Witteveen + Bos

MER Windplan Blauw

Deelrapport woon- en leefmilieu

SwifterwinT B.V. en Nuon Wind Development

4 mei 2018

Project	MER Windplan Blauw
Opdrachtgever	SwifterwinT B.V. en Nuon Wind Development
Document	Deelrapport woon- en leefmilieu
Status	Definitief 02
Datum	4 mei 2018
Referentie	UT615-46/18-006.848
Projectcode	UT615-46
Projectleider	K.A. Haans MSc
Projectdirecteur	drs. D.J.F. Bel
Auteur(s)	J.A. Zoete MSc
Gecontroleerd door	drs. D.J.F. Bel
Goedgekeurd door	K.A. Haans MSc
Paraaf	

Adres

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

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

© Witteveen+Bos

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

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 2

1.1 Begripsbepaling 2

1.2 Beschrijving projectgebied, alternatieven en varianten 2

1.2.1 Projectgebied 2
1.2.2 MER in twee fases 3
1.2.3 Alternatieven fase 1 3
1.2.4 Varianten fase 2 5
1.2.5 Bestaande turbines en dubbeldraaiperiode 8

1.3 Leeswijzer 9

2 WETTELIJK EN BELEIDSKADER 10

3 REFERENTIESITUATIE 12

3.1 Huidige situatie 12

3.1.1 Ruimtegebruik 12
3.1.2 Geluid 14
3.1.3 Slagschaduw 18
3.1.4 Trillingen 19

3.2 Autonome ontwikkelingen 19

4 BEOORDELINGSKADER EN METHODIEK 21

4.1 Relevante ingreep-effectrelaties 21

4.1.1 Ruimtegebruik 21
4.1.2 Geluid 21
4.1.3 Slagschaduw 22
4.1.4 Trillingen 22
4.1.5 Belangrijkste effecten 22

4.2 Beoordelingskader en -criteria 23

4.3 Beoordelingsmethodiek fase 1 23

4.3.1 Ruimtegebruik 23
4.3.2 Geluid 24
4.3.3 Slagschaduw 27
4.3.4 Trillingen 28

4.4 Beoordelingsmethodiek fase 2 29

4.4.1 Ruimtegebruik 29
4.4.2 Geluid 30
4.4.3 Slagschaduw 36
4.4.4 Trillingen 37

4.5 Projectgebied en studiegebied 38

4.6 Rekenmethodiek en toegepast model 39

4.7 Bedrijfswoningen en participanten 39

5 FASE 1: EFFECTEN EN EFFECTBEOORDELING ALTERNATIEVEN 41

5.1 Effecten en effectbeoordeling 41

5.1.1 Invloed op geluidshinder 43
5.1.2 Slagschaduw 50

5.2 Voorzet voor optimaliserende, mitigerende en compenserende maatregelen 57

5.3 Keuzeruimte alternatieve plaatsingszones voor woon- en leefmilieu 58

6 FASE 2: RESULTERENDE EFFECTEN EN EFFECTBEOORDELING VARIANTEN FASE 2 59

6.1 Ruimtegebruik 59

6.1.1 Ruimtegebruik op land 59
6.1.2 Ruimtegebruik op het IJsselmeer 61
6.1.3 Effect op koelwatersysteem van de Maximacentrale 62
6.1.4 Effecten van turbulentie op Komeco 70
6.1.5 Samenvatting effecten op ruimtegebruik 73

6.2 Geluid 75

6.2.1 Effecten geluid: toetsing aan de norm 75
6.2.2 Effect op aantal gehinderden 81
6.2.3 Cumulatieve geluidsbelasting 83
6.2.4 Effecten tijdens de aanlegfase 84
6.2.5 Samenvatting 84

6.3 Slagschaduw 85

6.3.1 Inleiding 86
6.3.2 Slagschaduw op gevoelige objecten 87
6.3.3 Slagschaduw op agrarische percelen en het IJsselmeer 94
6.3.4 Slagschaduw en verkeersveiligheid 95

6.4 Trillingen 95

6.5 Mogelijke optimaliserende, mitigerende en compenserende maatregelen 96

6.5.1 Ruimtegebruik 96
6.5.2 Geluid 96
6.5.3 Slagschaduw 97
6.5.4 Trillingen 97

6.6 Samenvatting 97

6.6.1 Ruimtegebruik 97
6.6.2 Geluid 98

6.6.3 Slagschaduw 98
6.6.4 Trillingen 99
6.6.5 Effect na de dubbeldraaiperiode 100

7 LEEMTEN IN KENNIS EN INFORMATIE EN VOORSTEL VOOR MONITORING 101

7.1 Leemten in kennis en informatie 101
7.2 Mogelijke monitoringsvoorstellen 101

8 REFERENTIES 102

Laatste pagina 102

Bijlage(n) Aantal pagina's

I Overschrijdingen geluid per adres 17
II Resultaten slagschaduwduur per adres 765
III Resultaten overschrijdingen geluid per adres 1.225

Inhoud van dit rapport

Voor u ligt het deelrapport Woon- en leefmilieu van het MER Windplan Blauw. In dit deelrapport vindt u de resultaten van de onderzoeken die voor dit thema zijn uitgevoerd in MER fase 1 en MER fase 2. De milieueffecten van het voorkeursalternatief zijn in het hoofdrapport (hoofdstuk 6) beschreven.

1

INLEIDING

Het plaatsen van windturbines heeft op verschillende manieren invloed op het woon- en leefmilieu in het gebied rondom de windturbines. De alternatieven van fase 1 en het basisalternatief en de twee varianten van fase 2 zijn beoordeeld in dit deelrapport. De effecten van het plan (het voorkeursalternatief) zijn opgenomen in hoofdrapport.

In dit deelrapport worden een aantal van deze effecten in kaart gebracht en beoordeeld. Hierin worden vier thema's behandeld:
A. ruimtegebruik;
B. geluid;
C. slagschaduw;
D. trillingen.

De invloed op verlichting en beleving is meegenomen bij het thema landschap en cultuurhistorie.

1.1 Begripsbepaling

Ruimtegebruik
Dit is de ruimte die de windturbines en de daaraan gerelateerde zaken innemen, hetgeen leidt tot beperking van een ander gebruik van deze ruimte.

Geluid
Dit is het geluid dat wordt geproduceerd door de windturbines, hetgeen leidt tot hinder in de omgeving.

Slagschaduw
Dit is de schaduw van de rotor van een windturbine, dat door de draaiing als flikkering wordt ervaren, hetgeen leidt tot hinder in de omgeving.

Trillingen
Dit zijn de trillingen die worden veroorzaakt tijdens de bouw en tijdens de levensduur van het windpark, die leiden tot hinder of mogelijk zelfs schade in de omgeving.

1.2 Beschrijving projectgebied, alternatieven en varianten

1.2.1 Projectgebied

Het projectgebied Windplan Blauw ligt in het gebied rondom Swifterbant in Flevoland. Het grenst in het zuidoosten aan Dronten en in het zuid westen aan Lelystad. Het projectgebied is ingedeeld in drie deelgebieden, deze gebieden zijn ook weergegeven in afbeelding 1.1:
- IJsselmeer;
- oost;
- west.

De effectbeoordeling geldt voor het projectgebied als geheel. In de effectbeschrijving kunnen binnen verschillende deelgebieden echter specifieke effecten onderscheidend zijn. De deelgebieden worden daarom gebruikt voor het beschrijven van effecten per deelgebied.

Afbeelding 1.1 Deelgebieden Windplan Blauw

1.2.2 MER in twee fases

In dit MER voor Windplan Blauw is in twee fasen gewerkt. Er is een duidelijk onderscheid gemaakt tussen deze fasen (zie ook paragraaf 1.5 van het hoofdrapport):

- fase 1: zinvolle effectbepaling door onderscheidende en mogelijk significant negatieve milieueffecten van vier alternatieven inzichtelijk te maken. Zoals te zien in paragraaf 1.2.3 verschillen de alternatieven ten aanzien van turbinetype en plaatsingszones. De effectbepaling van onderscheidende en mogelijk significante milieueffecten is input voor de afweging en keuze van een basisalternatief in fase 2 op basis van milieu, kosten, techniek en omgeving;
- fase 2: onderbouwing en nadere uitwerking van een basisalternatief IR en twee varianten (IA/IB) daarop. Op basis van de onderzoeksuitkomsten van deze varianten wordt een voorkeursalternatief (VKA) gekozen. De onderbouwing van het VKA wordt beschreven in hoofdstuk 6 van het hoofdrapport. Daarnaast wordt de onderbouwing van de VKA keuze opgenomen in het inpassingsplan en vergunningaanvragen met alle relevante milieueffecten.

In hoofdstuk 5 van dit deelrapport is de effectbeoordeling van fase 1 beschreven. In hoofdstuk 6 is de effectbeoordeling van fase 2 beschreven.

1.2.3 Alternatieven fase 1

Ten behoeve van de VKA keuze zijn in dit MER vier alternatieven onderzocht:

- alternatief 1 (RR): Reguliere windturbines in plaatsingszones Regioplan;
- alternatief 2 (IR): Innovatieve windturbines in plaatsingszones Regioplan;
- alternatief 3 (RA): Reguliere windturbines in plaatsingszones Regioplan en Alternatieve zones;
- alternatief 4 (IA): Innovatieve windturbines in plaatsingszones Regioplan en Alternatieve zones.

Een uitgebreide beschrijving van de alternatieven van fase 1 is opgenomen in het hoofdrapport. Navolgend zijn de verschillen samengevat.

Reguliere en innovatieve windturbines

De maatvoering van de turbines is afhankelijk van de alternatieven. Er zijn in dit MER twee types voor de hoogte onderzocht:

- het reguliere type;
- het innovatieve type.

In tabel 1.1 zijn de bandbreedtes opgenomen van de dimensies waar de te realiseren windturbine aan moet voldoen.

Tabel 1.1 Toelichting bandbreedtes reguliere en innovatieve windturbines

Type windturbine	Ashoogte	Rotordiameter
regulier	90-120 m	100-120 m
innovatief	120-166 m	120-164 m

Regioplanzones en alternatieve plaatsingszones

De plaatsingszones waar turbines geplaatst kunnen worden zijn ook afhankelijk van de alternatieven. In dit MER zijn twee mogelijkheden voor plaatsingszones onderzocht, namelijk 'regioplanzones' en 'alternatieve plaatsingszones'. De definitie van deze zones wordt is hieronder nader toegelicht.

Regioplanzones

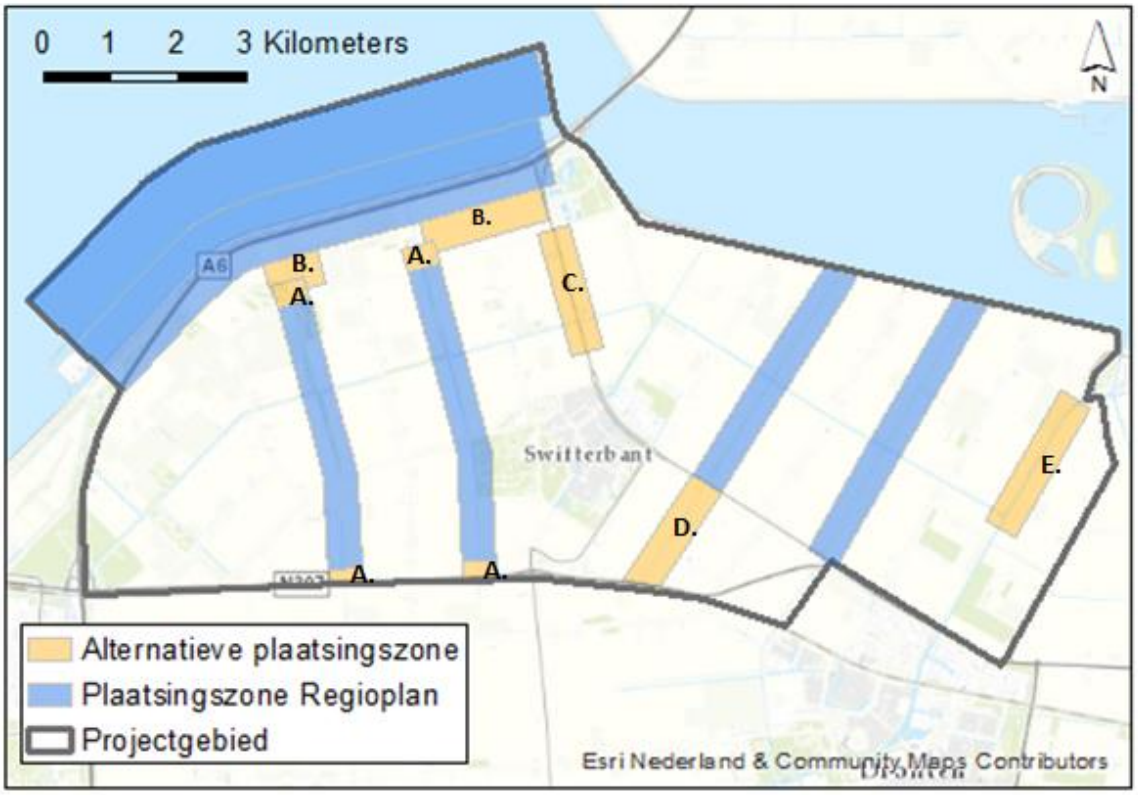
In het Regioplan (2016) zijn vijf plaatsingszones aangewezen. De zone die deels in het IJsselmeer ligt en deels op land, is 2.000 m breed. De vier zones op land zijn 500 m breed en kunnen elk een lijnopstelling bevatten. Ze liggen rond de Klokbekertocht, de Rivierduintocht, de Rendiertocht en de Elandtocht. Deze zones zijn zo breed genomen om te voorkomen dat grondprijzen of posities leiden tot prijsstijgingen (zie afbeelding 1.1).

Alternatieve plaatsingszones

De beoordeling gebruikt letters als afkorting van de volgende alternatieve plaatsingszones (zie afbeelding 1.1 voor de namen van de zones, en afbeelding 1.3 voor de afkortingsletter):

a) uitbreiding Klokbeker- en Rivierduintocht;
b) IJsselmeer parallel binnendijks;
c) Kamperhoekweg;
d) uitbreiding Elandtocht;
e) Lage Vaart.

Afbeelding 1.2 Regioplanzones en alternatieve plaatsingszones



1.2.4 Varianten fase 2

In een integrale afweging van de aspecten omgeving, milieu (MER fase 1), techniek en economisch perspectief is gekozen voor een innovatief turbinetype. Het innovatieve turbinetype is in fase 2 nader onderzocht in drie opstellingen. Met dit turbinetype is allereerst een opstelling uitgewerkt binnen de Regioplanzones, dit heet het basisalternatief IR.

Naast het basisalternatief zijn twee terugvalopties onderzocht. Om te verwijzen naar deze opstellingen gebruiken we de volgende benaming voor de varianten in fase 2 van dit MER:
- basisalternatief **IR:** **I**nnovatieve turbines binnen de **R**egioplanzones;
- variant **IA**: **I**nnovatieve turbines binnen de regioplanzones en **A**lternatieve plaatsingszones;
- variant **IB:** **I**nnovatieve turbines binnen de regioplanzones met een **B**olstapeling op het IJsselmeer.

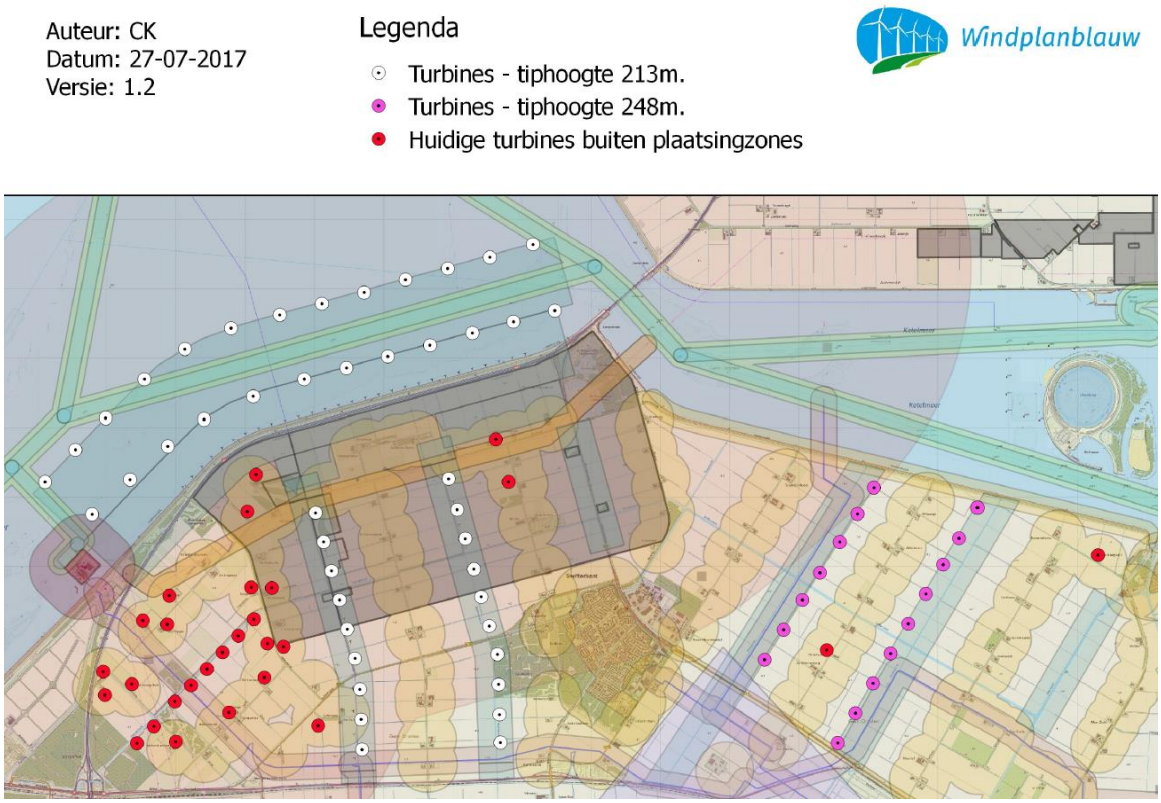
De verschillende opstellingen worden hieronder beschreven. Zie het hoofdrapport voor meer informatie over de keuze van varianten in fase 2.

Basisalternatief IR
De turbineposities van het basisalternatief IR zijn weergegeven in afbeelding 1.3 In dit basisalternatief IR worden twee rijen windturbines ontwikkeld in het IJsselmeer en alternatieve plaatsingszones worden niet benut. In totaal worden in het basisalternatief IR 60 turbines ontwikkeld. In tabel 1.2 is weergegeven hoe deze over de deelgebieden en plaatsingszones verdeeld zijn.

Tabel 1.2 Aantal turbines in deelgebieden en plaatsingszones (basisalternatief IR)

Deelgebied	Plaatsingszone	Aantal turbines
IJsselmeer	IJsselmeer buitendijks buitenzijde	13
	IJsselmeer buitendijks binnenzijde	12
west	Klokbekertocht	9
	Rivierduintocht	10
oost	Elandtocht	7
	Rendiertocht	9
totaal		60

Afbeelding 1.3 Turbineposities basisalternatief IR



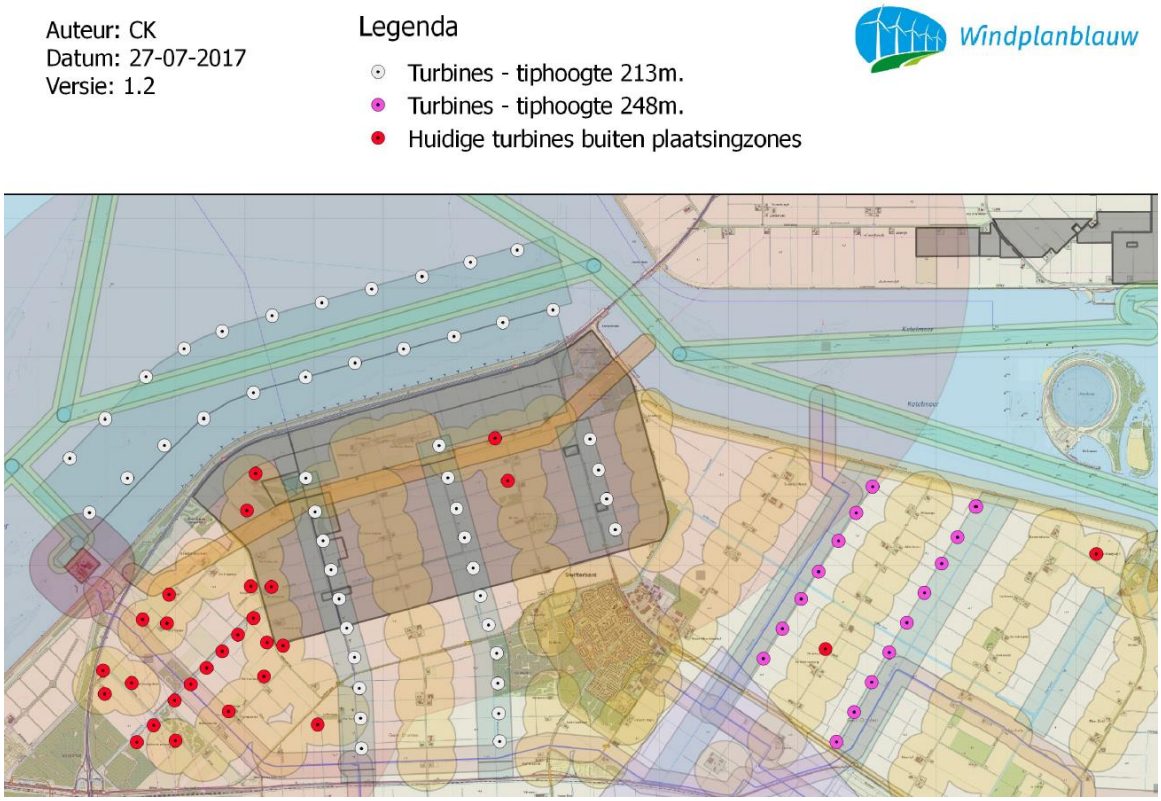
Variant IA: Innovatieve turbines binnen de regioplanzones en Alternatieve plaatsingszones

In variant IA worden drie turbines minder gerealiseerd in het IJsselmeer (22 in plaats van 25). Naast de zones uit het basisalternatief IR worden zes extra turbines geplaatst in de alternatieve plaatsingszones 'uitbreiding Klokbekertocht en Rivierduintocht' en in de Kamperhoekweg. De turbineposities zijn weergegeven in afbeelding 1.4 en in tabel 1.3 is een overzicht gegeven van het aantal turbines per deelgebied en plaatsingszone. In totaal worden in deze variant 63 windturbines ontwikkeld.

Tabel 1.3 Aantal turbines in deelgebieden en plaatsingszones (variant IA)

Deelgebied	Plaatsingszone	Aantal turbines
IJsselmeer	IJsselmeer buitendijks buitenzijde	11
	IJsselmeer buitendijks binnenzijde	11
west	Klokbekertocht	9
	Rivierduintocht	10
	uitbreiding Klokbekertocht en Rivierduintocht	2
	Kamperhoekweg	4
oost	Elandtocht	7
	Rendiertocht	9
totaal		63

Afbeelding 1.4 Turbineposities variant IA



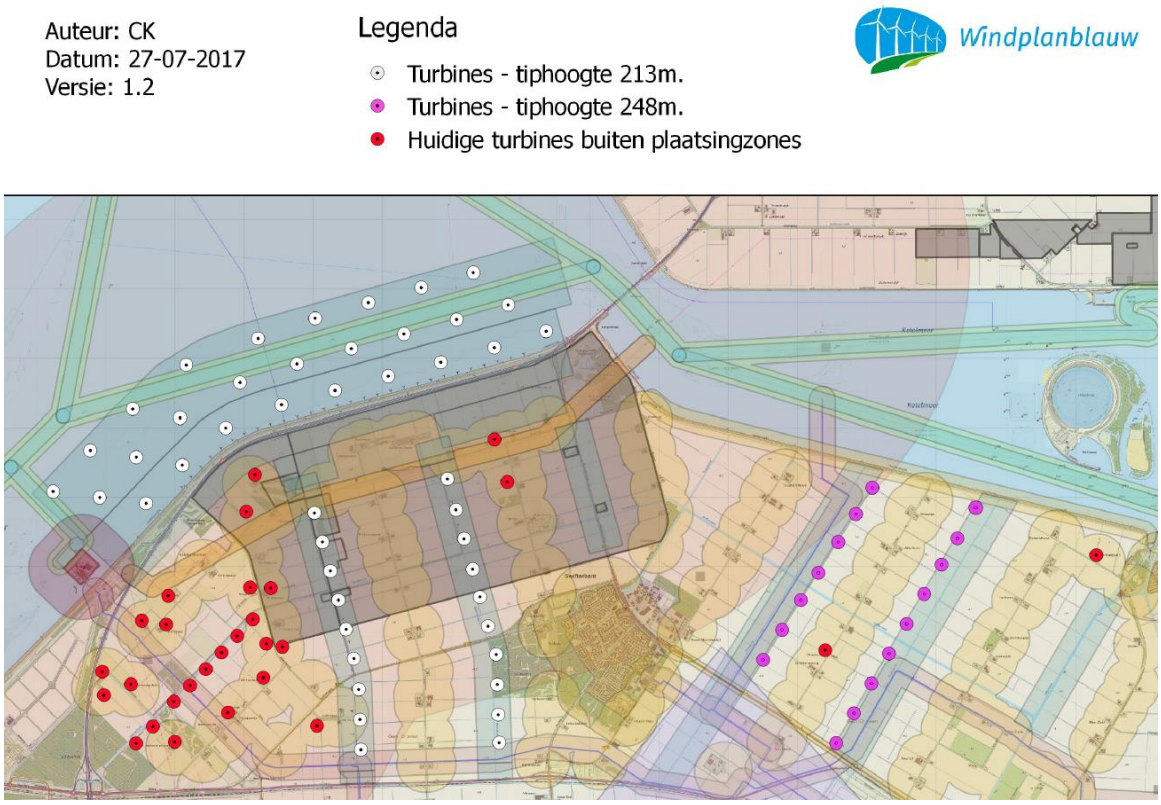
Variant IB: Innovatieve turbines binnen de regioplanzones met een Bolstapeling op het IJsselmeer

In variant IB worden drie lijnen ontwikkeld op het IJsselmeer in de vorm van een bolstapeling, zie afbeelding 1.5. In deze variant worden 27 turbines in het IJsselmeer geplaatst, zie tabel 1.4. De plaatsingszones op land zijn in deze variant gelijk aan de plaatsingszones in het basisalternatief IR.

Tabel 1.4 Aantal turbines in deelgebieden en plaatsingszones (variant IB)

Deelgebied	Plaatsingszone	Aantal turbines
IJsselmeer	IJsselmeer buitendijks buitenzijde	18
	IJsselmeer buitendijks binnenzijde	9
west	Klokbekertocht	9
	Rivierduintocht	10
oost	Elandtocht	7
	Rendiertocht	9
totaal		62

Afbeelding 1.5 Turbineposities variant IB



1.2.5 Bestaande turbines en dubbeldraaiperiode

In de huidige situatie zijn 74 windturbines in het projectgebied aanwezig. Vóór het in gebruik nemen van windplan Blauw worden 46 windturbines gesaneerd. 28 windturbines zullen wanneer het nieuwe windpark is ontwikkeld nog gedurende een periode van 5 jaar in werking blijven, dit noemen we de dubbeldraaiperiode. De turbines die in de dubbeldraaiperiode in gebruik zijn, zijn per variant in het rood weergegeven (zie afbeeldingen 1.3 tot en met 1.5). De dubbeldraaiperiode ontstaat doordat de saneringsopgave gefaseerd zal plaatsvinden. De bestaande windturbines die binnen een plaatsingszone voor nieuwe turbines zijn gelegen worden voor in gebruik name van de nieuwe turbines verwijderd. De solitaire turbines en de lijnopstelling (Noordertocht) in het westen van het projectgebied kunnen gelijktijdig in bedrijf zijn met de nieuw te plaatsten turbines. In de eindsituatie zijn alle bestaande windturbines gesaneerd.

1.3 Leeswijzer

Dit deelrapport beschrijft de aspecten ruimtegebruik, geluid, slagschaduw en trillingen. In dit rapport wordt eerst het wettelijke- en beleidskader geschetst die het kader vormen voor de effectbeoordeling van deze aspecten (hoofdstuk 2). Daarna wordt per aspect de referentiesituatie geschetst waarmee de plansituatie zal worden vergeleken (hoofdstuk 3).

In paragraaf 4.1 van dit deelrapport worden de verwachte ingreep-effectrelaties beschreven. Vervolgens zijn in het beoordelingskader per aspect de criteria benoemd die beoordeeld zullen worden. De wijze van beoordeling is in paragraaf 4.3 per criterium uitgewerkt. Ten slotte zijn in paragraaf 4.4 het project- en studiegebied beschreven.

In hoofdstuk 5 is de effectbeoordeling van fase 1 uitgewerkt. In dit hoofdstuk zijn de vier alternatieven beoordeeld. In hoofdstuk 6 is de effectbeoordeling van het basisalternatief en de varianten IA en IB van fase 2 gepresenteerd. In paragraaf 6.2 worden maatregelen beschreven om de effecten die mogelijk optreden te mitigeren of compenseren. Ten slotte zijn in hoofdstuk 7 de leemten in kennis en het advies voor vervolgonderzoek beschreven.

Het voorkeursalternatief (hierna VKA) is bepaald door de projectgroep op basis van de onderzoeken van de alternatieven (fase1) en de varianten (fase 2). Het bepaalde VKA is een geoptimaliseerd ontwerp van het basisalternatief IR, waarin de buitendijkse turbines zijn herschikt om energieopbrengst te optimaliseren. Op land zijn de Klokbekertocht en Rivierduintocht aangevuld met twee turbines uit variant IA. De effecten van het VKA zijn beschreven in hoofdstuk 6 van het hoofdrapport.

2

WETTELIJK EN BELEIDSKADER

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van het vigerende beleid en de vigerende regelgeving op het gebied van woon- en leefmilieu op verschillende schaalniveaus, voor zover van invloed op het voornemen (tabel 2.1). Voor het aspect ruimtegebruik zijn geen wettelijke normen en regels waaraan getoetst kan worden.

Tabel 2.1 Beleidskader woon- en leefmilieu

Beleidsstuk/wet	Uitleg en relevantie
B. geluid	
Activiteitenbesluit milieubeheer	Het Activiteitenbesluit milieubeheer biedt het kader voor de toetsing van geluidshinder door windturbines. In artikel 3.14a is de norm voor geluidshinder door windturbines vastgesteld op ten hoogste 47dB L_{den} en een norm van ten hoogste 41 dB L_{night} op de gevel van gevoelige gebouwen, tenzij het bevoegd gezag maatwerkvoorschriften heeft vastgesteld.
Kamerbrief over laagfrequent geluid van windturbines, 2014	Windturbines produceren ook laagfrequent geluid. Dit is geluid wat op het grensgebied van normaal hoorbaar en onhoorbaar geluid ligt in de laagste frequenties. Het aandeel laagfrequent geluid is over het algemeen zo laag dat dit niet of nauwelijks bijdraagt aan de beleving van geluidhinder door windturbines. In Nederland zijn strenge normen opgesteld voor de geluidbelasting door windturbines. In de huidige geluidsnorm het gehele geluidkarakter van windturbinegeluid meegenomen, dus ook laagfrequent geluid. De norm biedt daarmee voldoende bescherming voor gevoelige objecten. Indien door de alternatieven aan de geluidnorm wordt voldaan, kan worden geconcludeerd dat ook laagfrequent geluid geen onaanvaardbaar effect heeft op gevoelige objecten. In een Brief van toenmalig staatssecretaris Mansveld (I&M) aan de Tweede Kamer wordt ingegaan op de kennisontwikkeling over laagfrequent geluid van windturbines. De conclusie van de staatssecretaris is dat de huidige norm voor geluidhinder van windturbines (47 dB-L_{den} en 41 dB-L_{night}) en het bijbehorende reken- en meetvoorschrift voldoen en geen wijzigingen behoeven.
Bouwbesluit 2012	Het Bouwbesluit 2012 vormt voor vergunningplichtige bouwactiviteiten het toetsingskader voor het geluid van de bouw- en sloopwerkzaamheden. Het Bouwbesluit stelt eisen aan de geluidniveaus vanwege bouw- en sloopwerkzaamheden bij bouwwerken. De sloop en bouw van windturbines is mogelijk vergunningplichtig.
Luchthavenbesluit Lelystad, 2015	In het Luchthavenbesluit Lelystad zijn geluidscontouren opgenomen die veroorzaakt worden door vliegactiviteiten. De 48 dB contour ligt gedeeltelijk binnen projectgebied Windplan Blauw.
Verordening voor de fysieke leefomgeving, 2012	In de provinciale omgevingsverordening zijn regels opgenomen ten aanzien van geluidshinder. Deze regels zijn afgeleid van de Wet milieubeheer en Wet geluidhinder. De verordening geeft richtwaarden voor de maximale geluidsbelasting veroorzaakt door een geluidsbron binnen of nabij een milieubeschermingsgebied. Het projectgebied Windplan Blauw is niet gelegen binnen of nabij een milieubeschermingsgebied.
Reken- en meetvoorschriften windturbines	Het reken- en meetvoorschrift voor windturbines is opgenomen in Bijlage 4 van de Activiteitenregeling milieubeheer. In dit document beschrijft de Rijksoverheid de methode om geluidsbelasting in de omgeving ten gevolge van windturbines en windparken te bepalen.
Methode Miedema	Omdat er in de omgeving van het windpark ook andere geluidsbronnen bevinden is een onderzoek naar de gecumuleerde geluidsbelasting noodzakelijk. Er is geen wettelijke norm vastgesteld voor de bepaling van de gecumuleerde geluidsbelasting. Over het algemeen wordt gebruik gemaakt van de 'Methode Miedema', waarbij de akoestische kwaliteit van de omgeving voor en na toevoeging van de nieuwe geluidsbron wordt bepaald.

Beleidsstuk/wet	Uitleg en relevantie
C. slagschaduw	
Activiteitenbesluit milieubeheer	Ten aanzien van slagschaduw wordt in artikel 3.14 onder 4. van het Activiteitenbesluit verwezen naar de bij de ministeriële regeling te stellen maatregelen (de Activiteitenregeling). In deze regeling is in artikel 3.12 voorgeschreven dat een turbine is voorzien van een automatische stilstandvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten voor zover de afstand tussen de turbine en de woning minder bedraagt dan twaalf maal de rotordiameter en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten slagschaduw kan optreden. Ook voor slagschaduw kan het bevoegd gezag maatwerkvoorschriften vaststellen.
D. trillingen	
Activiteitenbesluit milieubeheer	Afdeling 2.9 van het Activiteitenbesluit milieubeheer gaat in op trillinghinder. In artikel 2.23 wordt verwezen naar de Meet- en beoordelingsrichtlijn deel B «Hinder voor personen in gebouwen» van de Stichting Bouwresearch Rotterdam. In dit document zijn streefwaarden opgenomen voor trillinghinder.
Wet ruimtelijke ordening	De wet schrijft de zorg voor een goede ruimtelijke ordening voor. Dit is relevant vanwege trillingshinder tijdens de aanlegfase.
Keur en legger waterschap, 2014	In de keur en legger zijn regels opgenomen ter bescherming van dijken, kades, gemalen, sluizen en stuwen. Voor primaire en secundaire keringen en voor hoofdwateren. Kaarten van de beschermingszones van primaire waterkeringen zijn opgenomen in de legger van het Waterschap Zuiderzeeland dat een uitwerking is van de Keur.

3

REFERENTIESITUATIE

Dit hoofdstuk gaat in op de huidige stand van zaken in het project- en studiegebied en eventuele relevante zekere ontwikkelingen in de toekomst. Deze beschrijving dient als referentiesituatie om de alternatieven tegen te beoordelen.

3.1 Huidige situatie

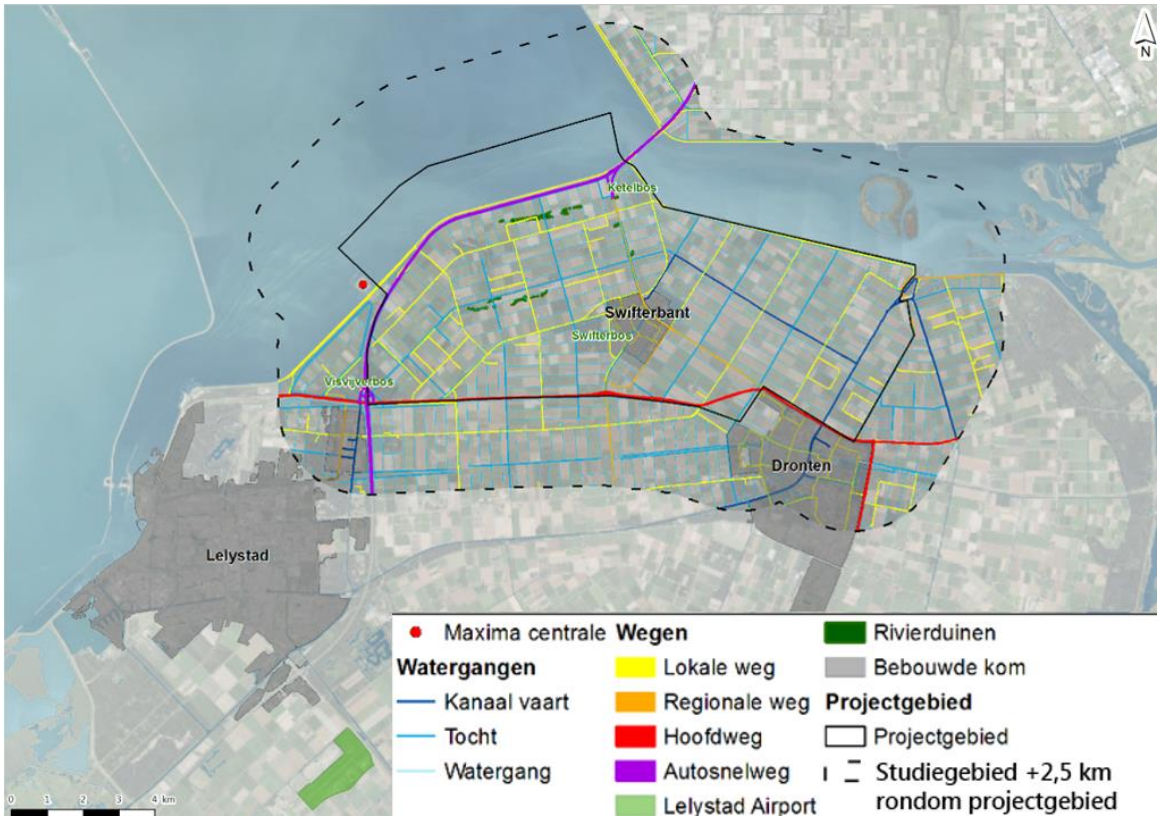
3.1.1 Ruimtegebruik

Het projectgebied kenmerkt zich door een grootschalig agrarisch productielandschap, aan de westzijde met name als grasland, verder als akkers voor onder andere aardappelen, maïs, bollen en bieten. Daarnaast is er sprake van groene gebieden. Bij Swifterbant ligt het Swifterbos. Bij de Kamperhoek (nabij Ketelbrug) ligt het Ketelbos, in de zuidwesthoek ligt het Visvijverbos. Enkele kavels met fossiele rivierduinen in de ondergrond zijn onderdeel van een natuurreservaat.

Aan de zuidoosthoek ligt de kern Dronten en ten zuidwesten liggen Luchthaven Lelystad en Lelystad. In het midden van het projectgebied ligt Swifterbant, deze woonkern is uitgesloten van het projectgebied. Er bevinden zich verder ongeveer 200 adressen binnen het projectgebied, van oudsher bedrijfswoningen. Tegenwoordig zijn sommige boerderijen niet meer in gebruik en hebben deze panden alleen een woonfunctie en -bestemming. In het projectgebied en een straal van 2,5 kilometer eromheen liggen circa 4.000 woningen, dit is inclusief Swifterbant en een deel van Dronten.

Het kaartje in onderstaand afbeelding 3.1 geeft een overzicht van het gebied.

Afbeelding 3.1 Overzicht projectgebied en studiegebied



In de huidige situatie staan 74 windturbines in het gebied, de locatie van deze turbines is weergegeven in afbeelding 3.2.

Afbeelding 3.2 Bestaande windturbines in en om het projectgebied

Van de 74 bestaande turbines staan er 28 langs de IJsselmeerdijk. De bestaande windturbines op land hebben een gemiddeld funderingsoppervlak van 10 x 10 m (100 m^2). Het projectgebied heeft een oppervlakte van circa 90.000.000 m^2, waarvan het landbouwgebied 73.000.000 m^2 beslaat. De 46 windturbines die in het landbouwgebied staan hebben een ruimtebeslag van 4.600 m^2. Ten opzichte van het totale landbouwareaal in het projectgebied, is het ruimtegebruik van de windturbines in de huidige situatie nihil (0,006 %).

In het IJsselmeer is het bestaande ruimtebeslag van de windturbines 2.800 m^2. Het gedeelte van het IJsselmeer dat gerekend wordt tot het projectgebied is 17.000.000 m^2. Dit betekent dat het ruimtebeslag van windturbines in het IJsselmeer 0,016 % bedraagt.

