op benzine, 2takt	14 l/j			NO_x	56,0 g/j
					NH_3	0,0 kg/j

36 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T3- 3.3 - Plaatsing CCTV-systeem	NO_x	64,0 g/j
		NH_3	0,0 kg/j
Locatie	X:209391,89 Y:505911,21		
Oppervlakte	0,27 ha		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Grondboor	alle werktuigen op benzine, 2takt	16 l/j			NO_x	64,0 g/j
					NH_3	0,0 kg/j

37 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	T3 - 1.2 - Aanleg toegangswegen	NO_x	1,5 kg/j
		NH_3	37,2 g/j
Locatie	X:209376,1 Y:505957,11		
Lengte	98,05 m		

Naam	Stageklasse	Brandstof-verbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Mobiele kraan	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	40 l/j	4 u/j	2 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	9,6 g/j
Trekker met dumper	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	31 l/j	4 u/j	2 l/j	NO_x	0,1 kg/j
					NH_3	7,4 g/j
Shovel	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	40 l/j	4 u/j	2 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	9,6 g/j
Shovel	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	40 l/j	4 u/j	2 l/j	NO_x	0,4 kg/j
					NH_3	9,6 g/j
Asfalteermachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	1 l/j	1 u/j	0 l/j	NO_x	38,0 g/j
					NH_3	0,0 kg/j
Freesmachine	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	2 l/j	1 u/j	0 l/j	NO_x	71,0 g/j
					NH_3	0,0 kg/j
Wals	Stage-V, >= 2019 , 75-560 kW, diesel, SCR: ja	1 l/j	1 u/j	0 l/j	NO_x	38,0 g/j
					NH_3	0,0 kg/j

38 Verkeer | Rijdend verkeer

			Links	Rechts		
Naam	T2 - Alle wegverkeerbronnen				NO_x	0,3 kg/j
Locatie	X:209208,04 Y:506141,99	Type scherm	-	-	NO_2	63,6 g/j
Lengte	1.197,44 m	Hoogte	-	-	NH_3	11,9 g/j
Wegtype	Snelweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	100 km/uur	66,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	100 km/uur	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	100 km/uur	105,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	100 km/uur	0,0 /jaar	0,0 %

39 Verkeer | Rijdend verkeer

			Links	Rechts		
Naam	T3 - Alle wegverkeerbronnen				NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:209095,2 Y:506115,27	Type scherm	-	-	NO_2	51,0 g/j
Lengte	960,65 m	Hoogte	-	-	NH_3	9,6 g/j
Wegtype	Snelweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	100 km/uur	66,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	100 km/uur	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	100 km/uur	105,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	100 km/uur	0,0 /jaar	0,0 %

40 Verkeer | Rijdend verkeer

			Links	Rechts		
Naam	WT1 - Vervoersbewegingen t.b.v. onderhoud, inspectie, reparatie en schoonmaak				NO_x	3,0 g/j
Locatie	X:209137,96 Y:506344,37	Type scherm	-	-	NO_2	0,0 kg/j
Lengte	1.608,82 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,0 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	16,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

41 Verkeer | Rijdend verkeer

			Links	Rechts		
Naam	WT2 - Vervoersbewegingen t.b.v. onderhoud, inspectie, reparatie en schoonmaak				NO_x	2,3 g/j
Locatie	X:209208,04 Y:506141,99	Type scherm	-	-	NO_2	0,0 kg/j
Lengte	1.197,44 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,0 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	16,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

42 Verkeer | Rijdend verkeer

Naam	WT3 - Vervoersbewegingen t.b.v. onderhoud, inspectie, reparatie en schoonmaak			Links	Rechts	NO_x 1,8 g/j
Locatie	X:209095,2 Y:506115,27	Type scherm		-	-	NO_2 0,0 kg/j
Lengte	960,65 m	Hoogte		-	-	NH_3 0,0 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg		-	-	
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	16,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van

AERIUS versie	2024.1.1_20250210_aabaa6c332
Database versie	2024.1_aabaa6c_calculator_nl_stable

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://link.aerius.nl/website

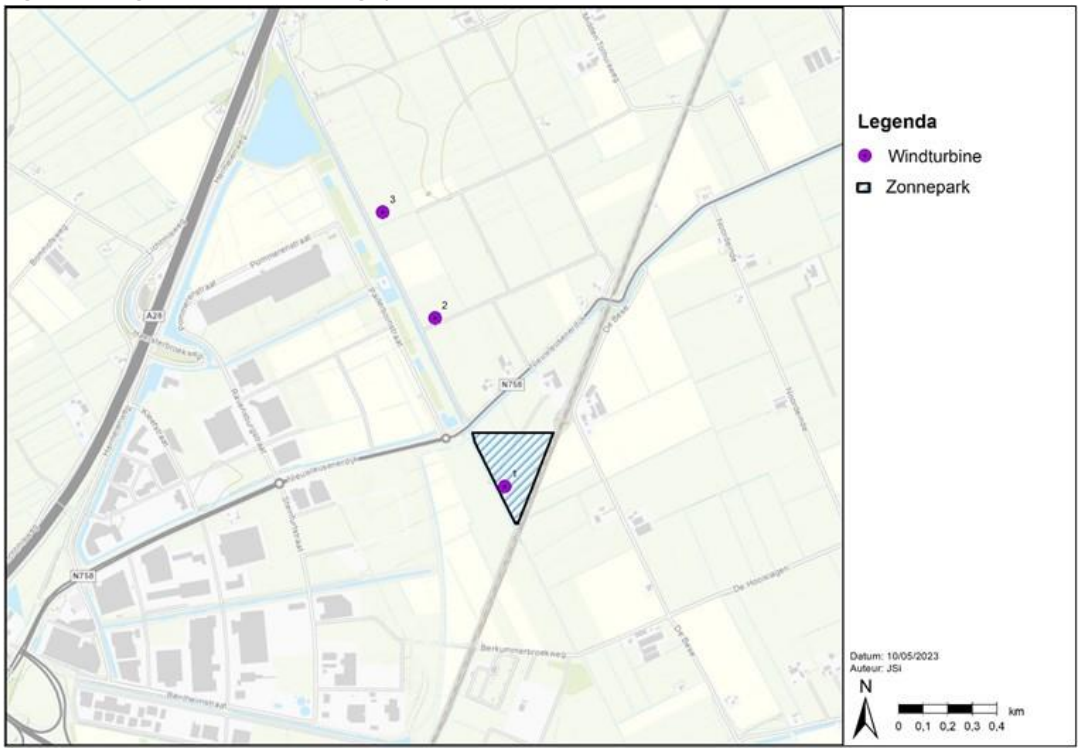
Compensatieplan weidevogelleefgebied

Betreft Compensatieplan weidevogelleefgebied – Energiepark Tolhuislanden	Datum 16-10-2023
Aan Gemeente Zwolle & Provincie Overijssel	Projectnummer 720153
Van [redacted] & [redacted]	Versienummer Definitief

Aanleiding

De coöperatie Duurzaam Tolhuislanden (DTHL) is voornemens om drie windturbines en een zonnepark van circa 6,5 hectare te realiseren in het gebied Tolhuislanden, in de gemeente Zwolle. De windturbines en het zonnepark zijn voorzien in het gebied Tolhuislanden, ten noordoosten van bedrijventerrein Hessenpoort. Figuur 1 laat de voorgenomen activiteit zien van Energiepark Tolhuislanden.

Figuur 1 Voorgenomen activiteit Energiepark Tolhuislanden



Het plangebied is in de provinciale Omgevingsvisie en het Natuurbeheerplan Overijssel aangewezen als weidevogelgebied (‘open grasland weidevogelbeheer kritische soorten’). In het gebied Tolhuislanden komen onder andere de volgende weidevogels voor: Grutto, Wulp, Tureluur, Veldleeuwerik, Graspieper en

Gele Kwikstaart[1]. In dit gebied is subsidieverstrekking mogelijk aan agrariërs voor het uitvoeren van agrarisch natuurbeheer.

Door de realisering van Energiepark Tolhuislanden gaat een deel van het weidevogelgebied verloren. In voorliggend compensatieplan worden de methode en resultaten beschreven voor het bepalen van de compensatieopgave voor weidevogels in het kader van het provinciale beleid ten aanzien van weidevogels. Dit compensatieplan vormt een bijlage bij de goede ruimtelijke onderbouwing van Energiepark Tolhuislanden.

Juridisch kader

Het plangebied is in de huidige provinciale Omgevingsvisie[2] en het Natuurbeheerplan Overijssel[1] aangewezen als weidevogelgebied ('open grasland weidevogelbeheer kritische soorten'). Voor deze gebieden geldt geen actieve planologische bescherming. Wel is in de omgevingsvisie opgenomen dat bij nieuwe ontwikkelingen de functie van het gebied als weidevogelgebied moeten worden meegewogen (Omgevingsvisie artikel 10.3.2.1). Verder is de bescherming van leefgebieden voor weidevogels geregeld in de Omgevingsverordening binnen afdeling 4.3 ruimtelijke kwaliteit (inclusief de catalogus gebiedskenmerken) en paragraaf 5.1.5 watersysteem.

Op dit moment ligt een ontwerp actualisatie op de Omgevingsvisie en Omgevingsverordening ter inzage. Volgens de planning nemen Provinciale Staten in november 2023 een besluit over voorgestelde aanpassingen. In de ontwerp Actualisatie Omgevingsverordening (artikel 4.64, derde lid) wordt aangegeven dat Omgevingsplannen (bestemmingsplannen) die betrekking hebben op functies binnen leefgebieden voor weidevogels, moeten voorzien in een specifieke, daarop toegesneden functie die gericht is op instandhouding van de leefgebieden voor weidevogels dat in ieder geval tot uiting komt in behoud van openheid, rust en voldoende hoog waterpeil.

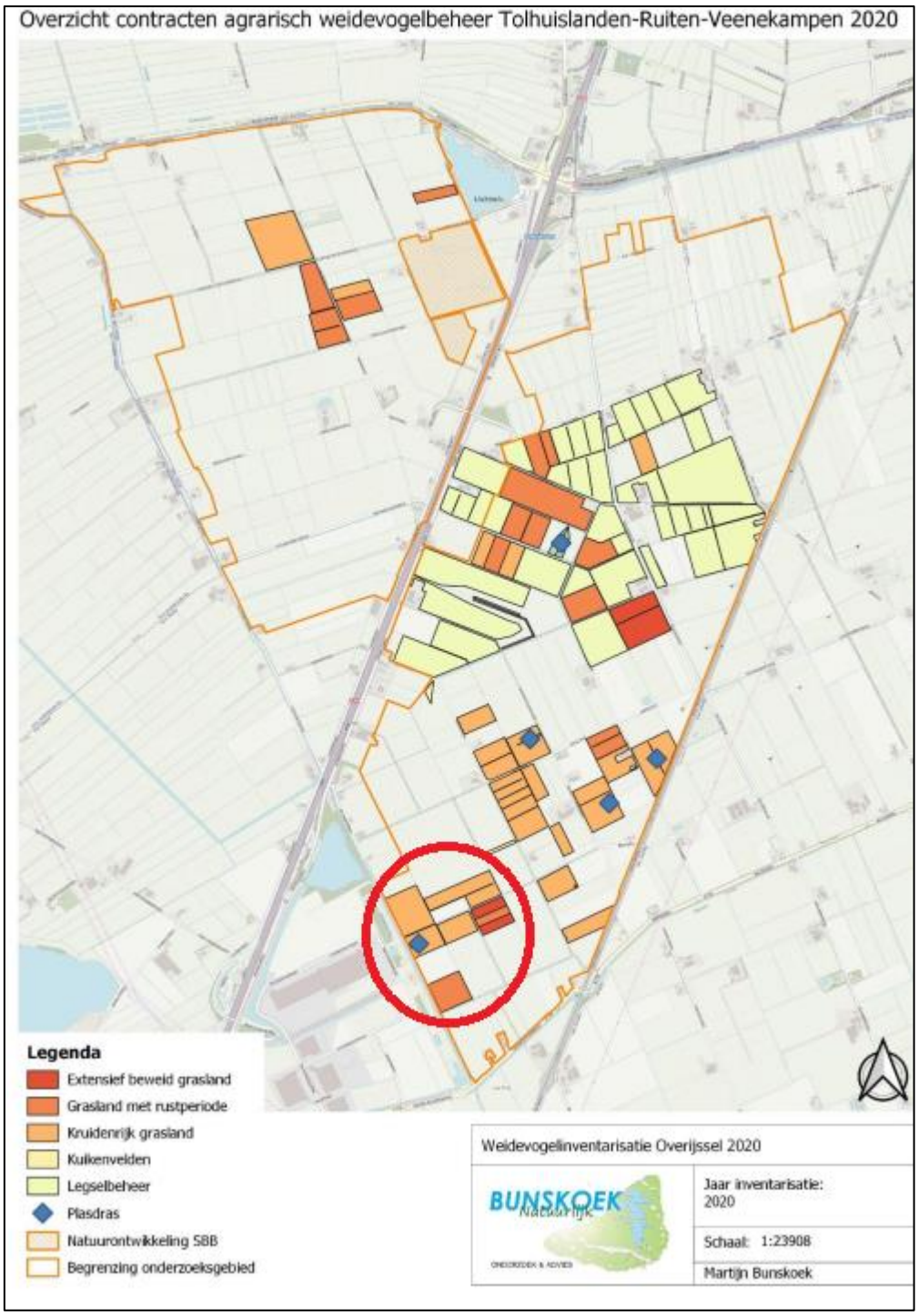
In afwijking van artikel 4.64, derde lid, kan een omgevingsplan ontwikkelingen binnen leefgebieden voor weidevogels toelaten als:

- daardoor de omvang van een leefgebied voor weidevogels niet wordt verkleind;
- er per saldo sprake is van een versterking van de kwaliteit van het leefgebied voor weidevogels;
- er is aangetoond dat er in redelijkheid geen alternatieven voor de ingreep mogelijk zijn;
- overblijvende negatieve effecten op leefgebieden voor weidevogels in voldoende mate worden gecompenseerd.