De IJsselmeerdijk en Ketelmeerdijken zijn primaire waterkeringen. De dijken worden beheerd en onderhouden door het waterschap Zuiderzeeland.

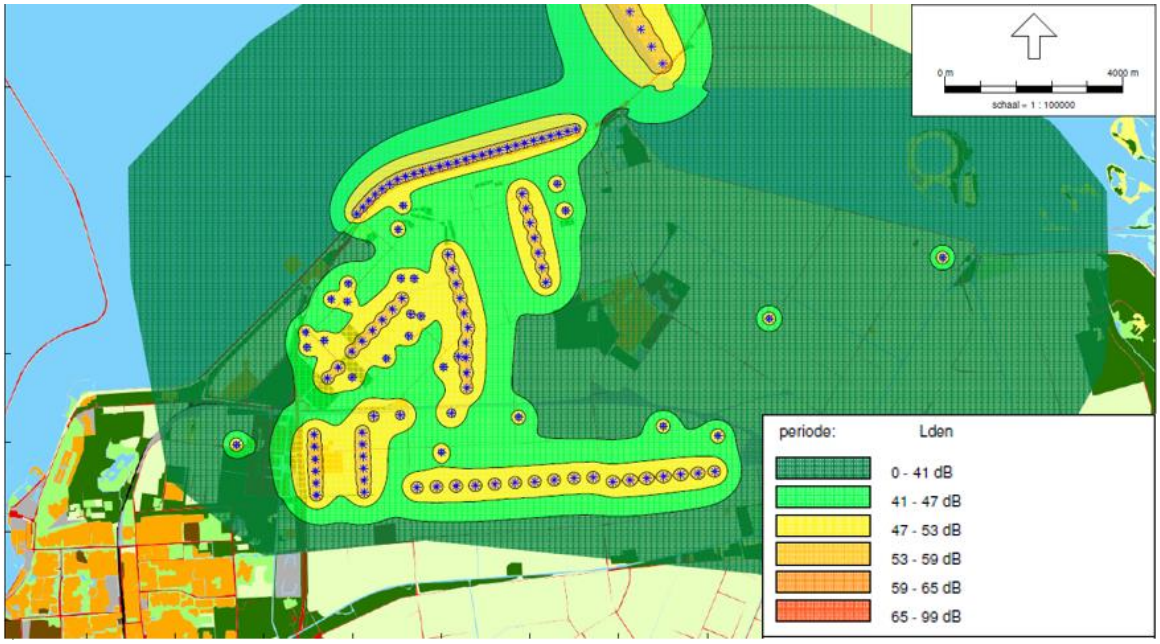
Het IJsselmeer maakt deel uit van een Natura 2000-gebied. Hier ligt ook een scheepvaartroute door het projectgebied. Aan de rand van de IJsselmeerzone ligt de Maximacentrale. Hier leidt een scheepvaartroute naar toe. Op de centrale staan gasgestookte elektriciteitsproductie eenheden. De beide eenheden pompen meer dan 25 m^3 opgewarmd koelwater per seconde in het uitlaatkanaal dat uitstroomt in het projectgebied van Windplan Blauw.

3.1.2 Geluid

In de huidige situatie zijn de volgende geluidsbronnen aanwezig:
- de bestaande windturbines binnen de gemeentes Lelystad en Dronten (zie afbeelding 3.2);
- het wegverkeer van de A6;
- het wegverkeer van de N710/N711 en de N307;
- de vliegbewegingen vanuit luchthaven Lelystad;
- de Maximacentrale;
- Flevokust (autonome ontwikkeling, zie hoofdrapport);
- spoorverkeer Lelystad-Zwolle.

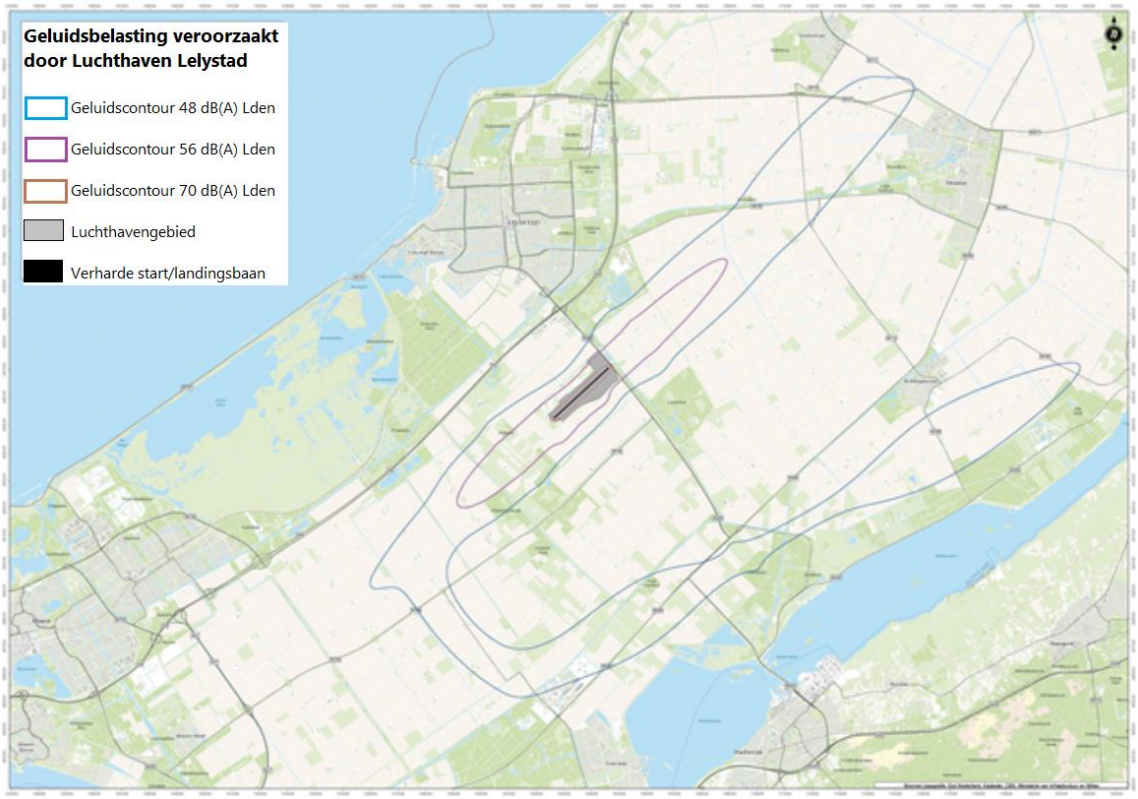
De geluidsbelasting binnen het studiegebied wordt vooral bepaald door bestaande windturbines. De turbines zijn gebouwd tussen 1993 en 2006. De geluidsbelasting van de turbines zorgt in de referentiesituatie voor 43 overschrijdingen van de 47 dB Lden-norm. 43 gevoelige objecten ondervinden dus een geluidsbelasting boven de norm (>47 dB Lden, zonder mitigatie) (zie afbeelding 3.2).

Afbeelding 3.3 Geluidsbelasting dB Lden in de referentiesituatie



In het westelijke deel van het projectgebied is sprake van cumulatie van de A6 en de windturbines langs de A6. Vliegbewegingen vanuit de luchthaven Lelystad hebben vooral invloed op de geluidsbelasting in het zuidoostelijke deel van het projectgebied, in afbeelding 3.4 is te zien dat vliegverkeer hier leidt tot een geluidsbelasting van 48 dB.

Afbeelding 3.4 Geluidsbelasting veroorzaakt door luchthaven Lelystad. Bron: Luchthavenbesluit Lelystad, 2015

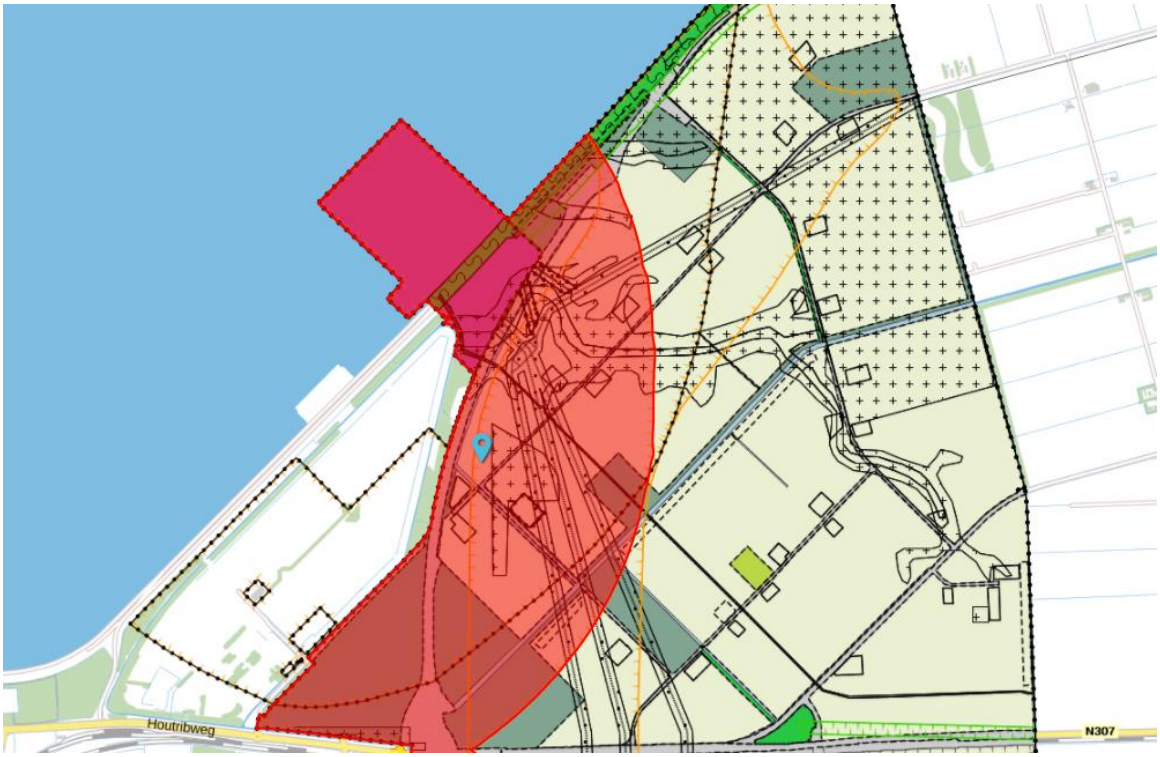


In het bestemmingsplan buitengebied Lelystad is de geluidszone voor vliegverkeer opgenomen, zoals te zien in afbeelding 3.5. Ter plaatse van deze contour mogen geen nieuwe geluidsgevoelige bestemmingen worden gebouwd. Een windturbine is geen geluidsgevoelige bestemming. De geluidsbelasting van vliegverkeer wordt in fase 2 van het MER meegenomen, zodat cumulatie met het voorgenomen plan in kaart wordt gebracht.

Afbeelding 3.5 Geluidszone vliegverkeer (VFR-route in legenda) uit bestemmingsplan buitengebied Lelystad

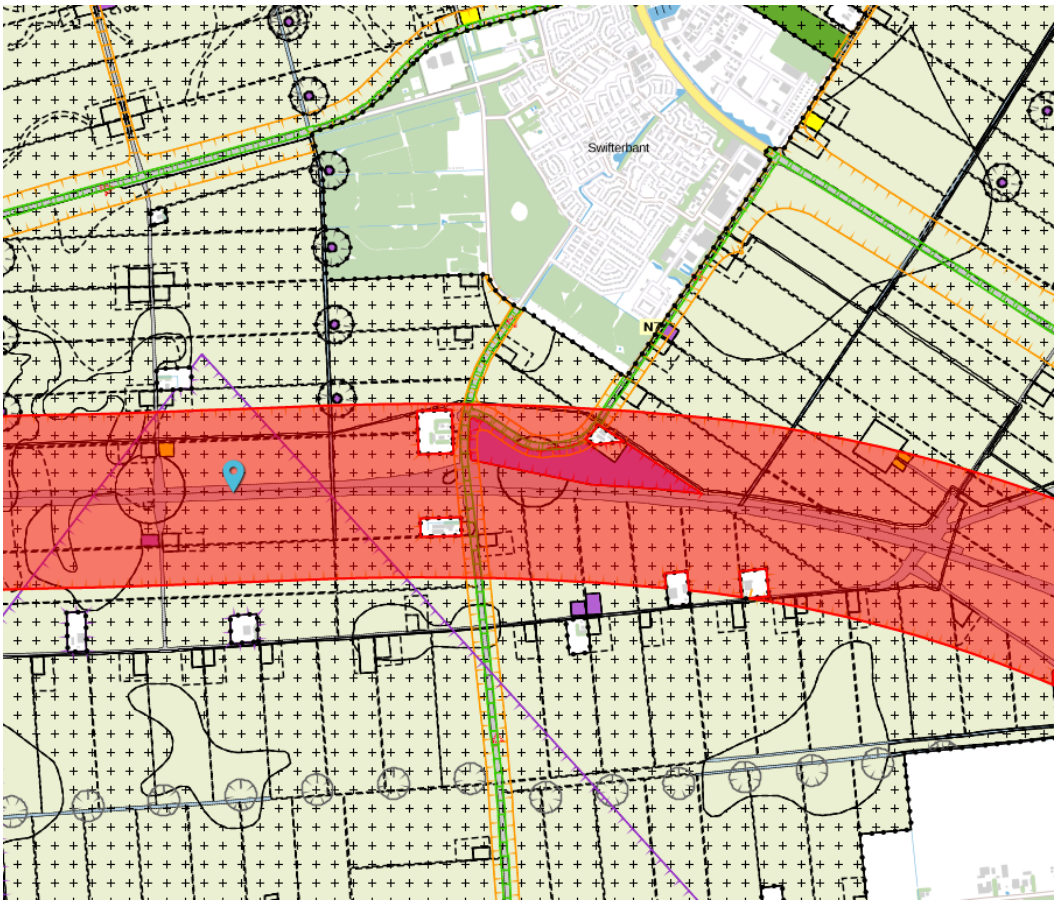
In het bestemmingsplan buitengebied Lelystad is de geluidszone - industrie opgenomen, zoals te zien in afbeelding 3.6. Ter plaatse van deze contour mogen geen nieuwe geluidsgevoelige bestemmingen worden gebouwd. Een windturbine is geen geluidsgevoelige bestemming. De geluidsbelasting van Flevokust en de Maxima-centrale worden in fase 2 van het MER meegenomen, zodat cumulatie met het voorgenomen plan in kaart wordt gebracht.

Afbeelding 3.6 Geluidzone - industrie (in rood) van Flevokust en de Maxima-centrale (Bestemmingplan Buitengebied Lelystad 2010)



In het bestemmingsplan buitengebied Dronten is de geluidszone - spoor opgenomen, zoals te zien in afbeelding 3.7. Ter plaatse van deze contour mogen geen nieuwe geluidsgevoelige bestemmingen worden gebouwd. Een windturbine is geen geluidsgevoelige bestemming. De geluidsbelasting van het spoor wordt in fase 2 van het MER meegenomen, zodat cumulatie met Windplan Blauw in kaart wordt gebracht.

Afbeelding 3.7 Geluidzone - spoor (in rood) van de spoorlijn tussen Lelystad en Dronten (Hanzelijn) (Bestemmingplan Buitengebied Dronten 2016)



3.1.3 Slagschaduw

Op dit moment staan 74 windturbines in het projectgebied, variërend in grootte. In de huidige situatie is al sprake van slagschaduw aangezien diverse woningen in de directe nabijheid van die turbines staan. Aangezien slagschaduw ook buiten het projectgebied kan optreden is tot een contour van 2 kilometer rondom het projectgebied de huidige situatie en slagschaduw studie uitgevoerd. In die zone staan 44 windturbines waarmee het totaal aantal turbines in de huidige situatie komt op 118 stuks.

De huidige situatie is in kaart gebracht door een telling van gevoelige objecten rondom de bestaande turbines, hierbij zijn de volgende vuistregels gehanteerd:

- meer dan 05.40 uur[1] hinder door slagschaduw: 10 keer de rotordiameter
- meer dan 15 uur[2] hinder door slagschaduw: 5 keer de rotordiameter

Deze vuistregels zijn opgebouwd door te kijken naar de turbines binnen het studiegebied en de maximale slagschaduwcontouren (05.40 en 15.00) te bepalen voor de kleinste en grootste turbines, deze turbines hebben een rotordiameter van respectievelijk 18 en 115 m[3]. In overeenstemming met het

[1] 05.40 uur komt overeen met 17 dagen maal 20 minuten per dag, in overeenstemming met het Activiteitenbesluit.

[2] De contour van 15.00 uur wordt in beeld gebracht ter indicatie van de ernst van de slagschaduw. Deze indicatieve norm is gebaseerd op een vroegere klasse-indeling voor slagschaduw: 0-5 uur; 5-10 uur; 10-15 uur en >15 uur. Hierbij wordt 15.00 uur beschouwd als relatief ernstig.

[3] Dronten solitaire turbine - Lagerwey en Lelystad Noord - Enercon.

Activiteitenbesluit[1], is de rotordiameter als bepalende factor gebruikt om het beïnvloedingsgebied ten aanzien van slagschaduw te beschouwen.

Wanneer deze vuistregels worden gehanteerd ondervinden in de referentiesituatie 106 woningen meer dan 5 uur en 40 minuten slagschaduw per jaar en 43 woningen ervaren meer dan 15 uur slagschaduw als geen mitigerende maatregelen zijn getroffen.

3.1.4 Trillingen

Het projectgebied bevindt zich in landelijk gebied waar weinig bouwactiviteiten zijn die in de huidige situatie leiden tot trillingshinder. Wel wordt het projectgebied doorkruist door de A6, N710/N711 en de N307, die ook een bron van trillingen zijn. De afstanden die gehanteerd worden voor de windturbines tot deze wegen zijn zodanig dat cumulatie van trillingen wordt uitgesloten. Daarmee kan wegverkeer in de huidige situatie hinder door trillingen veroorzaken.

3.2 Autonome ontwikkelingen

Windenergie
De bestuurlijke basis voor windenergie in de Flevopolder wordt gevormd door 'Regioplan Windenergie Zuidelijk en Oostelijk Flevoland' zoals in 2016 is vastgesteld door de provincie Flevoland en de betrokken gemeenten. Hierin zijn in de Flevopolder vier projectgebieden gedefinieerd, genaamd Zuid, Noord, Oost en West. In elk van deze gebieden zijn plaatsingszones voor windturbines bepaald. Zie afbeelding 3.7. De provinciale strategie is 'opschalen en saneren'. Hierbij wordt ruimte gemaakt voor grootschalige windenergie, in rijen geplaatst. Tegelijkertijd worden oude, vaak solitaire, windturbines gesaneerd.

Windplan Blauw geeft invulling aan projectgebied Noord[2]. Het gebied grenst aan de projectgebieden West en Oost. Voor de invulling van deze projectgebieden zijn ook de eerste stappen gezet. Deze andere projectgebieden zijn mogelijkerwijs van belang in het kader van mogelijke cumulatie van effecten op het gebied van geluid en van slagschaduw, maar de besluitvorming is niet ver genoeg om mee te nemen in de analyses[3].

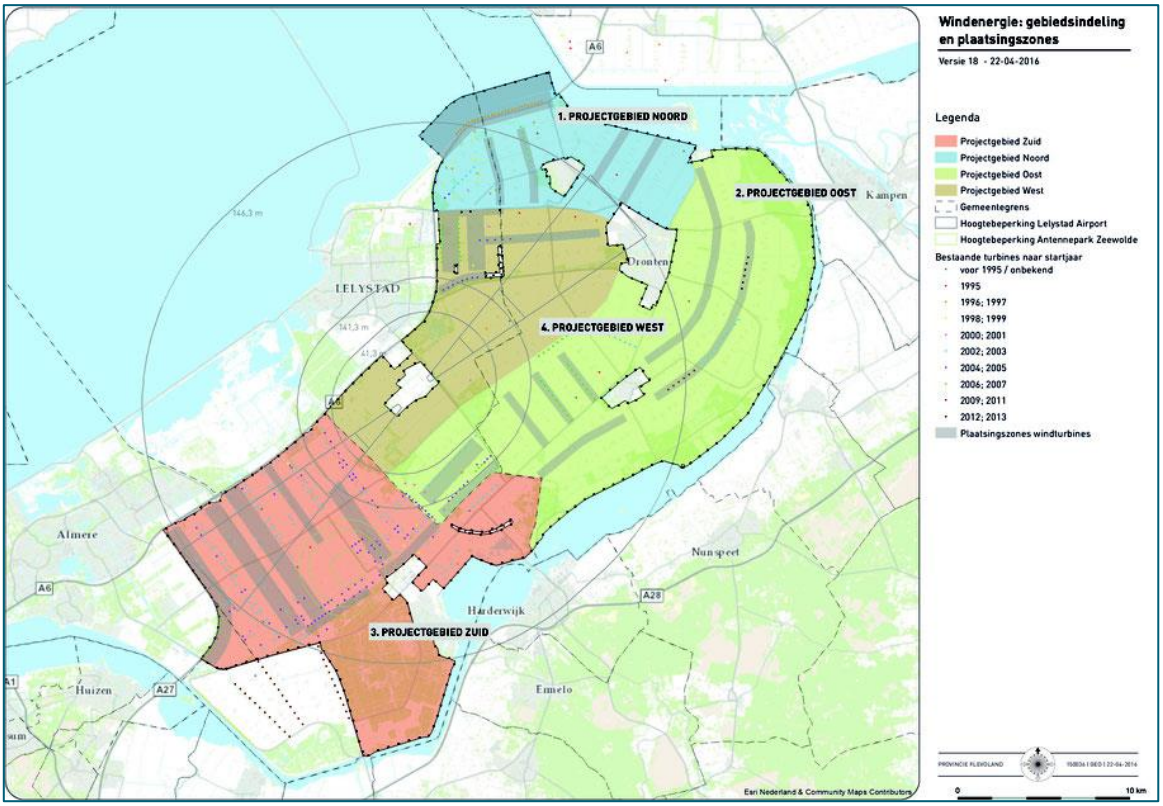
---

1 In het Activiteitenbesluit is vastgelegd dat de toetsingsafstand twaalf maal de rotordiameter bedraagt. Hierbij is aangenomen dat slagschaduw verder van twaalf maal de rotordiameter niet merkbaar is.

2 De naam Windplan Blauw refereert aan de markeringskleur van het projectgebied Noord in afbeelding 3.5.

3 Daarmee wordt bedoeld dat de planstatus van de gebieden West en Oost niet de status ontwerp hebben of verder. Dat betekent dat wij niet in kunnen schatten waar en welk type windturbine gebouwd gaat worden. Het doen van aannames vanuit dit project voor andere projecten zou de ontwerpkeuzes van andere parken richting de omgeving kunnen beperken. Dat is niet aan ons. Het planMER horend bij het regioplan heeft dergelijke effecten voor andere parken tot de huidige planstatus/detailniveau voldoende onderzocht.

Afbeelding 3.8 Gebiedsindeling en plaatsingszones voor Windenergie uit het 'Regioplan Windenergie Zuidelijk en Oostelijk Flevoland'



Uitbreiding Airport Lelystad

Luchthaven Lelystad zal in 2019 worden uitgebreid met een vakantieluchthaven. Het aantal vliegbewegingen met passagiersvliegtuigen zal naar verwachting toenemen tot 45.000 in 2043[1]. Deze ontwikkeling is, aan de hand van de gegevens die bekend waren ten tijde van het opstellen van het MER, voor zover relevant in verband met cumulatie van geluid, en is verwerkt in de analyses.

[1] Bron: https://www.lelystadairport.nl/ontwikkeling-luchthaven.

4

BEOORDELINGSKADER EN METHODIEK

In dit hoofdstuk wordt toegelicht hoe de effectbeoordeling in dit MER plaatsvindt voor het thema woon- en leefmilieu. In paragraaf 4.1 wordt ingegaan op de relevante ingrepen en de effecten die daaruit kunnen voortvloeien (ingreep-effectrelaties). Dit is de basis voor de afweging van de effecten. Op basis van de belangrijkste effecten is het beoordelingskader opgesteld en weergegeven in paragraaf 4.2. Het beoordelingskader gaat in op de verschillende fasen. De methode waarmee de effecten worden verkregen, worden voor fase 1 toegelicht in paragraaf 4.3 en voor fase 2 toegelicht in paragraaf 4.4.

Het beoordelingskader toegepast voor de afweging van de alternatieven in hoofdstuk 5 en het basisalternatief en de twee varianten daarop in hoofdstuk 6.

4.1 Relevante ingreep-effectrelaties

4.1.1 Ruimtegebruik

Het windpark heeft effect op het ruimtegebruik binnen het projectgebied. De effecten op ruimtegebruik is met name in het akkerbouwgebied. De plaatsing van windturbines maakt de locatie ongeschikt als landbouwgrond. Het effect is beperkt aangezien het gaat om beperkt ruimtegebruik voor de turbines, de kraanopstelplaatsen voor de turbines en de werkwegen.

Bij de positiebepaling van de windturbines en daaraan gerelateerde zaken (zoals aanvoerwegen en kraanplaatsen) wordt de kernzone van de dijk gevrijwaard van ruimtegebruik. Dit geldt ook voor de wegen en de gemarkeerde vaarwegen. Ruimtebeslag in de kernzone van de dijk en bij de wegen is daarom niet het geval. Hiervoor zijn geen permanente effecten te verwachten.

De plaatsing van windturbines in het IJsselmeer kan leiden tot beïnvloeding van het koelsysteem bij de Maximacentrale. De turbines van Windplan Blauw kunnen daarnaast effect hebben op de werking van de schoorsteen van Komeco, en daarmee de geuroverlast in Ketelhaven. Dit is nu niet onderscheidend tussen de alternatieven en is ook niet een maatgevend effect. Daarnaast is er bij verschillende inrichtingen van het park een verschillend multifunctioneel ruimtegebruik mogelijk. De inrichting wordt in fase 2 nader uitgewerkt, binnen de plaatsingszones binnen de alternatieven van fase 1 zijn de effecten op de genoemde gebruiksfuncties niet onderscheidend.

Het windpark zorgt voor effecten op het ruimtegebruik (gebruiksfase en aanlegfase) in het projectgebied (in de aanlegfase). Dit voor de alternatieven in fase 1 niet onderscheidend. Invloed op het ruimtegebruik wordt in fase 2 van het MER verder uitgewerkt.

4.1.2 Geluid

Een draaiende windturbine produceert geluid en draagt bij aan de totale geluidsbelasting in de omgeving. Dit kan leiden tot hinder in bij geluidsgevoelige bestemmingen in het projectgebied, en een strook daarbuiten. Daarom is het studiegebied voor geluid groter dan het projectgebied. Hoe dichter een windturbine in de nabijheid van een geluidsgevoelig object wordt geplaatst, hoe groter de potentiële hinder

door geluid. Naast de plaatsing van de turbine is ook het type turbine van belang, waarbij niet direct aangenomen kan worden dat alleen het formaat van de windturbine het geluidsniveau bepaalt. Een nieuw type grote turbine kan minder geluid produceren dan een kleiner, ouder turbinetype. Het aspect geluid is naar verwachting significant en onderscheidend tussen de alternatieven en wordt daarom beoordeeld in zowel fase 1 als fase 2.

4.1.3 Slagschaduw

Als de zon schijnt, kan een draaiende rotor van een windturbine een slagschaduw werpen op de omgeving. Als een dergelijke slagschaduw op ramen valt, kan dit als hinderlijke flikkering worden ervaren. Deze slagschaduw kan dus hinder veroorzaken bij gevoelige objecten, zoals woningen. Het formaat van de turbine (hoogte en rotordiameter) heeft invloed op de grootte van de slagschaduw en daarmee op het potentiële aantal gehinderden.

Daarnaast is ook de plaatsing - in relatie tot de positie van de zon - van windturbines ten opzichte van kwetsbare objecten van belang. Afhankelijk van de plaatsing kunnen een groter aantal kleine turbines een groter slagschaduweffect veroorzaken dan een kleiner aantal grote windturbines. Het aspect slagschaduw is naar verwachting significant en onderscheidend tussen de alternatieven en wordt daarom beoordeeld in zowel fase 1 als fase 2.

4.1.4 Trillingen

In dit deelrapport wordt het effect van trillingen op de leefomgeving beoordeeld. Het effect van trillingen op waterkeringsveiligheid is beoordeeld in het deelrapport veiligheid (deelrapport V).

Trillingen kunnen met name tijdens de aanlegfase optreden vanwege heiwerkzaamheden. Deze trillingen kunnen als hinderlijk worden ervaren. Het effect van hinder door trillingen is afhankelijk van het aantal turbines waarvoor heiwerkzaamheden moet plaatsvinden en door de afstand van de heiwerkzaamheden tot kwetsbare objecten. Vanwege de geluidsnormering worden windturbines op dusdanige afstand van kwetsbare objecten gerealiseerd dat redelijkerwijs is uit te sluiten dat trillingen in de aanlegfase en in de gebruiksfase een onderscheidend en significant negatief effect hebben. Het aspect trillingen wordt daarom uitgewerkt voor het basisalternatief en de varianten in fase 2.

4.1.5 Belangrijkste effecten

De belangrijkste te verwachten effecten voor leefomgeving betreffen:
- draaiende bladen van windturbines produceren geluid, dat door de omgeving als hinderlijk kan worden ervaren[1];
- draaiende bladen van windturbines produceren slagschaduw, dat door de omgeving als hinderlijk kan worden ervaren.

Trillingen leiden tijdens de aanlegfase mogelijk tot hinder. Dit is voor de alternatieven in fase 1 niet onderscheidend en wordt alleen uitgewerkt voor het basisalternatief en de varianten in fase 2.

De aanleg en het ruimtebeslag leiden (mogelijk) tot effecten voor ruimtegebruik. Dit is voor de alternatieven in fase 1 niet onderscheidend en de criteria worden alleen voor het Basisalternatief IR en de varianten IA en IB in fase 2 uitgewerkt.

[1] Ook andere bewegende delen van de turbine zoals de generator maken hoorbaar geluid. De wieken dragen echter het grootste deel bij aan de geluidsbelasting die wordt onderzocht in dit MER.

4.2 Beoordelingskader en -criteria

Zoals beschreven in paragraaf 4.1 heeft het plaatsen van windturbines effecten op de woon- en leefomgeving. In de onderstaande sub paragrafen zijn de aspecten samengevat waarop de alternatieven in fase 1 en het basisalternatief en de varianten in fase 2 worden beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. De veranderingen kunnen zowel positief (waarde neemt toe), neutraal (waarde blijft gelijk), als negatief (waarde neemt af) zijn. De manier waarop de beoordeling plaatsvindt, is in tabellen per criterium toegelicht. Deze maatlatten geven aan bij welk effect welke beoordelingsscore wordt gegeven. Daarmee wordt de latere beoordeling navolgbaar.

Tabel 4.1 Beoordelingskader woon- en leefmilieu

Aspect	Criterium	Methode fase 1 (alternatievenafweging)	Methode fase 2 (Basisalternatief IR en varianten IA en IB)
ruimtegebruik	invloed op ruimtegebruik	niet relevant in fase 1	kwalitatief
geluid	geluidsbelasting	kwantitatief: analyse van impact geluidsgevoelige bestemmingen op de voorgenomen plaatsingszones	kwantitatief: geluidsberekeningen in Geomilieu voor individuele gevoelige bestemmingen, inclusief cumulatie van geluid.
slagschaduw	slagschaduw op kwetsbare objecten (05.40) slagschaduw op kwetsbare objecten (>15 uur)	kwalitatief: beoordeling van slagschaduwcontouren middels GIS model	kwantitatief: slagschaduwberekeningen voor individuele gevoelige bestemmingen in WindPro.
trillingen	trillingen tijdens de aanlegfase	niet relevant in fase 1	kwalitatief
	trillingen tijdens de gebruiksfase	niet relevant in fase 1	kwalitatief

In het geval van slagschaduw wordt naast het beoordelingscriterium van 5 uur en 40 minuten slagschaduw per jaar, ook een slagschaduwcontour boven dit criterium (aantal kwetsbare objecten dat meer dan 15 uur slagschaduw per jaar ontvang) onderzocht. Hiervoor is gekozen om de ernst van de slagschaduw beter in beeld te brengen en onderscheidende effecten van alternatieven beter te kunnen beoordelen.

4.3 Beoordelingsmethodiek fase 1

In deze paragraaf wordt, per aspect van het thema woon- en leefomgeving, aangegeven wat de gehanteerde beoordelingsmethodiek voor fase 1 is. De effectbeoordeling vindt plaats op een zeven- of vierpuntsschaal, waarbij de referentiesituatie neutraal is (=0).

4.3.1 Ruimtegebruik

In fase 1 van het MER is geen onderzoek gedaan naar het ruimtegebruik van Windplan Blauw. De beoordelingsmethodiek is daarom in paragraaf 4.4.1 beschreven voor het onderzoek van fase 2.

4.3.2 Geluid

In het Activiteitenbesluit is vastgesteld dat geluidshinder door windturbines ten hoogste 47dB L_{den} en een norm van ten hoogste 41 dB L_{night} op de gevel van gevoelige gebouwen en op de grens van gevoelige terreinen bedraagt, tenzij het bevoegd gezag maatwerkvoorschriften heeft vastgesteld. Dit toetsingskader geldt voor windturbines of een combinatie van windturbines. De geluidsbelasting is afhankelijk van het aantal windturbines, de geluidemissie van de windturbines en de specifieke positie van de windturbines in relatie tot gevoelige bestemmingen. In deze norm is ook rekening gehouden met laagfrequent geluid (zie onderstaand kader).

In het algemeen kan gesteld worden dat wanneer aan de norm van Lden = 47 dB kan worden voldaan, ook wordt voldaan aan de norm van Lnight = 41 dB. Daarom is verder in dit deelrapport getoetst aan de norm van Lden = 47 dB. De effecten zijn onderzocht voor de aanlegfase, plansituatie, dubbeldraaiperiode en verwijderingsfase. Daarbij zijn alle turbines binnen het studiegebied (dus ook buiten het plangebied) meegenomen. De resultaten zijn getoetst op alle geluidgevoelige objecten die onder invloed zijn van het nieuwe park (verschil >0,5 dB). Uiteraard is ook getoetst aan de Lnight = 41 dB voor het voorkeursalternatief, zie hoofdstuk 6 en geluidsbijlagen bij het hoofdrapport.

Laagfrequent geluid

Windturbines produceren ook laagfrequent geluid. Dit is geluid wat op het grensgebied van normaal hoorbaar en onhoorbaar geluid ligt, in de laagste frequenties. Het aandeel laagfrequent geluid is over het algemeen zo laag dat dit niet of nauwelijks bijdraagt aan de beleving van geluidhinder door windturbines. In Nederland zijn normen opgesteld voor de geluidbelasting door windturbines. In de huidige geluidsnorm is het gehele geluidkarakter van windturbinegeluid meegenomen, dus ook laagfrequent geluid. De norm biedt daarmee voldoende bescherming voor gevoelige objecten. Indien de alternatieven aan de geluidnorm voldoen, kan worden geconcludeerd dat ook laagfrequent geluid geen onaanvaardbaar effect heeft op gevoelige objecten.

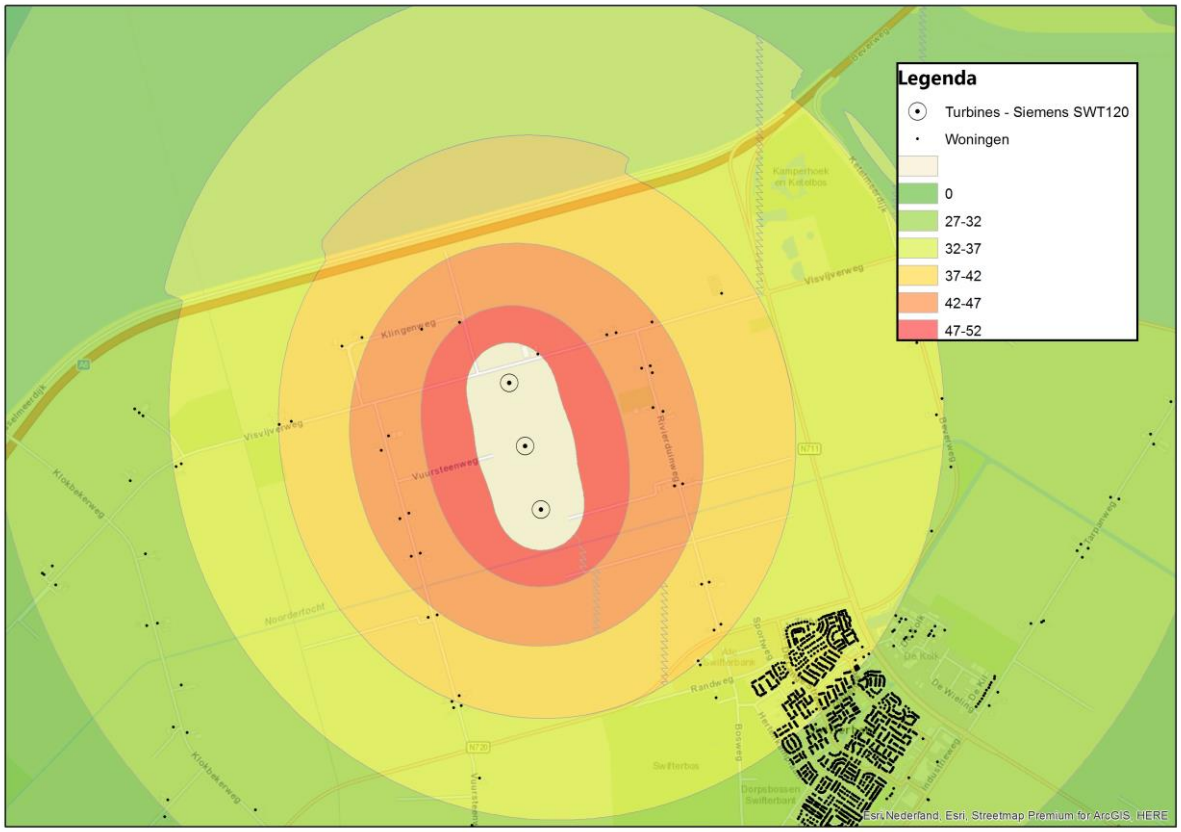
Bij de beoordeling van de akoestische belasting van een voorgenomen initiatief ten opzichte van de referentiesituatie wordt getoetst of er sprake is van een toename van het aantal overschrijdingen van de geldende geluidsnormen. In fase 1 van het MER is geredeneerd vanuit de mogelijke turbine posities. Daarbij worden turbines fictief op de randen van de plaatsingszones geplaatst (worst case) en op een smalle middenstrook in het midden van de plaatsingszone (realistische case). Door de verwachte geluidscontour van de alternatieven (type turbine) te projecteren op de geluidsgevoelige objecten kan worden bepaald of de plaatsing van een turbine binnen de plaatsingszone leidt tot verslechtering of verbetering van de akoestische belasting ten opzichte van de referentiesituatie.

Tabel 4.1 Kenmerken referentieturbines fase 1 reguliere en innovatieve alternatieven[1]

	Referentie turbine	47 dB contour lijn opstelling [m]
regulier	Siemens SWT120, ashoogte op 120 m	740
innovatief	Gamesa G132, ashoogte op 140 m	785

[1] Vanaf fase 2 is als referentieturbine de Senvion 6.2 MW gehanteerd, ten tijde van fase 1 was deze turbine nog niet beschikbaar in WindPRO.