Door middel van kwaliteitsverbetering van gronden wordt gewaarborgd dat de omvang van het leefgebied voor weidevogels niet wordt verkleind. Kwaliteitsverbetering vergroot de ruimte voor aantallen weidevogels per hectare. In kwalitatieve zin wordt gesteld dat er per saldo sprake is van een versterking van het leefgebied voor weidevogels, omdat er voor gedurende de gehele levensduur (25 jaar) van Energiepark Tolhuislanden weidevogelbeheer wordt toegepast. Bovendien liggen er goede kansen om de compensatie te realiseren direct aangrenzend aan al bestaande weidevogelbeheergebieden, zodat er een groter aaneengesloten gebied voor weidevogels komt (zie figuur 2). De langdurigheid en aaneen geslotenheid van weidevogelleefgebied komt de kwaliteit van het weidevogelleefgebied ten goede.

[1] Natuurbeheerplan provincie Overijssel 2023
[2] Geconsolideerde versie Omgevingsvisie Overijssel 06-06-2023

Figuur 2 Overzicht contracten agrarisch weidevogelbeheer 2020



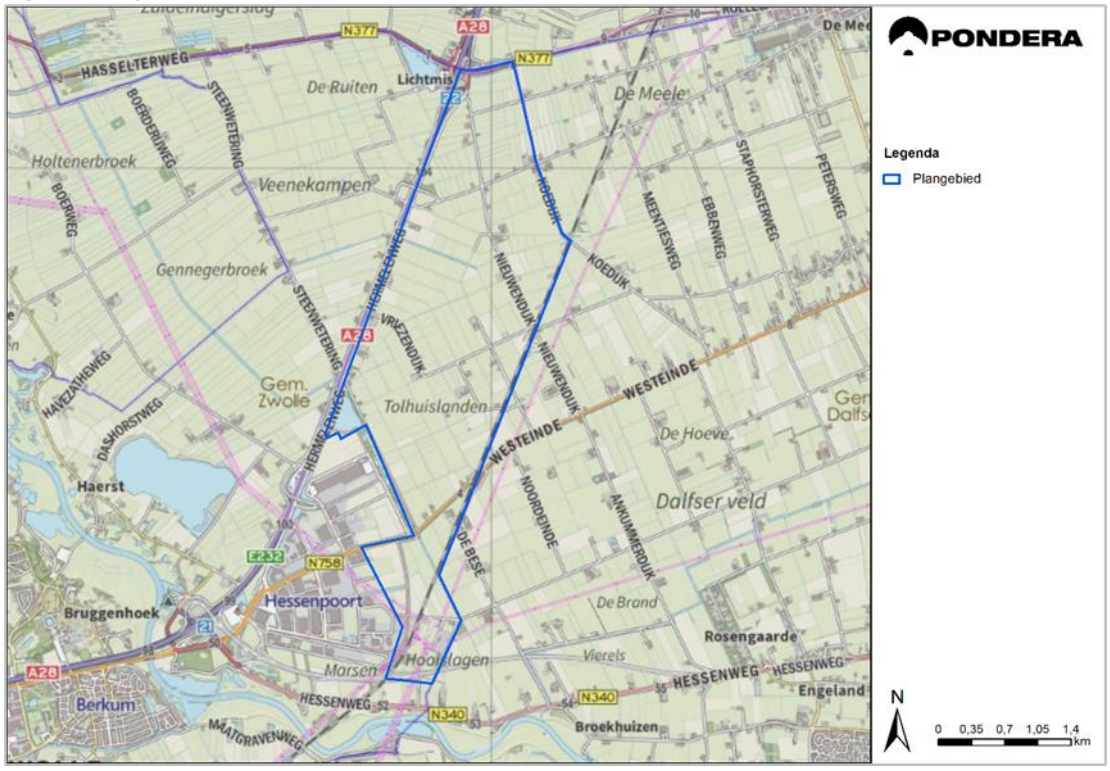
Reële alternatieven voor de ingreep

In de hoofdstuk 4 van de Ruimtelijke Onderbouwing van Energiepark Tolhuislanden[3] een locatieonderbouwing en een totstandkoming van de voorgenomen activiteit gegeven voor Energiepark Tolhuislanden. Hieronder volgt een samenvatting.

In 2017 heeft de gemeente Zwolle de Zwolse Energiegids vastgesteld. Het gebied 'Tolhuislanden' is één van de gebieden met een relevante potentie voor duurzame energie. In de Omgevingsvisie van de gemeente Zwolle[4] is het gebied Tolhuislanden opgenomen als zoekgebied voor de opwek van wind- en zonne-energie. Het gebied Tolhuislanden is tevens in de provinciale Omgevingsvisie en Omgevingsverordening aangewezen als kansrijk gebied voor windenergie.

Op basis van bovengenoemde verkenning zijn de gemeente Zwolle en de coöperatie in 2020 een gebiedsovereenkomst[5] overeengekomen om de mogelijkheden naar de opwek van duurzame energie door zon en/of wind te onderzoeken in het gebied van Tolhuislanden (zie figuur 3 voor het plangebied). Het aanbod van de coöperatie van 0,13 tot 0,30 Petajoule jaarlijks op te wekken is hierbij lijdend.

Figuur 3 Plangebied Tolhuislanden



De locatieonderbouwing in paragraaf 4.1.2 van de ruimtelijke onderbouwing laat zien dat het gebied Tolhuislanden nodig is om de doelstelling van de gemeente Zwolle voor het opwekken van 1,2 PJ in 2025[6] te behalen. Het gebied Tolhuislanden is vergeleken met overige zoekgebieden binnen de gemeente

[3] Dit compensatieplan is onderdeel van de ruimtelijke onderbouwing van Energiepark Tolhuislanden
[4] Ons Zwolle van Morgen 2030, vastgesteld op 13 september 2021
[5] 9 maart 2020 met kenmerk 2020-03 JK
[6] Zoals geformuleerd in ambitiedocument 'Zwolle geeft je energie'

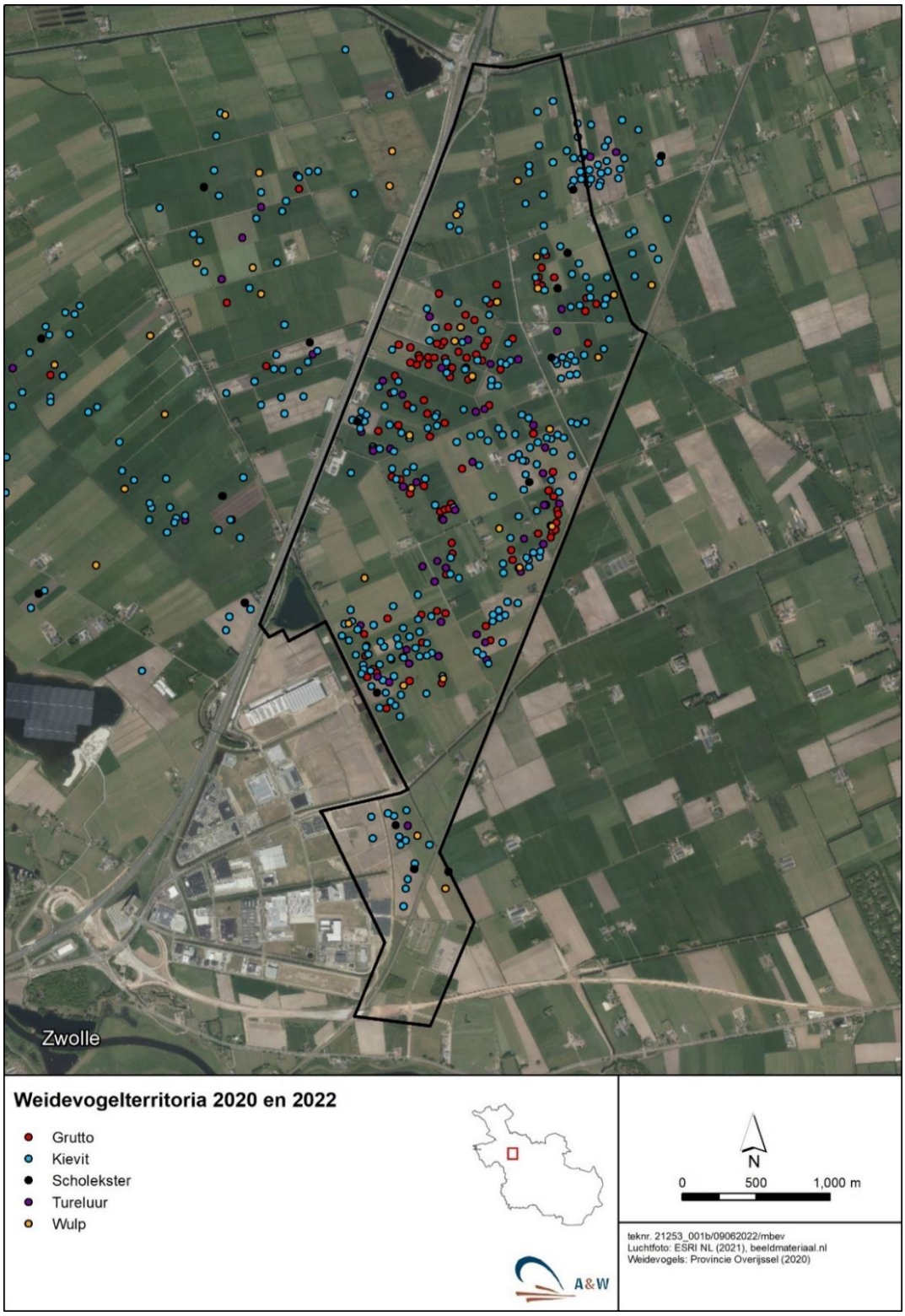
Zwolle het meest geschikt voor windenergie, gezien de grotere afstand tot woonkernen en aansluiting bij het bedrijventerrein Hessenpoort en verschillende infrastructurele werken.

Vervolgens heeft de coöperatie een variantenonderzoek laten uitvoeren binnen het gebied Tolhuislanden. In dit variantenonderzoek zijn 8 verschillende varianten opgesteld bestaande uit combinaties van windturbines en zonnevelden. Daarvan zijn 5 geselecteerd welke verder onderzocht zijn om inzicht te geven in de belangrijkste milieueffecten, omgevingseffecten en economische effecten (zie bijlage 1 voor de 5 onderzoeksvarianten). De varianten zijn dusdanig ontworpen zodat het gehele gebied Tolhuislanden is meegenomen in het onderzoek waar windenergie op voorhand mogelijk lijkt te zijn. Dit onderzoek heeft de basis gevormd voor het komen tot een gemotiveerde keuze voor een voorkeursvariant.