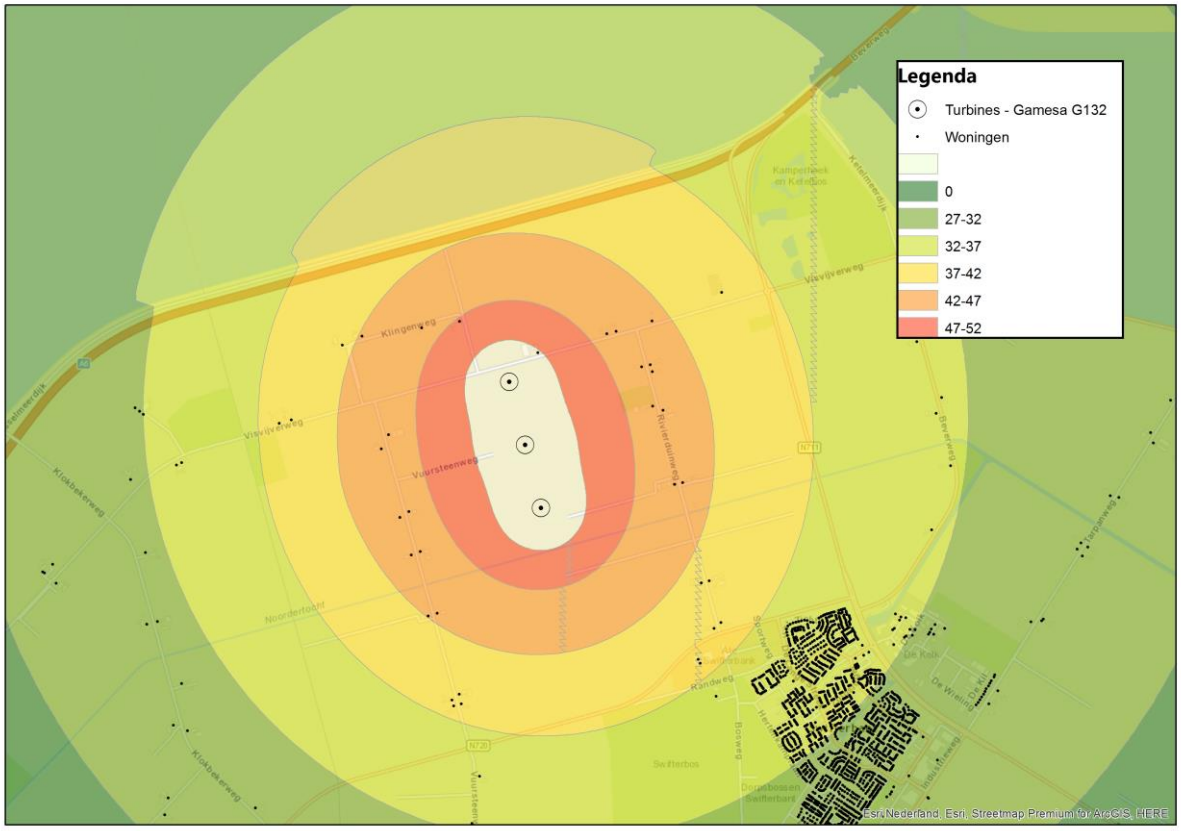
Afbeelding 4.1 Indicatieve weergave van geluidscontouren van lijnopstelling met reguliere turbines Siemens SWT120



Tabel 4.2 Bronvermogen per windsnelheid Vhub nieuwe turbines (Siemens)

Vhub (m/s)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 - 25
Lw (dB(A))	0	81,3	85,5	91,2	94,1	98,8	105,1	106,8	107,6	108,0	108,0

Afbeelding 4.2 Indicatieve weergave van geluidscontouren van lijnopstelling met innovatieve turbines Gamesa G132



Tabel 4.3 Bronvermogen per windsnelheid V10 nieuwe turbines (Gamesa G132)

V10 (m/s)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 - 25
Lw (dB(A))	0	86,2	94,5	100,6	105,9	108,0	108,4	107,9	108,1	108,5	108,5

De Siemens SWT120 is gebruikt als referentieturbine omdat deze het meest overeenkomt met de afmetingen van de alternatieven (1 en 3): reguliere windturbines. De rotordiameter is 120 m en de ashoogte 120 m. De Gamesa G132 is gebruikt als referentieturbine voor de innovatieve alternatieven (2 en 4). Deze windturbine is een van de grootste turbines die op dit moment beschikbaar is, en heeft binnen zijn klasse de hoogste geluidsproductie. Ook de Siemens SWT120 heeft binnen zijn klasse de hoogste verwachte geluidsproductie.

Conform de Reken- en Meetvoorschriften Windturbines worden voor de verschillende turbinetypes geluidscontouren bepaald. Daarbij wordt in fase 2 van dit MER ook rekening gehouden met het geluidsniveau dag, avond en nacht (norm L_{den} 47 dB[1]) en de cumulatieve effecten van het wegverkeerslawaai, vliegverkeer, industrielawaai, spoorverkeer en bestaande windturbines.

Om in onderscheid te kunnen maken tussen de alternatieven, wordt de beoordelingsmethodiek ingedeeld op basis van het aantal geluidsgevoelige objecten met een verwachte overschrijding van de norm. De genoemde aantallen van 50 en 20 zijn gekozen om voldoende onderscheidend te kunnen zijn.

[1] In het algemeen kan gesteld worden dat wanneer aan de norm van Lden = 47 dB kan worden voldaan, ook wordt voldaan aan de norm van Lnight = 41 dB. In deze fase wordt er dan ook getoetst aan de norm van Lden = 47 dB.

Tabel 4.2 Beoordelingsmethodiek geluid (kwantitatief)

Score	Betekenis (ten opzichte van de referentiesituatie)
--	aanzienlijk negatief: de ontwikkeling leidt tot toename van het aantal overschrijdingen van de geluidsnorm van 47 dB-Lden op meer dan 50 geluidsgevoelige bestemmingen binnen het studiegebied
-	negatief: de ontwikkeling leidt tot een toename van het aantal overschrijdingen van de geluidsnorm van 47 dB-Lden op 20 tot 50 geluidsgevoelige bestemmingen binnen het studiegebied
0/-	licht negatief: de ontwikkeling leidt tot een overschrijding van de geluidsnorm van 47 dB-Lden op minder dan 20 geluidsgevoelige bestemmingen binnen het studiegebied
0	neutraal, geen verandering ten opzichte van de referentiesituatie
0/+	licht positief, de ontwikkeling leidt tot een afname van minder dan 20 geluidsgevoelige objecten met een verwachte overschrijding van de norm
+	positief: de ontwikkeling leidt tot een afname van 20-50 geluidsgevoelige objecten met een verwachte overschrijding van de norm
++	sterk positief: de ontwikkeling leidt tot een afname van >50 geluidsgevoelige objecten met een verwachte overschrijding van de norm

4.3.3 Slagschaduw

In de Activiteitenregeling is vastgesteld dat wanneer de afstand tussen gevoelige objecten, zoals woningen, en een windturbine minder dan twaalf maal de rotordiameter bedraagt en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per slagschaduw optreedt (voor onderhavig rapport omgerekend naar het uitgangspunt van maximaal 5 uur en 40 minuten op jaarbasis), een stilstandvoorziening is vereist. Op basis hiervan kan worden gesteld dat het maximale beïnvloedgebied van een windturbine voor slagschaduw niet meer dan twaalf maal de rotordiameter bedraagt. Een grotere windturbine heeft een groter beïnvloedingsgebied voor slagschaduw. Dit betekent niet dat een grotere windturbine resulteert in meer slagschaduwhinder. Dit is afhankelijk van het aantal windturbines en de specifieke positie van de windturbines in relatie tot woningen en of andere gevoelige bestemmingen.

In de eerste fase van het MER zijn de windturbineposities niet voldoende gedefinieerd om de exacte slagschaduwhinder bij gevoelige bestemmingen te bepalen. Om onderscheid te kunnen maken tussen de alternatieven is gekozen voor onderstaande beoordelingsmethodiek. Als het aantal woningen, die meer dan 05.40 uur slagschaduw ondervinden, toeneemt ten opzichte van de referentiesituatie, dan wordt het alternatief als negatief beoordeeld. Vanwege de saneringsopgave die onderdeel uitmaakt van het project, is het ook mogelijk dat het aantal woningen, die meer dan 05.40 uur slagschaduw ondervinden, afneemt ten opzichte van de referentiesituatie. Als dit het geval is wordt een alternatief als positief beoordeeld.

Om naast het aantal woningen waarbij het gestelde beoordelingscriterium van 05.40 uur wordt overschreden, ook een beeld te krijgen van de mate van slagschaduw, wordt ook gekeken naar het aan dan 15 uur per jaar slagschaduw ondervinden.

De genoemde grens van 15 uur is gekozen om voldoende onderscheidend te kunnen zijn. Deze komt voort uit de gebruikelijke klassebreedte van 5, waarmee klassen van 0-5 uur, 5-10 uur, 10-15 uur en meer dan van 15 uur, worden gevormd.

Tabel 4.3 Beoordelingsmethodiek slagschaduw

Score	Betekenis
--	Aanzienlijk negatief. Ten opzichte van de referentiesituatie leidt de ontwikkeling tot een toename van > 100 woningen die meer dan 05.40 uur per jaar slagschaduw ondervinden. OF: ten opzichte van de referentiesituatie leidt de ontwikkeling tot een toename van > 100 woningen die meer dan 15 uur per jaar slagschaduw ondervinden.
-	Negatief. Ten opzichte van de referentiesituatie leidt de ontwikkeling tot een toename van 50-100 woningen die meer dan 05.40 uur per jaar slagschaduw ondervinden. OF: ten opzichte van de referentiesituatie leidt de ontwikkeling tot een toename van 50-100 woningen die meer dan 15 uur per jaar slagschaduw ondervinden.
0/-	Licht negatief. Ten opzichte van de referentiesituatie leidt de ontwikkeling tot een toename van < 50 woningen die meer dan 05.40 uur per jaar slagschaduw ondervinden. OF: ten opzichte van de referentiesituatie leidt de ontwikkeling tot een toename van < 50 woningen die meer dan 15 uur per jaar slagschaduw ondervinden.
0	Neutraal. De ontwikkeling leidt niet tot een toename van hinder door slagschaduw ten opzichte van de referentiesituatie.
0/+	Licht positief. Er is een afname van < 50 woningen die slagschaduw ondervinden meer dan 05.40 uur per jaar, ten opzichte van de referentiesituatie. OF: er is een afname van < 50 woningen die >15 uur per jaar slagschaduw ondervinden, ten opzichte van de referentiesituatie.
+	Positief. Er is een afname van 50 - 100 woningen die slagschaduw ondervinden meer dan 05.40 uur per jaar, ten opzichte van de referentiesituatie. OF: er is een afname van 50 - 100 woningen die >15 uur per jaar slagschaduw ondervinden, ten opzichte van de referentiesituatie.
++	Sterk positief. Er is een afname van > 100 woningen die slagschaduw ondervinden meer dan 05.40 uur per jaar, ten opzichte van de referentiesituatie. OF: er is een afname van > 100 woningen die >15 uur per jaar slagschaduw ondervinden, ten opzichte van de referentiesituatie.

De specifieke slagschaduw contouren van de turbines zijn berekend met het software pakket WindPro. Hierbij is de bovenkant van de range binnen elke alternatief gebruikt om de worst case situatie te bepalen:
- regulier = ashoogte 120 m en rotordiameter 120 m[1];
- innovatief = ashoogte 166 m en rotordiameter 164 m.

Aangezien er geen specifieke turbine posities bekend zijn is de contour gebruikt om de maximale slagschaduwcontour rondom de plaatsingszones te bepalen. Dit biedt inzicht in het maximale aantal gevoelige objecten waarbij de norm wordt overschreden. Deze methode biedt geen inzicht in de totale duur van de slagschaduw per woning, hiervoor moet de turbine positie bekend zijn. Zodra bekend is wat de hinderduur per woning en per windturbine bedraagt kan ook het effect van mitigatie berekend worden. Slagschaduw is volledig te mitigeren door een stilstandregeling toe te passen, dit heeft effect op de totale energieopbrengst. In fase 2 wordt dit meegenomen, aangezien mitigatie verplicht is.

4.3.4 Trillingen

In fase 1 van het MER is geen onderzoek gedaan naar de invloed van trillingen op het woon- en leefmilieu. De beoordelingsmethodiek is daarom in paragraaf 4.4.4 beschreven voor het onderzoek van fase 2.

[1] De gebruikte turbine voor de slagschaduw bepaling is voor regulier de Siemens SWT-3.6-120 en voor innovatief een fictieve turbine waarbij een Lagerwey L36 opgeschaald is naar 164 m.

4.4 Beoordelingsmethodiek fase 2

In fase 2 is een keus gemaakt tussen de alternatieven. Voor het basisalternatief IR en de varianten (IA en IB) die in fase 2 worden onderzocht, zijn de posities van de individuele turbines bepaald. Dat betekent dat de beoordeling nauwkeuriger kan plaatsvinden. Dat is ook nodig om de vergunbaarheid te toetsen. De bijbehorende beoordelingsmethodiek is daarop aangepast. De beoordelingsmethodiek voor fase 2 bouwt voort op die in fase 1.

Hieronder wordt de beoordelingsmethodiek voor fase 2 per aspect beschreven. De effectbeoordeling vindt plaats op een zeven- of vierpuntsschaal, waarbij de referentiesituatie neutraal is (=0).

4.4.1 Ruimtegebruik

In fase 2 wordt voor de beoordeling van ruimtegebruik een onderscheid gemaakt tussen ruimtegebruik op land en op het IJsselmeer. Daarnaast wordt ook de beïnvloeding van het koelwater van de Maximacentrale beschouwd.

Voor dit criterium wordt beoordeeld in hoeverre de komst van de windturbines het bestaande ruimtegebruik beïnvloedt. Aangezien landbouw de belangrijkste gebruiksfunctie in het gebied is, en de windturbines grotendeels in dit agrarische gebied zijn voorzien, wordt gekeken naar de invloed van de ontwikkeling op deze functie. Daarnaast worden de effecten van de ontwikkeling op het gebruik van het IJsselmeer beschouwd.

Dit criterium wordt beoordeeld op een zevenpuntsschaal, daarbij is de effectbeoordeling gebaseerd op het percentage ruimtegebruik binnen het projectgebied en ten opzichte van de referentiesituatie. In de referentiesituatie hebben de windturbines en bijbehorende infrastructuur in het landbouwgebied een ruimtebeslag 0,006 %[1]. In het IJsselmeer bedraagt het ruimtebeslag van de windturbines in de referentiesituatie 0,016 %. Als het ruimtebeslag in het VKA toeneemt ten opzichte van de referentiesituatie, dan is het effect negatief. Het effect is positief als het ruimtebeslag afneemt ten opzichte van de referentiesituatie.

De sanering van bestaande windturbines leidt mogelijk tot een positief effect op het ruimtegebruik voor andere functies, mits de vrijgekomen grond bruikbaar is voor landbouw, en minder windturbines worden herontwikkeld dan in de huidige situatie aanwezig zijn. Dit is nu nog niet bekend.

Ruimtegebruik op land
Voor ruimtegebruik op land wordt dezelfde methodiek gekozen als in fase 1 (tabel 4.4).

[1] Het plangebied heeft een oppervlakte van circa 90.000.000 m^2. Voor de effectbeoordeling wordt onderscheid gemaakt tussen het landbouwgebied en het IJsselmeergebied, waarbij het landbouwgebied 73.000.000 m^2 beslaat, het overige gebied behoort tot het IJsselmeer.

Tabel 4.4 Beoordelingsmethodiek ruimtegebruik

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie
--	Niet van toepassing voor dit aspect geldt geen norm
-	de ontwikkeling heeft naar verwachting een ruimtegebruik van 2-5 % van het projectgebied
0/-	de ontwikkeling heeft naar verwachting een ruimtegebruik van 0,006-2 % van het projectgebied
0	het ruimtegebruik van de ontwikkeling is 0,006 % en is daarmee gelijk aan de referentiesituatie
0/+	niet van toepassing
+	het ruimtegebruik van de ontwikkeling is <0,006 % en is daarmee kleiner dan in de referentiesituatie
++	niet van toepassing

Ruimtegebruik op IJsselmeer

Naar analogie van ruimtegebruik op land wordt voor ruimtegebruik op het IJsselmeer dezelfde methodiek gebruikt (tabel 4.5).

Tabel 4.5 Beoordelingsmethodiek ruimtegebruik op IJsselmeer

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie
--	Niet van toepassing voor dit aspect geldt geen norm
-	de ontwikkeling heeft naar verwachting een ruimtegebruik van 2-5 % van het projectgebied
0/-	de ontwikkeling heeft naar verwachting een ruimtegebruik van 0,016-2 % van het projectgebied
0	het ruimtegebruik van de ontwikkeling is 0,016 % en is daarmee gelijk aan de referentiesituatie
0/+	niet van toepassing
+	het ruimtegebruik van de ontwikkeling is <0,016 % en is daarmee kleiner dan in de referentiesituatie
++	niet van toepassing

4.4.2 Geluid

In fase 2 wordt voor de beoordelingsmethodiek een onderscheid gemaakt tussen toe-/afname van geluidshinder onder de norm en het ontstaan van geluidshinder boven de norm. De daarbij gebruikte norm valt uiteen in twee delen: Lden[1] ≤ 47dB en Lnight[2] ≤ 41dB ter plaatse van een gevoelig object. De beoordelingsmethodiek is weergegeven in tabel 4.7.

Voor toe-/afname van geluidshinder onder de norm wordt het aantal gevoelige objecten in beeld gebracht waarbij een toe- of afname van geluidsbelasting aan de orde is. Dit wordt gedaan omdat voor het windpark of voorhand duidelijk is dat één of meerdere overschrijdingen optreden (zie fase 1). Mitigatie is dan nodig om aan de norm te voldoen.

Voor geluidsbelasting boven de norm wordt in beeld gebracht welke gevoelige objecten deze normoverschrijding ervaren.

[1] Lden: betreft een gewogen gemiddelde van geluid van overdag, 's avonds en 's nachts. (day-evening, night) (RVO, 2017).

[2] Lnight: betreft een gewogen gemiddelde van geluid 's nachts.

Tot slot wordt in beeld gebracht welke gevoelige objecten nog steeds een normoverschrijding ervaren als de geluidsbelasting 6dB lager zou zijn. Deze 6dB geeft een realistische indicatie van de mogelijke mitigatie, door middel van het toepassen van een speciale geluidsmodus van de windturbineregeling en/of de keuze van een stillere windturbine. Per adres wordt dus in kaart gebracht of mitigatie nodig is en zo ja of dat mogelijk is.

Tabel 4.6 Beoordelingsmethodiek geluid

Score	Betekenis
--	aanzienlijk negatief: de ontwikkeling leidt tot een toename van meer dan 50 overschrijdingen van de geluidsnorm van 47 dB-Lden of 41 dB-Lnight op geluidsgevoelige bestemmingen, het project is alleen vergunbaar als deze overschrijding mitigeerbaar is tot de norm
-	negatief: de ontwikkeling leidt tot een toename van 20 - 50 overschrijdingen van de geluidsnorm van 47 dB-Lden of 41 dB-Lnight op geluidsgevoelige bestemmingen, het project is alleen vergunbaar als deze overschrijding mitigeerbaar is tot de norm
0/-	licht negatief: de ontwikkeling leidt tot een toename van 0 tot 20 overschrijdingen van de geluidsnorm van 47 dB-Lden of 41 dB-Lnight op geluidsgevoelige bestemmingen, het project is alleen vergunbaar als deze overschrijding mitigeerbaar is tot de norm
0	neutraal, geen verandering ten opzichte van de referentiesituatie
0/+	licht positief, de ontwikkeling leidt tot een afname van minder dan 20 geluidsgevoelige objecten met een verwachte overschrijding van de norm, geluidsgevoelige bestemmingen, de (nog aanwezige) overschrijdingen zijn mitigeerbaar.
+	positief: de ontwikkeling leidt tot een afname van 20-50 geluidsgevoelige objecten met een verwachte overschrijding van de norm, geluidsgevoelige bestemmingen, de (nog aanwezige) overschrijdingen zijn mitigeerbaar
++	sterk positief: de ontwikkeling leidt tot een afname van >50 geluidsgevoelige objecten met een verwachte overschrijding van de norm, geluidsgevoelige bestemmingen, de (nog aanwezige) overschrijdingen zijn mitigeerbaar

Aanvullend wordt ook een beoordeling toegepast op basis van het aantal geluidsgevoelige objecten met een verwachte overschrijding onder de norm, namelijk 42 dB Lden - 47 Lden. De genoemde aantallen van 10 en 500 zijn gekozen om ook op dit punt onderscheidend te kunnen zijn.

Tabel 4.7 Beoordelingsmethodiek geluid onder de norm (kwantitatief)

Score	Betekenis (ten opzichte van de referentiesituatie)
--	aanzienlijk negatief: niet van toepassing, omdat voor dit aspect geen norm geldt.
-	negatief: de ontwikkeling leidt tot een toename van meer dan 500 geluidsgevoelige bestemmingen met een overschrijding van 42 dB-Lden
0/-	licht negatief: de ontwikkeling leidt tot een toename van tussen 10 en 500 geluidsgevoelige bestemmingen met een overschrijding van 42 dB-Lden
0	neutraal, de ontwikkeling leidt tot een toe- of afname van minder dan 10 geluidsgevoelige bestemmingen met een overschrijding van 42 dB-Lden
0/+	licht positief, de ontwikkeling leidt tot een afname van tussen 10 en 500 geluidsgevoelige bestemmingen met een overschrijding van 42 dB-Lden
+	positief: de ontwikkeling leidt tot een afname van meer dan 500 geluidsgevoelige bestemmingen met een overschrijding van 42 dB-Lden
++	sterk positief: niet van toepassing

Cumulatie

In deze paragraaf worden de effecten na cumulatie beschreven. Eerst wordt er een toelichting gegeven over de rekenmethode. Daarna wordt de beoordeling beschreven waarbij ook aangegeven wordt wat de invloed is van de overige geluidsbronnen. In hoofdstuk 6.1.2 worden de gecumuleerde resultaten weergegeven.

Rekenmethode

Voor het in kaart brengen van het cumulatieve effect van meerdere geluidsbronnen is een rekenmethode ontwikkeld waarmee een inschatting kan worden gegeven van de kwaliteit van een situatie waarin meerdere geluidsbronnen een rol spelen. De rekenmethode is vastgelegd in het Reken- en meetvoorschrift.

Het basisprincipe van deze methode is dat de geluidsbelastingen vanwege de verschillende bronnen naar rato van hun hinderbijdrage worden opgeteld.

De gecumuleerde geluidsbelasting (Lcum) is de berekende geluidsbelasting rekening houdend met de verschillen in dosis-effectrelaties van de verschillende geluidsbronnen conform het Reken- en meetvoorschrift. Hiertoe worden de berekende waarden op de volgende wijze aangepast:

- wegverkeerslawaai: $L^*_{VL} = 1{,}00\ L_{VL} + 0{,}00$;
- spoorweglawaai $L^*_{RL} = 0{,}95\ L_{RL} - 1{,}40$;
- industrielawaai $L^*_{IL} = 1{,}00\ L_{IL} + 1{,}00$;
- vlieglawaai $L^*_{LL} = 0{,}98\ L_{LL} + 7{,}03$;
- windturbines: $L^*_{WT} = 1{,}65\ L_{WT} - 20{,}05$.

De opgetelde waarden vormen de Lcum per toetspunt. Hierbij wordt opgemerkt dat bij cumulatie de aftrek voor wegverkeerslawaai conform artikel 110g Wgh NIET toegepast wordt.

Beoordeling

Er zijn geen grenswaarden in de wet vastgelegd met betrekking tot de gecumuleerde geluidsbelasting. Of er sprake is van een aanvaardbaar woon- en leefklimaat is maatwerk. Toetsing aan harde grenswaarden is derhalve niet mogelijk. Het bevoegd gezag zal zelf moeten afwegen of de gecumuleerde geluidsbelastingen acceptabel worden geacht.

Om een eerste indruk te krijgen van de aanvaardbaarheid van de gecumuleerde geluidsbelasting geldt in algemene zin[1]:

- Lcum kleiner of gelijk aan 50 dB: goed geluidsklimaat;
- Lcum vanaf 51 dB tot en met 55 dB: redelijk geluidsklimaat;
- Lcum vanaf 56 dB tot en met 60 dB: matig geluidsklimaat;
- Lcum vanaf 61 dB tot en met 65 dB: tamelijk slecht geluidsklimaat;
- Lcum vanaf 66 dB tot en met 70 dB: slecht geluidsklimaat;
- Lcum groter dan 70 dB: zeer slecht geluidsklimaat.

Wegverkeerslawaai

Voor het wegverkeerslawaai is een apart model opgesteld dat de geluidsbelasting berekent ter plaatse van de woningen. De gegevens zijn afkomstig uit het Geluidsregister van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. De voor dit MER relevante wegen zijn de snelweg A6, de autowegen N305, N307 en N711 en enkele gemeentelijke wegen met een etmaalintensiteit van > 1500 voertuigen. De snelweg A6 heeft een etmaalintensiteit van circa 40.000 motorvoertuigen (20.000 in iedere rijrichting). Voor de autowegen N305, N307 en N711 betreft dit respectievelijk circa 9.000, 14.000 en 7.000 motorvoertuigen.

Opgemerkt moet hierbij worden dat er geen gebouwen zijn opgenomen in het geluidmodel, als gevolg hiervan zal de daadwerkelijke geluidbelasting afkomstig van wegverkeer lager uitvallen. Dit komt door de afschermende werking van gebouwen op achterliggende toetspunten ten opzichte van de wegen.

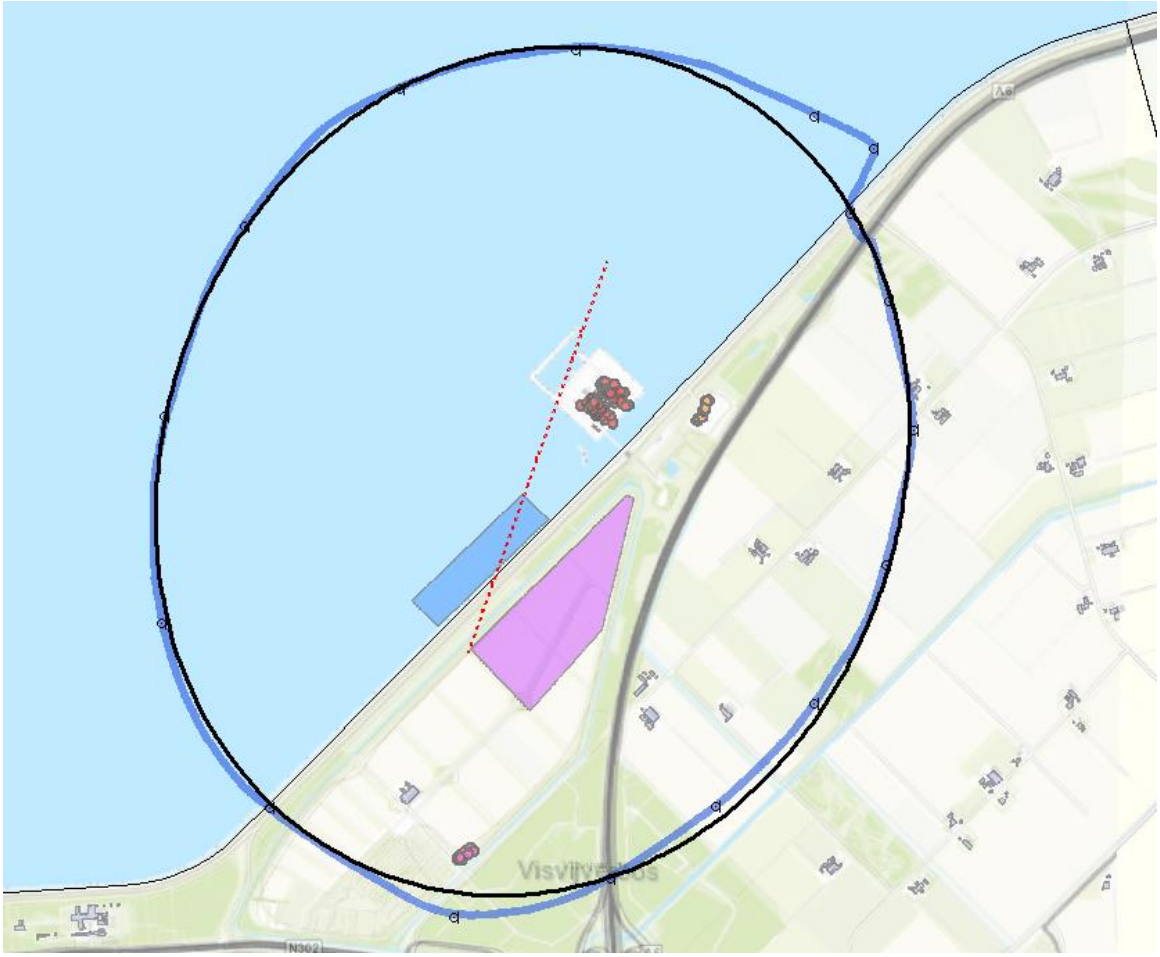
[1] De classificering is herleid uit de methode Miedema (TNO-IZF).

Spoorlawaai
Voor het spoorweglawaai is een apart model opgesteld dat de geluidsbelasting berekent ter plaatse van de woningen. De gegevens zijn afkomstig uit het Geluidsregister van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. De voor dit MER relevante spoorwegen betreft de Hanzelijn Lelystad-Zwolle.

Opgemerkt moet hierbij worden dat er geen gebouwen zijn opgenomen in het geluidmodel, als gevolg hiervan zal de daadwerkelijke geluidbelasting afkomstig van wegverkeer lager uitvallen. Dit komt door de afschermende werking van gebouwen op achterliggende toetspunten ten opzichte van de spoorweg.

Industrielawaai
Voor het industrielawaai is een apart model opgesteld dat de geluidsbelasting berekent ter plaatse van de woningen. De gegevens zijn afkomstig van de Provincie Flevoland. De enige relevante industriebron betreft de Maxima-centrale ten noorden van Lelystad. Hiervoor is een vereenvoudiging van het rekenmodel behorend bij de vergunning van de centrale en de Flevokust als basis gebruikt (gebaseerd op de geluidszone - industrie uit het Bestemmingsplan Buitengebied Lelystad). Hiertoe is het volledige model vervangen door één lijnbron op de locatie van de maatgevende geluidsbron (zie afbeelding 4.1).

Afbeelding 4.3 Gemodelleerde contour (zwarte lijn) afkomstig van lijnbron (rode stippellijn) Maxima-centrale en Flevokust op basis van de contour uit het Bestemmingsplan Buitengebied Lelystad (2010, aangeduid met de blauwe lijn)



Vlieglawaai
Voor het vliegverkeer is gebruik gemaakt van de contouren afkomstig (bijlage 3 als bedoeld in art. 8 en 14) van luchthavenbesluit Lelystad. Hierbij hebben de woningen liggend in desbetreffende geluidscontouren de bijbehorende geluidbelasting meegekregen, hierbij is uitgegaan van een worst-case benadering waarbij de woningen liggend tussen twee contourlijnen met verschillende geluidbelastingen overwegend de hoogste

waarde mee hebben gekregen, hierbij hebben de geluidsgevoelige objecten nabij de randen van de contourlijn met de lagere geluidbelasting wel deze waarde meegekregen.

De geluidscontouren zijn tevens apart meegenomen in de berekeningen, dit omdat het gewicht van deze geluidsbron over het algemeen onevenredig zwaar meeweegt in de cumulatie. Zonder het vliegverkeer kan een beter onderscheid gemaakt worden tussen de varianten.

Bouwlawaai
Tijdens de aanlegfase spelen geluiden van bouwlawaai mogelijk wel een rol (heien), en dient hier rekening mee te worden gehouden. De sloop- en bouwwerkzaamheden van nieuwe turbines vinden plaats op een afstand van minstens 400 m van de geluidgevoelige objecten, niet zijnde bedrijfswoningen. Er vinden geen bouwwerkzaamheden plaats in de onmiddellijke omgeving van de bedrijfswoningen (minder dan 100 m), de sloop van de bestaande windturbines tijdens de saneringsfase kan wel op het erf van een bedrijfswoning plaatsvinden.

In artikel 8.3 van het Bouwbesluit 2012 zijn normen opgenomen voor de dagwaarde en de daarbij behorende maximale blootstellingsduur in dagen. In tabel 4.8 zijn de waarden weergeven.

Tabel 4.8 Dagwaarden in dB(A) gerelateerd aan blootstellingsduur

Dagwaarde	**≤ 60**	**60-65**	**>65-70**	**>70-75**	**>75-80**	**>80 dB(A)**
maximale blootstellingsduur	onbeperkt	50 dagen	30 dagen	15 dagen	5 dagen	0 dagen

De belangrijkste geluidsbron is hierbij het heien van de funderingspalen voor de windturbines met een gemiddeld bronvermogen van 125 dB(A) in de bouwfase. Voor de sloopfase is hiervoor een *zware installatie* genomen met een maximaal bronvermogen van 105 dB(A). De overige bronnen (rijden vrachtwagens, shovels et cetera) worden door hun kortdurendheid, lagere bronvermogens, in vergelijking met het heien/zware kraanwagen, buiten beschouwing gelaten. Bouwlawaai in de aanleg- en sloopfase wordt kwantitatief beschouwd.

Overdrachtsmodel
Om de geluidbelasting op de omgeving ten gevolge van de diverse geluidsbronnen te bepalen zijn akoestisch overdrachtsmodellen opgesteld. Hierbij wordt de situatie geschematiseerd tot bronnen, gebouwen en bodemgebieden.

Bij de modellering is als basis uitgegaan van het de door SwifterwinT B.V. en Nuon Wind Development B.V. aangeleverde data, waar nodig aangevuld en bewerkt op basis van kengetallen en expert judgement.

Hierbij is uitgegaan van een standaard bodemfactor van 0,9. Grote wateroppervlakten en stedelijke gebieden zijn hierbij als hard (Bf=0,0) respectievelijk gedeeltelijk hard (Bf=0,3) ingevoerd. Voor de hoogte van de Flevopolder is NAP -4,3 m gehanteerd en voor de Noordoostpolder -4,0 m. Het IJsselmeer is op NAP 0,0 m neergelegd.

Omdat het broncentrum van een windturbine op grote hoogte ligt (60-166 m) zijn de rekenpunten in het vrije veld op 5 m hoogte neer gelegd en zijn er geen gebouwen opgenomen in de rekenmodellen. Voor de Wabo-vergunning, het voorkeursalternatief en het bepalen van eventueel mitigerende maatregelen is het zijn wel gebouwen opgenomen in het model te nemen (zie hoofdstuk 6 van het hoofdrapport).

Uitgangspunten turbines
In de procedure van Windplan Blauw wordt een bandbreedte van turbines onderzocht. De uiteindelijke turbine wordt pas gekozen bij de aanbesteding en dus pas nadat het inpassingsplan is vastgesteld. De onderzochte bandbreedte moet voldoende flexibiliteit bieden zodat verschillende turbineleveranciers in kunnen schrijven. Dit geldt ook voor geluid: verschillende leveranciers moeten kunnen inschrijven binnen de onderzochte geluidsruimte. Om die reden wordt het effectonderzoek uitgevoerd met de worst-case binnen de bandbreedte.

Voor geluidhinder zijn twee normen opgenomen in het Activiteitenbesluit namelijk 47 dB (Lden) en 41 dB (Lnight). Deze grenswaarden gelden op de gevel van een toetspunt. De worst-case turbine is gekozen in drie stappen:

1. als eerste wordt de cumulatie van alle windmolens in het projectgebied doorgerekend met de meest worst case turbine die beschikbaar is;
2. vervolgens wordt per inrichting uitgerekend wat de overschrijdingen zijn en hoe deze te mitigeren zijn. Indien uit de berekening en de verwerking van de resultaten blijkt dat de overschrijdingen van deze turbine niet kunnen worden gemitigeerd dan wordt stap 1 herhaald met een minder luidruchtige turbine, net zolang tot er een turbine wordt gevonden waar de overschrijdingen van kunnen worden gemitigeerd tot aan de norm;
3. de hieruit voortkomende data wordt, samen met eventuele mitigeerde maatregelen verwerkt in het rapport.

In het geluidsonderzoek van dit MER is daarom de Senvion 6.2 MW als worst-case referentieturbine gebruikt. In tabel 4.10 staan de ingevoerde bronvermogens per windsnelheid. In tabel 4.9 staan de ingevoerde turbinegegevens en in tabel 4.11 staat het gehanteerde spectrum. Met een lagere ashoogte komt de bron dichter bij een gevoelig object. Om deze reden is de laagste ashoogte binnen de bandbreedte (120 meter tot 166 meter) als worst case gehanteerd.

Tabel 4.9 Turbinegegevens geselecteerd windturbine

Kenmerk	
merk en type	**Senvion 6.2 MW**
ashoogte	120 m
geluidsvermogen	113,3 dB(A)

De geluidsemissie (het bronvermogen) van de windturbines verschilt per windsnelheid op ashoogte. De emissiegegevens zijn gebaseerd op gegevens van de leverancier. De informatie met betrekking tot de lokale windverdeling is beschikbaar gesteld door het KNMI en deze gegevens worden rechtstreeks geïmporteerd in het rekenmodel Geomilieu[1]. Voor de lagere windsnelheden zijn voor de gekozen windturbine geen gegevens beschikbaar. Deze zijn worst-case gelijk gehouden aan de bronvermogens van een windsnelheid van 7 m/s. Dit leidt tot de in tabel 4.9 opgenomen bronvermogens.

Tabel 4.10 Bronvermogen per windsnelheid V10 Senvion 6.2 MW

Vhub (m/s)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 - 25
Lw (dB(A))	0	0	104,4	104,4	104,4	104,4	104,4	107,2	109	109	109

[1] Met het softwarepakket Geomilieu (module Windturbines) worden de overdrachtsberekeningen uitgevoerd conform de wettelijke rekenvoorschriften. De berekeningen voldoen aan het Reken- en meetvoorschrift windturbines, zoals opgenomen in bijlage 4 van de Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer.

In tabel 4.11 is het referentiespectrum weergegeven welke is toegepast op alle windturbines, zowel voor de bestaande als de nieuwe.

Tabel 4.11 Referentiespectrum menselijk gehoor[1]

Frequentie [Hz]	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
spectrum [dB(A)]	-28,4	-17,0	-9,7	-6,6	-6,1	-6,7	-8,4	-13,3	-24,6

Voor de bestaande turbines is gerekend met kengetallen afkomstig uit WindPro, omdat het een grote diversiteit aan windturbines betreft en niet voor alle typen turbines de bijbehorende invoergegevens bekend zijn is er gebruik gemaakt van een 3-tal fictieve windturbines voor de turbines waar geen data voor beschikbaar is. Deze fictieve turbines zijn gebaseerd op typen die veel in Nederland geplaatst zijn, en daarom representatief voor de huidige situatie. In onderstaande tabel 4.12 zijn de daarbij gehanteerde vermogens weergegeven.

Tabel 4.12 Bronvermogen per windsnelheid V10 bestaande turbines in Lw dB(A)

V10 [m/s]	2	3	4	5	6	7	8	9	10 t/m 25
600 kW	81,3	85,3	91,3	91,3	91,3	100,3	100,3	100,3	100,3
1 MW	80,8	84,8	90,8	90,8	90,8	99,6	99,6	99,6	99,6
2MW	84,4	88,4	94,4	99,4	102,5	103,6	104,0	104,0	104,0

4.4.3 Slagschaduw

In fase 2 wordt dezelfde methodiek gebruikt voor slagschaduw als in fase 1. De reden hiervoor is dat slagschaduw altijd eenvoudig mitigeerbaar is met behulp van een stilstandsregeling. Een overschrijding van de norm van slagschaduw leidt daarmee niet tot een niet-vergunbare situatie.

Mitigatie door middel van een stilstandsregeling leidt tot enige opbrengstverlies. Dit wordt ook in beeld gebracht.

[1] De dB(A) is de eenheid waarin de sterkte van het geluid in verreweg de meeste gevallen wordt weergegeven. De dB(A) is afgeleid van de gewone decibel, maar corrigeert de geluidssterktes voor de gevoeligheid van het (menselijk) oor. Deze is namelijk voor de verschillende frequenties van het geluid niet gelijk. In de figuur hiernaast is deze weging weergegeven. Bij 1000 Hz wordt geen correctie uitgevoerd, de weging is daar 0 dB. Bij 10 Hz (helemaal links in de grafiek) bedraagt de weging -70 dB. Dat betekent dat een mens een toon van 10 Hz veel zachter hoort dan een toon van 1000 Hz met dezelfde fysische geluidssterkte, namelijk 70 dB zachter. Mensen zijn dan ook bijna doof voor zulke lage tonen.

Tabel 4.13 Beoordelingsmethodiek slagschaduw

Score	Betekenis
--	Aanzienlijk negatief. Ten opzichte van de referentiesituatie leidt de ontwikkeling tot een toename van > 100 woningen die meer dan 05.40 uur per jaar slagschaduw ondervinden. OF: ten opzichte van de referentiesituatie leidt de ontwikkeling tot een toename van > 100 woningen die meer dan 15 uur per jaar slagschaduw ondervinden.
-	Negatief. Ten opzichte van de referentiesituatie leidt de ontwikkeling tot een toename van 50-100 woningen die meer dan 05.40 uur per jaar slagschaduw ondervinden. OF: ten opzichte van de referentiesituatie leidt de ontwikkeling tot een toename van 50-100 woningen die meer dan 15 uur per jaar slagschaduw ondervinden.
0/-	Licht negatief. Ten opzichte van de referentiesituatie leidt de ontwikkeling tot een toename van < 50 woningen die meer dan 05.40 uur per jaar slagschaduw ondervinden. OF: ten opzichte van de referentiesituatie leidt de ontwikkeling tot een toename van < 50 woningen die meer dan 15 uur per jaar slagschaduw ondervinden.
0	Neutraal. De ontwikkeling leidt niet tot een toename van hinder door slagschaduw ten opzichte van de referentiesituatie.
0/+	Licht positief. Er is een afname van < 50 woningen die slagschaduw ondervinden meer dan 05.40 uur per jaar, ten opzichte van de referentiesituatie. OF: er is een afname van < 50 woningen die >15 uur per jaar slagschaduw ondervinden, ten opzichte van de referentiesituatie.
+	Positief. Er is een afname van 50 - 100 woningen die slagschaduw ondervinden meer dan 05.40 uur per jaar, ten opzichte van de referentiesituatie. OF: er is een afname van 50 - 100 woningen die >15 uur per jaar slagschaduw ondervinden, ten opzichte van de referentiesituatie.
++	Sterk positief. Er is een afname van > 100 woningen die slagschaduw ondervinden meer dan 05.40 uur per jaar, ten opzichte van de referentiesituatie. OF: er is een afname van > 100 woningen die >15 uur per jaar slagschaduw ondervinden, ten opzichte van de referentiesituatie.

4.4.4 Trillingen

Tijdens de aanlegfase van het windpark kunnen heiwerkzaamheden trillingenoverlast voor omwonenden veroorzaken. Daarnaast kunnen trillingen door heiwerkzaamheden de stabiliteit van primaire waterkeringen negatief beïnvloeden. In artikel 2.23, lid 3 van het Activiteitenbesluit milieubeheer wordt verwezen naar de Meet- en beoordelingsrichtlijn deel B «Hinder voor personen in gebouwen» van de Stichting Bouwresearch (SBR) Rotterdam. In deze SBR-richtlijn zijn streefwaarden opgenomen voor trillingshinder. Overschrijding van deze streefwaarden dient zoveel mogelijk te worden voorkomen. Als toch overschrijding van de streefwaarden plaatsvindt, is dit aanleiding voor overleg tussen de betrokken partijen.

Voor het project Windplan Blauw zijn de streefwaarden voor woningen van toepassing:
- tijdelijke situatie (1 tot en met 78 dagen, aanlegfase) - Vmax 6;
- bestaande situatie (gebruiksfase) - Vmax 0,8.

Definitie V_{max}
V_{max} is de maximale trillingssterkte. Dit is vergelijkbaar met een maximaal geluidsniveau dat gebruikt wordt bij de beoordeling van geluidshinder. Wanneer de streefwaarde van V_{max} wordt overschreden bestaat een reële kans op hinder (Infomil, 2017).

Uit tabel 4.14 blijkt dat een Vmax van 0,2 - 0,8 als matig hinderlijk wordt ervaren. Naast de streefwaarde voor trillingen is daarom in de beoordelingsmethodiek voor woningen ook rekening gehouden met de hinderbeleving.

Tabel 4.14 Beleving van trillingshinder. Bron: SBRCURnet, Hinder voor personen, Deel B uit de Meet- en beoordelingsrichtlijn: trillingen

V_{max}*	Hinderkwalificatie
< 0,1	geen hinder
0,1 - 0,2	weinig hinder (bestaande situatie)
0,2 - 0,8	matige hinder
0,8 - 3,2	hinder
> 3,2	ernstige hinder

*Vmax is de hoogst gemeten trillingwaarde in de beschouwde ruimte.

Er bestaan geen specifieke wettelijke normen voor trillingsniveaus en afstanden tot primaire waterkeringen. Het effect van trillingen op de stabiliteit van primaire waterkeringen is beoordeeld in het deelrapport Veiligheid onder waterkeringsveiligheid (deelrapport V).

De effectbeoordeling vindt plaats op een vierpuntsschaal, omdat het thema hinder en de onderliggende aspecten geen positieve score kennen. De referentiesituatie is neutraal (=0).

Tabel 4.15 Beoordelingsmethodiek trillingen

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie
--	in de aanlegfase en/of gebruiksfase treedt een overschrijding van de streefwaarde voor woningen op (respectievelijk Vmax > 6 en Vmax > 0,8), , de overschrijding is niet mitigeerbaar
-	in de aanlegfase ligt het trillingsniveau voor woningen tussen V_{max} 3,2 en 6, of in de aanlegfase en/of gebruiksfase treedt een overschrijding van de streefwaarde op voor woningen (respectievelijk Vmax > 6 en Vmax > 0,8) maar deze overschrijding is mitigeerbaar
0/-	het trillingsniveau ligt tijdens de aanlegfase op Vmax < 3,2 en tijdens de gebruiksfase op <0,1.
0	het trillingsniveau wijzigt niet ten opzichte van de referentiesituatie

4.5 Projectgebied en studiegebied

Het projectgebied is het gebied waar daadwerkelijk bouwwerkzaamheden en gerelateerde ingrepen plaatsvinden. Het studiegebied is het gebied waar relevante milieugevolgen te verwachten zijn als gevolg van het project. Voor het thema leefomgeving is de invloedsafstand van geluid maatgevend voor het bepalen van het studiegebied. Een overschrijding van de geluidsnorm is op voorhand uit te sluiten wanneer voor het bepalen van de afstand tussen woningen en windturbines als vuistregel vier keer de rotordiameter wordt gehanteerd. Het innovatieve turbinetype heeft een maximale rotordiameter van 164 m, wat inhoudt dat een overschrijding van de norm is uit te sluiten bij een afstand van 660 m tussen de turbines en woningen. Omdat buiten deze afstand ook hinder kan worden ondervonden, wordt rondom het projectgebied een extra beïnvloedingsafstand van 1.000 m aangehouden, als onderdeel van het studiegebied.

4.6 Rekenmethodiek en toegepast model

In fase 1 worden vier alternatieven beoordeeld. Het onderzoek is in deze fase gebaseerd op een bureaustudie en kaarten in een Geografisch Informatie Systeem (GIS). Om de effecten van windturbines in kaart te brengen voor geluid en slagschaduw zijn hiervoor in de eerste fase contouren bepaald voor de verschillende criteria. Voor geluid is dat de contour van Lden = 47dB. Voor slagschaduw zijn dat de contouren van 05.40 uur en 15.00 uur. Vervolgens is voor ieder criterium het aantal woningen binnen die contour bepaald, als maat voor de hinder van het betreffende criterium. Deze methode geeft een goed onderscheid tussen de varianten. Deze methode is conservatief, omdat de contouren rondom de plaatsingszones zijn getrokken, in plaats van de locaties van de windturbines. In fase 1 zijn deze windturbinelocaties immers nog niet bekend. De effectbeoordeling van fase 1 is beschreven in hoofdstuk 5 van dit deelrapport.

Het fase 1 onderzoek resulteert in een basisalternatief en twee varianten hierop. Voor het basisalternatief en de varianten IA en IB worden in fase 2 nauwkeurigere berekening uitgevoerd met de software modellen Geomilieu (geluid) en WindPro (slagschaduw). Hierbij worden de precieze posities van de windturbines gebruikt. Voor geluid wordt in deze fase ook cumulatie van deze effecten met die van andere geluidsbronnen berekend. De effectbeoordeling van fase 2 is beschreven in hoofdstuk 6 van dit deelrapport.

4.7 Bedrijfswoningen en participanten

Woningen van participanten

In de invloedsfeer van de windturbines van Windplan Blauw bevinden zich 141 woningen (op het moment van schrijven) van mede-initiatiefnemers, aandeelhouders en/of grondeigenaren (vanaf nu vermeld als initiatiefnemers) die betrokken zijn bij de ontwikkeling van het windpark.

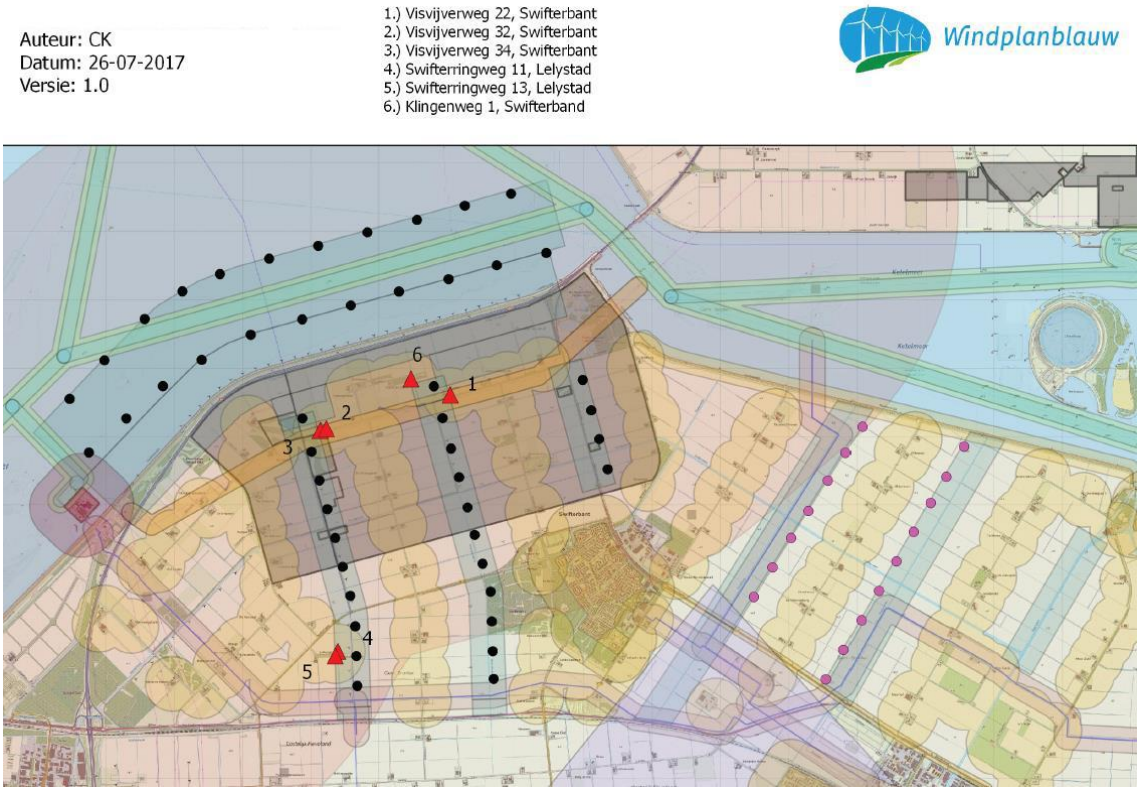
Van deze 141 woningen worden zes woningen bedrijfswoningen bij het windpark (zie afbeelding 4.4):

1. Visvijverweg 22;
2. Visvijverweg 32;
3. Visvijverweg 34;
4. Swifterringweg 11;
5. Swifterringweg 13, en
6. Klingenweg 1.

De binding van deze woningeigenaren met windpark bestaat uit een organisatorische, functionele en/of technische binding. Derhalve zijn deze bedrijfswoningen van initiatiefnemers niet beschermd tegen de overlast die hij/zij zelf veroorzaakt. Om deze reden hoeven de woningen van initiatiefnemers die binnen de geluid- en slagschaduwcontouren liggen niet te voldoen aan de normen voor geluid en slagschaduw van de windturbines zelf.

In het kader van een goede ruimtelijke ordening en ter bescherming van de initiatiefnemers dient een aanvaardbaar woon- en leefklimaat gehandhaafd te worden. Om dit inzichtelijk te maken zijn ook de gevolgen voor ook de betreffende bedrijfswoningen van initiatiefnemers in kaart gebracht. Hiermee kan in het inpassingsplan worden gemotiveerd of er sprake is van een aanvaardbaar woon- en leefklimaat.

Afbeelding 4.4 Bedrijfswoningen bij het windpark



5

FASE 1: EFFECTEN EN EFFECTBEOORDELING ALTERNATIEVEN

In dit hoofdstuk staan de verschillende alternatieven uit fase 1 van het MER centraal. Om een goede afweging te kunnen maken, worden voor iedere variant de effecten bepaald en beoordeeld, voor zover deze onderscheidend zijn.

Daarnaast wordt in fase 1 bepaald of bepaalde gebieden tot onacceptabele risico's leiden en daardoor moeten worden uitgesloten of waarvoor bepaalde mitigerende maatregelen moeten worden getroffen binnen het basisalternatief en de varianten in fase 2. De effectbeoordeling van de fase 1 alternatieven is op conservatieve wijze uitgevoerd, daarbij is uitgegaan van de grootste (negatieve) effecten door goed de randen van de effecten op te zoeken. De resultaten van fase 1 zijn daarom niet per se realistisch.

Voor fase 2 worden het Basisalternatief IR en de twee varianten IA en IB beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. Deze effectbeoordeling is beschreven in hoofdstuk 6. In deze fase wordt op alle relevante milieuaspecten ingegaan. Hierbij wordt uitgegaan van de ingrepen die het inpassingsplan en de vergunningen mogelijk maken. In hoofdstuk 6 zijn daarmee de effectbeoordelingen te vinden die als basis voor het inpassingsplan en de vergunningen te gebruiken zijn.

5.1 Effecten en effectbeoordeling

In tabel 5.1 is het overzicht gegeven voor de beoordeling van de effecten van de verschillende alternatieven voor Windplan Blauw in de gebruiksfase. Deze alternatieven zijn toegelicht in paragraaf 2.4 in het hoofdrapport. De effectbeoordeling is onder de tabel per criterium toegelicht. Daar is ook ingegaan op de effecten in de andere fasen, waaronder de dubbeldraaiperiode.

Tabel 5.1 Overzichtstabel effectenbeoordeling gebruiksfase (na dubbeldraaiperiode)

Criterium	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
	regioplan + regulier	**regioplan + innovatief**	**Regioplan + regulier** **a Vuursteen- en Rivierduintocht** **b IJsselmeer parallel binnendijks** **c Kamperhoekweg** **d Elandtocht** **e Lage Vaart**	**Regioplan + innovatief** **a Vuursteen- en Rivierduintocht** **b IJsselmeer parallel binnendijks** **c Kamperhoekweg** **d Elandtocht** **e Lage Vaart**
geluidsbelasting op gevoelige objecten (>47 dB Lden)	sterke toename van de geluidsbelasting in en rondom het projectgebied. Klokbekertocht meest beperkt door geluidsgevoelige objecten	sterke toename van de geluidsbelasting in en rondom het projectgebied. Klokbekertocht meest beperkt door geluidsgevoelige objecten	a: sterke toename b: sterke toename c: sterke toename in geluidsgevoelige objecten boven de norm in noord-Swifterbant d: sterke toename e: Sterke toename (in deze zone treedt naar	a: Sterke toename b: Sterke toename c: sterke toename in geluidsgevoelige objecten boven de norm in noord- Swifterbant d: Sterke toename e: Sterke toename (in deze zone treedt naar

Criterium	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
	regioplan + regulier	regioplan + innovatief	Regioplan + regulier a Vuursteen- en Rivierduintocht b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart	Regioplan + innovatief a Vuursteen- en Rivierduintocht b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart
			verwachting cumulatie op met Windplan Groen)	verwachting cumulatie op met Windplan Groen)
slagschaduw op gevoelige objecten (05.40 uur)	kleine toename in slagschaduwbelasting (zonder mitigatie)	sterke toename gevoelige bestemmingen boven het beoordelingscriterium (zonder mitigatie)	a: kleine toename in slagschaduwbelasting (zonder mitigatie) b: kleine toename in slagschaduwbelasting (zonder mitigatie) c: kleine toename in slagschaduwbelasting (zonder mitigatie) d: kleine toename in slagschaduwbelasting (zonder mitigatie) e: toename in slagschaduwbelasting (zonder mitigatie) door woonwijk ten noorden plaatsingszone	a: sterke toename gevoelige bestemmingen boven het beoordelingscriterium (zonder mitigatie) b: sterke toename gevoelige bestemmingen het beoordelingscriterium (zonder mitigatie) c: sterke toename gevoelige bestemmingen het beoordelingscriterium (zonder mitigatie) d: sterke toename gevoelige bestemmingen boven het beoordelingscriterium (zonder mitigatie) e: sterke toename gevoelige bestemmingen boven het beoordelingscriterium (zonder mitigatie)
slagschaduw op gevoelige objecten (>15 uur)	lichte verbetering bij de Noordertocht vervalt hinder zodra de dubbeldraai periode voorbij is.	rondom de Klokbekertocht en Rivierduintocht toename, rondom de Elandtocht en de Rendiertocht toename slagschaduw	a: lichte verbetering bij de Noordertocht vervalt hinder zodra de dubbeldraai periode voorbij is. b: lichte verbetering bij de Noordertocht vervalt hinder zodra de dubbeldraai periode voorbij is. c: lichte verbetering, mogelijk meer slagschaduw rondom Kamperhoekweg d: lichte verbetering, mogelijk meer slagschaduw rondom Elandtochtuitbreiding e: lichte verbetering, mogelijk meer slagschaduw rondom Lage Vaart	a: rondom de Klokbekertocht en Rivierduintocht toename, rondom de Elandtocht en de Rendiertocht toename slagschaduw b: lichte toename slagschaduw rondom IJsselmeerdijk parallel binnendijks c: Lichte toename rondom Kamperhoekweg d: Lichte toename rondom Elandtochtuitbreiding, met name ten zuiden e: Lichte toename, met name ten noorden van de Lage Vaart

5.1.1 Invloed op geluidshinder

Het effect van geluid is op een semi kwalitatieve manier in kaart gebracht. In verband met het nog ontbreken van specifieke windturbineposities en windturbinetypen is fase 1 de Lden 47 dB-contour van de alternatieven bepaald op basis van twee referentieturbines. De windturbines komen in een lijnopstelling te staan waardoor binnen de lijn cumulatie van geluid een rol speelt, de contouren zijn daarom met cumulatie van geluid berekend. Er is telkens een lijnopstelling doorgerekend met de gekozen referentieturbine, hierbij is een tussenafstand van 4 keer de rotordiameter het uitgangspunt (4D).

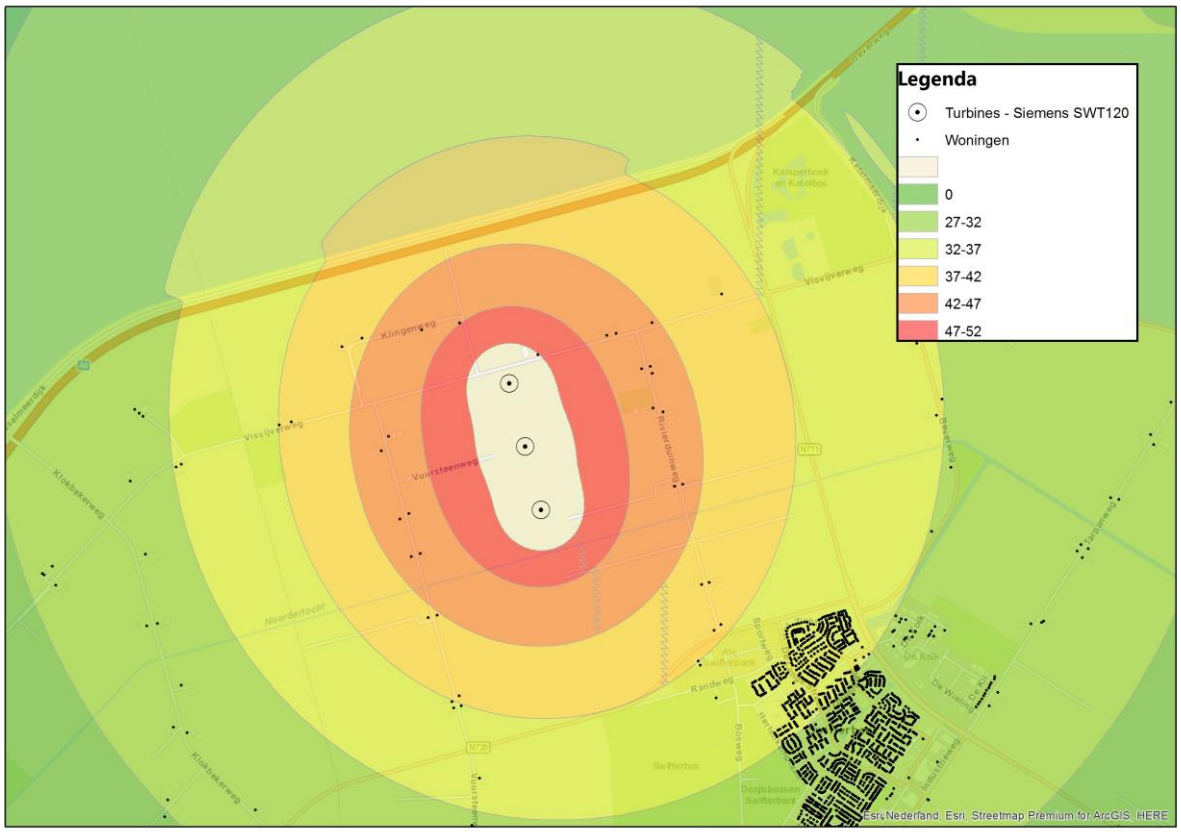
Tabel 5.2 geeft een overzicht van de gehanteerde referentieturbines, de bijbehorende afmetingen en de geluidscontouren waarmee wordt gerekend. De geluidscontour is gebruikt om met kaartmateriaal (in een GIS) inzicht te geven in het aantal gevoelige objecten binnen de geluidscontour van de plaatsingszones en daarmee voor de kwantitatieve geluidsbeoordeling. Afbeelding 5.1 geeft ter illustratie de geluidscontour van de reguliere alternatief weer, de maximale 47 dB-contour komt overeen met de afstand zoals opgenomen in tabel 5.2.

Tabel 5.2 Kenmerken referentieturbines fase 1 reguliere en innovatieve alternatieven[1]

	Referentie turbine	47 dB contour lijn opstelling [m]
regulier	Siemens SWT120, ashoogte op 120 m	740
innovatief	Gamesa G132, ashoogte op 140 m	785

[1] Vanaf fase 2 is als referentieturbine de Senvion 6.2 MW gehanteerd, ten tijde van fase 1 was deze turbine nog niet beschikbaar in WindPRO.

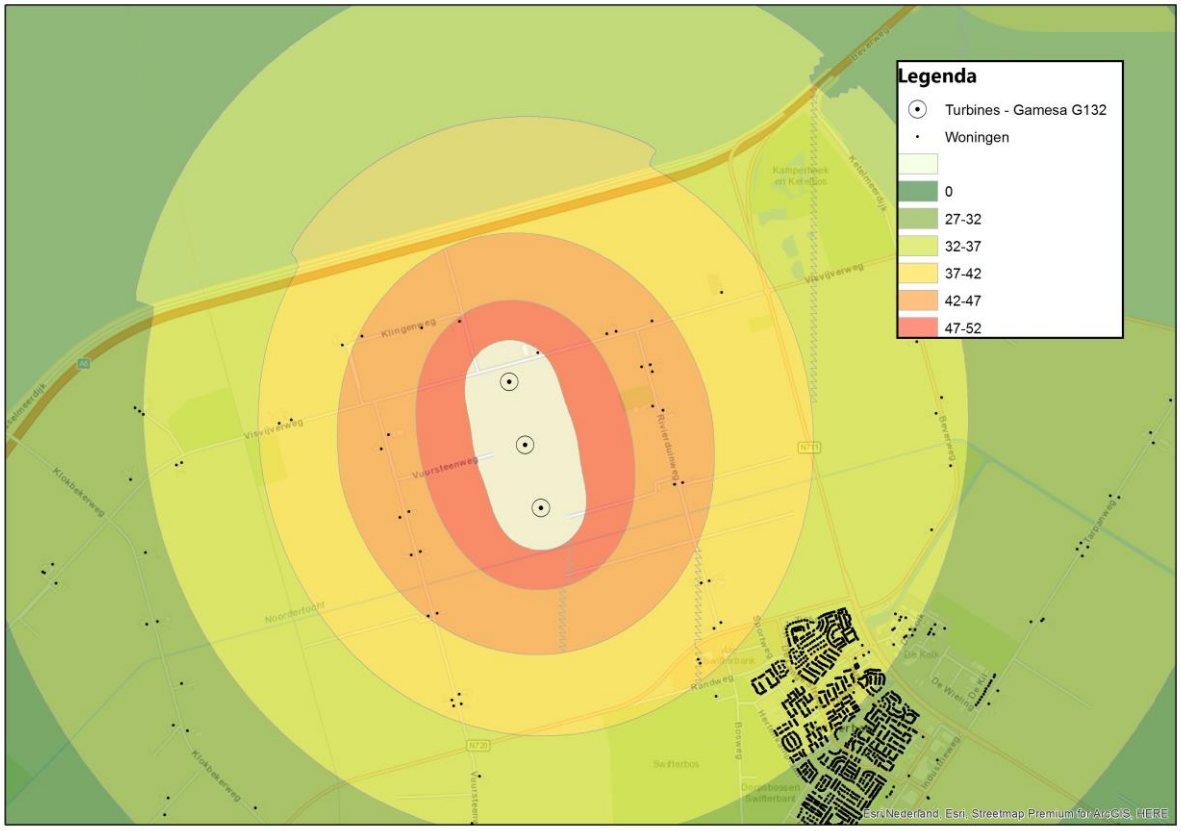
Afbeelding 5.1 Indicatieve weergave van geluidscontouren van lijnopstelling met reguliere turbines Siemens SWT120



Tabel 5.3 Bronvermogen per windsnelheid Vhub nieuwe turbines (Siemens)

Vhub (m/s)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 - 25
Lw (dB(A))	0	81,3	85,5	91,2	94,1	98,8	105,1	106,8	107,6	108,0	108,0

Afbeelding 5.2 Indicatieve weergave van geluidscontouren van lijnopstelling met innovatieve turbines Gamesa G132



Tabel 5.4 Bronvermogen per windsnelheid V10 nieuwe turbines (Gamesa G132)

V10 (m/s)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 - 25
Lw (dB(A))	0	86,2	94,5	100,6	105,9	108,0	108,4	107,9	108,1	108,5	108,5

De Siemens SWT120 is gebruikt als referentieturbine omdat deze het meest overeenkomt met de afmetingen van de alternatief: reguliere windturbines. De rotordiameter is 120 m en de ashoogte 120 m. De Gamesa G132 is gebruikt als referentieturbine voor de innovatieve alternatief. Deze windturbine is een van de grootste turbines die op dit moment beschikbaar is, en heeft binnen zijn klasse de hoogste geluidsproductie. Ook de Siemens SWT120 heeft binnen zijn klasse de hoogste verwachte geluidsproductie.

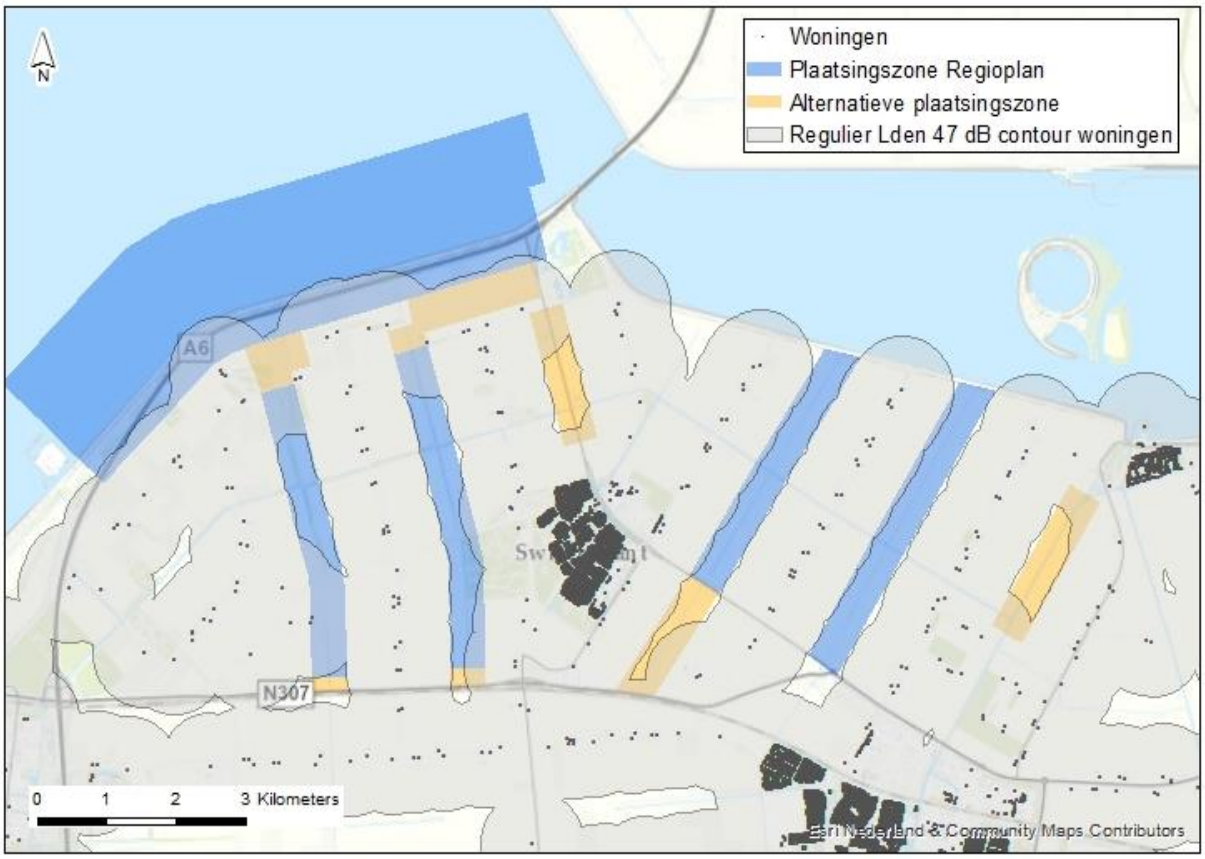
De geluidscontouren zijn op de woningen (geluidsgevoelige objecten) geprojecteerd. Hiermee wordt inzichtelijk op welke afstand ten opzichte van de woning een windturbine of windpark geplaatst kan worden om (zonder toepassing van mitigatie) aan de normen te voldoen. De indicaties zijn niet geschikt voor het toetsen aan de wettelijke norm, maar geven wel inzicht in de verwachte effecten en de beschikbare ruimte binnen de plaatsingszones.

In deze aanpak wordt niet gekeken naar geluidsbelasting beneden de wettelijke norm. Voor het beoordelen van de geluidseffecten van het basisalternatief (fase 2) in het MER, worden op basis van reële turbineposities de dB-contouren in klassen van 5 dB in kaart gebracht.

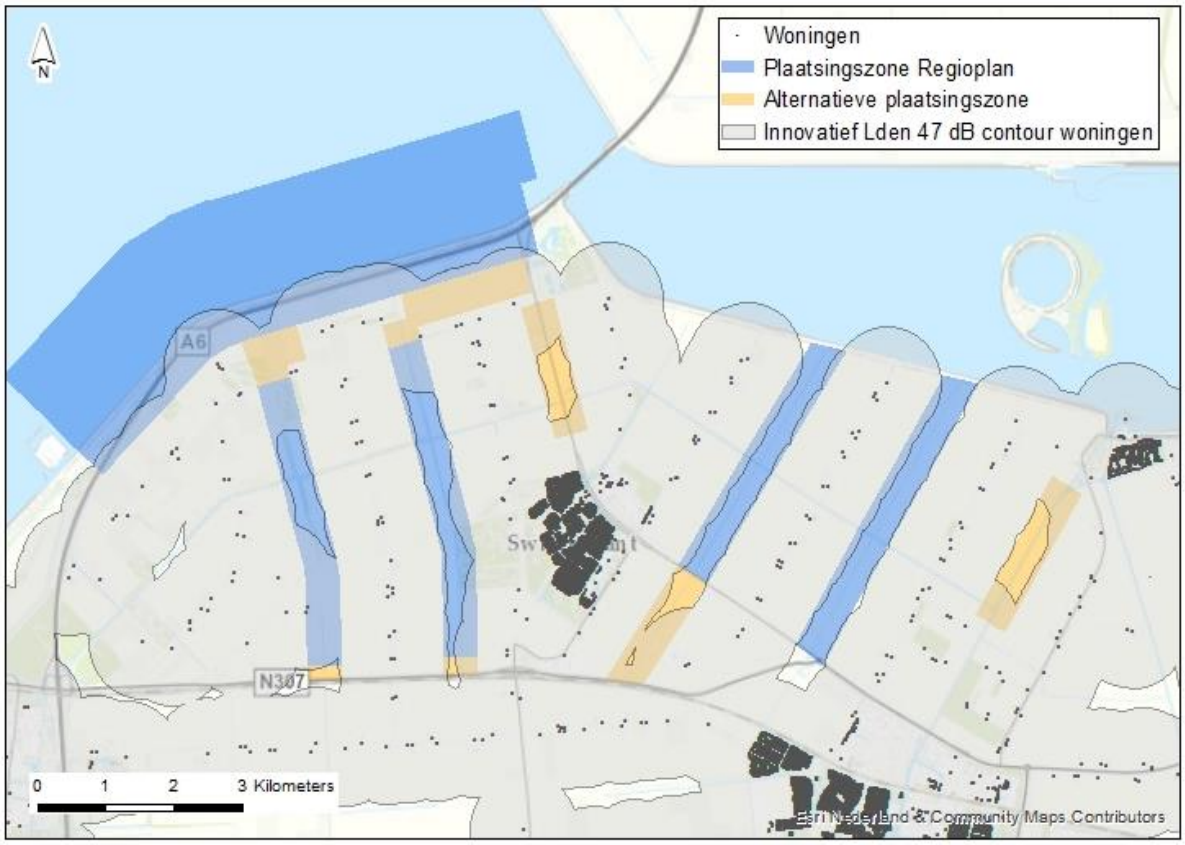
Door de maximale geluidscontour rondom woningen te leggen is voor de reguliere en innovatieve alternatieven inzichtelijk gemaakt in welke gebieden sprake is van een overschrijding van de geluidsnorm indien daar een windturbine wordt geplaatst. In afbeeldingen 5.2 en 5.3 zijn deze gebieden grijs gekleurd.

Het resterende gebied geeft de beschikbare ruimte om windturbines te plaatsen, waarbij er in geen geval overschrijding van de geluidsnorm voorkomt. Zoals te zien is in de afbeeldingen, komt deze beschikbare ruimte deels, maar niet geheel overeen met de plaatsingszones.

Afbeelding 5.3 Reguliere alternatief met 47 dB-contouren rondom geluidsgevoelige objecten



Afbeelding 5.4 Innovatieve alternatief met 47 dB-contouren rondom geluidsgevoelige objecten



Hieruit komt naar voren dat in gedeeltes van de plaatsingszones de geluidsnorm wordt overschreden (zonder toepassing van mitigerende maatregelen). Het gaat hier in de meeste gevallen om de randen van de plaatsingszones, voor de alternatieve plaatsingszones tevens om de boven- en onderkant. Om de gevoeligheid van de delen van de plaatsingszone mee te nemen in de kwantitatieve analyse zijn het aantal overschrijdingen opgeteld voor twee scenario's:

1 de worst-case: door het aantal overschrijding op te tellen met turbines op de randen van de plaatsingszone te plaatsen;
2 best-case opstelling: een opstelling binnen smallere zones dan de plaatsingszones (100 m in plaats van 500 m). Deze smallere zones bieden voldoende ruimte voor een lijnopstelling en geven een beeld van de potentiële optimalisatie van geluidseffecten op omliggende objecten.

In tabel 5.3 is per alternatief vermeld voor hoeveel geluidsgevoelige objecten in het studiegebied sprake is van een normoverschrijding bij een worst-case (turbines op de rand van de plaatsingszone) en bij een realistische opstelling (turbines in het midden van de plaatsingszone). De worst case is gebruikt voor de effectbeoordeling.

Tabel 5.5 Aantal geluidsgevoelige objecten waarvoor er per alternatief sprake is van een norm overschrijding voor een realistische (staat tussen haakjes) en voor een worst-case, na de dubbeldraaiperiode

	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
	regioplan + regulier	regioplan + innovatief	Regioplan + regulier a Klokbeker- en rivierduintocht uitbreiding b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart	Regioplan + innovatief a Klokbeker- en rivierduintocht uitbreiding b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart
verwachte aantal geluidsgevoelige bestemmingen gelegen boven de norm (zonder mitigatie)	(22) 117	(27) 131	a: (22) 118 b: (29) 119 c: (225) 377 d: (29) 132 e: (54) 181	a: (27) 133 b: (32) 133 c: (303) 451 d: (35) 162 e: (73) 216
huidige situatie	60			
af/ toename ten opzichte van referentiesituatie	(- 21) +74	(- 16) +88	a: (-21) +75 b: (-14) +76 c: (+182) +334 d: (-14) +89 e: (+11) +138	a: (-16) +90 b: (-11) +90 c: (+260) +408 d: (-8) +119 e: (+30) +173

In alle gevallen heeft de innovatieve turbine een groter effect op de omgeving in zowel de kwantitatieve als kwalitatieve analyse. Het de verschillen tussen de contouren van innovatieve en reguliere turbines zijn echter klein zoals te zien in afbeelding 5.1 en 5.2. Daardoor is de ruimte om, zonder het nemen van mitigerende maatregelen, turbines te plaatsen binnen een plaatsingszones is voor reguliere en innovatieve turbines vrijwel gelijk.

De alternatieve plaatsingszones Klokbeker- en Rivierduintocht uitbreiding zijn beide moeilijk te realiseren zonder het nemen van mitigerende maatregelen. Ook de regioplanplaatsingszone Klokbekertocht heeft relatief veel woningen rondom de zone waardoor de beschikbare opstelruimte beperkt wordt. Dit geldt in beperkte mate ook voor de Rivierduintocht. De Elandtocht en Rendiertocht zijn geluidstechnisch goed in te passen. Alleen aan de randen van de plaatsingszone zijn mitigerende maatregelen nodig.

De alternatieve plaatsingszone Kamperhoekweg leidt het zuidelijk deel van de plaatsingszone tot een groot aantal overschrijdingen door de nabijheid van de bebouwde kom van het dorp Swifterbant. Zowel in de realistische case en in de worst-case kwantificering is terug te zien dat een groot aantal woningen boven de norm contour liggen. Mogelijk zijn met geluidsmaatregelen of stillere turbinetypen hier wel turbines in te passen. Door het zuidelijk deel van de plaatsingszone Kamperhoekweg niet in te vullen, kan een groot deel van de overschrijdingen worden voorkomen. De alternatieve plaatsingszone Elandtocht uitbreiding wordt deels beperkt door de zuidoost kant van de bebouwde kom van het dorp Swifterbant. Rondom alternatieve plaatsingszone Lage Vaart liggen een tiental woningen. Tevens ligt er ten noorden van de plaatsingszone het dorp Ketelhaven. Daardoor leidt invulling van de alternatieve plaatsingszone Lage Vaart tot overschrijding van de norm (zonder mitigatie). Bij deze Lage Vaart moet rekening gehouden worden met cumulatie vanuit de regioplanzone in Windplan Groen, hierdoor treden naar verwachting meer overschrijdingen op in Lage Vaart.

Effect van opstelling binnen de plaatsingszone voor geluid
Uit de verkenning naar realistische opstellingen voor geluid volgt dat het plaatsen van turbines nabij de tochten kan leiden tot een afname van het aantal geluidsoverschrijdingen van de norm. Wanneer in de worst-case wordt gekozen om de turbines aan de buitenzijde en uiteindes van de tocht te plaatsen neemt het aantal overschrijdingen toe. Bij dit MER is gekozen voor een worst-case aanpak. Onderstaand is ter vergelijking inzicht gegeven in de beoordeling indien uitgegaan wordt van een opstelling in het hart van de plaatsingszones. Voor deze opstelling zijn plaatsingszones smaller gemaakt met dezelfde middenlijn (100 m in plaats van 500 m). Deze smallere plaatsingszone bieden voldoende ruimte voor een lijnopstelling en geven een meer realistisch beeld van de verwachte geluidseffecten op omliggende objecten, omdat ze uitgaat van de beste locaties binnen de plaatsingszones voor het thema geluid.

Alternatief 1 en alternatief 2 leiden in de realistische invulling tot een afname van het aantal geluidsgevoelige objecten waarvoor de geluidsnorm wordt overschreden. Uit de beoordeling van alternatief 3 bleek dat de alternatieve plaatsingszone Klokbeker- en Rivierduintochtuitbreiding (a), IJsselmeerdijk parallel binnendijks (b) en Elandtochtuitbreiding (d) leiden tot een afname van het aantal geluidsgevoelige objecten in het gebied. De ontwikkeling van de plaatsingszone Kamperhoekweg (c) leidt tot een aanzienlijke toename in het aantal geluidsgevoelige objecten boven de Lden norm, met name wanneer een turbine in de zuidelijke plaatsingszone wordt geplaatst. De Lage Vaart (e) leidt tot een kleine toename in geluidsgevoelige objecten . De effectbeoordeling voor alternatief 4 is gelijk aan die van alternatief 3.

Voor geluid geldt dat het windpark moet voldoen aan de wettelijke 47 dB norm op de dichtstbijzijnde woning, waardoor het berekende effect/verschil qua normoverschrijdingen in MER fase 1 weer helemaal of grotendeels teniet wordt gedaan. In MER fase 2 en daarna wordt onderzocht hoe de geluidhinder/ geluidbelasting kan worden gemitigeerd en welk effect dat heeft op de energieopbrengsten. In algemene zin geldt daarbij dat, hoe meer “schuifruimte” in het plan zit, hoe meer de geluidbelasting op woningen kan worden geoptimaliseerd door de turbines te verplaatsen, zonder dat dit ten koste gaat van de energieopbrengsten. De verplaatsing van turbines is wat dat betreft vooral effectief wanneer woningen en turbines dichtbij elkaar liggen (< 500 meter), en in dit project is dat alleen het geval op bepaalde kritische posities (veel woningen liggen op 800 meter of meer van windturbines). Voor luchtvaartveiligheid geldt dat, door op het IJsselmeer en in het westen van het projectgebied de maximumhoogte (van 248 meter) te beperken tot 213 meter (NAP), aan de hoogtebeperkingen kan worden voldaan.

Alle alternatieven leiden in de worst-case tot een aanzienlijke toename (meer dan 50 geluidsgevoelige objecten) van het aantal geluidsgevoelige objecten waarvoor de geluidsnorm wordt overschreden, de alternatieven worden daarom zeer negatief (--) beoordeeld. Uit de beoordeling van alternatief 3 volgt dat de alternatieve plaatsingszone Klokbeker- en Rivierduintochtuitbreiding (a), IJsselmeerdijk parallel binnendijks (b) en Elandtochtuitbreiding (d) leiden tot een toename van het aantal geluidsgevoelige objecten in het gebied, met vergelijkbare aantallen als de alternatieven 1 en 2(--). De ontwikkeling van de plaatsingszone Kamperhoekweg (c) leidt tot een aanzienlijk grotere toename in het aantal geluidsgevoelige objecten boven de Lden norm, maar valt in dezelfde beoordelingscategorie (--). Deze overschrijding wordt met name veroorzaakt door de invulling van het meest zuidelijke deel van de plaatsingszone. Door dit deel van de plaatsingszone Kamperhoekweg niet in te vullen, kan een groot deel van de overschrijdingen worden voorkomen. De Lage Vaart (e) leidt tot een aanzienlijke toename in geluidsgevoelige objecten (--). Bij deze Lage Vaart moet rekening gehouden worden met cumulatie vanuit de regioplanzone in Windplan Groen, hierdoor treden naar verwachting meer overschrijdingen op in Lage Vaart. De effectbeoordeling voor alternatief 4 is gelijk aan die van alternatief 3 (zeer negatief --).