Op basis van het variantenonderzoek, de beschikbaarheid van gronden en de wensen van de omgeving hebben de leden van coöperatie DTHL gekozen voor de voorgenomen activiteit, bestaande uit 3 windturbines en een zonnepark (zie figuur 1). Dit komt overeen met variant 8 uit het variantenonderzoek, met een beperkte aanpassing van de locatie en omvang van het zonnepark. Het variantenonderzoek heeft laten zien dat de voorgenomen activiteit naar verwachting de minste hinder veroorzaakt bij omwonenden door geluid en slagschaduw. Verder heeft de gekozen variant (voorgenomen activiteit) naar verwachting een beperktere invloed of verstoringseffect heeft op weidevogels vergeleken met varianten in het midden van het plangebied. Ook als wordt gekeken naar figuur 4 wordt bevestigd dat er relatief minder verstoring van weidevogels zal optreden als de windturbines en zonnepanelen wordt gerealiseerd tegen bedrijventerrein Hessenpoort aan vergeleken met de realisatie in het midden van het plangebied. Het variantenonderzoek en de ruimtelijke onderbouwing (hoofdstuk 4) laat ook zien dat er geen realisatie van windmolens mogelijk zijn in de gebieden met relatief weinig weidevogels in het noorden (nabij de Lichtmis), zuidwesten (nabij de Markteplas) en zuiden (naast hoogspanningsstation).

Geconcludeerd wordt dat er in redelijkheid geen realistische alternatieven voor de ingreep mogelijk zijn voor het project met aanmerkelijke voordelen vanuit het oogpunt van het optreden van verstoring onder weidevogels.

Figuur 4 Locaties van weidevogelterritoria van Grutto, Kievit, Scholekster, Tureluur en Wulp in het plangebied Tolhuislanden



Bron: Ecologisch onderzoek en natuurtoets Energiepark Tolhuislanden door Altenburg en Wymenga (2023)

Compensatieopgave

De uitgangspunten voor het bepalen van de compensatieopgave voor het verlies aan weidevogel leefgebied is afgestemd in overleg met de provincie Overijssel[7].

Uitgangspunt voor compensatie van leefgebieden voor weidevogels is dat de compensatie direct wordt gerelateerd aan het verstorende effect dat de aanleg en exploitatie van het energiepark heeft op het (potentiële) leef- en broedgebied van weidevogels. Daarbij gaat het om de realisatie van het initiatief zelf, maar ook om het verstorend, uitstralend effect op de directe omgeving, waardoor weidevogels in deze zone niet of minder broeden. Er zal hiervoor worden gekeken naar de toegevoegde verstoring voor weidevogels binnen het weidevogelleefgebied zoals begrensd in de provinciale Omgevingsvisie. De volgende verstoringsafstanden ten gevolge van Energiepark Tolhuislanden zijn gehanteerd:

- Verstoringscontour windturbines van 200 meter[8]
- Verstoringscontour zonnepark van 100 meter[9]

Vervolgens is gekeken naar de bestaande verstoring voor weidevogels door bebouwing, opgaande structuren, wegen of overige storingsbronnen. Relevante bestaande verstoringsbronnen in de nabijheid van de windturbines en het zonnepark zijn:

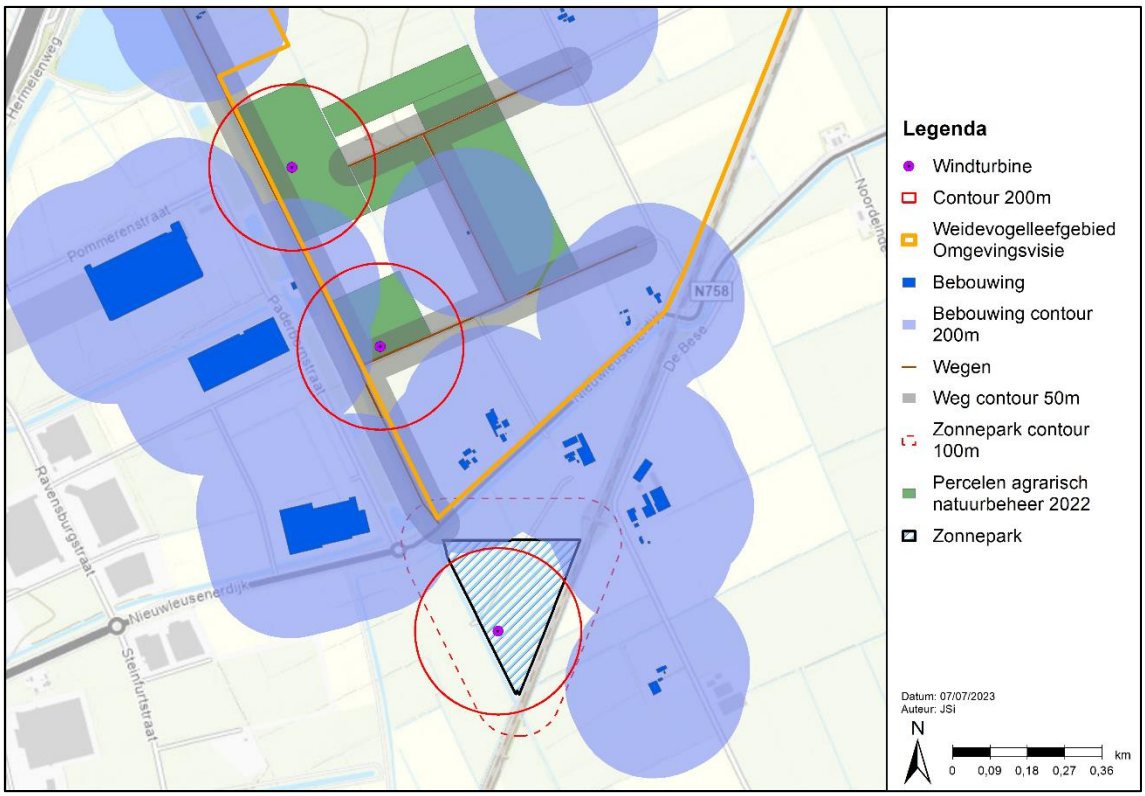
- Bestaande verstoring van wegen - verstoringsafstand 50 meter (conform Nota Weidevogels 2021 - 2030 - Provincie Fryslân 2021)
- Bestaande verstoring van bebouwing - verstoringsafstand 200 meter (conform Nota Weidevogels 2021 - 2030 - Provincie Fryslân 2021)

Figuur 5 geeft een overzicht van verstoringscontouren van het initiatief en bestaande functies. De figuur laat zien dat de zuidelijke windturbine en het zonnepark, incl. verstoringscontouren, niet overlappen met het weidevogelleefgebied.

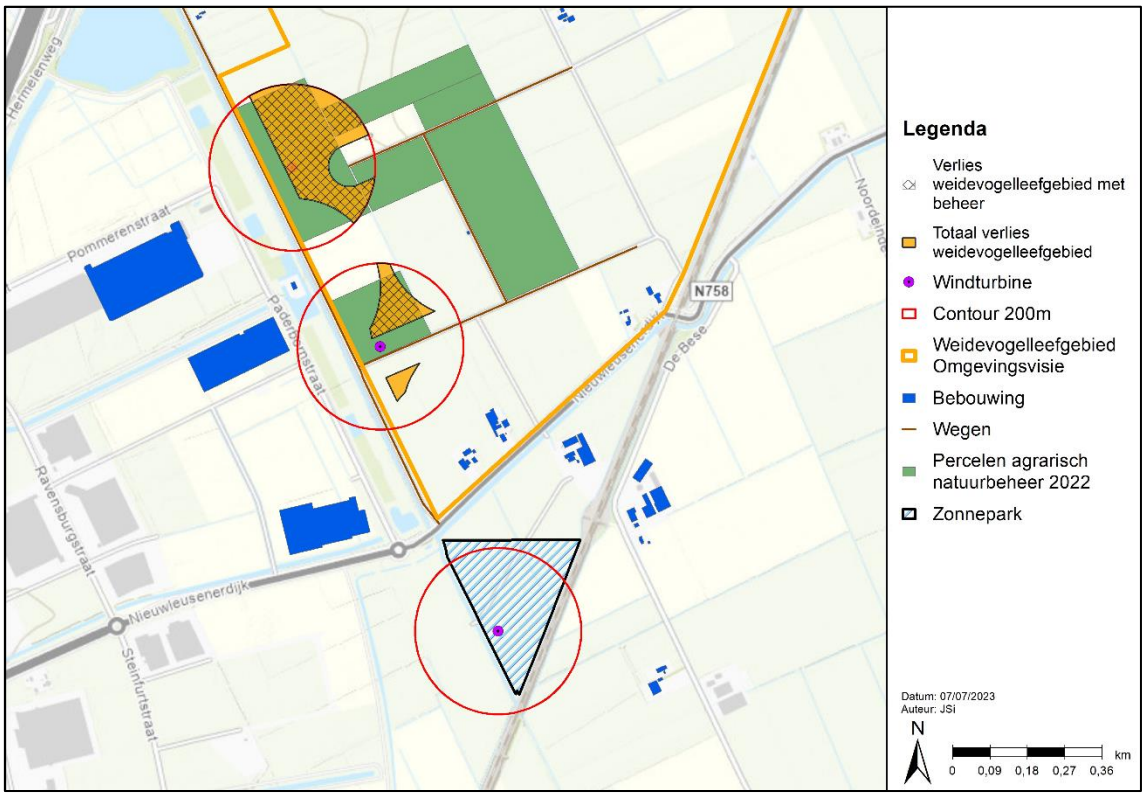
Figuur 6 geeft de totale additionele verstoring voor weidevogels door de realisatie en exploitatie van Energiepark Tolhuislanden binnen de begrenzing van het weidevogelleefgebied. Hierbij is rekening gehouden met de bestaande verstoring door de wegen en bebouwing in het gebied.

[7] Overleg op 26 juni 2023 met [redacted]
[8] conform Nota Weidevogels 2021 - 2030 - Provincie Fryslân 2021
[9] Naar verwachting zal de verstoring vanuit een zonnepark op weidevogels beperkt zijn gezien de hoogte van het park (ca. 3 meter). We gaan daarom uit van een verstoringsafstand van 100 m.

Figuur 5 Verstoringscontouren weidevogels Energiepark Tolhuislanden



Figuur 6 Verlies aan weidevogelleefgebied



Tabel 1 geeft het verlies aan weidevogelleefgebied weer in oppervlaktes zoals weergegeven in figuur 6. Om het verlies aan weidevogelleefgebied te compenseren, worden in de directe omgeving binnen of direct aansluitend aan het leefgebied weidevogels extra maatregelen genomen ter versterking van de kwaliteit van het weidevogelgebied.

Door optimaal beheer kan de weidevogelstand op de betreffende percelen met een factor 3-4 worden verhoogd in vergelijking met gebruik in reguliere landbouw[10]. Daarom zal het verlies van weidevogelleefgebied op gronden zonder een contract voor agrarisch natuurbeheer worden gedeeld door 3,5 (zie laatste kolom tabel 1). Het verlies aan weidevogelleefgebied op gronden met een contract voor agrarisch natuurbeheer wordt volledig gecompenseerd.

De totale compensatieopgave voor weidevogels komt dan afgerond neer op **6 hectare.**

Tabel 1 – Verlies aan weidevogelleefgebied

	Verlies in m2	**Verlies in hectares**	**Compensatieopgave in hectares**
Verlies op gronden met contracten voor agrarisch natuurbeheer in 2022	56.540	5,65 ha	5,65
Verlies op gronden **zonder** contracten voor agrarisch natuurbeheer in 2022	10.604	1,06 ha	1,06 / 3,5 = 0,30
Totaal	67.144 m2	6,71 ha	**5,96 ha**

Kosten

Voor compensatie van “leefgebied open grasland weidevogels - kritische soorten” (grutto, tureluur leidend) betreft compensatie optimaal beheer met beheerpakketten: rustperiode 1 april-15 juni, kruidenrijk grasland 1 april-15 juni en plas-dras 1 maart-1 juni. De gemiddelde kosten van deze drie pakketten (conform vergoedingen ANLB-pakketten Noordwest Overijssel) bedragen [redacted] per hectare per jaar.

Bij de berekening van de totale kosten voor de compensatie wordt er uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- De compensatie is gericht op 6 hectare;
- De duur van de compensatie bedraagt 25 jaar, ingaand vanaf 2024
- De jaarlijkse inflatiecorrectie bedraagt maximaal 3% per jaar
- De gemiddelde beheervergoeding per hectare bedraagt € [redacted]

De totale kosten voor de compensatie over de looptijd van 25 jaar bedragen [redacted]. Dit bedrag is opgebouwd uit in hoofdzaak twee onderdelen.

[10] Dit is gebaseerd op het feit dat in percelen met weidevogelbeheer (rustperiode) ca. 3-4 keer hogere dichtheden voorkomen van soorten als grutto en tureluur, dan in percelen zonder weidevogelbeheer. Bron: compensatiebeleid Ontwerp Actualisatie Omgevingsverordening 2023.

- De totale beheerkosten, bestemd voor de agrariër komt uit op [redacted]
- De totale kosten aan overhead (21%) komt uit op [redacted]
    - Hieronder vallen kosten voor eenmalige planvoorbereiding, contractbeheer, jaarlijkse monitoring, aanschaf pomp en onderhoud

Uitvoering & Borging

Met belangstellende eigenaren/agrariërs zullen afspraken voor weidevogelbeheer worden gemaakt voor optimaal weidevogelbeheer (x hectare rustperiode van 1 april-15 juni (kruidenrijk grasland) en x hectare aanleg en beheer plas-dras in het broedseizoen). Bij voorkeur wordt er gezocht naar 1 eigenaar/agrariër die de volledige compensatie voor zijn/haar rekening neemt. Het verdient de voorkeur om de gezochte 6 hectare aaneengesloten onder beheer te brengen, om zo een sterk mozaïek in beheer te krijgen waardoor de kans op een succesvolle compensatie toeneemt.

De coöperatie sluit een overeenkomst af met een geschikte lokale partij die de compensatieopgave van weidevogelleefgebied kan uitvoeren. Hiervoor wordt gedacht aan de Stichting Particuliere Landschapsdiensten IJsseldelta (SPLIJ), het Collectief Noord West Overijssel of de Agrarische Natuurvereniging Tolhuislanden of een samenwerking tussen deze partijen. De uitvoerende partij contracteert en ziet toe op de uitvoering van de compensatieopgave van groene diensten, zoals weidevogelgebieden. De uitvoerende partij sluit hiervoor een contract waarbij voor een periode van 25 jaar de gewenste beheeropgave wordt vastgelegd en de financiering daarvan is geborgd. Deze overeenkomst zal 6 maanden voorafgaand aan de bouw van het windpark beschikbaar zijn voor het bevoegd gezag om aan te tonen dat de coöperatie de compensatieverplichting heeft geborgd. Jaarlijkse monitoring geeft inzichten in het succes van de compensatie of indien nodig waar er bijgestuurd moet worden. Het bijsturen in het beheer is nodig om flexibel te zijn in het beheer en datgene te doen wat past binnen de bedrijfsvoering van de grondeigenaar/agrariër én wat goed is voor de weidevogels.

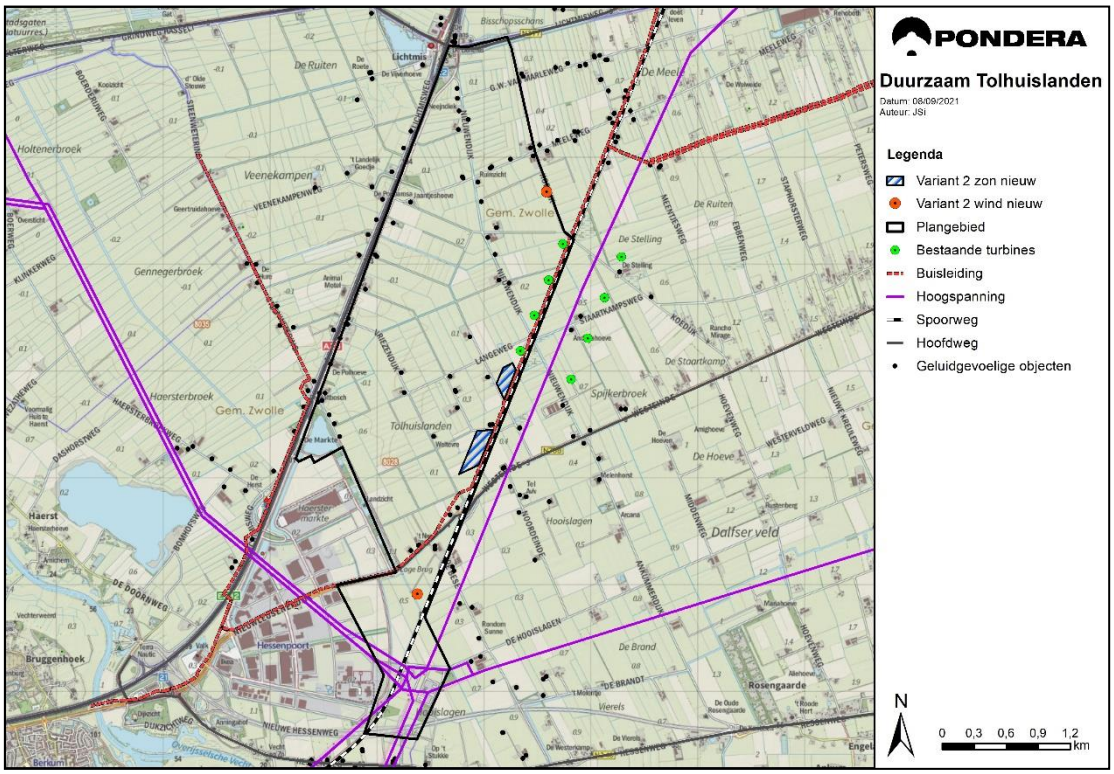
Bijlage 1 Varianten variantenonderzoek DTHL

In totaal zijn er 5 varianten onderzocht in het variantenonderzoek , te weten variant 2, 3, 6, 7 en 8.

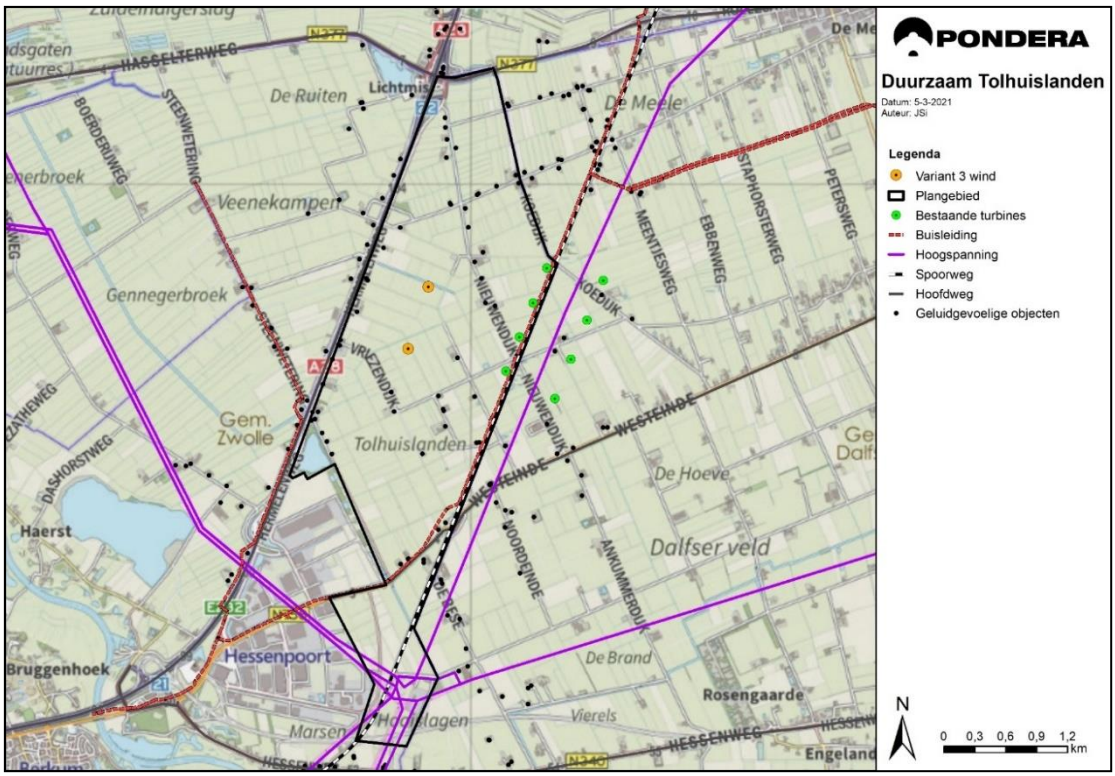
Eigenschappen varianten

Variant	Aantal wind	Aantal ha zon
Variant 2	2	8,4 ha
Variant 3	2	0
Variant 6	2	7,8 ha
Variant 7	4	22 ha
Variant 8	3	17,3 ha