In de worst-case aanpak worden de maximale effecten gepresenteerd. Voor de nadere invulling van de plaatsingszones wordt in het ontwerp van het windpark wel rekening gehouden met de voorkeur om turbines dichtbij de tocht te plaatsen. Alle alternatieven worden bij het toepassen van een worst-case beoordeeld als zeer negatief. Uit de verschillen tussen de worst-case en realistische invulling blijkt dat het verschil in overschrijdingen meer beïnvloed wordt door de turbineposities binnen de plaatsingszone, dan bijvoorbeeld het verschil tussen innovatieve en reguliere turbines.

Tabel 5.4 Overzichtstabel effectenbeoordeling geluid gebruiksfase (na dubbeldraaiperiode)

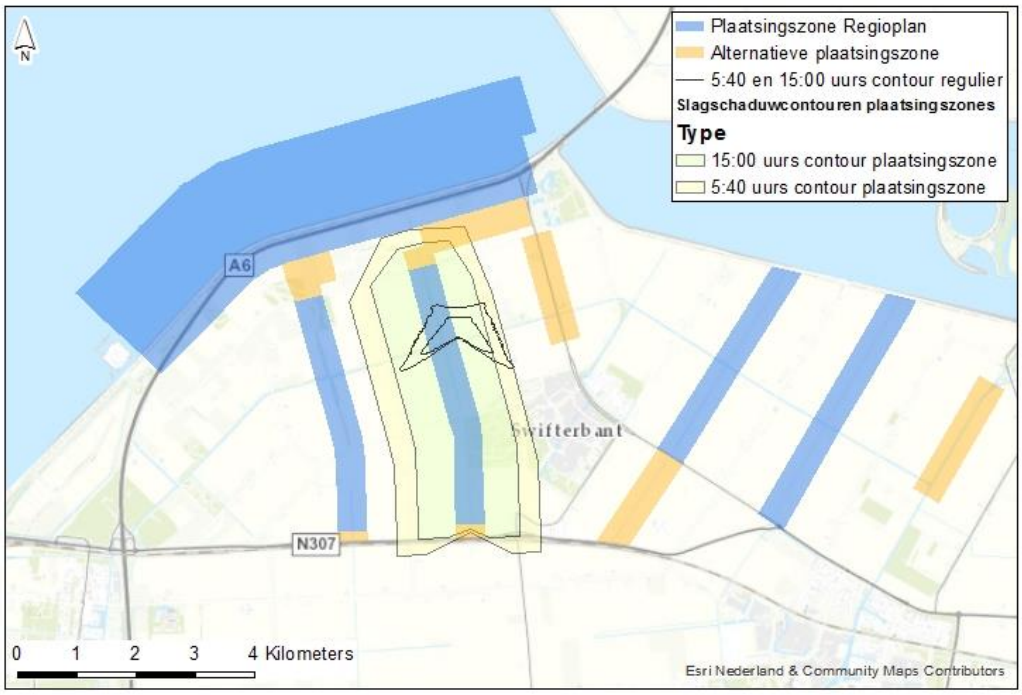
Criterium	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
	regioplan + regulier	**regioplan + innovatief**	**Regioplan + alternatief regulier** **a Vuursteen- en Rivierduintocht** **b IJsselmeer parallel binnendijks** **c Kamperhoekweg** **d Elandtocht** **e Lage Vaart**	**Regioplan + alternatief innovatief** **a Vuursteen- en Rivierduintocht** **b IJsselmeer parallel binnendijks** **c Kamperhoekweg** **d Elandtocht** **e Lage Vaart**
geluidsbelasting	sterke toename van de geluidsbelasting in en rondom het projectgebied, Klokbekertocht meest beperkt door geluidsgevoelige objecten	sterke toename van de geluidsbelasting in en rondom het projectgebied, Klokbekertocht meest beperkt door geluidsgevoelige objecten	a: sterke toename b: sterke toename c: sterke toename in geluidsgevoelige objecten boven de norm in noord- Swifterbant d: sterke toename e: Sterke toename (in deze zone treedt naar verwachting cumulatie op met Windplan Groen)	a: Sterke toename b: Sterke toename c: sterke toename in geluidsgevoelige objecten boven de norm in noord- Swifterbant d: Sterke toename e: Sterke toename (in deze zone treedt naar verwachting cumulatie op met Windplan Groen)

5.1.2 Slagschaduw

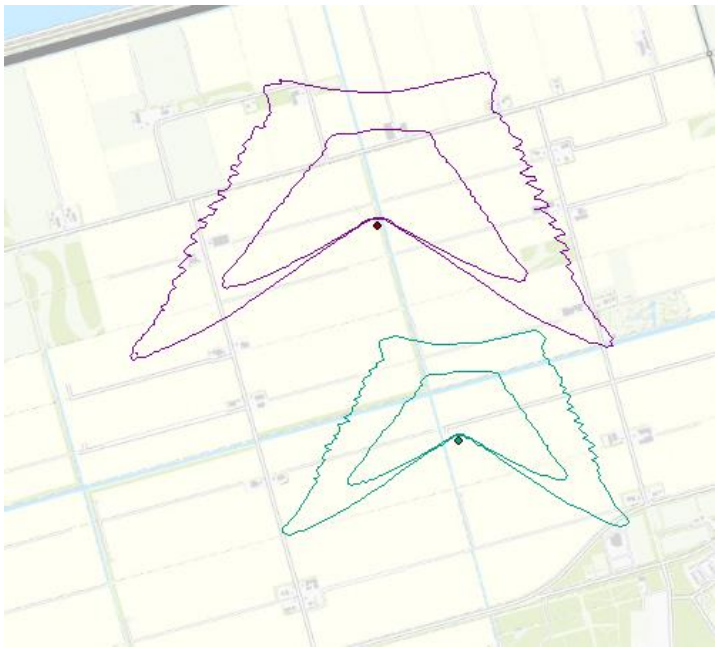
Het effect van slagschaduw is op een semi kwalitatieve manier in kaart gebracht. Uitgangspunt daarbij is de vlinderachtige vorm die de contour weergeeft waarbinnen een enkele turbine tot meer dan 05.40 uur (of 15.00 uur) slagschaduw leidt. Zie afbeelding 5.3. Door nu deze vlinderachtige figuur langs de rand van de plaatsingszone te bewegen, wordt de 05.40 uur (en 15.00 uur) contour voor de gehele plaatsingszone bepaald. Ter illustratie is deze contour voor de plaatsingszone Rivierduintocht in afbeelding 5.3 opgenomen.

In afbeelding 5.5 zijn ter illustratie de slagschaduwcontouren (05.40 en 15.00 uur) voor een windturbine van de reguliere alternatieven, en de contouren van de innovatieve alternatieven opgenomen. De grote ‘vlinder’ geeft de 05.40 uur contour en de kleine ‘vlinder’ geeft de 15.00 uur contour. De maximale effectafstand van de 05.40 slagschaduwcontour bedraagt +/- 1.100 m voor de reguliere alternatieven en +/- 1.550 m voor de innovatieve alternatieven. Ten behoeve van de effectbeoordeling van de plaatsingszones zijn de contouren van individuele turbines omgezet in de slagschaduwcontouren voor de gehele plaatsingszone. Hierbij is geen rekening gehouden met eventuele andere objecten in de omgeving die slagschaduw mogelijk kunnen reduceren. Bij het omzetten van een slagschaduwcontour naar de contour van een plaatsingszone moet rekening worden gehouden met een foutmarge van circa 5 %, dit staat gelijk aan een foutmarge van circa 50 m.

Afbeelding 5.5 Voorbeeld van geprojecteerde slagschaduwcontouren voor de plaatsingszone bij Rivierduintocht

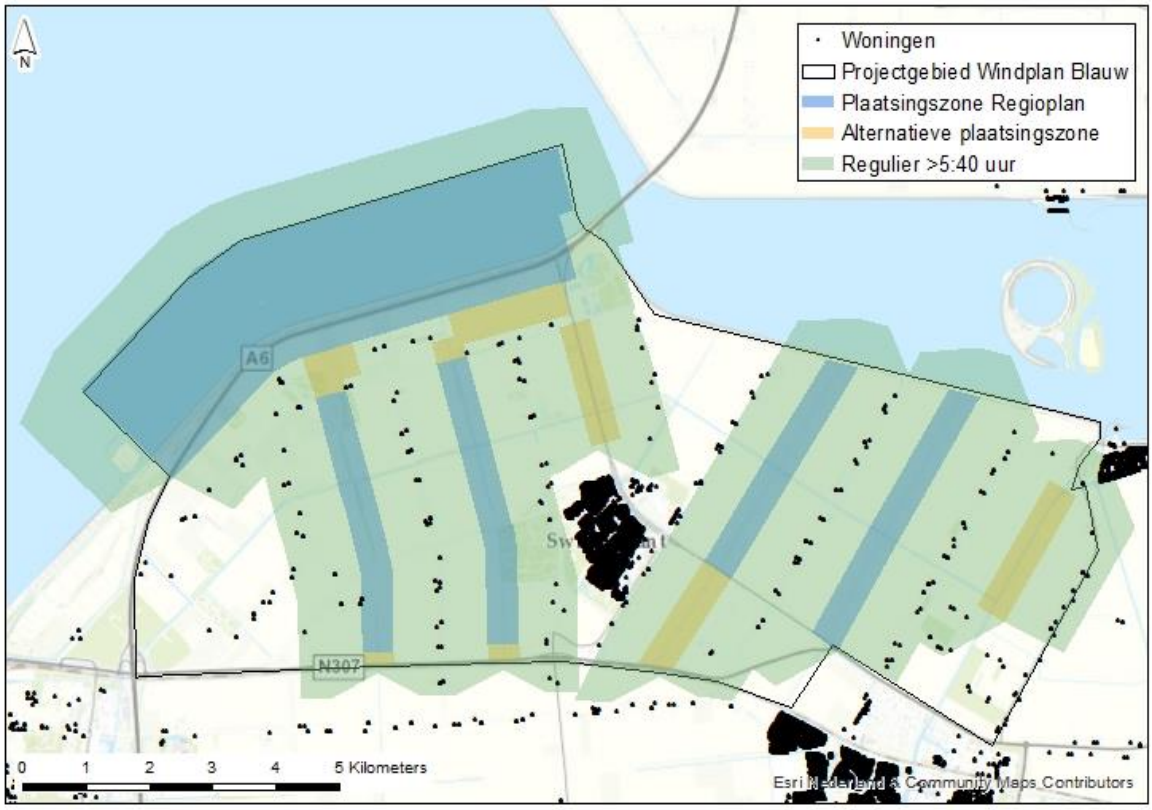


Afbeelding 5.6 Slagschaduwcontouren van alternatief regulier (onder, turquoise) voor 05.40 uur (groot) en 15.00 uur (klein) en voor alternatief innovatief (boven, paars) voor 05.40 uur (groot) en 15.00 uur (klein)

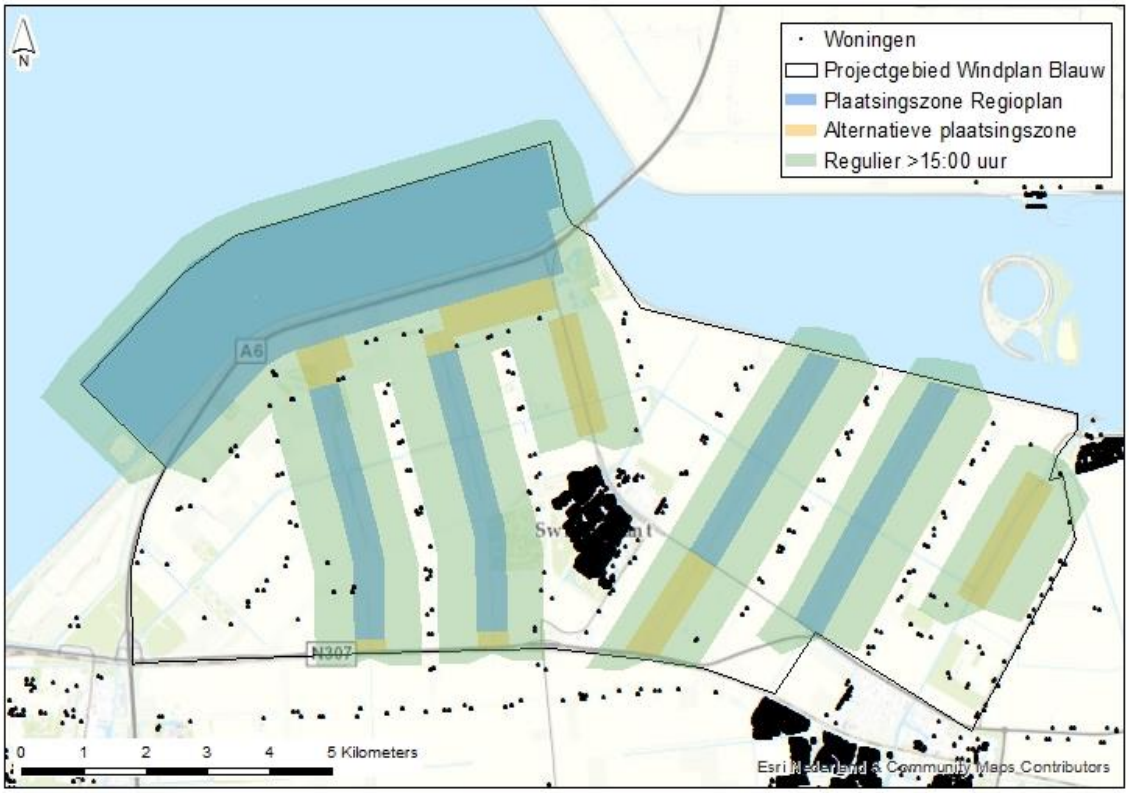


In afbeeldingen 5.6 tot en met 5.9 zijn per alternatief de 5 uur 40-minutencontour en de 15 uur-contour weergegeven en in tabel 5.5 is per alternatief weergegeven hoeveel woningen binnen deze contouren zijn gelegen. De grootste effecten treden op bij alternatief 2 en alternatief 4. Alternatief 1 veroorzaakt de minste effecten, er vallen daar 126 woningen in de 05.40 contour waarvan 23 woningen meer dan 15 uur slagschaduw ontvangen. Het kleinere effect komt door de lagere turbines en het weglaten van de alternatieve plaatsingszones.

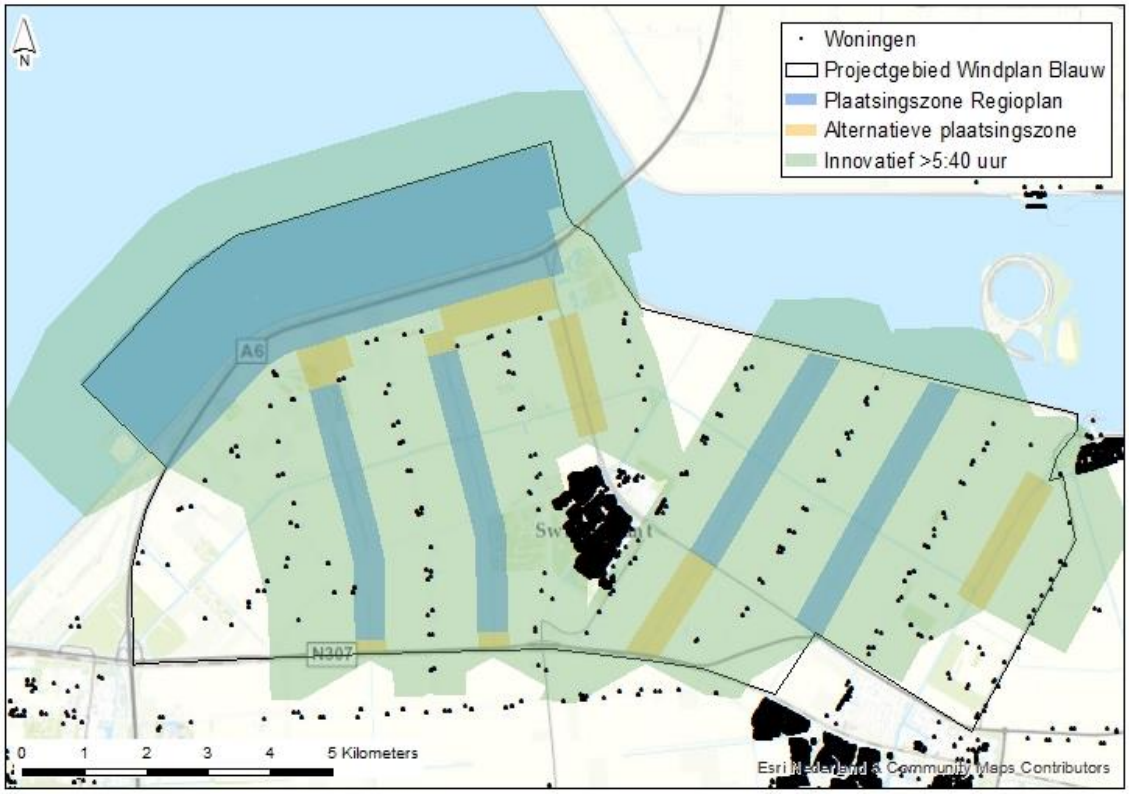
Afbeelding 5.7 Slagschaduw contouren regulier ≥05.40 uur



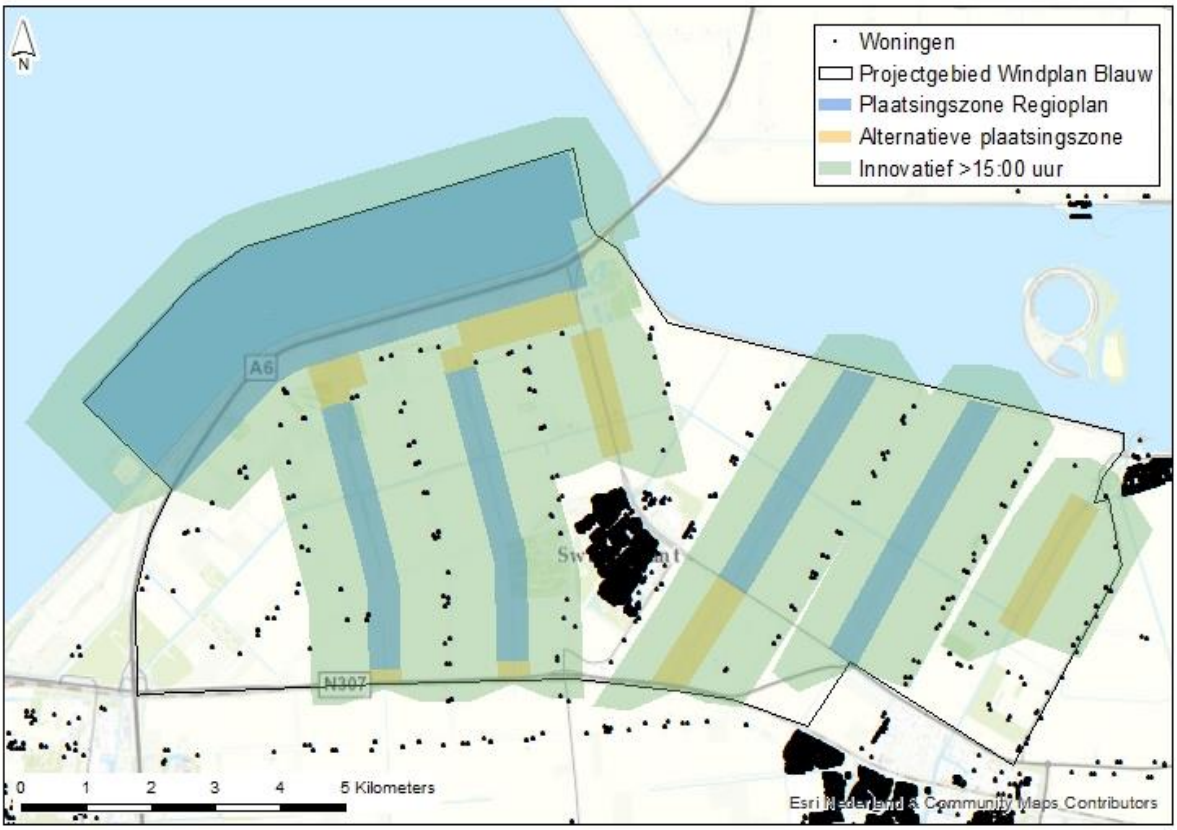
Afbeelding 5.8 Slagschaduw contouren regulier ≥15.00 uur



Afbeelding 5.9 Slagschaduw contouren innovatief ≥05.40 uur



Afbeelding 5.10 Slagschaduw contouren innovatief ≥15.00 uur



Tabel 5.5 Aantal woningen binnen tijdsduur contouren per plaatsingszone

		Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
		regioplan + regulier	regioplan + innovatief	Regioplan + regulier a Klokbeker- en rivierduintocht uitbreiding b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart	Regioplan + innovatief a Klokbeker- en rivierduintocht uitbreiding b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart
Slagschaduw-contouren	≥ 05.40 uur	126	363	a: 129 b: 129 c: 138 d: 136 e: 186	a: 363 b: 365 c: 369 d: 430 e: 509
	≥ 15 uur	23	104	a: 23 b: 27 c: 25 d: 25 e: 28	a: 109 b: 111 c: 120 d: 108 e: 126
Huidige situatie	≥ 05.40 uur	106			
	≥ 15 uur	43			
Af/ toename t.o.v. referentiesituatie	≥ 05.40 uur	20	257	a: 23 b: 23 c: 32 d: 30 e: 80	a: 257 b: 259 c: 263 d: 324 e: 403
	≥ 15 uur	-20	61	a: -20 b: -16 c: -18 d: -18 e: -15	a: 66 b: 68 c: 77 d: 65 e: 83

De ontwikkeling van de plaatsingszone Klokbekertocht en Rivierduintocht uit het regioplan leiden niet tot een significante toename van het aantal woningen dat meer dan 05.40 uur slagschaduw ontvangt, in de referentiesituatie zijn al windturbines aanwezig. Nabij de locaties Elandtocht en Rendiertocht zijn nu enkele solitaire kleine turbines aanwezig, de ontwikkeling van het nieuwe windpark zorgt voor een significante toename in slagschaduw. Het beïnvloedingsgebied van alternatief 2 is groter en wordt sterk negatief (--) beoordeeld in verband met de toename in het aantal gevoelige bestemmingen onderhevig aan slagschaduw.

Alternatief1 laat maar een kleine toename in het gebied zien en wordt als licht negatief (0/-) beoordeeld. Ook de reguliere alternatieven met alternatieve plaatsingszones laten een kleine toename in gevoelige objecten binnen de norm contour zien, deze worden daarom ook als licht negatief (0/-) beoordeeld. Alleen alternatief 3e, Lage Vaart, heeft een grotere toename in gevoelige objecten binnen de 05.40 contour, deze

wordt als negatief (-) beoordeeld. De oorzaak ligt voornamelijk bij de woonwijk gelegen ten noordoosten van Lage Vaart. De alternatieve plaatsingszones met de innovatieve windturbine zijn allen als aanzienlijk negatief (--) beoordeeld. In alle gevallen neemt het aantal gevoelige bestemmingen gelegen boven de norm sterk toe.

De ≥ 15 uur contour laat voor de reguliere alternatieven (1 en 3) een lichte verbetering zien ten opzichte van de referentiesituatie. Binnen het gebied treedt een verschuiving op, waar nu slagschaduw optreedt bij de Noordertocht zal deze wegvallen zodra de dubbeldraai periode voorbij is. Alternatief 1 is daarom als licht positief (0/+) beoordeeld voor het criterium 'slagschaduw kwetsbare objecten (≥ 15 uur)'. Het windturbinetype 'innovatief' is van een dusdanig groot formaat dat rondom de Klokbekertocht en Rivierduintocht sprake is van een toename van het aantal woningen dat ≥15 uur slagschaduw ontvangt. Rondom de Elandtocht en de Rendiertocht is nu niet tot nauwelijks sprake van slagschaduw door windturbines, in de nieuwe situatie is deze wel aanwezig. Alternatief 2 is daarom als licht negatief (0/-) beoordeeld.

Voor de alternatieven 3 en 4 voor het criterium 'slagschaduw kwetsbare objecten (≥ 15 uur)' is de effectbeoordeling gelijk aan de beoordeling van de alternatieven 1 en 2, respectievelijk licht positief en licht negatief (zie tabel 5.6).

Tabel 5.6 Overzichtstabel effectenbeoordeling gebruiksfase (na dubbeldraaiperiode)

Criterium	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
	regioplan + regulier	regioplan + innovatief	Regioplan + regulier a Vuursteen- en Rivierduintocht b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart	Regioplan + innovatief a Vuursteen- en Rivierduintocht b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart
slagschaduw op kwetsbare objecten (05.40 uur)	kleine toename in slagschaduwbelasting (zonder mitigatie)	sterke toename gevoelige bestemmingen boven het beoordelingscriterium (zonder mitigatie)	a: kleine toename in slagschaduwbelasting (zonder mitigatie) b: kleine toename in slagschaduwbelasting (zonder mitigatie) c: kleine toename in slagschaduwbelasting (zonder mitigatie) d: kleine toename in slagschaduwbelasting (zonder mitigatie) e: toename in slagschaduwbelasting (zonder mitigatie) door woonwijk ten noorden plaatsingszone	a: sterke toename gevoelige bestemmingen boven het beoordelingscriterium (zonder mitigatie) b: sterke toename gevoelige bestemmingen boven het beoordelingscriterium (zonder mitigatie) c: sterke toename gevoelige bestemmingen boven het beoordelingscriterium (zonder mitigatie) d: sterke toename gevoelige bestemmingen boven het beoordelingscriterium (zonder mitigatie) e: sterke toename gevoelige bestemmingen boven het beoordelingscriterium (zonder mitigatie)

Criterium	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
	regioplan + regulier	**regioplan + innovatief**	**Regioplan + regulier a Vuursteen- en Rivierduintocht b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart**	**Regioplan + innovatief a Vuursteen- en Rivierduintocht b IJsselmeer parallel binnendijks c Kamperhoekweg d Elandtocht e Lage Vaart**
slagschaduw op kwetsbare objecten (>15 uur)	lichte verbetering bij de Noordertocht vervalt hinder zodra de dubbeldraai periode voorbij is.	rondom de Klokbekertocht en Rivierduintocht toename, rondom de Elandtocht en de Rendiertocht toename slagschaduw	a: lichte verbetering bij de Noordertocht vervalt hinder zodra de dubbeldraai periode voorbij is. b: lichte verbetering bij de Noordertocht vervalt hinder zodra de dubbeldraai periode voorbij is. c: lichte verbetering, mogelijk meer slagschaduw rondom Kamperhoekweg d: lichte verbetering, mogelijk meer slagschaduw rondom Elandtochtuitbreiding e: lichte verbetering, mogelijk meer slagschaduw rondom Lage Vaart	a: rondom de Klokbekertocht en Rivierduintocht toename, rondom de Elandtocht en de Rendiertocht toename slagschaduw b: lichte toename slagschaduw rondom IJsselmeerdijk parallel binnendijks c: Lichte toename rondom Kamperhoekweg d: Lichte toename rondom Elandtochtuitbreiding, met name ten zuiden e: Lichte toename, met name ten noorden van de Lage Vaart

5.2 Voorzet voor optimaliserende, mitigerende en compenserende maatregelen

In een m.e.r.-procedure is het gebruikelijk maatregelen aan te geven die het ontwerp verbeteren, die effecten voorkomen, mitigeren of compenseren. Hieronder wordt daartoe een aanzet gedaan met de globale kennis die in fase 1 is opgedaan. Deze maatregelen kunnen door de initiatiefnemer overgenomen worden bij het vaststellen van het basisalternatief en opgenomen in het inpassingsplan en vergunningen in fase 2. Als er sprake is van een wettelijke plicht, dan is dit aangegeven.

Invloed op geluidshinder

Moderne windturbines beschikken over een of enkele speciale modi van de turbinebesturing waarbij het geluid beperkt wordt, door het toerental van de rotor iets te verlagen. Dit leidt echter ook tot een verlaging van de energieproductie. Verder kan er gekozen worden van turbines die (standaard) minder geluid produceren dan andere types.

Invloed op slagschaduw

Wanneer de gemiddelde duur van slagschaduw meer is dan 20 minuten per dag gedurende 17 dagen in het jaar, moet de windturbine op grond van het Activiteitenbesluit voorzien zijn van een stilstandvoorziening. Met deze voorziening wordt de turbine tijdelijk tot stilstand gebracht wanneer slagschaduw op een gevel van een gevoelige bestemming wordt veroorzaakt. Door het nemen van deze maatregel is bij geen van de woningen sprake van een overschrijding van de norm. Zodra de specifieke opstellingen en het type windturbine bekend zijn kan per woning worden beoordeeld of een stilstandvoorziening noodzakelijk is.

Als gevolg van deze automatische stilstandvoorziening dalen de energieopbrengsten van de betreffende turbines. In fase 2 zal een berekening van het verlies aan energieopbrengsten worden uitgevoerd in Windpro aan de hand van het aantal woningen (inclusief bedrijfswoningen) waarbij jaarlijks meer dan 5 uur en 40 minuten slagschaduw kan optreden. Op basis van berekeningen uit andere slagschaduwonderzoeken van windparken worden energieopbrengstverliezen van het gehele park ingeschat tussen de 0,1 % en 0,3 %.

5.3 Keuzeruimte alternatieve plaatsingszones voor woon- en leefmilieu

Uit het effectonderzoek naar de alternatieven in MER fase 1 is gebleken dat de realisatie van windturbines in de regioplanzones aanzienlijk negatieve effecten kan hebben op de aspecten geluid en slagschaduw. In een nader onderzoek is in beeld gebracht of deze nadelige effecten kunnen worden beperkt door het vrijwaren van gevoelige delen van de regioplanzones. De resultaten van dit onderzoek zijn vastgelegd in de notitie 'Keuzeruimte milieuafweging alternatieve plaatsingszones' (zie bijlage XXI bij het hoofdrapport).

In de notitie is geconcludeerd dat invulling van de alternatieve plaatsingszones keuzeruimte biedt om effecten op geluid te verplaatsen. Wanneer de delen van de regioplanzones worden gevrijwaard die op minder dan 1.500 meter van de bebouwde kom van Swifterbant en Ketelhaven liggen, neemt het aantal geluidsgehinderden aanzienlijk af. Daartegenover staat dat in het buitengebied het aantal normoverschrijdingen en de mate van geluidsbelasting boven de norm aanzienlijk toenemen in het buitengebied.

Op basis van deze analyse bieden de alternatieve plaatsingszones keuzeruimte om te schuiven met effecten. Effecten op het woon- en leefmilieu kunnen echter niet voorkomen worden. Zowel de keuze voor regioplanzones als voor alternatieve plaatsingszones heeft implicaties op de woonkwaliteit:

- invulling van regioplanzones leidt tot een groot aantal gehinderden onder de norm en heeft een beperkt effect op het aantal normoverschrijdingen;
- invulling van de alternatieve plaatsingszones leidt tot een aanzienlijke toename van het aantal normoverschrijdingen en de mate van overschrijding. Het aantal gehinderden onder de norm wordt echter wel beperkt.

6

FASE 2: RESULTERENDE EFFECTEN EN EFFECTBEOORDELING VARIANTEN FASE 2

Op basis van de resultaten van het MER fase 1 is een voorkeur bepaald, in drie varianten:
- het basisalternatief IR (Innovatieve turbines binnen de Regioplanzones);
- de variant IA (Innovatieve turbines met invulling van Alternatieve plaatsingszones);
- de variant IB (Innovatieve turbines met een Bolstapeling op het IJsselmeer).

Een beschrijving van de onderzocht varianten wordt gegeven in het hoofdrapport.

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de MER-fase 2 beschreven, waarin de effecten van het Basisalternatief IR en de twee varianten IA en IB nader zijn uitgewerkt en worden vergeleken met de referentiesituatie. In deze fase wordt op alle relevante milieuaspecten ingegaan, waarbij in dit deelrapport de onderwerpen Ruimtegebruik, Geluid, Slagschaduw en Trillingen worden geadresseerd.

In de eerste paragrafen is de effectbeoordeling onderbouwd voor:
- ruimtegebruik (6.1);
- geluid (6.2);
- slagschaduw (6.3), en;
- trillingen (6.4).

In paragraaf 6.5 wordt een voorstel gedaan voor mitigerende maatregelen en ten slotte wordt in paragraaf 6.6 een samenvatting gegeven van de effecten van het basisalternatief en varianten IA en IB.

In de onderstaande paragrafen wordt het effect op ruimtegebruik en de effecten van hinder door geluid, slagschaduw en trillingen beoordeeld. Daarbij wordt steeds ingegaan op de aanlegfase, dubbeldraaiperiode, gebruiksfase en verwijderingsfase.

6.1 Ruimtegebruik

6.1.1 Ruimtegebruik op land

De turbines worden gedeeltelijk op land en gedeeltelijk op het IJsselmeer gebouwd. Het landgebruik in het projectgebied is hoofdzakelijk agrarisch, over het algemeen is de plaatsing van windturbines goed te combineren met deze gebruiksfunctie. Windturbines hebben een relatief beperkt ruimtegebruik op grondniveau, waardoor het ruimtebeslag op landbouwgrond beperkt is. De windturbines in Windplan Blauw hebben een funderingsoppervlakte van 625 m^2 (25 x 25 m).

Naast ruimtegebruik door windturbines, leidt de ontwikkeling van Windplan Blauw tot de aanleg van kraanopstelplaatsen en onderhoudswegen. Ook dit legt beslag op de ruimte. De exacte ligging van onderhoudswegen is nog niet vastgesteld, maar de uitgangspunten voor de onderhoudswegen zijn weergegeven in tabel 6.1. In het basisalternatief IR en de twee varianten (IA/IB) zijn de onderhoudswegen ook voor landbouwverkeer te gebruiken.

Naast onderhoudswegen hebben de kraanopstelplaatsen invloed op het ruimtegebruik. Een kraanopstelplaats heeft een oppervlakte van 1.800 m^2 (60 x 30 m) per stuk. Deze kraanopstelplaatsen worden alleen geplaatst bij windturbines op land. Dit betekent dat het ruimtegebruik toeneemt wanneer meer turbines op land worden gerealiseerd.

Indien bestaande turbines worden gesaneerd, kunnen bijbehorende funderingen, onderhoudswegen en kraanopstelplaatsen worden verwijderd, zodat deze ruimte weer vrij komt voor het oorspronkelijk of ander gebruik. Er is geen wettelijk kader dat dit ook daadwerkelijk moet gebeuren. Daarom is het uitgangspunt van dit MER dat de funderingen, onderhoudswegen en kraanopstelplaatsen niet worden verwijderd. Daarnaast kunnen bestaande onderhoudswegen mogelijk deels worden hergebruikt. Of dit mogelijk is geen onderdeel van onderliggende studie. Daarom is het uitgangspunt van dit MER dat de onderhoudswegen niet worden hergebruikt. Om deze reden wordt in dit MER geen onderscheid gemaakt tussen de dubbeldraaiperiode en de periode na dubbeldraai.

Tabel 6.1 Ruimtegebruik op land door windturbines, onderhoudswegen en kraanopstelplaatsen

	Basisalternatief IR	Variant IA	Variant IB
Ruimtegebruik turbines op land			
	21.875 m^2	25.625 m^2	21.875 m^2
Ruimtegebruik wegen			
Rendiertocht	20.000 m^2	20.000 m^2	20.000 m^2
Elandtocht	17.500 m^2	17.500 m^2	17.500 m^2
Rivierduintocht	22.500 m^2	23.500 m^2	22.500 m^2
Klokbekertocht	21.500 m^2	22.500 m^2	21.500 m^2
Kamperhoekweg	0	7.500 m^2	0
Ruimtegebruik kraanopstelplaatsen			
	63.000 m^2	73.800 m^2	63.000 m^2

Het totale ruimtegebruik is weergegeven in tabel 6.2. Te zien is dat het ruimtegebruik van het basisalternatief IR en van variant IB gelijk is. Het ruimtegebruik van variant IA is groter, daarmee scoort deze variant slechter voor ruimtegebruik. Het verschil in ruimtebeslag is echter dusdanig klein dat de effectbeoordeling tussen de varianten van het VKA niet onderscheidend is. Rondom de fundering van de windturbines, kraanopstelplaatsen en windturbines blijft de landbouwfunctie van het gebied behouden.

Het plangebied heeft een oppervlakte van circa 90.000.000 m^2, waarvan het landbouwgebied 73.000.000 m^2 beslaat. Het ruimtegebruik van het basisalternatief IR en de varianten IA en IB wordt hiermee vergeleken.

Tabel 6.2 Ruimtegebruik op land VKA varianten

	Basisalternatief IR	Variant IA	Variant IB
ruimtegebruik op land	166.375 m^2	188.425 m^2	166.375 m^2
% ruimtebeslag landbouwgebied	0,23 %	0,26 %	0,23 %

Het basisalternatief IR en de twee varianten (IA/IB) leiden tot een lichte toename van het ruimtegebruik in agrarisch gebied ten opzichte van de referentiesituatie. Daarom zijn het basisalternatief IR en de twee varianten (IA/IB) als licht negatief (0/-) beoordeeld voor de dubbeldraaiperiode en gebruiksfase (na dubbeldraai zie tabel 6.4). De aanlegfase is niet onderscheidend van de eindfase, doordat het ruimtebeslag hetzelfde is.

6.1.2 Ruimtegebruik op het IJsselmeer

Het plaatsen van windturbines in het IJsselmeer heeft effect op het gebruik van het IJsselmeer door de beroepsvaart en recreatievaart. Het effect van windturbines op de nautische veiligheid is beschreven in het deelrapport veiligheid (deelrapport V) en het effect op landschap is uitgewerkt in deelrapport landschap, cultuurhistorie en archeologie (deelrapport III). Het fysieke ruimtegebruik van de windturbine bestaat uit het doorsnedeoppervlak van de monopile[1]. Dit wordt geschat op 100 m^2 per turbine.

Het plangebied heeft een oppervlakte van circa 90.000.000 m^2, waarvan het gebied op het IJsselmeer 17.000.000 m^2 beslaat. Het ruimtegebruik van het basisalternatief IR en de varianten IA en IB wordt hiermee vergeleken.

Tabel 6.3 Ruimtegebruik op het IJsselmeer voor de VKA varianten

	Basisalternatief IR	Variant IA	Variant IB
ruimtegebruik op water	2.500 m^2	2.200 m^2	2.700 m^2
% ruimtebeslag IJsselmeer	<<0,016 %	<<0,016 %	<<0,016 %

In het basisalternatief IR en in de varianten IA en IB is het ruimtegebruik op het IJsselmeer kleiner dan 0,016 % van het IJsselmeer-gedeelte van het projectgebied, en is daarom als neutraal (0) beoordeeld (zie tabel 6.4). De bestaande windturbines in het IJsselmeer zullen niet dubbeldraaien. Daarom is het effect op ruimtegebruik op het IJsselmeer tijdens en na de dubbeldraaiperiode gelijk. Ook de aanlegfase is niet onderscheidend van de gebruiksfase, doordat het ruimtebeslag hetzelfde is. Het aspect ruimtegebruik vormt daarmee geen belemmering voor de ontwikkeling van Windplan Blauw.

[1] Uitgangspunt van het MER is dat in het IJsselmeer monopiles als fundering worden gebruikt. In de vergunningenprocedure worden ook de opties tripod en jacket meegenomen.

6.1.3 Effect op koelwatersysteem van de Maximacentrale

Inleiding

In deze paragraaf zijn de effecten van het voornemen Windplan Blauw op het koelwatersysteem van de Maxima-centrale beschreven. Vanuit de Maxima-centrale wordt koelwater onttrokken uit, en geloosd op het IJsselmeer. Het koelwatereffluent (geloosd koelwater) verspreidt zich als een koelwaterpluim over het IJsselmeer. Deze pluim verspreid zich ook in het projectgebied van Windplan Blauw.

Methode

Het doel van deze effectbeoordeling is om te onderzoeken of turbines invloed hebben op de werking van het koelwatersysteem van de Maxima-centrale. In het kader van het MER Windplan Blauw wordt onderzocht of door plaatsing van turbines in het IJsselmeer de verspreiding van koelwatereffluent op het IJsselmeer, en/of de dispersie van de koelwaterpluim, wordt beïnvloedt. Grofweg kan de ontwikkeling van windturbines directe en indirecte effecten hebben op koelwater:

1 directe invloed van windturbines op verspreiding van de koelwaterpluim
   - weerstand van de turbinefundatie kan leiden tot een verandering in de waterstroming, waardoor recirculatie optreedt;
2 indirecte invloed van windturbines op koelwater door sedimentatie en erosie
   - sedimentatie rondom een turbinefundatie kan leiden tot zandophoping en zandverplaatsingen rondom turbinefundaties. De verzanding kan zodoende leiden tot een andere stroming waardoor recirculatie optreedt.

Om te bepalen wat de invloed is van windturbines op verspreiding van de koelwaterpluim en sedimentatie en erosie, wordt allereerst de huidige situatie van het koelwatersysteem van de Maxima-centrale in beeld gebracht. De morfologie en waterstroming van het IJsselmeer zijn vervolgens beschouwd.

De realisatie van het windpark is beschreven aan de hand van de oppervlakte en afstand van de windturbines in de plansituatie, om zo een beeld te krijgen wat de verhouding is van de windturbines in relatie tot het koelwatersysteem. De morfologie en stroming op het IJsselmeer zijn gebruikt om inzicht te geven in wijzigingen in stromingspatronen en sedimentatie rondom een windturbinefundatie, en nabij de inname en uitlaat van het koelwatersysteem van de Maximacentrale.

Huidige situatie

Koelwatersysteem van de Maxima centrale

Vanuit de Maxima-centrale wordt koelwater onttrokken uit, en geloosd op het IJsselmeer. Bij lozing van koelwater ontstaat een koelwaterpluim, dit is een driedimensionale stroming met een verhoogde watertemperatuur. Daarbij is de watertemperatuur het hoogst op het punt van lozing. Naarmate het koelwater uitspreidt en wegstroomt neemt de watertemperatuur af en wordt het vermengd met koeler water van het IJsselmeer.

In afbeelding 6.1 is de koelwaterpluim van de Maxima-centrale weergegeven. In de modelberekening behorend bij de watervergunning van de Maxima-centrale is de koelwaterpluim gesimuleerd conform de CIW-beoordelingssystematiek warmtelozingen[1]. Uit de modelberekening blijkt dat de warmtepluim in de worst-casesituatie zich uitstrekt over een gebied van circa 10 km^2.

Uit de doorsnede (zie rechts in afbeelding 6.1) blijkt dat zelfs tijdens een extreem warme zomerdag, geen significante temperatuurverhoging waargenomen wordt op de bodem van het IJsselmeer.

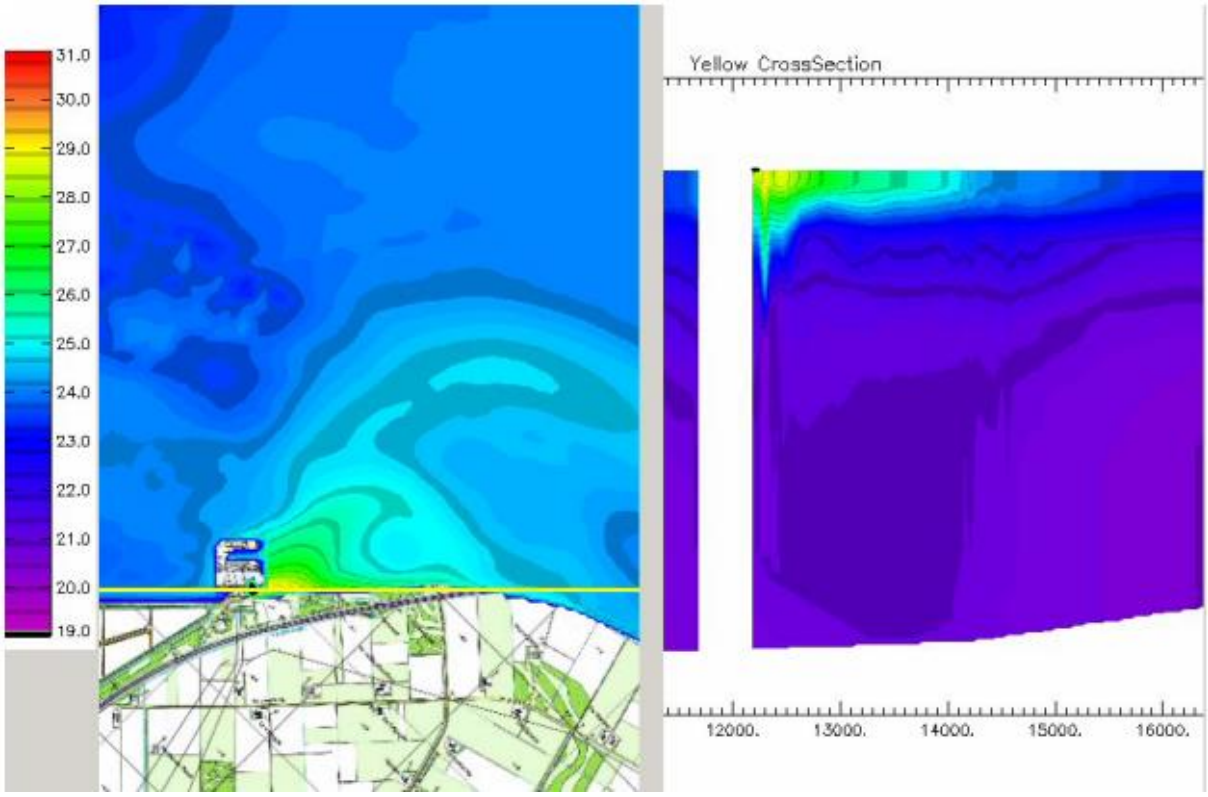
De mengzone koelwaterpluim raakt de bodem van het IJsselmeer niet. De koelwaterpluim ligt aan de oppervlakte. Zo bevat op 500 meter de bovenste 10 % van de waterkolom de warmtevracht, daarmee zorgt het koelwater van de Maxima-centrale voor een temperatuurstijging in de bovenste 40 centimeter van het

[1] 25 november 2004.

IJsselmeer. Dit komt door thermische stratificatie; door het verschil in watertemperatuur scheidt het lichtere (warme) water zich in de bovenlagen van zwaarder (kouder) water in de onderlagen van het IJsselmeer.

De bodem van het IJsselmeer ligt bij het lozingspunt op circa -4 meter (NAP). Dichtbij het lozingspunt is de mengzone[1] circa 30 % van de diepte van het IJsselmeer (1,2 meter). Op een afstand van 500 meter is de mengzone nog circa 10 % (40 centimeter). De beïnvloede zone is afhankelijk van de windrichting. In de overheersende windrichting (zuid-west), is de koelwaterpluim uitgerekt langs de dijk. In andere condities is de koelwaterpluim overwegend cirkelvorming vanaf het lozingspunt.

Afbeelding 6.1 Worst-case koelwaterpluim van de Maxima-centrale (11 aug 2003), aan het oppervlak (links) en doorsnede (rechts)



Gevolgen van klimaatverandering, zoals grotere afwatering van de IJssel en een hoger waterpeil, leiden niet tot significante verschillen in de verspreiding van de koelwaterpluim[2]. De hydrologische retentietijd van het IJsselmeer neemt namelijk niet meer dan 2 % toe.

Uit het addendum bij de koelwaterstudie[1] blijkt dat in de bestaande situatie (dus zonder realisatie van WPB) in extreme gevallen recirculatie van koelwater mogelijk is. Het effect is in het geval van recirculatie echter minder dan één graad Celsius. Voor een goede werking van het koelwatersysteem moet recirculatie worden voorkomen. Recirculatie betekent dat koelwater van het lozingspunt weer stroomt naar het inlaatpunt, waardoor het water bij het inlaatpunt steeds warmer wordt.

[1] De mengzone is het deel van de waterdiepte waarin het water van het IJsselmeer mengt met het (warmere) koelwater.

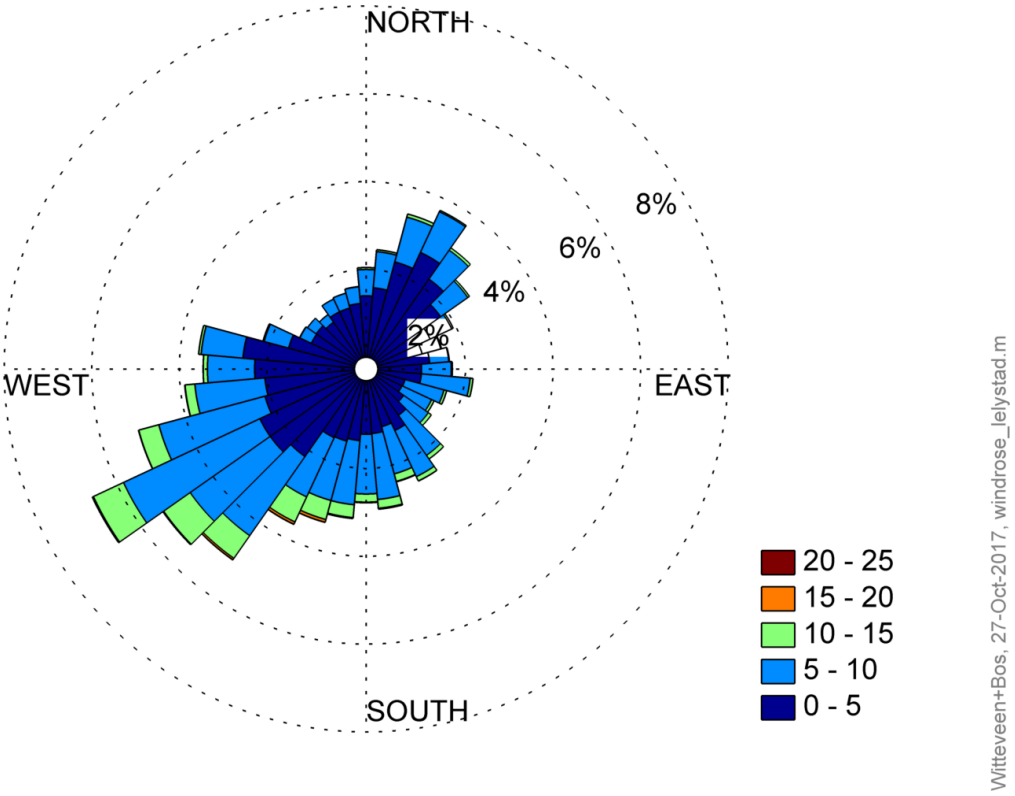
[2] Addendum Koelwaterstudie NRG/KEMA Flevocentrale 50562026-KPS/PIR 05-3553.

Stroming op het IJsselmeer

Het IJsselmeer is een waterlichaam waarbij de stroming vooral wordt veroorzaakt door wind en in mindere mate door aan- en afvoer van water[1] [2]. Op het IJsselmeer is er geen getijdewerking, waardoor de stroomsnelheden op het IJsselmeer relatief laag zijn. De stroming op het IJsselmeer wordt veroorzaakt doordat het water door de wind wordt opgestuwd en via retourstroom (in tegengestelde richting) weer terugstroomt[3]. Het stroompatroon wat ontstaat is een complex samenspel tussen horizontale en verticale stroompatronen en is afhankelijk van de windrichting en de lokale bathymetrie (bodemligging) van het IJsselmeer[4] [5]. Uit de onderzoeken blijkt dat de stroming, afhankelijk van de windrichting, in horizontaal circulerende patronen met de klok mee of tegen de klok in gaat stromen. In dezelfde studies wordt beschreven dat de stroomsnelheden langs de oevers kunnen oplopen tot 0.5 m/s. Eenzelfde patroon in stroming en stroomsnelheid is te verwachten in dit deel van het IJsselmeer.

Ondanks dat de wind hoofdzakelijk uit het zuidwesten waait (zie afbeelding 6.2), komen er ook extreme windcondities voor vanuit het noorden. Deze verschillende windcondities zullen zorgen voor een stroming in het projectgebied (langs de oever tussen de Maxima Centrale en Kamperhoek) vanuit zuidwestelijke richting naar het noordoosten of vice versa.

Afbeelding 6.2 Windroos KNMI meetstation Lelystad met verdeling windrichting en windsnelheid (m/s) voor 2001-2017



[1] Ministerie van Economische Zaken, Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Inpassingsplan Windpark Fryslân. Den Haag, 8 augustus 2017.

[2] Antea Group. Industriezandwinning IJsselmeer. Samenvatting MER. 28 mei 2015.

[3] Natuurmonumenten, Royal HaskoningDHV. Omgevingsvergunning Marker Wadden - verruiming zoekgebied zandwinning. Bijlagen bij toelichting. Referentie BA8757. 7 juni2017.

[4] Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Gebiedsdossier waterwinning Andijk. 5 oktober 2012.

[5] Visser, K.P. Golfbrekers in het Markermeer, Synergie voor veiligheid en ecologie. Master Thesis, TU Delft. 2007.

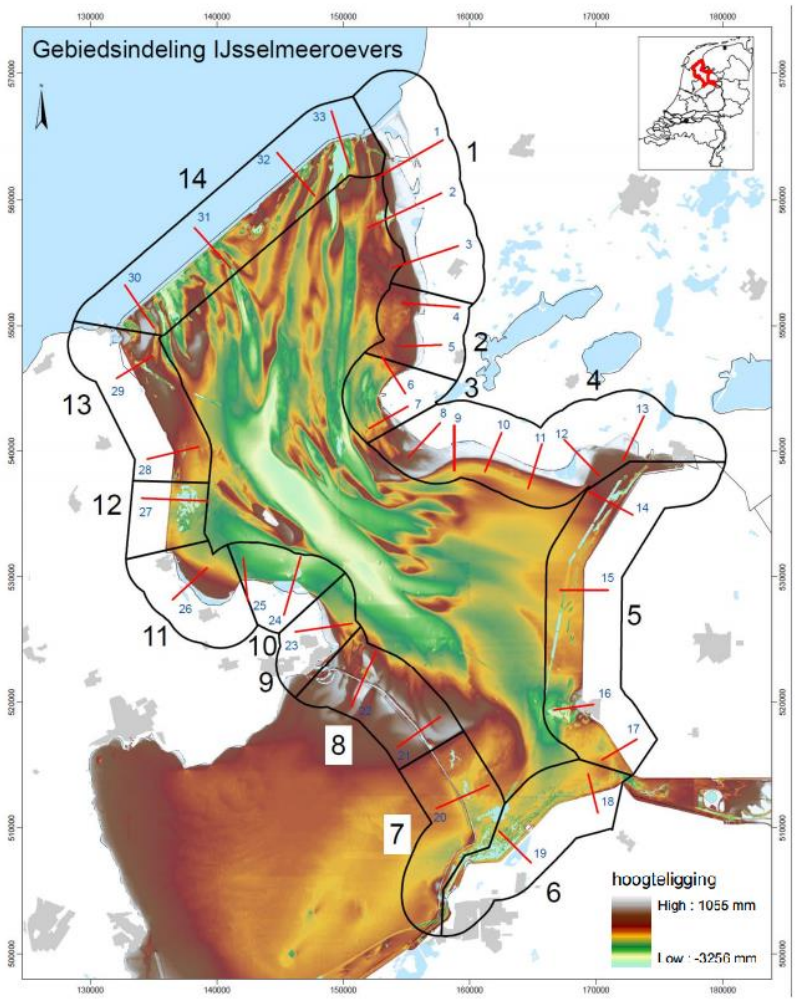
Afhankelijk van de windrichting zal er in het projectgebied een stroming met horizontaal circulerende patronen met de klok mee of tegen de klok ontstaan. Langs de oevers aan weerzijden van de Maxima Centrale uit dit zich in een langsstroming van zuidwestelijke richting naar het noordoosten (in geval van stroming tegen de klok in) en vice versa. Dit betekent dat het warme water afkomstig van de Maxima Centrale zich zal verspreiden in noordoostelijke respectievelijk zuidwestelijke richting.

Morfologie van het IJsselmeer

De bodem in het projectgebied ligt rond de 4 tot 5 meter beneden NAP (zie afbeelding 6.3). De bovenste laag van de bodem (enkele decimeters) bestaat uit kleiige IJsselmeerafzettingen met vlak daaronder zandige Zuiderzeeafzettingen[1]. De IJsselmeerafzettingen, ook wel IJsselmeerslib genoemd, bestaat uit een fijnzandige, kalkhoudende zware zavel of lichte klei[2]. Door de (inmiddels gesloten) zandwinputten, die zich langs de oever in het projectgebied bevinden, is het aannemelijk dat binnen het projectgebied ook de zandige Zuiderzeeafzettingen aan het oppervlak komen.

Binnen het projectgebied is dus op basis van de bestaande processen een morfologische dynamiek van enkele centimeters te verwachten. Dit wordt veroorzaakt door de (lokale) erosiegevoeligheid van de bodem in het projectgebied enerzijds en aanvoer van sediment van buiten het projectgebied anderzijds.

Afbeelding 6.3 Bodemligging IJsselmeer[3]



[1] Deltares. Oevermorfologie van het IJsselmeer. 1204495-003. 2012.

[2] Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Morfologie en bodem van het IJsselmeer, het Markermeer en de randmeren. Intern rapport. 1995.

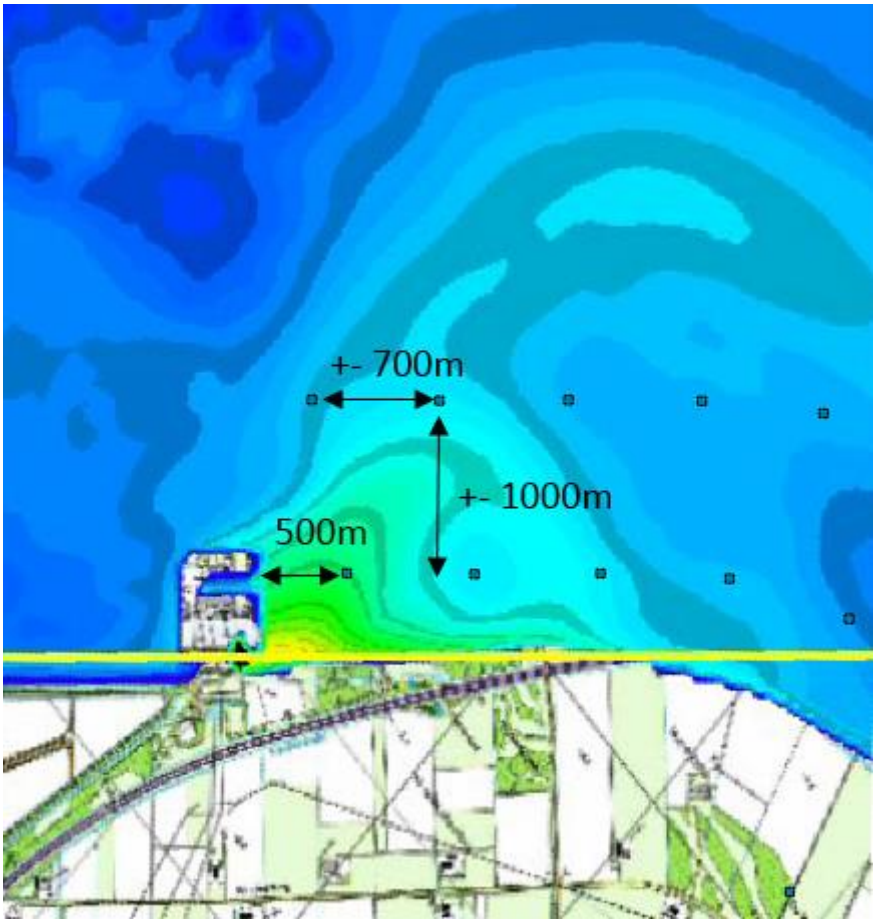
[3] Deltares. Oevermorfologie van het IJsselmeer. 1204495-003. 2012.

Effecten van turbines op koelwater

Oppervlakte, diepte en afstand van de windturbines ten opzichte van de koelwaterpluim

De dichtstbijzijnde turbine vanaf de Maxima-centrale ligt op 500 m van de buitenste rand van het eiland van de Maxima-centrale. De fundaties van de turbines vormen een obstakel in het IJsselmeer (zie afbeelding 6.4). De meest voor de hand liggende methode om de windturbines te funderen is een monopile-fundatie. Deze heeft naar verwachting een maximum diameter van 10 meter. De worst-case koelwaterpluim en de oppervlakte van de monopile zijn onderstaand op schaal weergegeven. De temperatuur van de koelwaterpluim neemt af van circa 29 graden Celsius direct bij het lozingspunt tot circa 27 graden Celsius nabij de eerste turbine van het windpark.

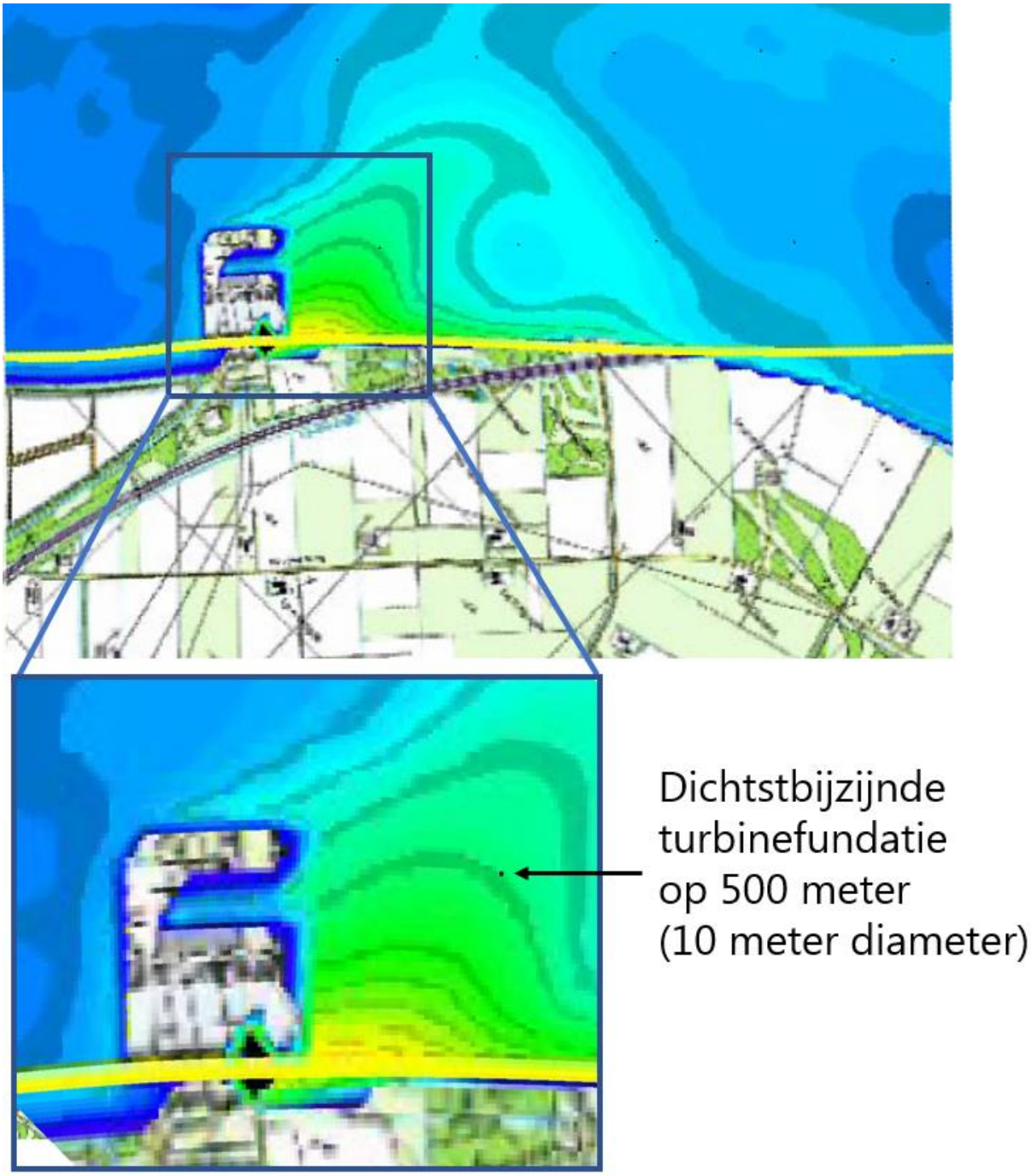
Afbeelding 6.4 Turbineposities van het VKA met onderlinge afstanden tussen de turbines en tot de Maximacentrale[1]



In afbeelding 6.5 zijn de turbinefundaties op ware grootte weergegeven ten opzichte van de koelwaterpluim.

[1] De turbineposities zijn vergroot weergegeven om de zichtbaarheid te verbeteren.

Afbeelding 6.5 Realistische visualisatie omvang windturbines (op ware grootte) van Windplan Blauw (dichtstbijzijnde turbine op 500 m)



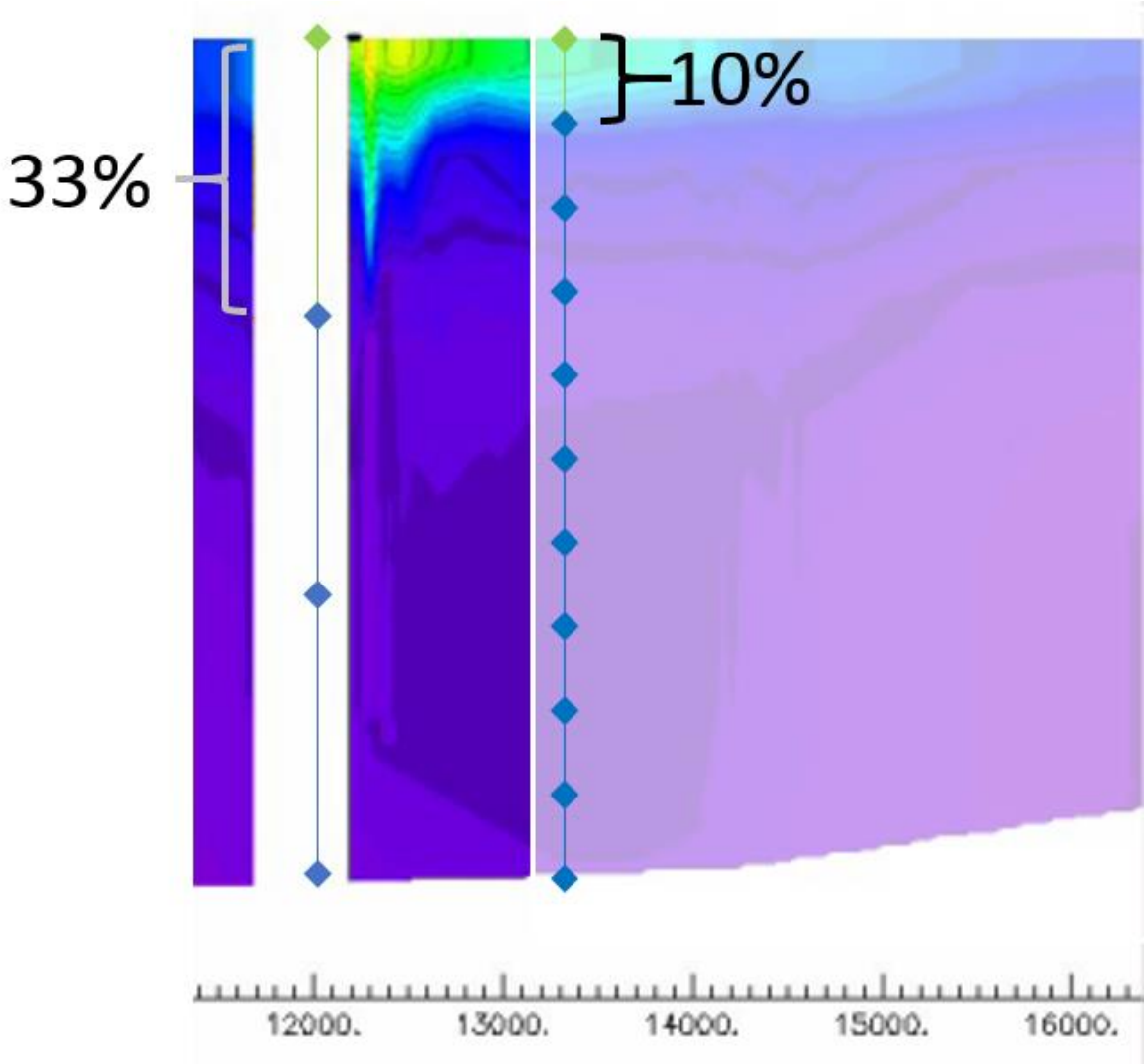
De fundering van de turbine heeft een diameter van maximaal 10 meter ter hoogte van het wateroppervlak. De fundering betreft een stalen monopile met een coating en heeft een lage weerstand. Dit betekent dat het water gemakkelijk om de turbine heen beweegt. De oppervlakte van de turbinefundaties op de totale oppervlakte van de koelwaterpluim is gering. De koelwaterpluim van de Maxima-centrale bestrijkt op die locatie een totale oppervlakte van 250.000 m^2. De turbinefundatie beslaat dan circa 79[1] m^2 (0,03 % van de totale oppervlakte). Ter hoogte van de eerst volgende drie turbines beslaat de koelwaterpluim 1.800.000 m^2. De vier turbinefundaties beslaan dan binnen dat gebied circa 320 m^2 (0,018 % van de totale oppervlakte).

[1] Oppervlakte van een cirkel A = π * r (=5) = 79

Naarmate de koelwaterpluim verder verspreid neemt het oppervlak van de turbines relatief verder af. De turbinefundaties zijn dus zeer klein ten opzichte van het oppervlak van de koelwaterpluim.

Uit de dwarsdoorsnede blijkt de mengzone ter hoogte van de dichtstbijzijnde turbine circa 10 % van de diepte van het IJsselmeer (zoals te zien in afbeelding 6.5). De mengzone van het koelwater ligt ter hoogte van de turbines dus aan de oppervlakte van het IJsselmeer.

Afbeelding 6.6 Doorsnede van de koelwaterpluim (ten opzicht van de diepte van het IJsselmeer.



Invloed van turbinefundaties op stroming

Aangezien de geplande locaties van de monopiles ten noordoosten van de Maxima Centrale liggen, zal de stroming het meest worden belemmerd in geval van een langsstroming van zuidwestelijke richting naar het noordoosten. Gezien de dominante windrichting vanuit het zuidwesten is dit stroombeeld het meest voorkomend.

Door de weerstand van de monopiles kan de stroomsnelheid lokaal door langsstroming langs de monopile licht dalen[1]. Hierdoor kan de afvoerende functie van warm water enkele meters rondom de monopile licht worden verlaagd. Gezien de stroming in het IJsselmeer, zijn hoge golven en relatief hoge stroomsnelheid

[1] Sumer, B. M. & Nielsen, A. W. Sinking failure of scour protection at offshore wind turbine foundation. Proceedings of the ICE-Energy, ICE, vol. 166(4), pp. 170-188. 2013.

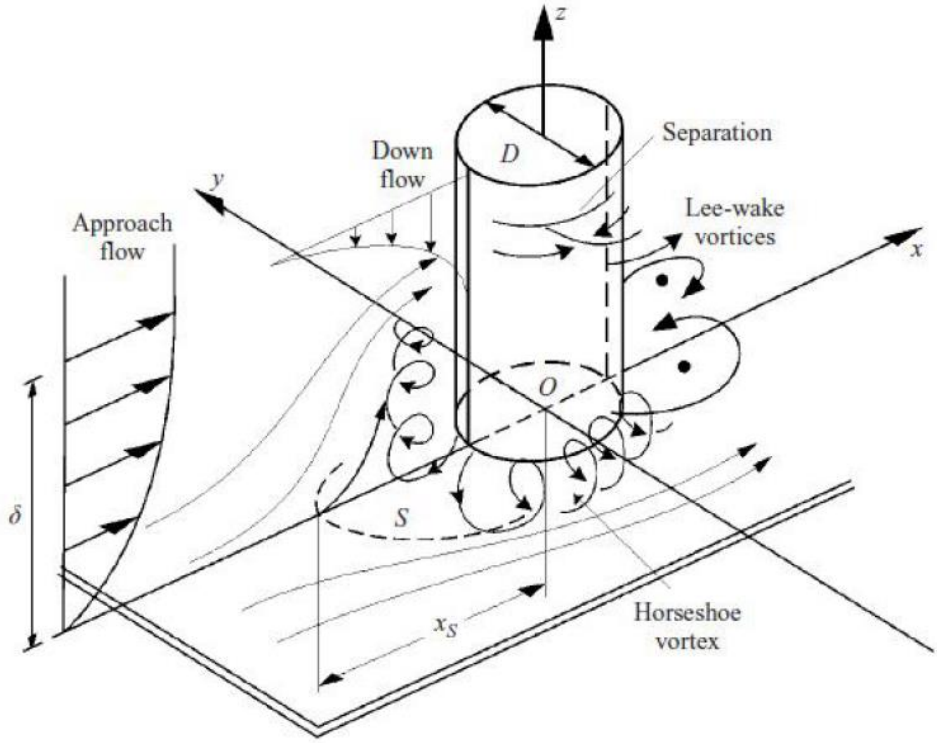
door getijdewerking niet aanwezig. Het effect van het windpark op de stroming is daarom op grote schaal gering. Door de beperkte stroming in het projectgebied en de grote onderlinge afstand van turbines (circa 700 m in de lijn en 1.000 meter tussen de twee lijnen) is een aanzienlijk effect van de monopiles uit te sluiten op de stroming. Het effect treedt alleen lokaal op, daardoor valt het effect van de monopile op de stroming in het studiegebied binnen de natuurlijke dynamiek van het systeem.

Invloed van turbinefundaties op verzanding

Op lokale schaal (zie afbeelding 6.7) zorgen de monopiles voor een licht neerwaartse stroming aan de 'aangevallen' zijde, een secundaire stroming (horseshoe vortex) bij de bodem, een verhoogde stroomsnelheid rondom de monopiles en wervelingen aan de achterzijde van de monopiles[1].

De verhoogde stroomsnelheid en wervelingen rondom de monopiles kunnen mogelijk voor lokale erosie kunnen zorgen[2]. Dit effect kan optreden tot op enkele tientallen meters afstand (i.e. 10 tot 30 meter) van de monopile[3]. Op grotere afstand van de monopile is de stroming niet dusdanig meer verstoord dat het erosie kan veroorzaken. Bij windparken op zee wordt daarom de bodem rondom de monopile beschermd.

Afbeelding 6.7 Stroming rondom monopile die lokale erosie (scour) kan veroorzaken[4]



[1] Sumer, B. M. & Nielsen, A. W. Sinking failure of scour protection at offshore wind turbine foundation. Proceedings of the ICE-Energy, ICE, vol. 166(4), pp. 170-188. 2013.

[2] Royal HaskoningDHV. RWS Water, Verkeer en Leefomgeving. Milieueffectrapport Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee, Hollandse Kust. Definitief Rapport, BB3510-101. 16 september 2014.

[3] Petersen, T.U., et al.. Scour around Offshore Wind Turbine Foundations. Technical University of Denmark, Department of Mechanical Engineering, PhD thesis. 2014.

[4] Roulund, A., Sumer, B.M., Fredsøe, J. and Michelsen, J.. Numerical and experimental investigation of flow and scour around a circular pile. J. Fluid Mechanics, vol. 534, 351-401. 2005.

Zoals eerder genoemd, is in het IJsselmeer geen getijdewerking en wordt de stroming hoofdzakelijk veroorzaakt door wind. Hierdoor is de stroming bij de bodem gering (maximaal 0.5 m/s[1]). Om deze reden is bij bestaande windparken in het IJsselmeer (i.e. windpark Irene Vorrink en windpark Noordoostpolder) geen bodembescherming aangelegd. Metingen bij windpark Irene Vorrink bevestigen de verwachting dat in dit gebied geen erosie optreedt. Uit de metingen blijkt namelijk dat er geen sprake is van erosie rondom de monopiles[2]. Door de beperkte stroming in het IJsselmeer (zie tevens deelrapport I bodem en water), is de kans op erosie dus zeer klein.

Conclusie

Het koelwater van de Maxima-centrale stroomt door het projectgebied van Windplan Blauw. Ter hoogte van de dichtstbijzijnde turbine is de oppervlakte van de turbinefundatie slechts 0,03% van de koelwaterpluim. De mengzone van het koelwatereffluent bevindt zich op dat moment aan de oppervlakte (bovenste 10%, tot circa 40 centimeter diep).

Het effect van het windpark op de verspreiding van de koelwaterpluim is gering. Het effect op de stroomsnelheid beperkt zich tot binnen de natuurlijke dynamiek van het systeem. Het geringe effect volgt uit de beperkte oppervlak van de turbinefundaties, de lage weerstand en de lage stroomsnelheid in het IJsselmeer. Door de beperkte stroming in het projectgebied en de grote onderlinge afstand van turbines (circa 700m in de lijn en 1.000 meter tussen de twee lijnen) is een aanzienlijk effect op de stroming en daarmee de verspreiding van de koelwaterpluim uit te sluiten. De monopiles beïnvloeden met een onderlinge afstand van 700 tot 1.000 meter tevens niet de stroming bij de andere monopiles.

Directe effecten: Invloed van turbines op de verspreiding van de koelwaterpluim

De afstand van de Maxima Centrale naar de eerste monopile is circa 500 m. Op dat punt beslaat turbinefundatie 0,03 % van de oppervlakte van de koelwaterpluim. De mengzone van de koelwaterpluim ligt daar in de bovenste 40 centimeter van de waterkolom. Door de weerstand van de turbinefundatie kan de stroming in de eerste meters rondom de monopile licht dalen[3]. Hierdoor kan de afvoerende functie van warm water licht worden verlaagd. Hoge golven en relatief hoge stroomsnelheid door getijdewerking zijn niet aanwezig op het IJsselmeer. Het effect van turbine op de stroming is daarom op grote schaal gering. Het effect op lokale schaal leidt dus niet tot een effect op de verspreiding van de koelwaterpluim. De beperkte invloed van de turbinefundatie leidt dan ook niet tot een verhoogde kans op recirculatie van warm water afkomstig van de Maxima-centrale.

Indirecte effecten: Invloed van turbines op verzanding

De verhoogde stroomsnelheid en wervelingen rondom de monopiles kunnen mogelijk voor lokale erosie kunnen zorgen[4]. In het IJsselmeer is geen getijdewerking en wordt de stroming hoofdzakelijk veroorzaakt door wind. Hierdoor is de stroming bij de bodem gering (maximaal 0.5 m/s). Daardoor is de kans op erosie en sedimentatie rondom de turbinefundaties zeer klein.

Mocht erosie optreden (bij extreme weercondities) toch optreden, is het effect op verzanding slechts lokaal. Een andere stroming door toedoen van verzanding is daardoor uitgesloten. Dit betekent dat recirculatie van koelwater ten gevolgen van verzanding ook uitgesloten is.

6.1.4 Effecten van turbulentie op Komeco

---

1 Addendum Koelwaterstudie NRG/KEMA Flevocentrale 50562026-KPS/PIR 05-3553.

2 Pondera Consult. Ministerie van Economische Zaken, Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Milieueffectrapport Windpark Fryslân, Deel D Inrichting en effectbeoordeling. 14 juli 2015.

3 Sumer, B. M. & Nielsen, A. W. Sinking failure of scour protection at offshore wind turbine foundation. Proceedings of the ICE-Energy, ICE, vol. 166(4), pp. 170-188. 2013.

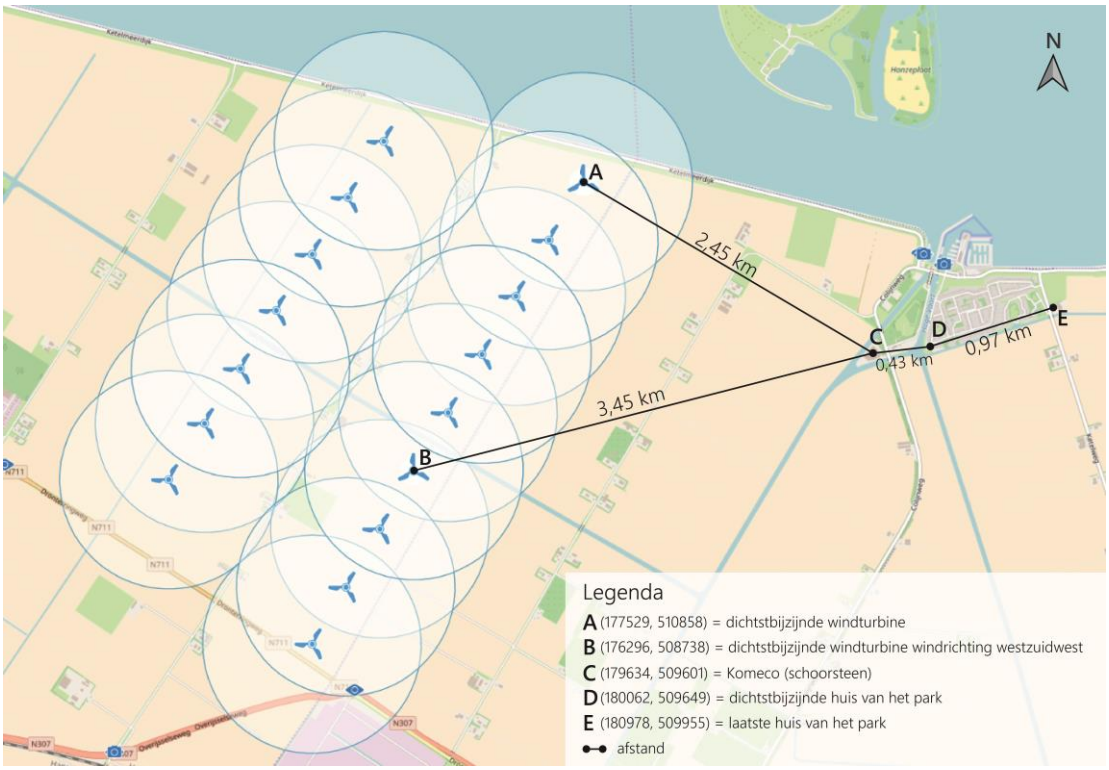
4 Royal HaskoningDHV. RWS Water, Verkeer en Leefomgeving. Milieueffectrapport Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee, Hollandse Kust. Definitief Rapport, BB3510-101. 16 september 2014.