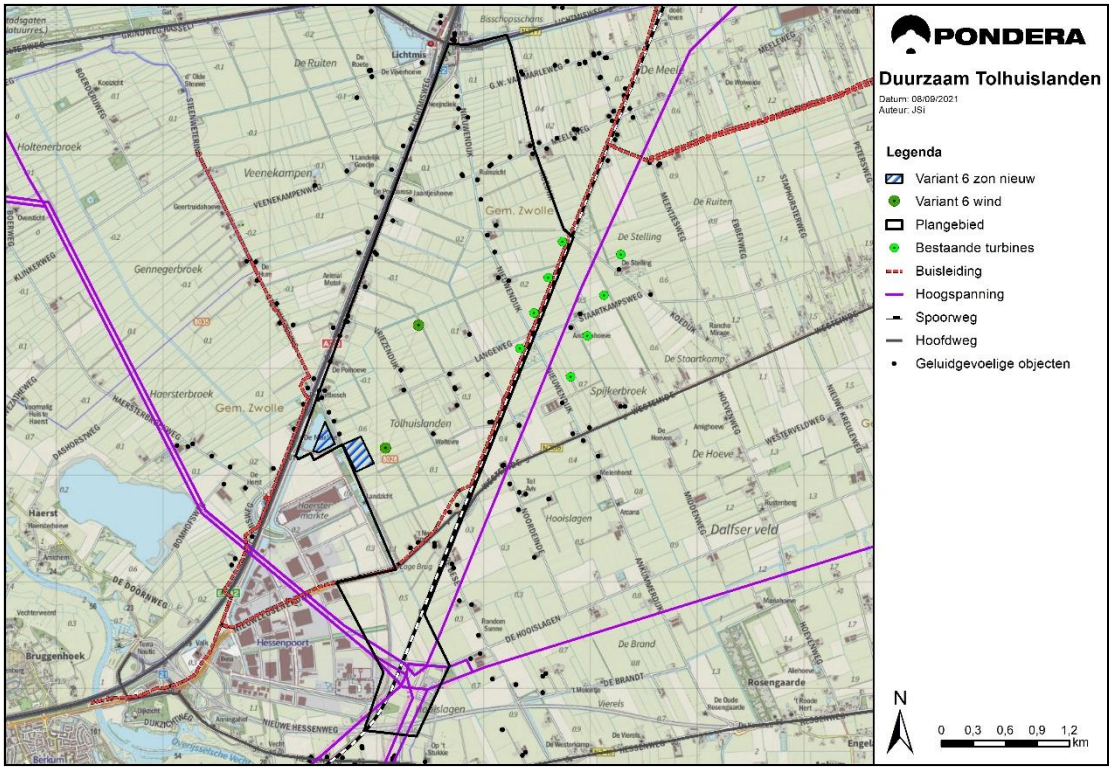
Variant 2



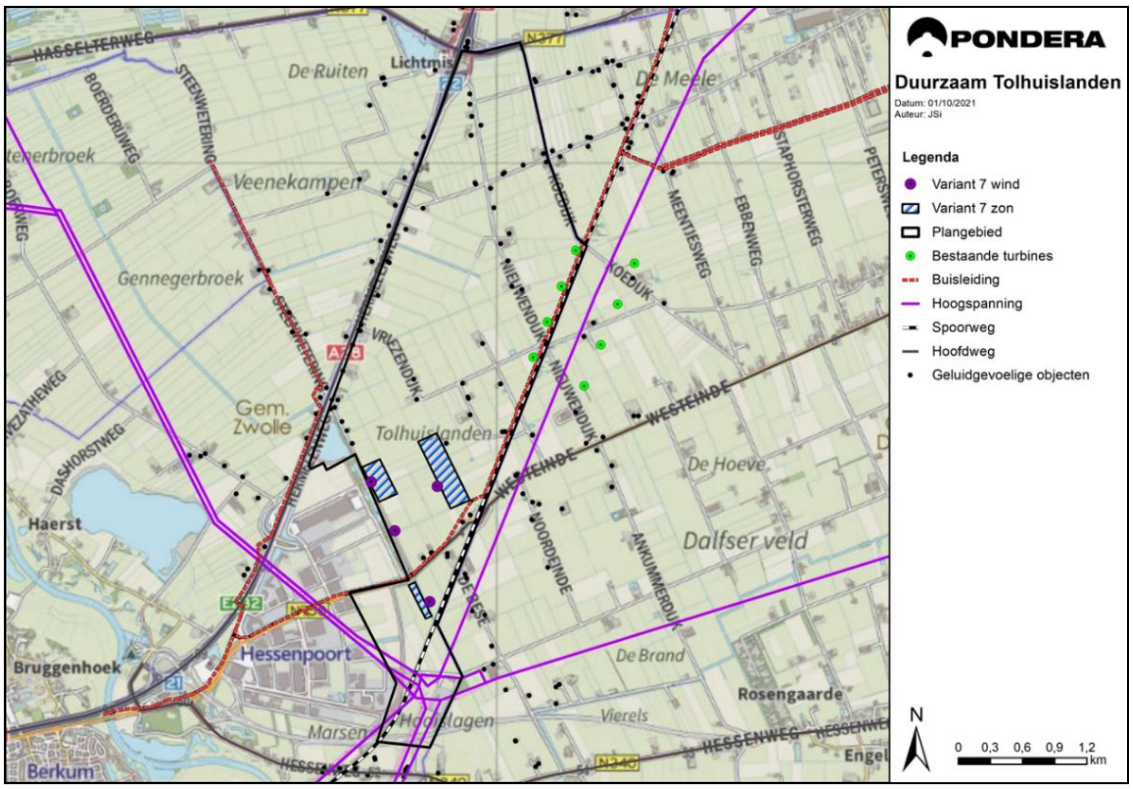
Variant 3



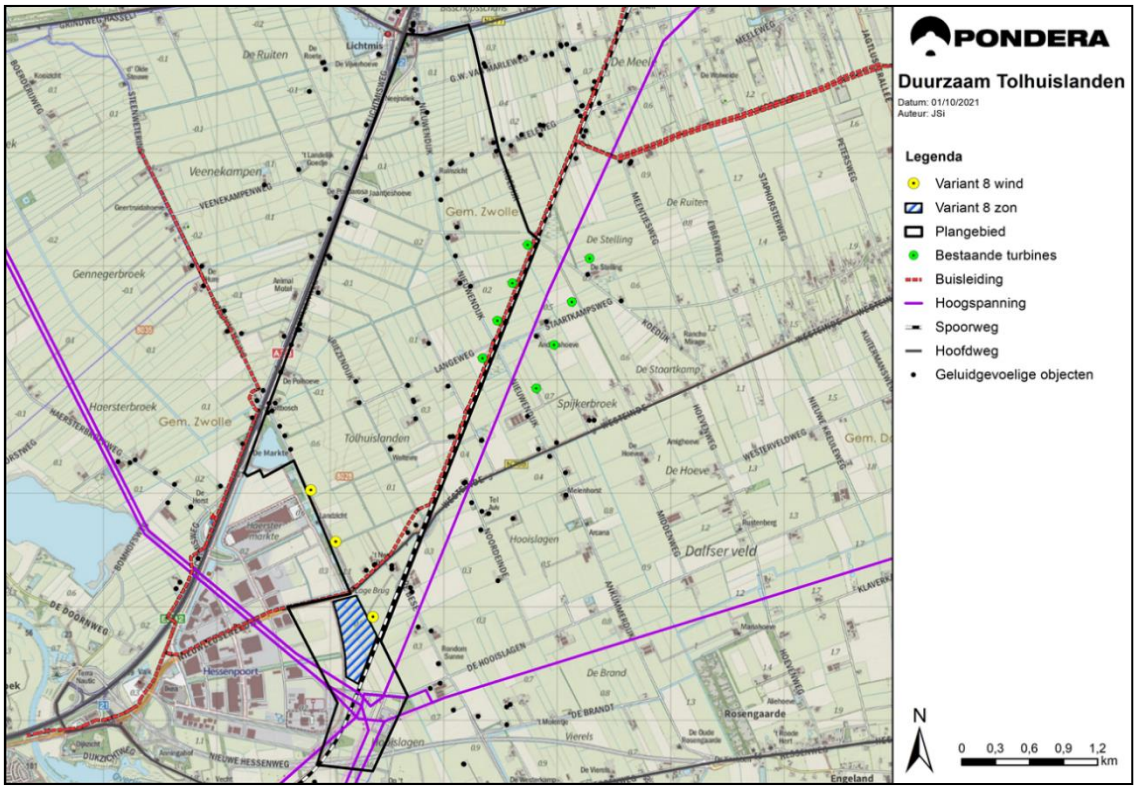
Variant 6



Variant 7

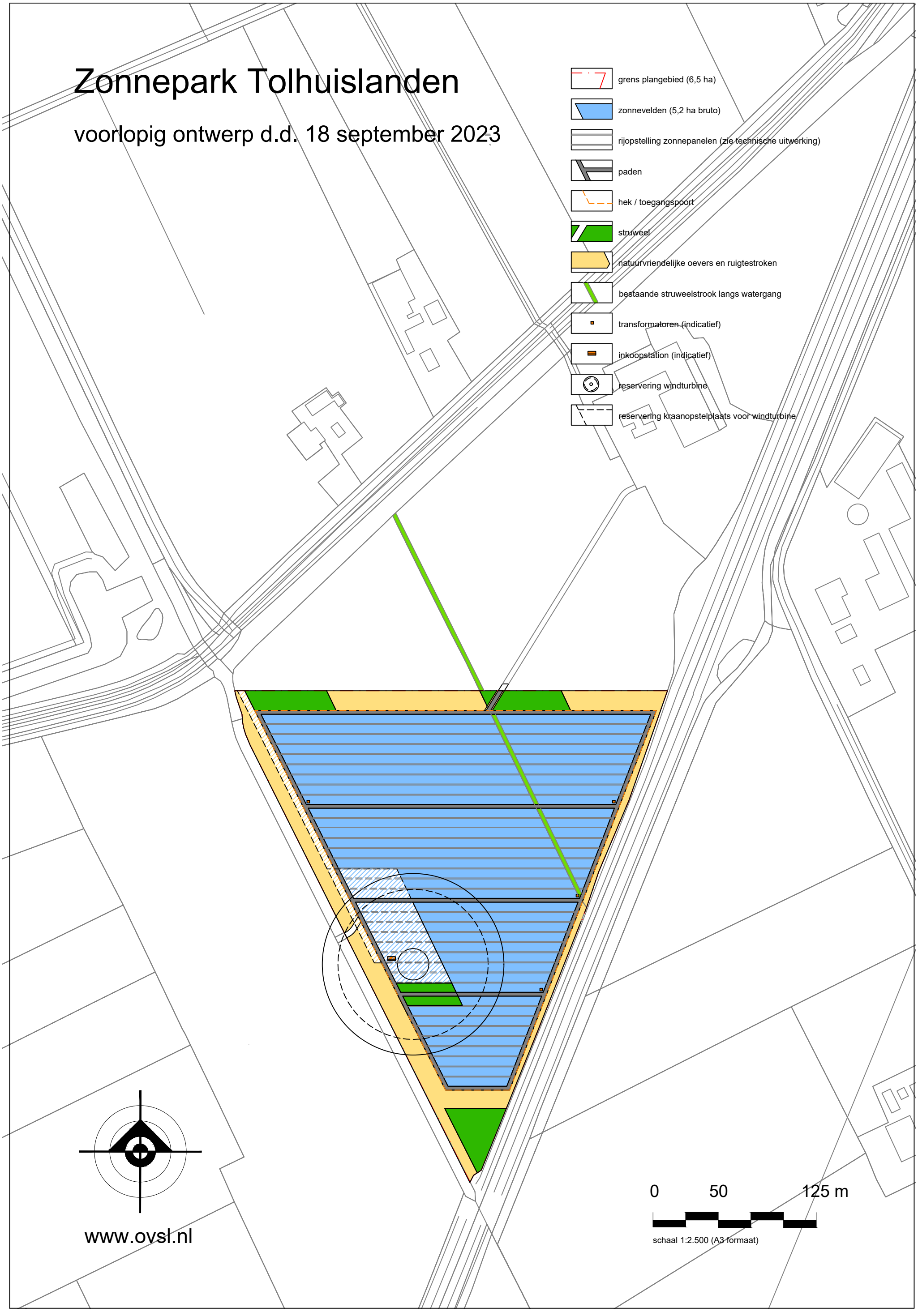


Variant 8



Zonnepark Tolhuislanden

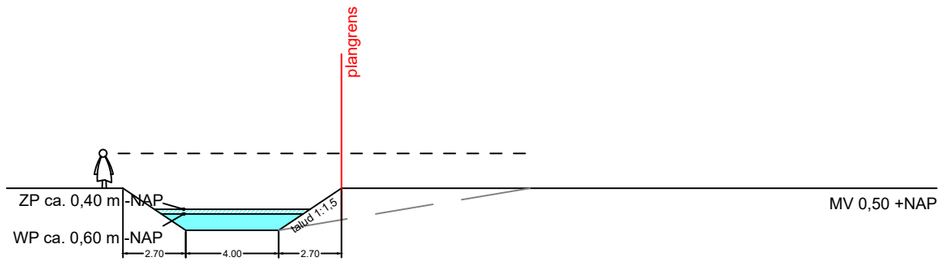
voorlopig ontwerp d.d. 18 september 2023



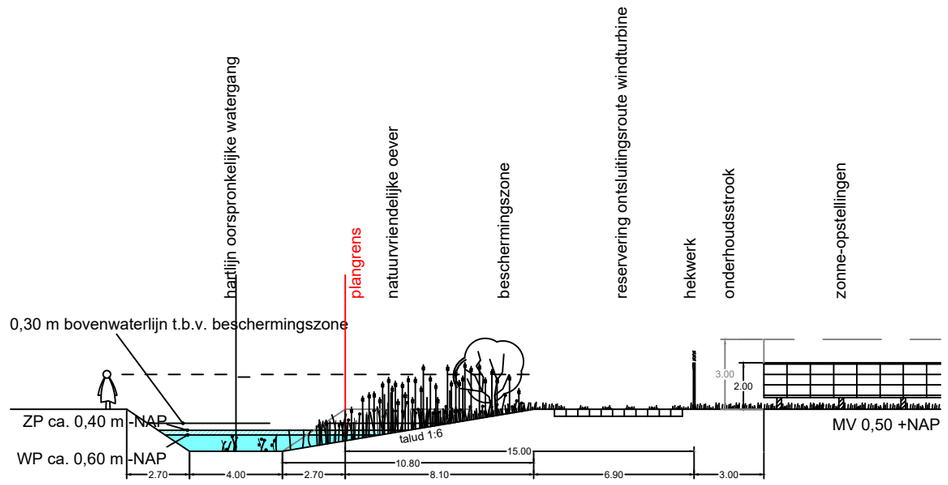
www.ovsl.nl

Zonnepark Tolhuislanden, princedoorsnedes

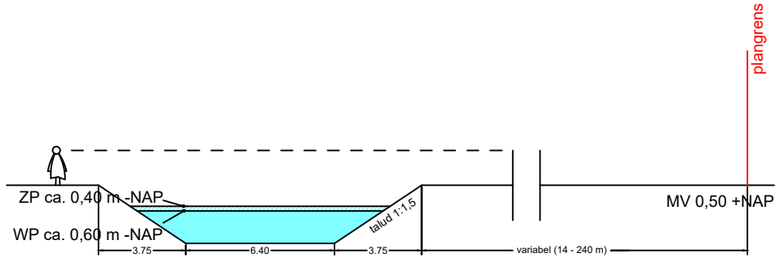
voorlopig ontwerp d.d. 18 september 2023



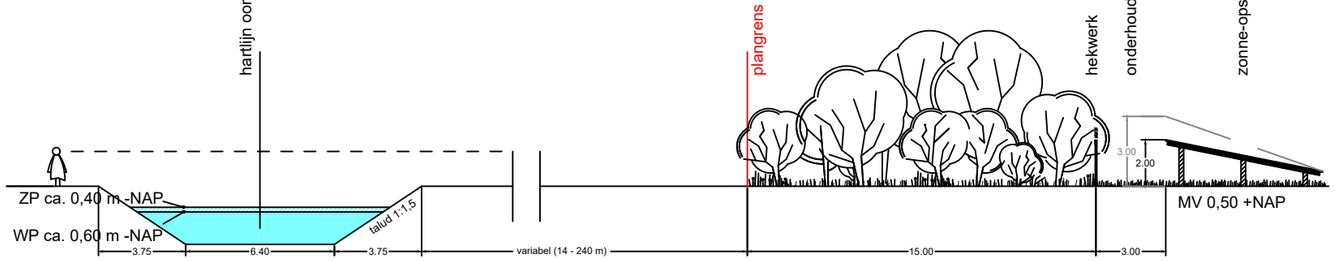
westrand, huidige situatie



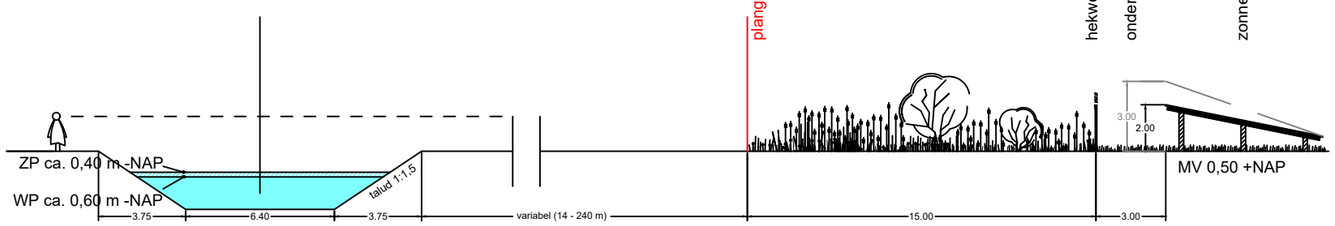
westrand, nieuwe situatie



noordrand, huidige situatie



noordrand, nieuwe situatie met struweel



noordrand, nieuwe situatie met ruigtestrook

0 5 12,5 m

schaal 1:250 (A3 formaat)

www.ovsl.nl

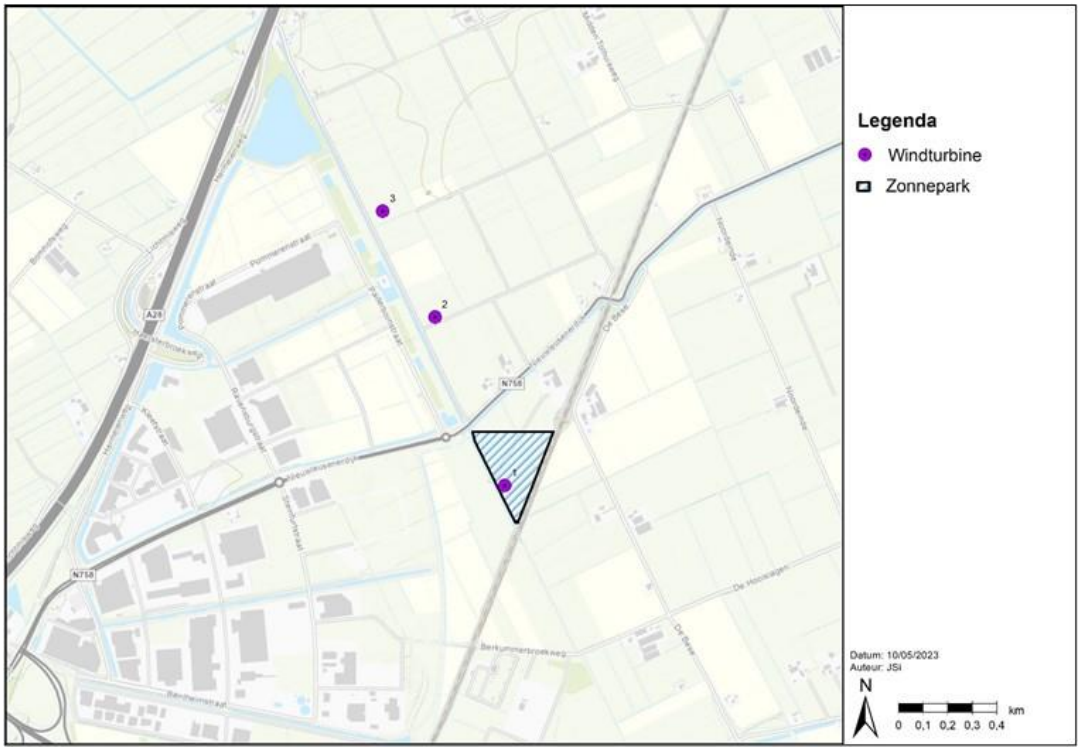
Kwaliteitsimpuls Groene Omgeving Energiepark Tolhuislanden

1 Inleiding

1.1 Voorgenomen energiepark Tolhuislanden

De coöperatie Duurzaam Tolhuislanden (DTHL) is voornemens om drie windturbines en een zonnepark van circa 6,5 hectare te realiseren in het gebied Tolhuislanden, in de gemeente Zwolle. De windturbines hebben een vermogen van circa 6 megawatt (MW) per windturbine en het zonnepark circa 6 MWp.

Figuur 1.1 Voorgenomen activiteit Energiepark Tolhuislanden



1.2 Omgevingsverordening provincie Overijssel

De Omgevingsverordening Overijssel[1] is het provinciaal juridisch instrument dat wordt ingezet voor de onderwerpen waarvoor de provincie hecht aan de juridische borging van de doorwerking van het omgevingsvisiebeleid. In artikel 2.1.6 van de Omgevingsverordening wordt een generieke regeling getroffen voor de beoogde Kwaliteitsimpuls Groene Omgeving (KGO).

[1] geconsolideerde versie vanaf 2017

In artikel 2.1.6 staat dat bestemmingsplannen voor de groene omgeving[2] kunnen voorzien in nieuwvestiging en grootschalige uitbreidingen van bestaande functies in de groene omgeving, uitsluitend indien hier sociaaleconomische en/of maatschappelijke redenen voor zijn én is aangetoond dat het verlies aan ecologische en/of landschappelijke waarden in voldoende mate wordt gecompenseerd door investeringen ter versterking van de ruimtelijke kwaliteit in de omgeving. Dit artikel is niet van toepassing op de nieuwvestiging van een zonnepark. Hiervoor geldt de kwaliteitsimpuls zonnevelden (artikel 2.18). Echter, vanwege de integrale benadering hebben sommige voorgestelde KGO maatregelen ook betrekking op het zonnepark, naast het windpark.

Vanwege sociaaleconomische en/of maatschappelijke redenen kan er aanleiding zijn om een uitzondering te maken op de algemene regel 'inbreiding voor uitbreiding' mits het verlies van ecologisch en landschappelijke waarden in voldoende mate wordt gecompenseerd.

De realisatie van een windpark betekent een impact in het bestaande landschap en ecologische waarden. De provincie vraagt met haar Kwaliteitsimpuls Groene Omgeving (KGO) een extra kwaliteitsinvestering in de ruimtelijke kwaliteit van de omgeving.

1.3 Status van KGO plan document

Onderhavig document betreft het plan van de coöperatie DTHL ten aanzien van de Kwaliteitsimpuls Groene Omgeving (KGO). Dit KGO-plan vormt onderdeel van de ruimtelijke onderbouwing van de omgevingsvergunningaanvraag. Dit plan zal ingaan op de financiering, landschappelijke kwaliteitsinvesteringen, proces en uitvoering. In de ruimtelijke onderbouwing wordt ingegaan op de sociaaleconomische en/of maatschappelijke redenen voor het realiseren van Energiepark Tolhuislanden.

2 KGO plan

2.1 Totstandkoming

Onderhavig KGO-plan is in afstemming met leden van coöperatie DHTL, direct omwonenden en overige omwonenden tot stand gekomen. Vanuit de coöperatie zijn er een aantal werksessies geweest met de werkgroep leefomgeving en direct omwonenden (niet-leden) over mogelijke landschappelijke investeringen in de directie omgeving van het project. Hier zijn er enkele uitgangspunten naar voren gekomen voor de invulling van de KGO:

- De coöperatie en omwonenden willen zelf de regie houden over wat er met de KGO wordt gedaan en waarin wordt geïnvesteerd.
- Investeringen moeten worden gedaan in de directe omgeving van het project (bij voorkeur 1 kilometer, maar maximaal 2 kilometer).
- Alleen zichtbare investeringen ter bevordering van de landschappelijke- en omgevingskwaliteit.
- De druk op agrarische gronden in het gebied is hoog. Daarom is de coöperatie van mening om zoveel mogelijk investeringen te doen zonder al te veel verlies aan goede agrarische gronden.

Tevens is er doorlopende afstemming met de bevoegde gezagen over dit plan.

[2] de gronden die niet vallen onder bestaand bebouwd gebied

De leden van de coöperatie en direct omwonenden hebben de volgende wensen uitgesproken voor maatregelen in het KGO plan:

- Gewenst:
    - Zie maatregelen hieronder.

- Niet gewenst:
    - Geen investeringen aan stallen.
    - Geen investeringen in rieten daken.
    - Geen grote houtsingels of bomenrijen i.v.m. instandhouding openheid gebied.

2.2 Kosten

Coöperatie DTHL zal voor tien jaar lang [redacted] investeren in landschappelijke kwaliteit in de directe omgeving van de drie windturbines en zonnepark. De maatregelen worden dus gefaseerd gerealiseerd. Dit bedrag staat los van de financiële middelen die benodigd zijn om het verlies aan weidevogelleefgebied te compenseren.

Het budget voor de KGO wordt opgesplitst in twee onderdelen:

- 30 procent van de kosten voor maatregelen op individuele erven en direct gerelateerd aan het windpark.
- 70 procent van de kosten voor grotere landschappelijke maatregelen in de directe omgeving van het project.

2.3 Plangebied

Het plangebied bestaat uit een zonne- en windpark.

Zonnepark
De zichtbaarheid van het zonnepark vanaf de openbare ruimte is zeer beperkt door een maximale bouwhoogte van 4 meter, een groenblauwe inpassing aan de noord- en westzijde en een verhoogde spoorlijn aan de oostzijde. Het zonnepark gepositioneerd in een ‘restruimte’, waardoor het open gebied van Tolhuislanden zoveel mogelijk behouden blijft.

Windpark
De zichtbaarheid van de turbines voor direct omwonenden wordt verkleind door de erfbeplanting die – naar wens – op hun eigen terrein wordt ingeplant. Tevens krijgen de turbines een groener karakter doordat de fundering een aarden voet wordt, en de mast gedeeltelijk groen wordt gekleurd.

3 KGO Maatregelen

3.1 30 procent maatregelen

Dit gaat om maatregelen op individuele erven en landschappelijk investeringen aan de windturbines zelf of bijhorende voorzieningen. Er wordt gedacht aan de volgende landschappelijke bouwstenen:

<u>Struweel bij individuele erven</u>
Wordt aangeplant bij omwonenden die deze maatregel wensen. Om zo het zicht te ontnemen op de windturbines, maar ook om de verlichting van bedrijventerrein Hessenpoort te verminderen. Hierover zal afstemming plaatsvinden met de (direct) omwonenden in een later stadium.

- Hoogte: 1-3m[3]
- Breedte: 1-1,5m
- Lengte: n.t.b.
- Transparantie: niet transparant, om zicht te ontnemen

Groene mastvoet windturbines

Wordt in een aantal groentinten uitgevoerd, van donkergroen op maaiveld niveau tot lichtgroen, ca. 23m boven maaiveldniveau.

- Hoogte: 0-23m
- Breedte: n.v.t.
- Lengte: n.v.t.

Groene inpassing van de windturbinefundering door realisatie van een 'terp'

De betonnen fundering (die deels boven maaiveld wordt aangelegd) wordt afgedekt met een aarden terp. Dit is een functioneel onderdeel van de fundering: de massa van de aarde zorgt voor extra stabiliteit. Op de terp wordt gras ingezaaid. De terp heeft ook een esthetische functie, want de aarden voet wordt in het algemeen als landschappelijk aantrekkelijker beschouwd dan een betonnen voet.

Voor het grondgebruik van de fundering van de windturbine wordt uitgegaan van een doorsnede van maximaal 30m voor het betonnen deel. Daarmee is de maximaal benodigde oppervlakte voor de fundatie per windturbine ca. 710m2, dit geeft een indicatie van de omvang van de terp.

- Hoogte: 2-3m
- Breedte: 30m
- Lengte: 30m

Groen inpakken van het inkoopstation

Het inkoopstation (oppervlakte naar verwachting ca. 40m2) wordt veel minder zichtbaar door deze groen in te pakken. Dat kan d.m.v. klimplanten of door deze groen te schilderen. Naar verwachting wordt één inkoopstation gebouwd voor de drie turbines en het zonnepark.

- Hoogte: 3m
- Breedte: n.t.b.
- Lengte: n.t.b.

Naderingsdetectiesystemen voor behoud donkerte

Voor het behouden van donkerte in het gebied, één van de gebiedskenmerken[4] van Tolhuislanden, wordt een naderingsdetectiesysteem bij de obstakelverlichting van de windturbine geplaatst. Deze obstakelverlichting is verplicht bij een tiphoogte van 150m of meer, vanwege zichtbaarheid van de turbine voor de luchtvaart. Dit kan daarnaast ook eventuele verstoring van weidevogels verminderen. De KGO-gelden kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden voor de onderzoekskosten naar een dergelijk systeem.