Een windturbine beïnvloedt de luchtstroming in de directe omgeving. Op circa 2,5 kilometer ten oosten van het windpark staat de schoorsteen van het bedrijf Komeco. Komeco is een mestverwerkend bedrijf waar mest wordt omgezet in mestkorrels en granulaat. De turbines van Windplan Blauw kunnen daardoor effect hebben op de werking van de schoorsteen, en daarmee de geuroverlast van Komeco in Ketelhaven. In deze paragraaf is onderzocht in hoeverre de stroming bij de schoorsteen van Komeco (50 meter hoog) nog significant wordt beïnvloed door de aanwezigheid van het windpark.

Als de wind uit westelijke richtingen waait, bevindt de Komeco zich in het zog van één of meer windturbines. Iets verder naar het oosten bevindt zich het huisjespark bij de Ketelhaven. De afstand tussen Komeco en de huizen van het park varieert van 0,43 tot 1,40 kilometer. In afbeelding 1 is de situatie weergegeven.

De afstand tussen Komeco en de dichtstbijzijnde windturbine (de meest oostelijke) is 2,45 km. Deze turbine ligt ten noordwesten van Komeco. Als de wind uit die richting waait, ligt het huisjespark niet onder de pluim van Komeco. Dat is wel het geval bij wind uit westzuidwest. De afstand tot de dichtstbijzijnde windturbine in die richting is 3,45 km. De vraag is of er op deze afstand nog een effect merkbaar is van Windplan Blauw.

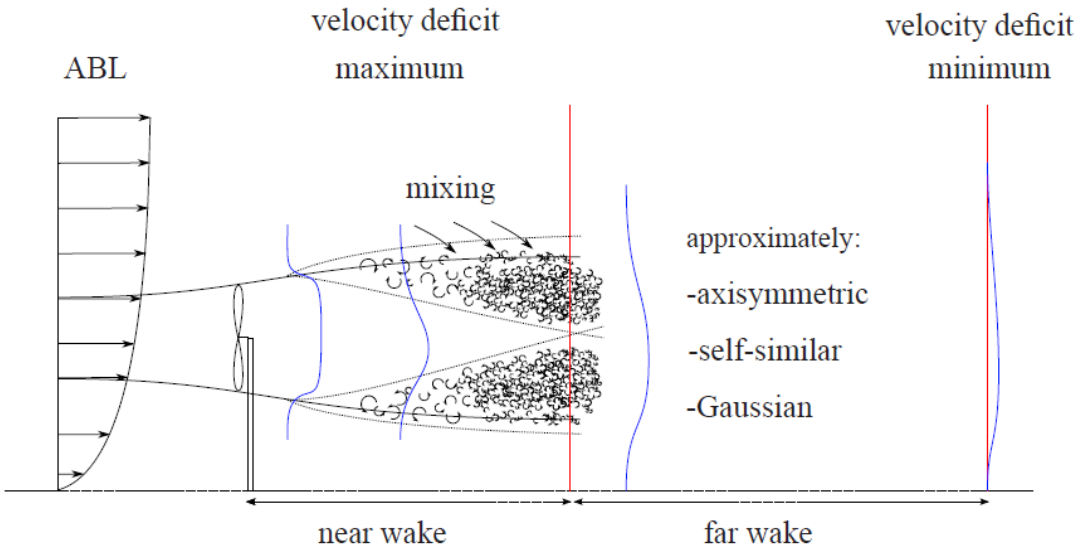
Afbeelding 6.8 Situatie bij huisjespark Ketelhaven (rechts) met Komeco (C) en het windpark Blauw)



Zogvorming achter een windturbine

De windmolens in Windplan Blauw hebben een ashoogte en diameter tussen 120 m en 166 m. Achter een windmolen ontstaat een zog. In onderstaande afbeelding is weergegeven hoe dat zog (Engels: wake) er uit ziet. Direct achter de windmolen is de windsnelheid lager dan in de ongestoorde situatie. De verschillen in snelheid en de interactie met de wieken veroorzaken turbulentie. De turbulentie ontstaat aan de tip en neemt achter de windmolen. De turbulentie zorgt voor menging waardoor de snelheidsverschillen afnemen en het zog geleidelijk verdwijnt tot het verschil (velocity deficit) met de ongestoorde stroming verwaarloosbaar is (zie afbeelding 6.4).

Afbeelding 6.9 Zogvorming achter een windturbine[1]



Hoe ver het zog reikt hangt af van de atmosferische condities. Aspecten die daarbij een rol spelen zijn de turbulentie in de ongestoorde stroming, de ruwheid van het terrein en de verticale gradiënt van de windsnelheid. In het algemeen geldt dat bij een stabiele atmosfeer ('s nachts) het zog groter is dan bij een onstabiele atmosfeer (overdag).

Windsnelheid

Uit de literatuur (zie overzichtsrapport Sanderse[1]) blijkt dat het windsnelheidsverschil op een afstand van 10 keer de rotordiameter (1,66 km) verwaarloosbaar is geworden. Het feit dat er twee windmolens in lijn staan verandert dat niet. Op een afstand van vijf keer de rotordiameter wijkt het zog van twee windmolens in lijn niet meer af van het zog van een enkele windmolen (zie[2]). De dichtstbijzijnde turbine staat op circa 2,5 kilometer van de schoorsteen. Op basis daarvan kan worden gesteld dat turbines van Windplan Blauw de windsnelheid bij Komeco niet noemenswaardig zal beïnvloeden.

Turbulentie

Naast het snelheidsprofiel speelt de turbulentie een rol. De turbulentie blijft langer in stand dan het snelheidsprofiel. Meer turbulentie betekent meer menging, dus verspreiding en verdunning van rookgassen uit de schoorsteen.

De turbulentie op een afstand van 15 keer de rotordiameter (2,49 km) kan nog merkbaar hoger kan zijn dan de achtergrondwaarde[1]. Uit praktijkmetingen[3] blijkt dat in ongunstige situaties op een afstand van 10 keer de rotordiameter (1,66 km) de turbulente snelheid 25 tot 50 procent hoger ligt. Op een afstand van 2,4 km zal dat percentage lager zijn. Zie afbeelding 6.5 voor de ontwikkeling van de turbulentie achter een windturbine.

Het turbulentie profiel is scheef verdeeld. De piek in de turbulentie ligt ongeveer op tiphoogte (0,5 rotordiameter boven de as). De schoorsteen van Komeco is 50 m hoog en bevindt zich op -0,6 rotordiameter (bij ashoogte 120 m) tot -0,7 rotordiameter (bij ashoogte 166 m) ten opzichte van de ashoogte. Uit de afbeelding is af te lezen dat in die zone de turbulente snelheid op 10 keer de rotordiameter (1,66 km) gestegen is tot 0,095, een toename van 20% ten opzichte van de achtgrondwaarde 0,080. Op een

---

1 Aerodynamics of wind turbine wakes, Literature review, B. Sanderse, ECN-e--09-016.

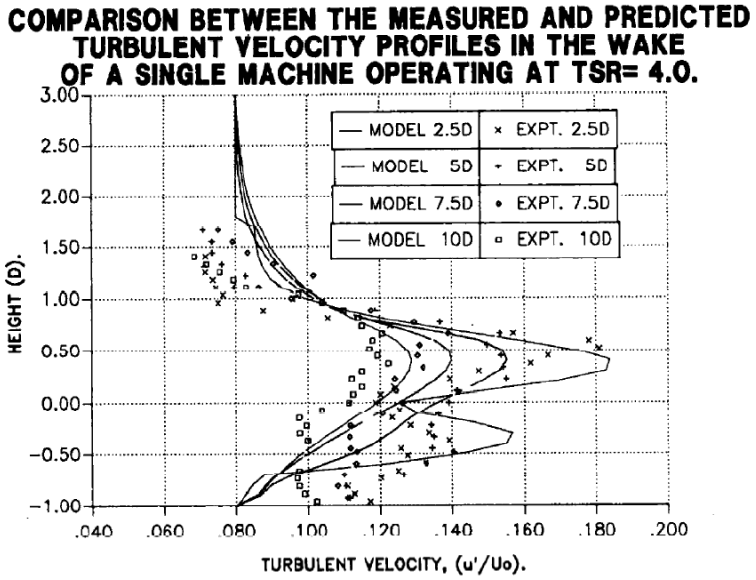
2 Wake measurements behind an array of two model wind turbines, J. Bartla, F. Pierellaa, L. Sætrana, DeepWind, 19-20 January 2012, Trondheim, Norway.

3 Further analysis of turbine wake development and interaction data. D. Smith and G.J. Taylor. In *Proceedings of the 13th BWEA Wind Energy Conference, Swansea, UK*, pages 325–331, 1991.

afstand 2,4 km (14 D bij diameter 166 m) zal de toename minder zijn, geschat op 15 %. Op een afstand 3,45 km (20 keer de rotordiameter bij diameter 166 m) is het effect nihil.

Ter hoogte van de schoorsteen van Komeco leidt de turbulentie van de windturbines tot een toename van 15 % ten opzichte van de achtergrondwaarde (turbulentie die al in de lucht zit door de wind). Meer turbulentie betekent meer menging met schone lucht, dus verspreiding en verdunning van rookgassen uit de schoorsteen. De geurbelasting als gevolg van Komeco zal dan ook niet, dan wel niet ongunstig, beïnvloed worden.

Afbeelding 6.10 Turbulentie achter een windturbine[1]



Conclusie

Windsnelheid en turbulentie zijn bepalend in het effect van windturbines op de afvoer van rookgassen van een schoorsteen. De afstand van de dichtstbijzijnde windturbine (circa 2,5 kilometer) is groot genoeg en leidt daardoor niet tot een noemenswaardige verandering in de luchtstroming bij de schoorsteen van Komeco, namelijk:

1 er is geen invloed op de windsnelheid;
2 het effect van toename van de turbulentie is op 2,5 kilometer 15 % van de achtergrondwaarde. Meer turbulentie betekent meer menging, dus verspreiding en verdunning van rookgassen. De geurbelasting als gevolg van Komeco zal dan ook niet, dan wel niet ongunstig, beïnvloed worden.

Op basis van de analyse kan worden geconcludeerd dat er geen extra overlast wordt verwacht van de Komeco in Ketelhaven als gevolg van Windplan Blauw.

6.1.5 Samenvatting effecten op ruimtegebruik

Ruimtebeslag op land

Het basisalternatief IR en de twee varianten (IA/IB) leiden tot een lichte toename van het ruimtegebruik in agrarisch gebied ten opzichte van de referentiesituatie. Daarom zijn het basisalternatief IR en de twee

[1] Further analysis of turbine wake development and interaction data. D. Smith and G.J. Taylor. In *Proceedings of the 13th BWEA Wind Energy Conference, Swansea, UK*, pages 325–331, 1991.

varianten (IA/IB) als licht negatief (0/-) beoordeeld voor de dubbeldraaiperiode en de gebruiksfase (zie tabel 6.4). De aanlegfase is niet onderscheidend van de gebruiksfase, doordat het ruimtebeslag hetzelfde is.

Ruimtebeslag op het IJsselmeer

In het basisalternatief IR en in de varianten IA en IB is het ruimtegebruik op het IJsselmeer kleiner dan 0,016 % van het IJsselmeer-gedeelte van het projectgebied, en is daarom als neutraal (0) beoordeeld (zie tabel 6.4). De bestaande windturbines in het IJsselmeer zullen niet dubbeldraaien. Daarom is het effect op ruimtegebruik op het IJsselmeer tijdens en na de dubbeldraaiperiode gelijk. Ook de aanlegfase is niet onderscheidend van de gebruiksfase, doordat het ruimtebeslag hetzelfde is. Het aspect ruimtegebruik vormt daarmee geen belemmering voor de ontwikkeling van Windplan Blauw.

Tabel 6.4 Effectbeoordeling ruimtegebruik

		Basisalternatief IR	Variant IA	Variant IB
effect op ruimtebeslag op land	aanlegfase	0/-	0/-	0/-
	met dubbeldraai	0/-	0/-	0/-
	na dubbeldraai	0/-	0/-	0/-
effect op ruimtebeslag in het IJsselmeer	aanlegfase	0	0	0
	met dubbeldraai	0	0	0
	na dubbeldraai	0	0	0

Overige effecten op ruimtegebruik

Maxima-centrale: koelwater

Het koelwater van de Maxima-centrale stroomt door het projectgebied van Windplan Blauw. De plaatsing van turbines kan de koelwaterpluim beïnvloeden door:

1 Invloed op verspreiding van de koelwaterpluim: Het effect van het windpark op de verspreiding van de koelwaterpluim is gering. Het effect op de stroomsnelheid beperkt zich tot binnen de natuurlijke dynamiek van het systeem. Het geringe effect volgt uit de beperkte oppervlak van de turbinefundaties, de lage weerstand en de lage stroomsnelheid in het IJsselmeer. Om deze reden en de beperkte invloed van de monopile op de stroming zal het plaatsen van de monopiles niet zorgen voor recirculatie van warm water afkomstig van de Maxima-centrale.

1 Invloed op verzanding: Door de beperkte stroming in het IJsselmeer (zie tevens deelrapport I bodem en water), is de kans op verzanding (door erosie) zeer klein. Mocht erosie optreden (bij extreme weercondities) toch optreden, is het effect op verzanding slechts lokaal. Ten gevolge van de funderingen ontstaat dus hooguit een licht negatief effect op lokale schaal. Een andere stroming door toedoen van verzanding is daardoor uitgesloten. Dit betekent dat recirculatie van koelwater ten gevolgen van verzanding ook uitgesloten is.

Effect op werking schoorsteen KomecoWindsnelheid en turbulentie zijn bepalend in het effect van windturbines op de afvoer van rookgassen van een schoorsteen. De afstand van de dichtstbijzijnde windturbine (circa 2,5 kilometer) is groot genoeg en leidt daardoor niet tot een noemenswaardige verandering in de luchtstroming bij de schoorsteen van Komeco,

Op basis van de analyse kan worden geconcludeerd dat er geen extra overlast wordt verwacht van de Komeco in Ketelhaven als gevolg van Windplan Blauw.

6.2 Geluid

Vanwege de ontwikkeling van het windpark zal geluidsemissie plaatsvinden naar de omgeving. In deze paragraaf worden de effecten voor het thema geluid bepaald en beoordeeld.

Binnen het thema geluid wordt onderscheid gemaakt in vijf verschillende geluidsbronnen. Het betreft:
- windturbines;
- wegverkeer;
- spoorverkeer;
- industrie;
- vliegverkeer.

De ingreep (het project) bestaat uit het plaatsen van nieuwe windturbines in het projectgebied. Als gevolg van het project wordt voor de andere relevante geluidsbronnen (wegverkeer, spoorverkeer, industrie en vliegverkeer) geen effect verwacht. Het geluid afkomstig van de overige geluidsbronnen is wel duidelijk van invloed op het heersende en toekomstige akoestisch klimaat en wordt daarom beschouwd in de cumulatie.

De optredende geluidsniveaus, veroorzaakt door de windturbines, zijn berekend met het programma Geomilieu versie 4.20. De berekeningen voldoen aan het Reken- en meetvoorschrift windturbines, zoals opgenomen in bijlage 4 van de Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer. In paragraaf 4.4.2 zijn de uitgangspunten voor fase 2 beschreven.

6.2.1 Effecten geluid: toetsing aan de norm

Voor het basisalternatief (IR) en de twee varianten (IA/IB) is de geluidsbelasting op toetspunten (bijvoorbeeld een woning) bepaald. De toetspunten zijn bepaald op basis van het Basisregister Adressen en Gebouwen (BAG). De geluidsnorm op gevoelige objecten zoals woningen is in het Activiteitenbesluit vastgesteld op Lden= 47 dB. In de tabellen in bijlage I is daarom voor de toetspunten de geluidsbelasting weergegeven voor de woningen die in de referentiesituatie en/of in de gebruiksfase een geluidsbelasting hebben van 47 dB Lden of hoger. Wanneer de waarde boven 47,4 dB Lden ligt, wordt in de gebruiksfase niet aan de geluidsnorm voldaan. Voor deze punten geldt dat er mitigerende maatregelen nodig zijn om aan de geluidsnorm te voldoen.

In de referentiesituatie blijken 48 gevoelige bestemmingen een overschrijding van Lden = 47 dB te hebben. Dit betreffen in de meeste gevallen adressen waar een windturbine op eigen erf staat.

Naast Lden moet worden voldaan aan de norm Lnight = 41 dB. Uit het geluidsonderzoek is gebleken dat het effect van de ontwikkeling op Lnight altijd minder negatief is dan het effect op Lden. Voor alle toetspunten is gebleken dat Lden maatgevend is. Dit betekent dat wanneer aan de norm Lden wordt voldaan, ook aan de norm Lnight wordt voldaan. Daarom is Lnight in dit deelrapport niet meer beschreven. Uiteraard is ook getoetst aan de Lnight ≤ 41 dB voor het voorkeursalternatief, zie hoofdstuk 6 van het hoofdrapport en geluidsbijlagen bij het hoofdrapport.

Leeswijzer voor de tabellen
In bijlage I zijn de resultaattabellen van de toetsing aan de norm voor geluid per adres weergegeven. Deze tabellen zijn vanwege de omvang niet opgenomen in deze tekst. In de kolom 'toe-/afname' staat de toe- of afname in dB. De kolom daarnaast geeft weer of er een toename of afname optreedt. Als de waarde in kolom 'Lden_IR' hoger dan 47,0 dB is zal in plansituatie gemitigeerd moeten worden om te voldoen aan de geluidsnorm. In de kolom 'mitigeerbaar' is bepaald of mitigatie mogelijk is. In de kolom 'derden' is bepaald of mitigatie nodig is, voor een participant bij het windpark is de initiatiefnemer namelijk niet verplicht om te mitigeren. Voor woningen van derden zal het effecten tot aan de norm moeten worden gemitigeerd. Met de kolom 'mitigeerbaar' wordt in beeld gebracht welke gevoelige objecten geen normoverschrijding meer ervaren als de geluidsbelasting 6 dB lager zou zijn. Deze 6dB geeft een realistische indicatie van de mogelijke

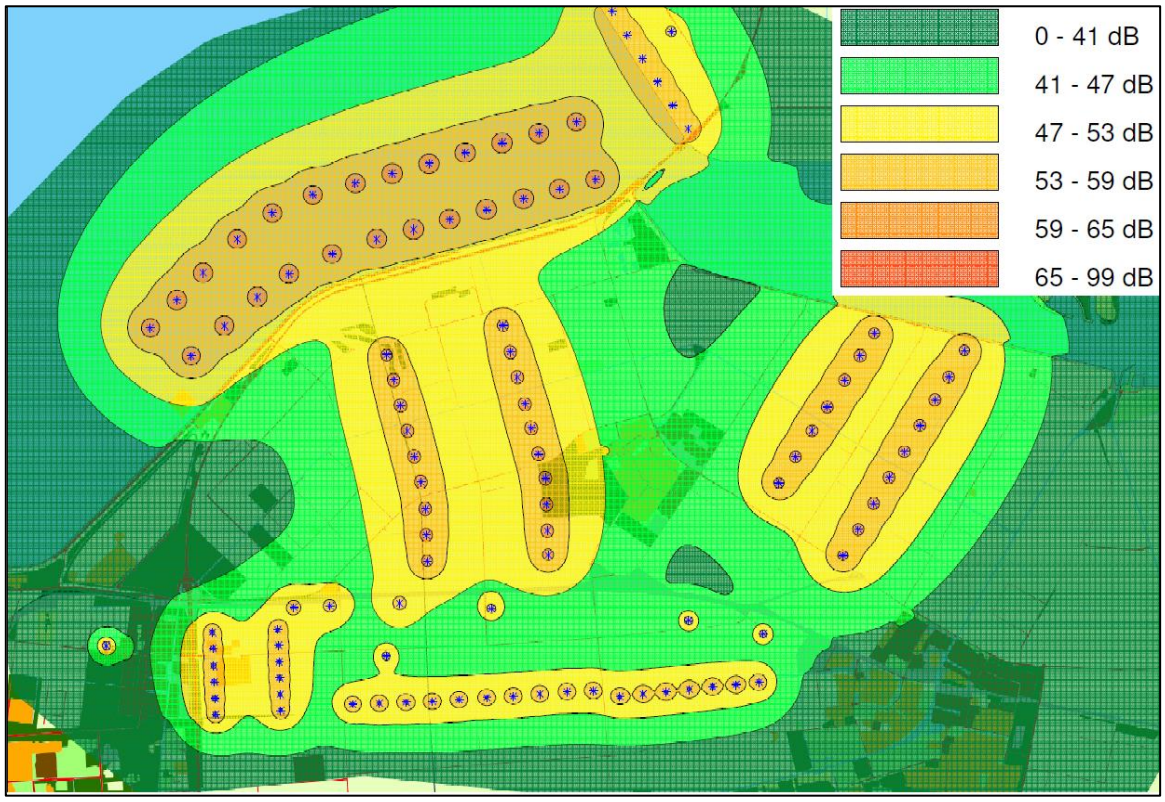
mitigatie, door middel van het toepassen van een speciale geluidsmodus van de windturbineregeling (tot circa 3 dB mitigatie) en/of de keuze van een stillere windturbine (tot circa 6 dB mitigatie).

Basisalternatief IR

In bijlage I is voor de *gebruiksfase na dubbeldraai* de geluidsbelasting op adresniveau weergegeven voor het basisalternatief IR. Op basis van deze resultaten wordt geconcludeerd dat ter hoogte van 83 toetspunten niet aan de geluidsnorm kan worden voldaan, zonder het toepassen van mitigerende maatregelen. In de referentiesituatie kan er op 43 toetspunten zonder mitigatie niet voldaan worden aan de geluidsnorm. De plansituatie leidt tot een toename van 40 overschrijdingen boven de norm zonder mitigatie en wordt om die reden beoordeeld als negatief (-). Voor het basisalternatief (IR) geldt dat de geluidsbelasting met mitigerende maatregelen voldoet aan de wettelijke normen. Voor het Basisalternatief (IR) moet voor woningen van derden mitigerende maatregelen aan één of meerdere turbines worden genomen.

In de afbeelding 6.2 zijn de geluidscontouren Lden= 47 dB van het basisalternatief IR weergegeven zonder mitigatie.

Afbeelding 6.11 Contouren Lden basisalternatief IR tijdens de gebruiksfase zonder mitigatie



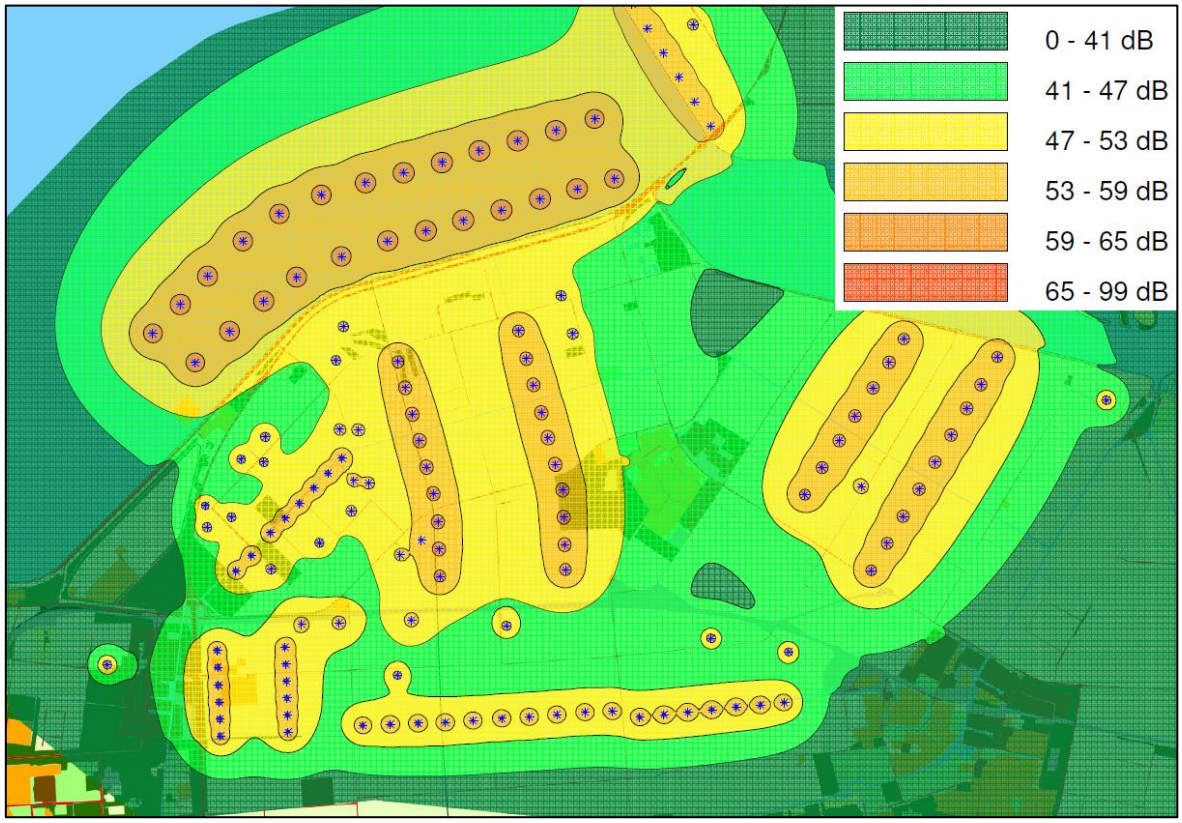
Tabel 6.5 Effectbeoordeling basisalternatief IR gebruiksfase na dubbeldraai

Criterium	Effect basisalternatief IR
toetsing aan geluidsnorm Lden	-

Tijdens de dubbeldraaiperiode wordt in het basisalternatief voor meerdere toetspunten de geluidsnorm overschreden. De bestaande turbines leiden in de dubbeldraaiperiode tot een extra overschrijding ten opzichte van de gebruiksfase (na dubbeldraai). In de herstructurering en in de eindsituatie wordt (met mitigerende maatregelen voor het VKA) aan de norm uit het Activiteitenbesluit (47 Lden) voldaan vanuit het nieuwe windpark. Voor de dubbeldraaiperiode geldt voor het basisalternatief (IR) dat de geluidsbelasting op

de meeste toetspunten licht toeneemt of gelijk blijft ten opzichte van de referentiesituatie, zie afbeelding 6.3. Er is sprake van een tijdelijke verslechtering van de omgevingskwaliteit. Dit leidt tot een toename van meer dan 50 overschrijdingen boven de norm zonder mitigatie. Daarom is dit criterium tijdens de dubbeldraaiperiode als sterk negatief (--) beoordeeld.

Afbeelding 6.12 Contouren Lden basisalternatief IR tijdens de dubbeldraaiperiode vóór mitigatie



Tabel 6.6 Effectbeoordeling basisalternatief IR met dubbeldraai

Criterium	Effect basisalternatief IR met dubbeldraai
toetsing aan geluidsnorm Lden	--

Variant IA: alternatieve plaatsingszones

In bijlage I is voor de *gebruiksfase na dubbeldraai* de geluidsbelasting op adresniveau weergegeven voor variant IA. Op basis van deze resultaten wordt geconcludeerd dat ter hoogte van 124 toetspunten niet aan de geluidsnorm kan worden voldaan, zonder het toepassen van mitigerende maatregelen. In de referentiesituatie kan er op 43 toetspunten zonder mitigatie niet voldaan worden aan de geluidsnorm. De plansituatie leidt dus tot een toename van 81 overschrijdingen. Dit is een toename van meer dan 50 overschrijdingen boven de norm zonder mitigatie en wordt om die reden beoordeeld als aanzienlijk negatief (--). Voor variant IA geldt dat de geluidsbelasting met mitigerende maatregelen voldoet aan de wettelijke normen. Voor variant IA dienen voor woningen van derden mitigerende maatregelen aan één of meerdere turbines te worden genomen. Ten opzichte van basisalternatief IR zijn dat 41 extra adressen. De vier turbines langs de Kamperhoekweg zorgen voor de meeste van deze extra overschrijdingen doordat de contour over Swifterbant valt. De verlenging van de Rivierduintocht en de Klokbekertocht leiden nauwelijks tot aanvullende overschrijdingen, dit komt doordat de contouren van de buitendijkse turbines in IR ook al aansloten op de contouren van deze twee tochten.

In afbeelding 6.4 zijn de geluidscontouren Lden= 47 dB van variant IA weergegeven (zonder mitigatie).

Afbeelding 6.13 Contouren Lden variant IA tijdens de gebruiksfase zonder mitigatie

Tabel 6.7 Effectbeoordeling variant IA gebruiksfase na dubbeldraai

Criterium	Effect variant IA
toetsing aan geluidsnorm Lden	--

Tijdens de dubbeldraaiperiode wordt in het basisalternatief voor meerdere toetspunten de geluidsnorm overschreden. De bestaande turbines leiden in de dubbeldraaiperiode tot een extra overschrijding ten opzichte van de gebruiksfase na dubbeldraai. In de herstructurering en in de eindsituatie wordt (met mitigerende maatregelen voor het VKA) aan de norm uit het Activiteitenbesluit (47 Lden) voldaan vanuit het nieuwe windpark. Voor de dubbeldraaiperiode geldt voor het variant IA dat de geluidsbelasting op de meeste toetspunten licht toeneemt of gelijk blijft ten opzichte van de referentiesituatie, zie afbeelding 6.5. Er is sprake van een tijdelijke verslechtering van de omgevingskwaliteit. Daarom is dit criterium tijdens de dubbeldraaiperiode, gelijk aan de eindsituatie, als aanzienlijk negatief (--) beoordeeld.

Afbeelding 6.14 Contouren Lden variant IA tijdens de dubbeldraaiperiode zonder mitigatie

Tabel 6.8 Effectbeoordeling variant IA met dubbeldraai

Criterium	Effect variant IA met dubbeldraai
toetsing aan geluidsnorm Lden	--

Variant IB: bolstapeling IJsselmeer

In bijlage I is voor de *gebruiksfase na dubbeldraai* de geluidsbelasting op adresniveau weergegeven voor variant IB. Op basis van deze resultaten wordt geconcludeerd dat ter hoogte van 88 toetspunten niet aan de geluidsnorm kan worden voldaan, zonder het toepassen van mitigerende maatregelen. In de referentiesituatie kan er op 43 toetspunten zonder mitigatie niet voldaan worden aan de geluidsnorm. De plansituatie leidt tot een toename van 45 overschrijdingen boven de norm zonder mitigatie en wordt om die reden beoordeeld als negatief (-). Voor variant IB geldt dat de geluidsbelasting met mitigerende maatregelen voldoet aan de wettelijke normen. In variant IB moeten voor woningen van derden mitigerende maatregelen aan één of meerdere turbines worden genomen. Ten opzichte van IR gaat het om 5 extra adressen. De lijn die het dichtste bij de IJsselmeerdijk staat zorgt voor deze extra overschrijdingen doordat de contour verder over de polder valt.

In afbeelding 6.6 zijn de geluidscontouren Lden= 47 dB van variant IB weergegeven (zonder mitigatie).

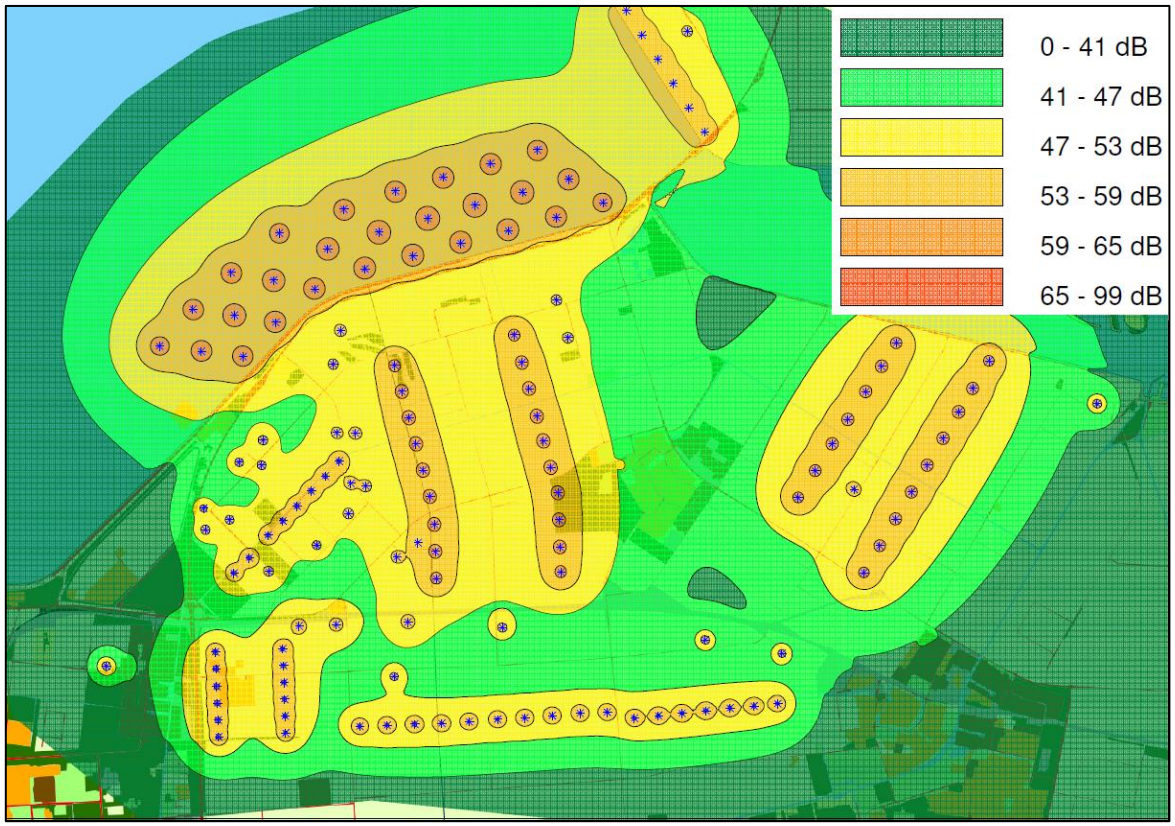
Afbeelding 6.15 Contouren Lden variant IB tijdens de gebruiksfase zonder mitigatie

Tabel 6.9 Effectbeoordeling variant IB gebruiksfase na dubbeldraai

Criterium	Effect variant IB
toetsing aan geluidsnorm Lden	-

Tijdens de dubbeldraaiperiode wordt in het basisalternatief voor meerdere toetspunten de geluidsnorm overschreden. De bestaande turbines leiden in de dubbeldraaiperiode tot een extra overschrijding ten opzichte van de gebruiksfase na dubbeldraai. In de herstructurering en in de eindsituatie wordt (met mitigerende maatregelen voor het VKA) aan de norm uit het Activiteitenbesluit (47 Lden) voldaan vanuit het nieuwe windpark. Voor de dubbeldraaiperiode geldt voor het variant IB dat de geluidsbelasting op de meeste toetspunten licht toeneemt of gelijk blijft ten opzichte van de referentiesituatie, zie afbeelding 6.5. Er is sprake van een tijdelijke verslechtering van de omgevingskwaliteit. Dit leidt tot een toename van meer dan 50 overschrijdingen boven de norm zonder mitigatie ten opzichte van de referentiesituatie. Daarom is dit criterium tijdens de dubbeldraaiperiode, slechter dan de eindsituatie, als aanzienlijk negatief (--) beoordeeld.

Afbeelding 6.16 Contouren Lden variant IB tijdens de dubbeldraaiperiode zonder mitigatie



Tabel 6.10 Effectbeoordeling variant IB met dubbeldraai

Criterium	Effect variant IB met dubbeldraai
toetsing aan geluidsnorm Lden	--

6.2.2 Effect op aantal gehinderden

Naast een normoverschrijding kan ook het geluidsniveau onder de norm tot hinder leiden. Daarom is hieronder voor de gebruiksfase na dubbeldraai het aantal gehinderden onder de norm voor het basisalternatief IR en de varianten IA/IB beoordeeld.

Voor het aantal gehinderden onder de norm wordt alleen de gebruiksfase beschouwd, dus niet de dubbeldraaisituatie. De reden daarvoor is dat de onderscheidende effecten voor gehinderden onder de norm optreden in de woonkern van Swifterbant. De dubbeldraaiturbines bevinden zich niet in de buurt van Swifterbant.

Basisalternatief
Het totaal aantal gehinderden voor het basisalternatief IR is zonder mitigerende maatregelen hoger dan in de referentiesituatie. Dit komt in basisalternatief IR voornamelijk door de turbines langs de Rivierduintocht. Van deze lijn turbines valt de 41 dB-contour over Swifterbant. Omdat de ontwikkeling leidt tot een toename van meer dan 500 geluidsgevoelige objecten binnen de contour van 42-47 dB wordt het effect van het basisalternatief IR beoordeeld als negatief (-).

Tabel 6.11 Effectbeoordeling basisalternatief IR

Criterium	Effect basisalternatief IR
toetsing aan geluid 42-47 Lden	-

Tabel 6.12 Resultaat plansituatie op het aantal gehinderden basisalternatief IR

	Lden	Lden	Lden
	42-47 dB	48-52 dB	> 52 dB
referentie	70	26	17
basis IR	2875	72	11

Variant IA

Het totaal aantal gehinderden voor variant IA is zonder mitigerende maatregelen hoger dan in de referentiesituatie. Dit komt door de turbines langs de Rivierduintocht en de turbines langs de Kamperhoekweg. Als gevolg hiervan valt de 41 dB-contour over Swifterbant. De Kamperhoekweg heeft nauwelijks aanvullend effect op het aantal gehinderden onder de norm doordat de Rivierduintocht en de Elandtocht al zorgen voor 41 dB-contour over heel Swifterbant.

Omdat de ontwikkeling leidt tot een toename van meer dan 500 geluidsgevoelige objecten binnen de contour van 42-47 dB wordt het effect van variant IA beoordeeld als negatief (-).

Tabel 6.13 Effectbeoordeling variant IA

Criterium	Effect variant IA
toetsing aan geluid 42-47 Lden	-

Tabel 6.14 Resultaat plansituatie op het aantal gehinderden variant IA

	Lden	Lden	Lden
	42-47 dB	48-52 dB	> 52 dB
referentie	70	26	17
variant IA	2.877	110	14

Variant IB

Voor variant IB is de toename van het aantal gehinderden onder de norm gelijk aan het basisalternatief IR. Net als voor het basisalternatief IR geldt dat deze toename voornamelijk wordt veroorzaakt door de invulling van de Rivierduintocht. Dit criterium is daarom net als bij het basisalternatief IR en variant IA als negatief (-) beoordeeld.

Tabel 6.15 Effectbeoordeling variant IB

Criterium	Effect variant IB
toetsing aan geluid 42-47 Lden	-

Tabel 6.16 Resultaat plansituatie op het aantal gehinderden variant IB

	Lden	Lden	Lden
	42-47 dB	48-52 dB	> 52 dB
referentie	70	26	17
basis IR	2.875	76	12

6.2.3 Cumulatieve geluidsbelasting

Cumulatie met andere geluidbronnen wordt beschouwd als er sprake is van blootstelling aan meer dan één geluidbron conform rekenregels uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines (Activiteitenregeling milieubeheer Bijlage 4). In het studiegebied zijn dit de Rijksweg A6, het geluid afkomstig van vliegverkeer van luchthaven Lelystad en industriegeluid.

Er zijn geen normen voor cumulatieve geluidbelasting. Een gangbare methodiek om cumulatieve geluideffecten te beoordelen is de 'Methode Miedema'. In deze methode wordt de akoestische kwaliteit van de omgeving bepaald voor en ná toevoeging van een nieuwe geluidbron. Hiermee kan de leefomgeving objectief worden beoordeeld. Verhoging van de cumulatieve geluidbelasting na plaatsing van de windturbines van meer dan 3 dB wordt hierbij als een negatief effect beschouwd. De methode berekent de gecumuleerde geluidbelasting (Lcum), De berekende waarde is geen feitelijk geluidniveau, daarom is aan de getallen een waardering gekoppeld van 'goed' tot 'slecht'. Deze classificering volgt uit de methode en wordt algemeen gebruikt voor het beoordelen van cumulatieve geluideffecten. De verandering in de klassen in de methode Miedema zijn een maat om de relatieve bijdrage, ten gevolge van de realisatie van het initiatief, aan de omgevingskwaliteit te beoordelen.

Voor de cumulatie-effecten wordt alleen de gebruiksfase beschouwd, dus niet de dubbeldraaisituatie.

De cumulatieve resultaten per berekende variant zijn weergegeven in onderstaande tabel. De effectbeoordeling is niet onderscheidend tussen het basisalternatief IR en de varianten IA en IB. Daarom worden ze hieronder gezamenlijk beoordeeld.