[3] De genoemde afmetingen in dit document zijn indicatief en gebaseerd op de bouwstenen die hanteert voor landschappelijke inpassing van projecten van de Drents-Overijsselse Netwerkversterking (DON)
[4] Omgevingsverordening Overijssel

Volgens de factsheet van NWEA zijn de eerste systemen succesvol toegepast in Duitsland, en de eerste systemen zijn voldoende getest door de ILT.[5]

Uitgangspunt is dat de lichten 's avonds (in de schemerperiode) en ’s nachts uit staan en alleen branden als een vliegtuig of helikopter wordt gedetecteerd in de nabijheid van het windpark. Zodra een vliegtuig in de buurt is gaan de lichten tijdelijk aan totdat het vliegtuig voorbij is gevlogen. De meest toegepaste techniek is op basis van transponders. Elk vliegtuig is verplicht een transponder te hebben die een signaal uitzendt. Bij een windpark wordt dan een ontvanger geïnstalleerd die het signaal van de transponder opvangt en de lichten aanzet. Er zijn ook systemen op basis van (passieve) radar. De ILT toetst elk afzonderlijk systeem voor elk windproject. Onderdeel van deze toets is een lokale vliegtest. Afhankelijk van de technische instellingen en de hoeveelheid vliegbewegingen in de buurt is de verwachting dat de lampen 75-97% van de tijd uitstaan. De windsector, de provincies en de Rijksoverheid willen deze systemen waar mogelijk toepassen en hebben afgesproken dat het Rijk 20% van de kosten betaalt indien de provincie ook 20% voor haar rekening neemt. De overige 60% van de kosten wordt door de exploitanten betaald.

- Hoogte: n.v.t.
- Breedte: n.v.t.
- Lengte: n.v.t.

3.2 70 procent maatregelen

Voor landschappelijke investeringen in de directe omgeving van het project wordt gedacht aan de volgende landschappelijke bouwstenen:

Bloemrijke bermen
Bloemrijk graslandmengsel wordt ingezaaid langs de bermen van de recreatieve fiets- en wandelpaden op het terrein en langs bermen die haaks op de windturbines staan. Het betreffen inheems eenjarige-, tweejarige en meerjarige kruiden. Zo ontstaan verscheidene stroken met ecologische waarde in het landschap, die aanwezige insecten en vogels meer beschutte bewegingsvrijheid geven. Het toe te passen mengsel bestaat uit inheemse een- en tweejarige kruiden. Het mengsel is afgestemd op de lokale bodemeigenschappen qua vocht en voedselrijkheid, bijvoorbeeld mengsel G1 of G2 van Cruydt Hoeck of vergelijkbaar.

Het beheer van deze bloemrijke bermen gebeurt insectenvriendelijk door middel van sinusbeheer, zie meer hierover in de paragraaf 3.6.

- Hoogte: 0,5 – 2m (vanaf maaiveld)
- Breedte: 2-4 m
- Lengte: n.t.b.
- Transparantie: volledig transparant.

Recreatiepaden voor wandelaars of fietser
De aan te leggen paden volgen deels bestaande (nu: semiverharde) paden op het agrarisch terrein. Hierdoor blijft hemelwaterinfiltratie mogelijk, en tegelijkertijd zijn ze toegankelijk voor fietsers en wandelaars. Het pad kan niet binnen het zonneveld gerealiseerd worden, wel relatief nabij de windturbines. Eventueel kunnen bankjes worden geplaatst.

[5] NWEA (2023). Rode lampen op windmolens kunnen nu vaker uit. geraadpleegd via https://www.nwea.nl/nederlandse-windsector-maakt-afspraken-over-minder-rode-lampen-op-windmolens/

- Hoogte: n.v.t.
- Breedte: 2-3m
- Lengte: n.t.b.

Figuur 3.1 Langeweg, onderdeel van het toekomstig wandel- en fietspad (zicht vanaf kruispunt Langeweg/Vriezendijk)



Figuur 3.2 bovenaanzicht fiets en wandelpad



<u>Natuurvriendelijke oever (zonnepark)</u>
De waterberging kan dienen ter compensatie van de toename aan verhard oppervlak door de komst van het zonnepark, de windturbines en bijbehorende werken.

Het zonnepark wordt aan de noord- en westrand deels omgeven door een natuurvriendelijke oever, langs de bestaande watergang. De overige randen van het zonnepark worden omgeven door struweel.
Aan de noordrand is deze ca 5-7m breed en het talud en weerszijden 3,75m breed. Aan de westrand is deze ca 4-8m, breed en het talud aan weerszijde ca 3,75m breed. Hier komen gebiedseigen ruigtestroken bestaande uit rietkragen en lage begroeiing.

Hoe diep de waterpoel wordt moet nog worden besloten.

Struweel in landschap
Het gaat om een lijnvormig landschapselement met een aaneengesloten opgaande begroeiing van (gemengde) inheemse, overwegend doornachtige, struiken, die vrijuit mogen groeien. Een struweelhaag bestaat vaak uit soorten als meidoorn, sleedoorn en hondsroos. De struweelhaag moet passen in het landschap en bij de bodem.

Om recht te doen aan de openheid van het landschap wordt dit op slechts enkele plekken aangeplant.

En specifiek rondom het zonnepark wordt struweel geplant op de plekken waar géén natuurvriendelijke oever komt te liggen, in de noord- en zuidhoek van het park.

- Hoogte: 3-6m
- Breedte: 2-5m (m.u.v. 40x400m terrein)
- Lengte: n.t.b.
- Transparantie: Geen transparantie gedurende het zomerseizoen. Gedurende het winterseizoen half-transparant.

Ecologische stroken
Aan de westkant van het zonnepark wordt een relatief groot stuk terrein van ca. 40m in de breedte en 400m in de lengte aangeplant met struweel en twee waterpoelen.

Bomen
De initiatiefnemer is voornemens het open karakter van gebied te behouden. Echter kan er voor worden gekozen enkele bomen bij te plaatsen. Deze zullen inheems zijn en afgestemd op de bodem. De afmetingen zijn afhankelijk van de keuze voor 1e grootte bomen (bijv. es, populier, iep, etc.) of 2e grootte bomen (bijv. els, veldesdoorn, etc.).

1e orde:
- Hoogte: > 15m
- Breedte: > 3m
- Transparantie: gedurende het zomerseizoen geen transparantie. Gedurende het winterseizoen half-transparant. Persoon kan ‘onder’ de boomkroon door kijken.

2e orde:
- Hoogte 8-12m
- Breedte: > 3m
- Transparantie: Gedurende het zomerseizoen geen transparantie. Gedurende het winterseizoen half-transparant. Persoon kan ‘onder’ de boomkroon door kijken.

Ecologische stepping stone

De zuidelijke punt wordt als een ecologische ‘stepping-stone’ ingericht (bosje, poel, of iets vergelijkbaars, als overstapgebied voor fauna naar andere natuurgebieden). Hiervoor moeten de afmetingen nog worden bepaald (o.a. waterdiepte).

- Hoogte: n.t.b.
- Breedte: n.t.b
- Lengte: n.t.b.
- Transparantie: n.t.b.

3.3 Samenvattingstabel bandbreedtes t.b.v. participatie

Onderstaande tabel geeft de bandbreedtes en andere mogelijkheden voor input van de (directe) omgeving weer.

Maatregel	Minimale afmeting (m)	Maximale afmeting (m)	Overige keuzes
30 procent	H = hoogte ; B = breedte; L = lengte		
Struweel bij individuele erven	H: 1 B: 1	H: 3 B: 1,5	Type beplanting, mate van transparantie
Groene mastvoet windturbines	H: 0	H: 21	Groentinten
Groene inpassing mastvoet m.b.v. ‘terp’	H: 2 B: 30 L: 30	H: 3 B: n.t.b. L: n.t.b.	Vegetatie mengsel op terp
Groen inpakken inkoopstation	H: 3 B: n.t.b. L: n.t.b.	H: n.t.b. B: n.t.b. L: n.t.b.	Groen inpakken m.b.v. vegetatie en/of groene verf
Naderingdetectiesysteem	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
70 procent			
Bloemrijke bermen	H: 0,5 B: 2	H: 2 B: 4	Soort bloemmengsel
Recreatiepaden	B: 2	B: 3	Bankje(s), mate van verharding pad
Natuurvriendelijke oever (bij zonnepark)	H (diepte): 1 B: -Noordrand: 5 -Westrand: 4	H (diepte): 3 B: -Noordrand: 7 -Westrand: 8	Type oeverbeplanting, beheer
Struweel in landschap	H: 3 B: 2	H: 6 B: 5	Type beplanting, bomen toevoegen?
Bomen	1e orde grootte - H:>15m - B:> 3m 2e orde grootte - H: 8 - B: >3m	1e orde grootte - H:>15m - B:> 3m 2e orde grootte - H: 12 - B: >3m	Type boom

Ecologische strook	Poel: -B: n.t.b. -L: n.t.b.	Poel: -B: n.t.b. -L: n.t.b.	Type beplanting
Ecologische stepping-stone	N.t.b.	N.t.b.	Hoe ecologische stepping stone in te richten?

3.4 Samenhang nabije projecten met KGO opgave

De initiatiefnemer staat er voor open rekening te houden met ruimtelijke projecten in de omgeving die ook een KGO opgave hebben. Momenteel zijn deze projecten verder ontwikkelt. Mocht er zich een kans voordoen bij de uitwerking van dergelijke KGO plannen, dan blijft het voornemen staan om afstemming tte vinden.

Mogelijke projecten in de omgeving om mee af te stemmen zijn:

- Uitbreiding HS/MS station bij Berkummerbroekweg: deze KGO plannen zijn reeds ingediend en bijna afgerond.
- Regionale Energiecluster Zwolle Noord / RZWI Hessenpoort: idem, KGO plannen zijn reeds ingediend en bijna afgerond.
- Uitbreiding bedrijventerrein Hessenpoort: nog geen KGO plannen.

3.5 Visualisatie landschappelijke inrichting

Bijgevoegd aan onderhavig KGO-plan is een voorlopige landschappelijke inrichtingsschets waarin bovengenoemde landschappelijke kwaliteitsinvesteringen visueel zijn weergegeven. Op deze schets zijn ook de groene/blauwe inpassingsmaatregelen behorende bij het zonnepark weergegeven. De schets kan worden gezien als landschappelijke bouwstenenkaart en eerste aanzet.

3.6 Uitgangspunten groenbeheerplan

De volgende uitgangspunten kunnen worden gehanteerd bij het op te stellen beheerplan ten behoeve van onderhoud van de KBO maatregelen. De uitgangspunten worden daarin later in detail vastgelegd. Onderstaande betreft geen uitputtende lijst.

Algemene uitgangspunten:

- Natuurvriendelijk maaien: periodiek wordt slechts een deel van een perceel gemaaid, waardoor aanwezige fauna (bijv. insecten) de kans heeft zich te verplaatsen naar een deelperceel dat niet gemaaid is. Voor het behoud van de biodiversiteit.
- Gepland afvoeren maaisel: per seizoen plannen of het maaisel wel of niet wordt afgevoerd.

Uitgangspunten per KBO-maatregel:

KBO Maatregel	**Beheermaatregel**	**Frequentie**
30 procent		Hoog; middel; laag
Struweel bij individuele erven	Verantwoordelijkheid bewoner	n.b.
Groene inpassing mastvoet m.b.v. ‘terp’	Natuurlijkvriendelijk maaien; gepland afvoeren/laten gras maaisel	Laag

Groen inpakken inkoopstation	Snoeien, indien er wordt gekozen voor inpakking m.b.v. vegetatie i.p.v. verf	Laag
70 procent		
Bloemrijke bermen	Planten eenjarige bloemmengsels; geen onderhoud aan meerjarige mengsels	Laag
Recreatiepaden	Onkruidvrij houden	Middel
Natuurvriendelijke oever (bij zonnepark)	Snoeien oeverbeplanting; eventueel baggeren watergang	Laag
Struweel in landschap	Snoeien, afvoeren snoeihout	Laag
Bomen	Snoeien afvoeren snoeihout	Laag
Ecologische strook	Onderhoud waterpoelen; snoeien en afvoeren oeverbeplanting; snoeien en afvoeren snoeihout	Laag
Ecologische stepping-stone	Afhankelijk van te bepalen invulling stepping stone	n.b.
Overig		
Grasvegetatie onder zonnepark	Maaien en afvoeren grasvegetatie om brandgevaar te voorkomen, immers vormt hete zonnepanelen in de zomer i.c.m. hoog en droog gras het grootste risico op brand.[6]	Hoog

4 Proces en uitvoering

De landschappelijke investeringen zullen in samenspraak moet worden uitgewerkt met de omwonenden, grondeigenaren, gemeente Zwolle en Provincie Overijssel. Bovendien worden de landschappelijke inrichtingsmaatregelen in samenhang met de civiele en elektrische werken (tijdelijke bouwplaats, kraanopstelplaatsen wegen, inkoopstation, kabels etc.) en overige ontwikkelingen in de directe omgeving ingepast. 3 maanden voorafgaand aan de bouw van de windturbines in Energiepark Tolhuislanden zal een definitief KGO plan en beheerplan worden overhandigd aan het bevoegd gezag.

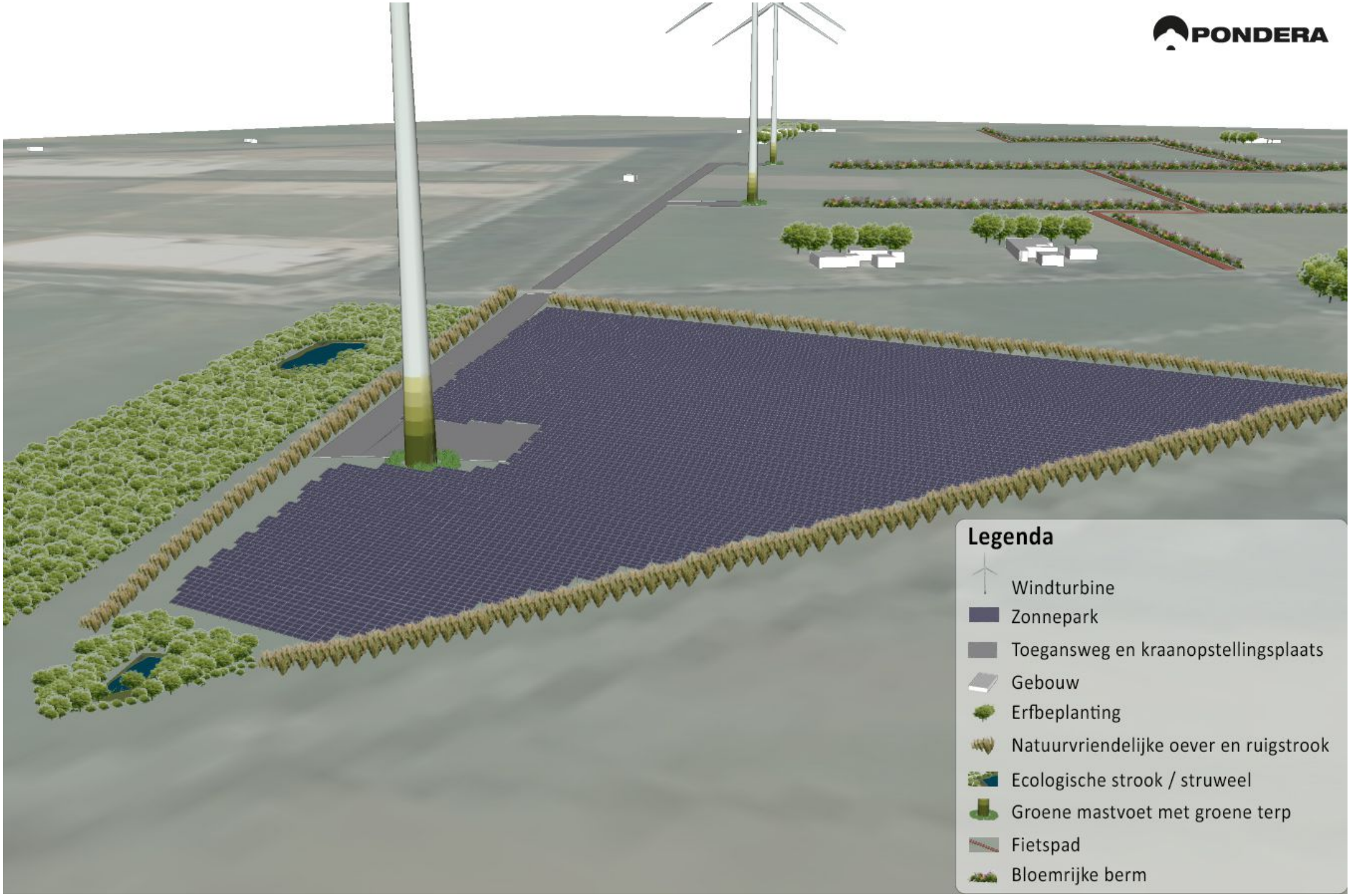
Coöperatie DTHL zal een commissie aanstellen vanuit leden van de coöperatie. De commissie zal de KGO-middelen beheren en invulling geven aan de landschappelijke investeringen, inclusief het beheer en onderhoud ervan. Jaarlijks zal de commissie voorstellen voor landschappelijke maatregelen doen en deze ter goedkeuring voorleggen aan de gemeente Zwolle. De maatregelen aan individuele erven (erfbeplanting) zullen door de commissie zelf worden uitgevoerd zonder goedkeuringsproces met de gemeente Zwolle. Het voornemen van de coöperatie is om zoveel mogelijk zelf de regie te houden waar de KGO-middelen voor worden gebruikt. Bovendien streeft de coöperatie ernaar om zoveel mogelijk gebruik te maken van lokale inzet voor de realisatie, beheer en onderhoud van de landschappelijke inpassingsmaatregelen.

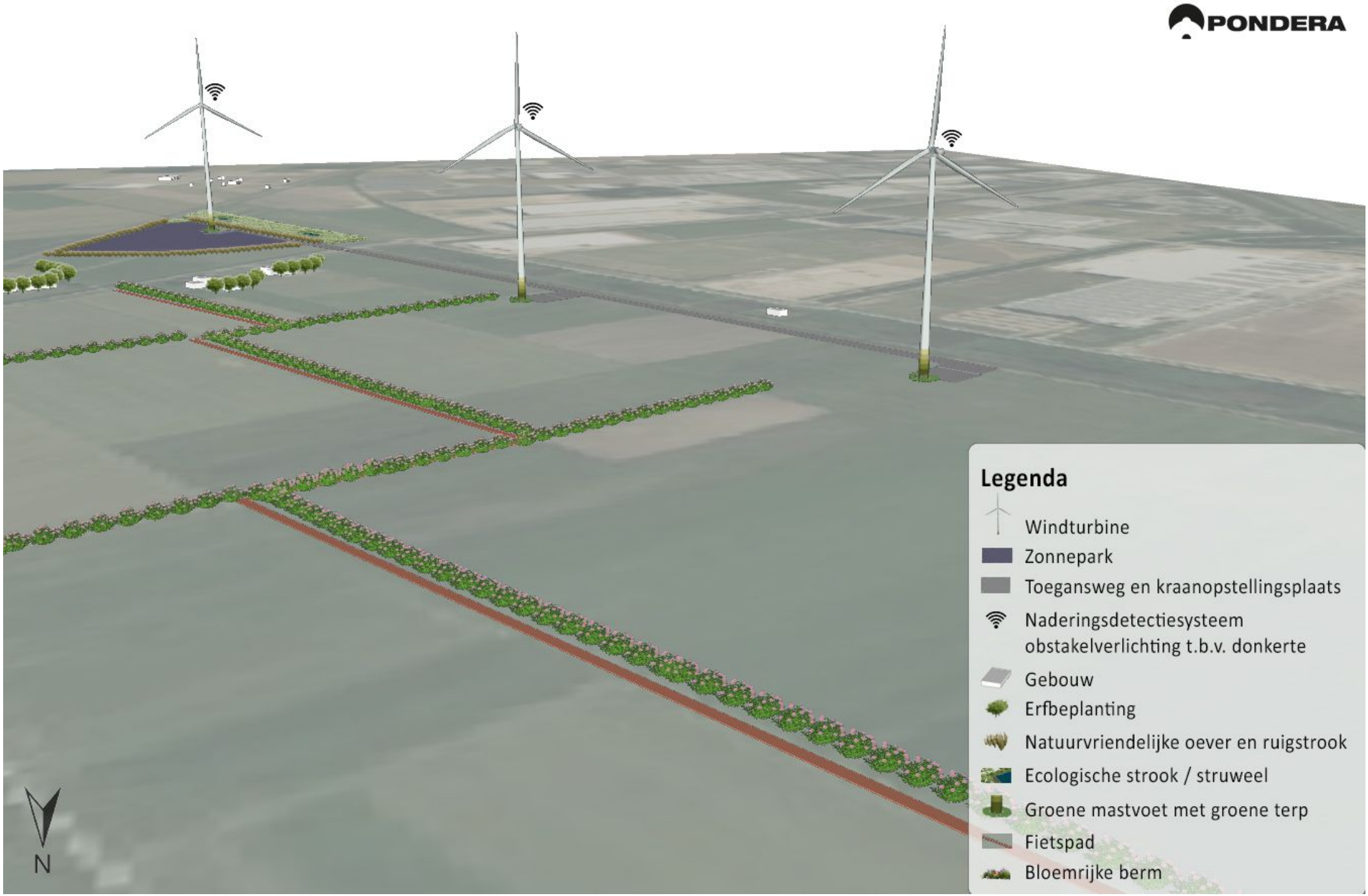
[6] Brandweer Nederland (2020). Handreiking Risicobeheersing Advies veilige pv-systemen. Geraadpleegd via: Handreiking risicobeheersing Advies veilige PV-systemen (nipv.nl)

5 Borging

Onderhavig KGO-plan is een bijlage bij de ruimtelijke onderbouwing van Energiepark Tolhuislanden. Daarmee is dit plan een integraal onderdeel uit van de omgevingsvergunning. Separaat wordt er een anterieure overeenkomst overeengekomen tussen coöperatie DTLH en de gemeente Zwolle. De KGO-middelen en proces zoals omschreven in onderhavig plan zullen worden geborgd in deze anterieure overeenkomst.


Legenda
Windturbine
Zonnepark
Toegangsweg en kraanopstellingsplaats
Naderingsdetectiesysteem obstakelverlichting t.b.v. donkerte
Gebouw
Erfbeplanting
Natuurvriendelijke oever en ruigstrook
Ecologische strook / struweel
Groene mastvoet met groene terp
Strand
Fietspad
Bloemrijke berm
1,0 km zone


PONDERA
Legenda
Windturbine
Zonnepark
Toegangsweg en kraanopstellingsplaats
Gebouw
Erfbeplanting
Natuurvriendelijke oever en ruigstrook
Ecologische strook / struweel
Groene mastvoet met groene terp
Fietspad
Bloemrijke berm


PONDERA
Legenda
Windturbine
Zonnepark
Toegangsweg en kraanopstellingsplaats
Naderingsdetectiesysteem obstakelverlichting t.b.v. donkerte
Gebouw
Erfbeplanting
Natuurvriendelijke oever en ruigstrook
Ecologische strook / struweel
Groene mastvoet met groene terp
Fietspad
Bloemrijke berm
N

WT-03
X,Y=208879, 507026

WT-02
X,Y=209091, 506596

WT-01
X,Y=209375, 505912

Legenda

- Maximale fundatie: 30m1
- Minimale rotordiameter: 149m1
- Maximale rotoriameter: 172m1
- perceelgrens
- perceelnummer
- sectie
- zonneveld
- toegangsweg breed 4m1
- parkbekabeling breed ca.11m1

Opmerking:
Kraanopstelplaats + inkoopstation komen binnen de maximale rotordiameter.

N
W
O
Z

VOORLOPIG ONTWERP
VERTROUWELIJK

717	B	64		Ontw. ter Doorn.	P7013.659		
fact. no.	build	ext.		Civ. engineer	project no.		

title: Windpark Tolhuislanden
Overzichttekening

fact./build. :
project:

rev	date	by	dept	ckd
D				
C	2023-09-11	E.B	GE	
B	2023-05-16	E.B	GE	
A	2022-07-19	E.B	GE	
-	2022-05-10	E.B	GE	

scale	dimensions in	doc. type	abbr.
1:2500	mm	15	PPD

Alt. doc. no.

GRIESEMANN GRUPPE

size	doc. no.	sh.
A0-	3.113.493	1 -

file-dn AC2012 /EEBC location doc. no. K

Plotted: 6-5-2023 13:43:56 C:\cad\Files\2021\Projekte\P7013053 WP Tolhuislanden\3x\3D\3x_3D.dwg