Tabel 6.17 Resultaten cumulatie

Situatie	Aantal geluidsgevoelige objecten per geluidsniveauklasse in dB / beoordeling					
	≤50	51 t/m 55	56 t/m 60	61 t/m 65	66 t/m 70	>70
	goed	redelijk	matig	tamelijk slecht	slecht	zeer slecht
referentie	6.171	4.288	386	24	15	6
basis IR	5.504	2.556	2.758	62	5	5
variant IA	5.494	2.222	3.083	81	5	5
variant IB	5.502	2.534	2.776	68	5	5

Uit de tabel blijkt dat bij het basisalternatief (IR) en de varianten (IA/IB) een verschuiving optreedt van de klasse goed en redelijk naar matige klasse. De verschuivingen vinden plaats omdat er (net) onder de norm van 47 dB Lden significante toenamen optreden. Vanwege de relatief zware straffactor voor windturbinegeluid in de methode voor cumulatie, leidt dit tot een toename van de cumulatieve waarde.

De grootste toename vindt plaats in de categorie *matig*. In de categorie *slecht* is wel een duidelijke afname na dubbeldraai waar te nemen. Hieruit komt het positieve effect (ten opzichte van de referentiesituatie) van het basisalternatief (IR) en de varianten (IA/IB) wel naar voren.

Variant IA blijkt in de cumulatie de meest negatieve gevolgen te hebben, omdat er ten opzichte van basisalternatief IR en variant IB rond de 300 woningen meer in de categorie 'matig' vallen. De basisvariant en variant IB leiden akoestisch gezien tot een lagere impact op de leefomgeving, en genieten daarmee vanuit akoestisch oogpunt de voorkeur.

In de eindsituatie geldt dat het aantal woningen een verschuiving optreedt van de klasse goed en redelijk naar matige klasse ten opzichte van de referentiesituatie. Het basisalternatief (IR) en de twee varianten (IA/IB) scoren daarom negatief '-' op het aspect geluidcumulatie.

6.2.4 Effecten tijdens de aanlegfase

De maatgevende geluidsbron tijdens de aanleg is het heien van palen voor de fundering van de windturbines (Lw 125 dB(A)). De bouwactiviteiten liggen op een afstand van minstens 400 m van de geluidgevoelige objecten. Op 400 m afstand is de geluidsbelasting circa 70 dB(A) lager. Op 400 m wordt dus uitgegaan van een geluidbelasting van circa 55 dB(A) op de gevel van het dichtstbijzijnde geluidsgevoelige object. 60 dB(A) geldt als grenswaarde voor een onbeperkte maximale blootstellingsduur. De geluidsbelasting tijdens de aanlegfase is onder de 60 dB(A), daarom zijn tijdens de aanlegfase geen knelpunten te verwachten ten aanzien van geluid. Dit effect is niet onderscheidend tussen het basisalternatief IR en varianten IA/IB.

Effecten tijdens de verwijderingsfase
Tijdens de sloopfase liggen er 60 woningen binnen 400 m van de windturbines. Op een afstand van 100 m bedraagt de maximale geluidsbelasting circa 49 dB(A), op 50 m is dit circa 55 dB(A) en op 25 m is dit circa 61 dB(A). Hierbij is uitgegaan van een continue gebruikstijd in de dagperiode (12 uur lang), in werkelijkheid zal dit lager uitvallen. Er worden dan ook geen knelpunten verwacht tijdens de sloopfase voor de geluidgevoelige objecten die binnen de 400 m vallen van de te verwijderen windturbines. Onder de 60 dB(A) betekent dit een onbeperkte maximale blootstellingsduur. Er is dan ook geen knelpunt te verwachten voor de sloopfase van de windturbines. Dit effect is niet onderscheidend tussen het basisalternatief IR en varianten IA/IB.

6.2.5 Samenvatting

Gebruiksfase
In het basisalternatief (IR) en de twee varianten (IA/IB) is het aantal woningen waarbij in de gebruiksfase (zonder mitigatie) een overschrijding van de norm (47 dB Lden) optreedt, hoger dan in de referentiesituatie. Het basisalternatief IR en variant IB gaat dit om een toename van 40 (IR) respectievelijk 45 (IB) woningen en worden daarmee beoordeeld als negatief (-, toename van 20-50 woningen). Variant IA leidt tot een grotere toename (van 81 woningen) ten opzichte van het basisalternatief IR en variant IB. De toename van variant IA is groter dan 50 woningen boven de norm zonder mitigatie en wordt om die reden beoordeeld als aanzienlijk negatief (--). Variant IA heeft een negatiever effect doordat naast de Rivierduintocht ook invulling van de Kamperhoekweg leidt tot een toename van het aantal overschrijdingen van de norm.

Het aantal gehinderden onder de norm neemt ook toe ten opzichte van de referentiesituatie. Dit wordt vooral veroorzaakt door invulling van de Rivierduintocht en de Elandtocht waardoor de 41 dB-contour over Swifterbant valt. Het basisalternatief IR en de twee varianten (IA/IB) vallen in dezelfde beoordelingscategorie, namelijk negatief (-, toename van meer dan 500 objecten).

Tabel 6.18 Effectbeoordeling geluid tijdens gebruiksfase

Aspect	Criterium	Basisalternatief IR	Variant IA	Variant IB
geluid	Lden > 47 dB	-	--	-
	Lden 42 - 47 dB (gehinderden onder de norm)	-	-	-
	cumulatie	-	-	-

Dubbeldraaiperiode

Voor de dubbeldraaiperiode geldt voor het basisalternatief en de twee varianten (IA/IB) dat de geluidsbelasting op de meeste toetspunten licht toeneemt of gelijk blijft ten opzichte van de referentiesituatie. Er is sprake van een tijdelijke verslechtering van de omgevingskwaliteit. In de dubbeldraaiperiode is bij het basisalternatief en de twee varianten sprake van een toename van meer dan 50 overschrijdingen boven de norm zonder mitigatie ten opzichte van de referentiesituatie. Voor het basisalternatief IR en variant IB leidt is dit criterium tijdens de dubbeldraaiperiode, slechter beoordeeld dan de eindsituatie, als zeer negatief (--) beoordeeld. Variant IA wordt gelijk aan de eindsituatie beoordeeld als zeer negatief (--).

Tabel 6.19 Aantal woningen per geluidsniveauklasse in dB / beoordeling en totaal overschrijdingen in dubbeldraaiperiode

Situatie	Aantal woningen per geluidsniveauklasse in dB / beoordeling		
	48 t/m 52	>52	totaal overschrijdingen
referentie	26	17	43
basis IR	72	11	83 (+40)
basis IR -dubbeldraai	92	22	114 (+71)
variant IA	110	14	124 (+81)
variant IA - dubbeldraai	123	26	149 (+106)
variant IB	76	12	88 (+45)
variant IB- dubbeldraai	92	23	115 (+72)

Tabel 6.20 Effectbeoordeling geluid tijdens dubbeldraaiperiode

Aspect	Criterium	Basisalternatief IR	Variant IA	Variant IB
geluid	Lden 47 dB	--	--	--

6.3 Slagschaduw

De draaiende rotorbladen van windturbines kunnen een bewegende schaduw op hun omgeving werpen. Dit wordt slagschaduw genoemd. Slagschaduw kan onder bepaalde omstandigheden als hinderlijk worden ervaren. De mate van hinder wordt onder andere bepaald door de frequentie, de intensiteit en de duur van de schaduw. Daarbij zijn de afstand tot de turbines, de stand en aanwezigheid van de zon en het al dan niet draaien van de windturbines bepalende aspecten.

6.3.1 Inleiding

Voor bepaling van de effecten van slagschaduw zijn een tweetal fictieve turbines met een hoge mast en grote rotordiameter als worst-case situatie gekozen. De afmetingen van deze fictieve turbines komen overeen met de maximale afmetingen in dit MER. De analyse van de effecten door slagschaduw is gemaakt in het programma WindPro. Binnen de rekenmethode van WindPro wordt cumulatie meegenomen. Dat wil zeggen, de totale slagschaduwduur bij gevoelige objecten wordt groter naarmate er meer turbines invloed hebben op dat object. De volgende uitgangspunten zijn gebruikt voor het maken van de analyse:

Turbinetype
In deelgebieden IJsselmeer en West is een maximale tiphoogte aangehouden van 213 m. In deelgebied Oost is de maximale tiphoogte 248 m. De onderstaande tabel geeft de twee gebruikte turbinetypes weer.

Tabel 6.21 Fictieve turbinetypen gebruikt voor slagschaduw onderzoeken

Type	Deelgebied	Vermogen [MW]	Rotordiameter [m]	Ashoogte [m]	Toerental [RPM]
WPBlauw WT1	IJsselmeer en West	5	152	137	10
WPBlauw WT2	Oost	5	164	166	10

Weergegevens
Voor de meteorologische gegevens is gebruik gemaakt van een Mesoscale dataset van EMDConWx. De dataset beslaat gebieden met een resolutie van 3 x 3 kilometer en uurlijkse waarden (richting, snelheid, temperatuur, et cetera) voor heel Europa. De tweede dataset die is gebruikt is van het KNMI. Het betreft het gemiddelde aantal zonuren voor KNMI meetlocatie de Bilt, dit is de dichtsbijzijnste meetlocatie ten opzichte van het projectgebied. Een zonnestand lager dan vijf graden boven de horizon is als niet-hinderlijk beschouwd. Bij een lagere zonnestand is het zonlicht meer diffuus, waardoor de schaduw vervaagt. Daarnaast is de windturbine voor de waarnemer bij een dergelijke lage zonnestand zo ver weg dat de windturbinebladen de zon slechts zeer ten dele afdekken en de schaduw niet meer waarneembaar is.

Gevoelige objecten
Gevoelige objecten zijn voornamelijk woningen. Hierbij wordt aangenomen dat een woning van alle kanten slagschaduw kan ontvangen ('Greenhouse-mode binnen WindPRO'), een afmeting heeft van 8 m hoog, 5 m breed en halve meter boven de grond staat.

Toetsingsafstand
De maximale toetsingsafstand bedraagt twaalf keer de rotordiameter. Daarom is het studiegebied groter dan het projectgebied. Slagschaduw verder dan deze afstand is verwaarloosbaar en valt ook niet onder de toetsingsafstand zoals opgenomen in de Activiteitenregeling. Om eventuele cumulatie effecten mee te nemen zijn in deze analyse een aantal bestaande windturbines ten zuiden van het projectgebied meegenomen in de slagschaduw analyse. De toetsingsafstand van deze bestaande windturbines (twaalf keer rotordiameter) reikt deels in het studiegebied, waardoor cumulatie zou kunnen plaatsvinden met het Basisalternatief IR en de varianten IA en IB.

Referentiesituatie
Op dit moment staan 74 windturbines in het projectgebied, variërend in grootte. In de huidige situatie is al sprake van slagschaduw aangezien diverse woningen in de directe nabijheid van die turbines staan. In het studiegebied staan in de referentiesituatie van Windplan Blauw 118 bestaande turbines, waarin 44 bestaan buiten het projectgebied (straal 2 kilometer).

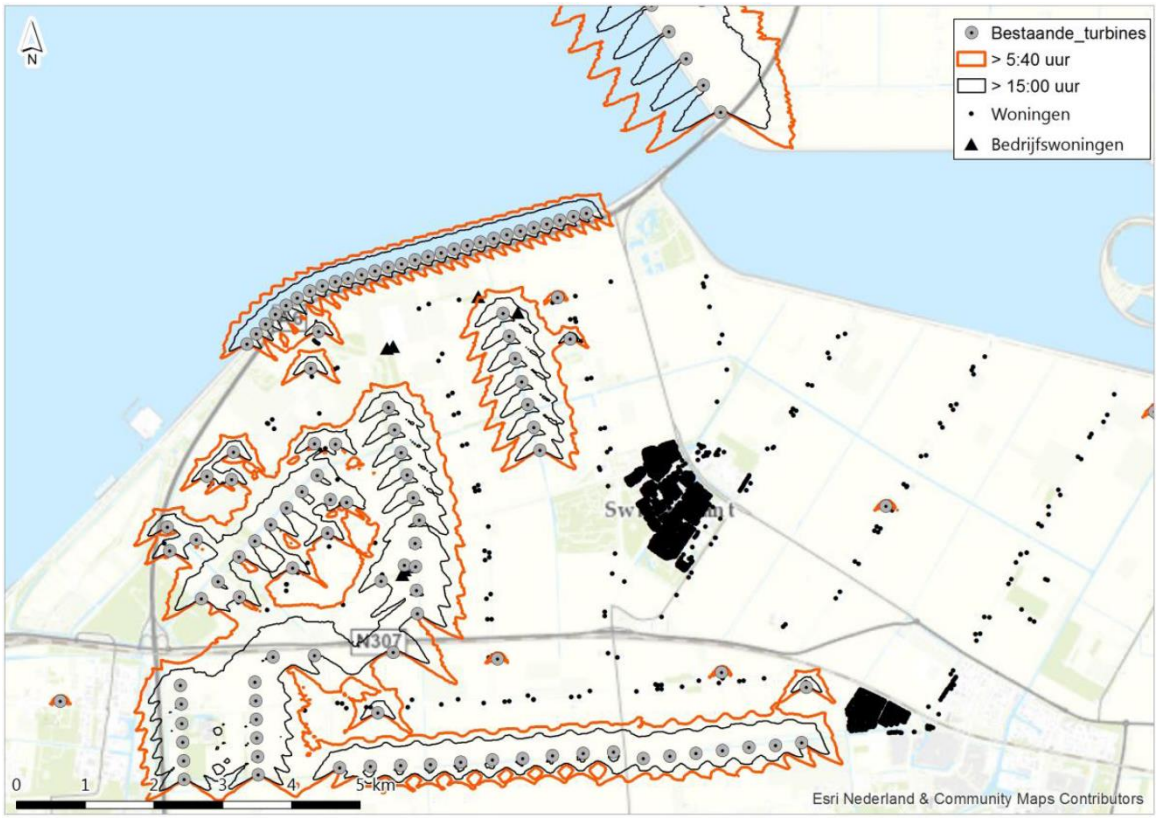
In fase 2 is slagschaduwhinder voor de referentiesituatie berekend. De volgende tabel geeft het aantal gevoelige objecten weer die in de huidige situatie meer dan 5:40 uur per jaar en die meer dan 15 uur per

jaar schaduw ontvangen (volgens cumulatieve berekening). Hierbij is geen rekening gehouden met eventuele stilstandregelingen van de bestaande turbines. Het is goed denkbaar dat bepaalde turbines uitgerust zijn met een stilstandregeling.

Tabel 6.5 Gevoelige objecten referentiesituatie

Woningen >5:40	30
Woningen >15:00	19

Afbeelding 6.17 Contouren van turbines in referentiesituatie van het Windplan Blauw



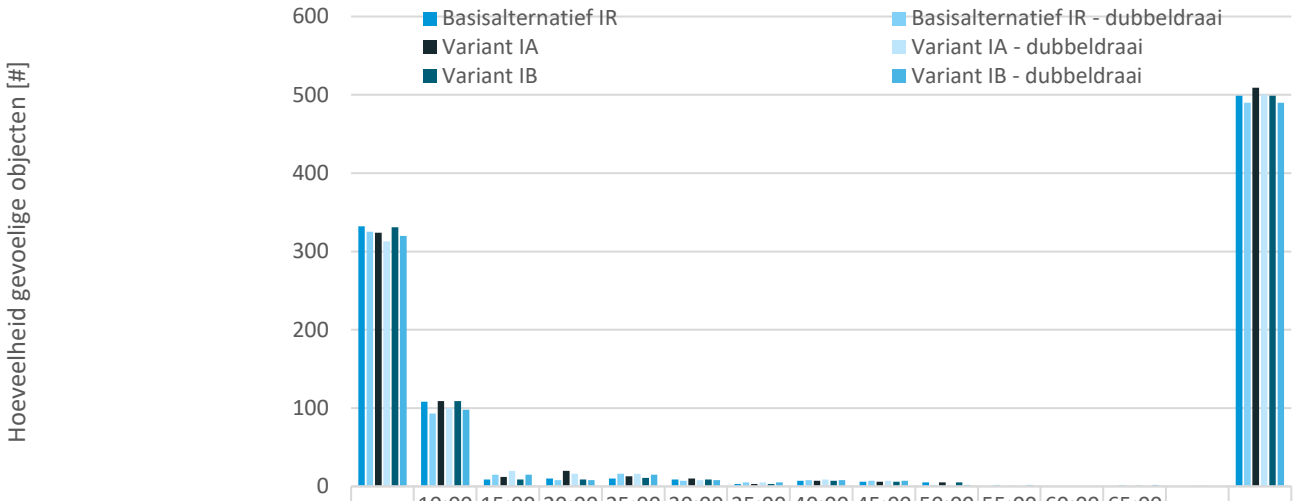
6.3.2 Slagschaduw op gevoelige objecten

De volgende paragrafen geven voor het basisalternatief en de varianten de slagschaduw effecten weer. Hierbij is telkens het effect tijdens de dubbeldraai periode en het effect in de gebruiksfase beschouwd.

Het exact aantal uren verwachte slagschaduw per gevoelig object is terug te zien in bijlage II. Deze tabellen zijn vanwege de omvang niet opgenomen in deze tekst. In plaats daarvan is de volgende frequentietabel samengesteld. Hierin is voor het basisalternatief IR en de twee varianten (IA/IB) binnen het VKA te zien hoeveel gevoelige objecten slagschaduw ontvangen boven het beoordelingscriterium in tijdvakken van ongeveer vijf uur[1].

[1] Zoals af te lezen in de tabel is het aantal gevoelige objecten waar slagschaduw optreedt iets hoger voor de situaties in de gebruiksfase. Dit verschil is te verklaren omdat de gebruikte rekenmethodiek in WindPRO gebruik maakt van gemiddelde operationele uren voor het gehele windpark. Met de bestaande, kleinere turbines, wordt dit gemiddelde omlaag gehaald waardoor er een kleine afwijking ontstaat. De geconstateerde afwijking is rond de 3 %, dit zorgt niet voor significante verschillen in de effectbeoordeling.

Afbeelding 6.7 Overzicht van slagschaduw effecten Windplan Blauw zonder mitigatie



	5:40 - 10:00	10:00 - 15:00	15:00 - 20:00	20:00 - 25:00	25:00 - 30:00	30:00 - 35:00	35:00 - 40:00	40:00 - 45:00	45:00 - 50:00	50:00 - 55:00	55:00 - 60:00	60:00 - 65:00	65:00 - 70:00	>70:00	Totaal
Basisalternatief IR	332	108	9	10	10	9	3	7	6	5	0	0	0	0	499
Basisalternatief IR - dubbeldraai	325	93	15	8	16	7	5	8	7	2	2	0	2	0	490
Variant IA	324	109	12	20	13	10	3	7	6	5	0	0	0	0	509
Variant IA - dubbeldraai	313	100	20	16	16	8	5	9	7	2	1	0	2	1	500
Variant IB	331	109	9	9	11	9	3	7	6	5	0	0	0	0	499
Variant IB - dubbeldraai	320	98	15	8	15	8	5	8	7	2	2	0	2	0	490

Uren slagschaduw [uu:mm]

Het aantal slagschaduwuren van meer dan 15 uur neemt af bij gevoelige objecten in de gebruiksfase. De bestaande turbines staan vaak dichtbij op woningen.

Basisalternatief

Effect tijdens dubbeldraai periode

De volgende afbeelding toont de 05.40 uur en de 15.00 uur slagschaduwcontouren voor het basisalternatief IR in de dubbeldraai situatie.

Afbeelding 6.8 Slagschaduwcontouren van het basisalternatief IR in de dubbeldraaiperiode (zonder mitigatie)

In onderstaande tabel 6.22 staan de effecten samengevat. Conform het beoordelingskader is het basisalternatief IR tijdens dubbeldraai periode aanzienlijk negatief beoordeeld (--) (toename >100 gevoelige objecten) voor het criteria slagschaduw op gevoelige objecten voor de 05.40 contour. Basisalternatief IR is in de dubbeldraaiperiode negatief (-) beoordeeld (toename 50-100 gevoelige objecten) voor het criteria slagschaduw op gevoelige objecten voor de 15 uur contour.

Tabel 6.22 Effectbeoordeling Basisalternatief IR slagschaduw in de dubbeldraaiperiode (zonder mitigatie)

		IR - dubbeldraaiperiode
plansituatie	>5:40 uur	490
	> 15:00 uur	72
referentiesituatie	>5:40 uur	30
	> 15:00 uur	19
verandering	>5:40 uur	460
	> 15:00 uur	53
beoordeling	>5:40 uur	--
	> 15:00 uur	-

Effect in de gebruiksfase

De volgende afbeelding toont de 05.40 uur en de 15.00 uur slagschaduwcontouren voor het basisalternatief IR in de gebruiksfase (na de dubbeldraaiperiode).

Afbeelding 6.9 Slagschaduwcontouren van het basisalternatief in de gebruiksfase (zonder mitigatie)

In onderstaande tabel 6.23 staan de effecten samengevat. Conform het beoordelingskader is het basisalternatief in de gebruiksfase aanzienlijk negatief (--) beoordeeld (toename >100 gevoelige objecten) voor het criteria slagschaduw op gevoelige objecten voor de 5.40-contour en licht negatief (0/-) beoordeeld (toename <50 gevoelige objecten) voor het criteria slagschaduw op gevoelige objecten voor de 15 uur-contour.

Tabel 6.22 Effectbeoordeling Basisalternatief IR slagschaduw in de gebruiksfase (zonder mitigatie)

		IR
plansituatie	>5:40 uur	499
	> 15:00 uur	59
referentiesituatie	>5:40 uur	30
	> 15:00 uur	19
verandering	>5:40 uur	+469
	> 15:00 uur	+40
beoordeling	>5:40 uur	--
	> 15:00 uur	0/-

Variant IA: alternatieve plaatsingszones

Effect tijdens dubbeldraai periode

De volgende afbeelding toont de 05.40 uur- en de 15.00 uur-slagschaduwcontouren voor variant IA alternatieve plaatsingszones in de dubbeldraai situatie.

Afbeelding 6.10 Slagschaduwcontouren van variant IA alternatieve plaatsingszones in de dubbeldraai periode (zonder mitigatie)

In onderstaande tabel 6.24 staan de effecten samengevat. Conform het beoordelingskader is variant IA tijdens dubbeldraai periode aanzienlijk negatief (--) beoordeeld (toename >100 gevoelige objecten) voor het criteria slagschaduw op gevoelige objecten voor de 05.40-contour. Variant IA is in de dubbeldraaiperiode negatief (-) beoordeeld (toename 50-100 gevoelige objecten) voor het criteria slagschaduw op gevoelige objecten voor de 15 uur contour.

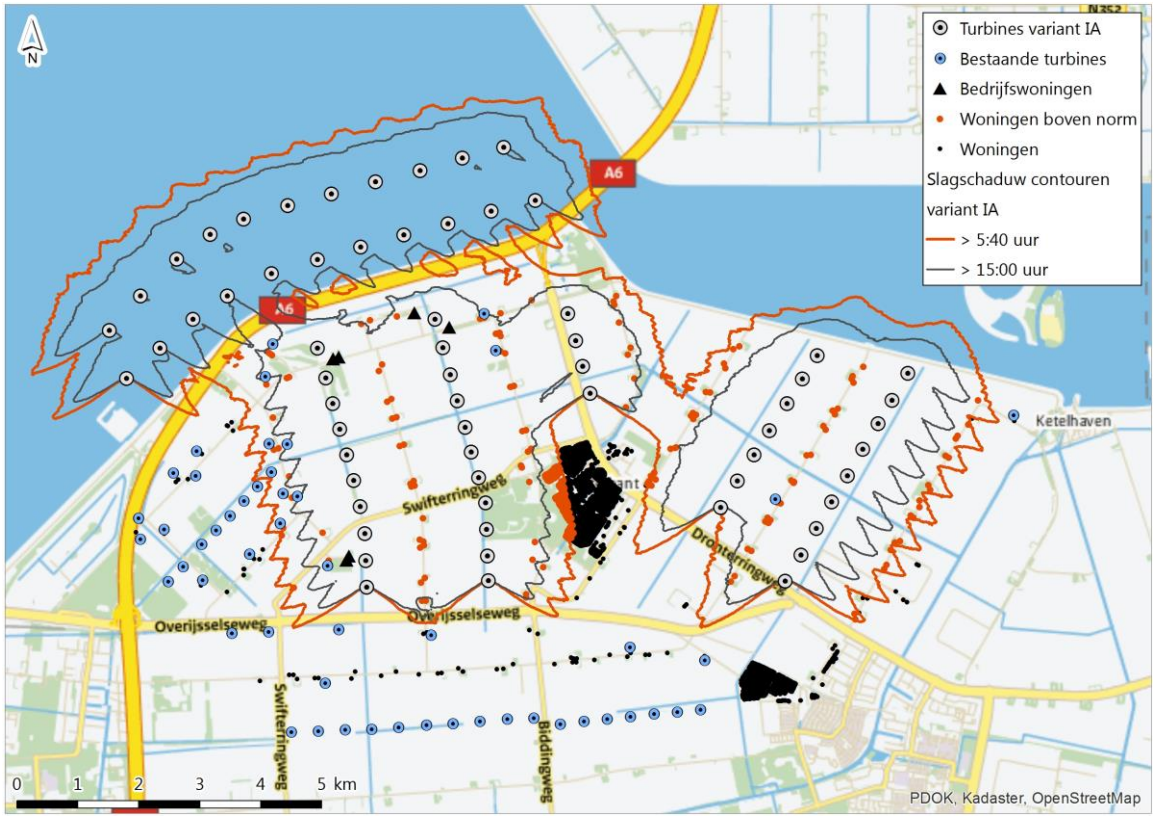
Tabel 6.24 Effectbeoordeling variant IA slagschaduw in de dubbeldraaiperiode (zonder mitigatie)

		IA - dubbeldraaiperiode
plansituatie	>5:40 uur	500
	> 15:00 uur	87
referentiesituatie	>5:40 uur	30
	> 15:00 uur	19
verandering	>5:40 uur	470
	> 15:00 uur	68
beoordeling	>5:40 uur	--
	> 15:00 uur	-

Effect in de gebruiksfase

De volgende afbeelding toont de 05.40 uur en de 15.00 uur-slagschaduwcontouren voor variant IA na de dubbeldraai situatie.

Afbeelding 6.11 Slagschaduwcontouren van variant IA alternatieve plaatsingszones in de gebruiksfase (zonder mitigatie)



In onderstaande tabel 6.25 staan de effecten samengevat. Conform het beoordelingskader is variant IA na de dubbeldraaiperiode aanzienlijk negatief (--) beoordeeld (toename >100 gevoelige objecten) voor het criteria slagschaduw op gevoelige objecten voor 05.40-contour. Variant IA is in de gebruiksfase negatief (-) beoordeeld (toename 50-100 gevoelige objecten) voor het criteria slagschaduw op gevoelige objecten voor de 15 uur contour.

Tabel 6.25 Effectbeoordeling slagschaduw variant IA slagschaduw in de gebruiksfase (zonder mitigatie)

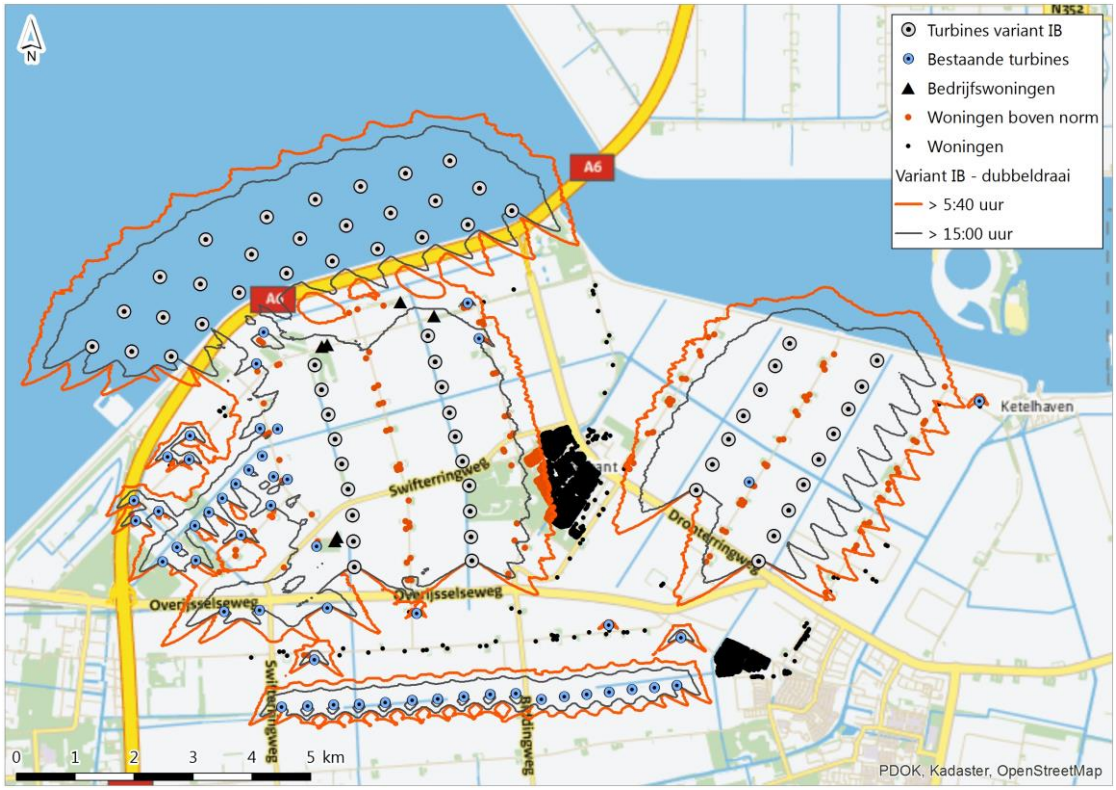
		IA
plansituatie	>5:40 uur	509
	> 15:00 uur	76
referentiesituatie	>5:40 uur	30
	> 15:00 uur	19
verandering	>5:40 uur	479
	> 15:00 uur	57
beoordeling	>5:40 uur	--
	> 15:00 uur	-

Variant IB: bolstapeling IJsselmeer

Effect tijdens dubbeldraai periode

De volgende afbeelding toont de 05.40 uur en de 15.00 uur slagschaduwcontouren voor variant IB bolstapeling IJsselmeer in de dubbeldraai situatie.

Afbeelding 6.12 Slagschaduwcontouren van variant IB bolstapeling IJsselmeer in de dubbeldraai periode (zonder mitigatie)



In onderstaande tabel 6.26 staan de effecten samengevat. Conform het beoordelingskader is variant 2 tijdens dubbeldraai periode aanzienlijk negatief (--) beoordeeld (toename >100 gevoelige objecten) voor het criteria slagschaduw op gevoelige objecten voor de 05.40-contour. Variant IB is in de dubbeldraaiperiode negatief (-) beoordeeld (toename 50-100 gevoelige objecten) voor het criteria slagschaduw op gevoelige objecten voor de 15 uur contour.

Tabel 6.26 Effectbeoordeling variant IB slagschaduw in de dubbeldraaiperiode (zonder mitigatie)

		IB - dubbeldraaiperiode
plansituatie	>5:40 uur	490
	> 15:00 uur	72
referentiesituatie	>5:40 uur	30
	> 15:00 uur	19
verandering	>5:40 uur	+460
	> 15:00 uur	+53
beoordeling	>5:40 uur	--
	> 15:00 uur	-

Effect in de gebruiksfase

De volgende afbeelding toont de 05.40 uur- en de 15.00 uur-slagschaduwcontouren voor variant IB na de dubbeldraai situatie.

Afbeelding 6.13 Slagschaduwcontouren van variant IB bolstapeling IJsselmeer in de gebruiksfase

In onderstaande tabel 6.26 staan de effecten samengevat. Conform het beoordelingskader is variant IB na de dubbeldraai situatie aanzienlijk negatief (--) beoordeeld (toename >100 gevoelige objecten) voor het criteria slagschaduw op gevoelige objecten voor de 05.40-contouren licht negatief (0/-) beoordeeld (toename <50 gevoelige objecten)) voor het criteria slagschaduw op gevoelige objecten voor de 15 uur-contour.

Tabel 6.26 Effectbeoordeling variant IB slagschaduw in de gebruiksfase (zonder mitigatie)

		IR
plansituatie	>5:40 uur	499
	> 15:00 uur	59
referentiesituatie	>5:40 uur	30
	> 15:00 uur	19
verandering	>5:40 uur	+469
	> 15:00 uur	+40
beoordeling	>5:40 uur	--
	> 15:00 uur	0/-

6.3.3 Slagschaduw op agrarische percelen en het IJsselmeer

In het slagschaduwonderzoek is gekeken naar de duur van slagschaduw op geluidgevoelige objecten en zijn verschillende contouren van de duur van slagschaduw (totale duur per jaar) op kaart gezet. Hiermee is inzichtelijk wat de verwachte slagschaduw is in de omgeving van de windturbines. Dit geeft ook een beeld

van de te verwachte duur van slagschaduw op de agrarische percelen en andere gebruiksfuncties in het gebied.

Voor de beoordeling van slagschaduw is aangesloten bij de normering in de Activiteitenregeling. Agrarische percelen of gebieden als het IJsselmeer zijn op zichzelf geen gevoelige objecten waarvoor de wettelijke normering geldt. In het kader van een goede ruimtelijke ordening is evenwel beoordeeld of de mate van slagschaduwhinder dusdanig kan zijn, dat deze het gangbare gebruik van de bestaande landbouwpercelen negatief kan beïnvloeden. Gebleken is dat dit niet het geval is, zoals hieronder wordt uitgelegd.

De Nederlandse wet- en regelgeving kent geen bescherming toe aan buitenruimten, anders dan aan recreatieterreinen, omdat de verblijfsduur van individuele personen veelal te kort is om negatieve effecten te kunnen ondervinden als gevolg van mogelijke geluid- en slagschaduwhinder.

Bovendien is geen onderzoek bekend waaruit een verband blijkt dat windturbines de groei van agrarische gewassen negatief beïnvloedt. Daarbij speelt mee dat de omvang van de slagschaduw van het rotorvlak, ten opzichte van de omvang van de landbouwpercelen, beperkt is. Slagschaduwhinder treedt in de regel op in perioden dat de zon laag aan de hemel staat, zoals het vroege voorjaar en aan het eind van het najaar. In deze perioden vinden in de regel geen of weinig werkzaamheden meer plaats op percelen waar reguliere teelten op plaatsvinden, zoals in dit deel van de Flevopolder gebruikelijk is.

6.3.4 Slagschaduw en verkeersveiligheid

De windturbines van Windplan Blauw zorgen voor slagschaduw over de A6. Voor verschillende windprojecten is onderzoek gedaan of slagschaduw gevolgen heeft op verkeersveiligheid[1]. Uit deze onderzoeken en praktijksituaties (zoals de gerealiseerde windturbines langs de A15) concludeerden de deskundigen dat slagschaduw geen negatief effect heeft op de verkeersveiligheid. De opstelling van de windturbines volgt het verloop van de A6 en de dichtstbijzijnde turbines staan op circa 550 meter afstand op water achter de IJsselmeerdijk. Ook geldt dat de turbines tijdig zichtbaar zijn, maar niet dusdanig in het blikveld aanwezig dat dit leidt tot afleiding of schrikreacties. De turbines vormen geen belemmeringen voor de verkeersinformatie-voorziening of het rijzicht. Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat slagschaduw over de rijbanen van de A6 geen risico vormt voor verkeersveiligheid.

6.4 Trillingen

Tijdens de aanlegfase zullen heiwerkzaamheden plaatsvinden voor de aanleg van de windturbines, dit kan trillingen veroorzaken die effect hebben op de waterkeringsveiligheid, op soorten en op de leefomgeving. De eerste twee effecten zijn respectievelijk beschreven in deelrapport veiligheid en deelrapport natuur. In deze paragraaf wordt ingegaan op het effect van trillingen op de leefomgeving.

Aanlegfase op land
Het betonnen fundament van een windturbine op land wordt geplaatst op een aantal heipalen. Tijdens de heiwerkzaamheden veroorzaakt dit trillingen. Trillingen door de grond nemen snel af naarmate de afstand tot de trillingsbron groter wordt. De geschatte duur hiervan is een dag per windturbine. Dit betekent dat woningen die in de nabijheid van een windturbine liggen naar schatting een dag trillingen ervaren. Vanwege de geluidsnormering worden windturbines op dusdanige afstand tot kwetsbare objecten gerealiseerd dat redelijkerwijs uit te sluiten is dat trillingen in de aanlegfase een onderscheidend en negatief effect hebben. Het effect op trillingen is daarom als neutraal (0) beoordeeld.

---

[1] Er is onder andere onderzoek gedaan naar de verkeersveiligheid windpark Nieuwegein (Goudappel Coffeng, 2012), windturbines langs de A15 (rapport Windturbines en verkeersveiligheid, Locatieonderzoek afslag 38, Rijksweg A15), Mansvelder, E.O., de Haan, M. (2013). Windmolenpark Autena te Vianen. Veiligheidsonderzoek. Grontmij. Houten en voor windpark Krammer Ministerie van I&M en Rijkswaterstaat Zee en delta, District Noord. (2014). Windpark Krammer B.V. Wegbeeldanalyse N59.

Aanlegfase op het IJsselmeer
Windturbines op het water worden geplaatst op een monopile. Deze monopile wordt geheid. Dit veroorzaakt trillingen in het water, waardoor vissen en andere waterdieren hinder ondervinden. Het effect van trillingen op soorten is beschreven in het deelrapport natuur (deelrapport II).

Hinder op kwetsbare objecten door trillingen op het IJsselmeer is redelijkerwijs uit te sluiten door de afstand tussen de turbines en woningen. Het effect is als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase
Ook het gebruik van de windturbines kan trillingen veroorzaken. Deze trillingen zijn echter beduidend zwakker dan de trillingen die in de aanlegfase optreden. Daarmee is uit te sluiten dat kwetsbare objecten in de gebruiksfase trillingen ervaren. Het effect is daarom als neutraal (0) beoordeeld. Dit effect is niet onderscheidend tussen de varianten. Ook het dubbeldraaien leidt niet tot een effect op hinder door trillingen.

Effectbeoordeling
Op basis van bovenstaande analyse is hinder door trillingen in alle fasen van het project uit te sluiten, voor zowel het Basisalternatief IR, als de varianten IA en IB. Dit criterium is daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Tabel 6.27 Effectbeoordeling hinder door trillingen

		Basisalternatief IR	Variant IA	Variant IB
effect op hinder door trillingen	aanlegfase op land	0	0	0
	aanlegfase op IJsselmeer	0	0	0
	met dubbeldraai	0	0	0
	na dubbeldraai	0	0	0

6.5 Mogelijke optimaliserende, mitigerende en compenserende maatregelen

In deze paragraaf wordt per beoordeeld aspect een voorstel gedaan voor mogelijk toe te passen mitigerende maatregelen. Of het nodig is om deze maatregelen te treffen en welke maatregelen het meest haalbaar zijn hangt af van de VKA keuze.

6.5.1 Ruimtegebruik

Het effect op ruimtegebruik is ten aanzien van het basisalternatief en de varianten IA en IB als neutraal (0) beoordeeld. Mitigerende maatregelen zijn derhalve niet nodig.

6.5.2 Geluid

De geluidseffecten op woningen kunnen op twee manieren gemitigeerd worden. Allereerst kan een stiller turbinetype worden gekozen. Daarnaast is het mogelijk om een stille geluidsmodus toe te passen, dit is een programma instelling. De stille geluidsmodus kan tot maximaal 6 dB mitigeren. Dit heeft een negatief effect op de energieopbrengst, maar dit wordt hier niet nader beschouwd.

6.5.3 Slagschaduw

De slagschaduw effecten van alle alternatieven zijn volledig mitigeerbaar door het instellen van een stilstandregeling. Bovendien is mitigatie verplicht. Hierdoor zijn alternatieven in de praktijk niet onderscheidend.

Een stilstandvoorziening zorgt ervoor dat er geen slagschaduw meer ontstaat boven de norm. Het instellen van deze voorziening zorgt wel voor een reductie in de energieproductie. Op basis van de verwachte slagschaduw, die veroorzaakt wordt per windturbine[1], is bepaald hoe lang elke windturbine jaarlijks uitgeschakeld moet worden om deze slagschaduw te voorkomen. Voor het basisalternatief betekent dit een energieopbrengstverlies van maximaal 0,30 % per jaar, voor variant IA (alternatieve plaatsingszones) een verlies van maximaal 0,33 % en voor variant IB (bolstapeling IJsselmeer) van maximaal 0,30 %.

De opbrengstverliezen zijn op basis van het worst-case scenario waarin voor alle gevoelige objecten gemitigeerd wordt tot nul uur slagschaduw.

Een groot deel van de bewoners van gevoelige bestemmingen tussen de rijen is financieel participant in het windpark. Het is aannemelijk dat de mitigatieregeling van een groot deel van de windturbines daardoor verkort kan worden. Voor de windturbines nabij Swifterbant is een stilstandregeling beslist noodzakelijk om slagschaduw boven de norm te voorkomen.

Het treffen van een stilstandvoorziening zorgt ervoor dat de gevoelige objecten in de omgeving niet meer slagschaduw ondervinden dan het beoordelingscriterium (05.40 uur). Vanuit het oogpunt van slagschaduw zijn er voor het Basisalternatief IR, en de varianten (IA en IB) binnen het VKA geen belemmeringen voor de ontwikkeling van de windturbines.

6.5.4 Trillingen

Het criterium 'hinder door trillingen' is voor het basisalternatief en voor de varianten IA en IB als neutraal (0) beoordeeld. Mitigerende maatregelen zijn derhalve niet nodig

6.6 Samenvatting

In deze paragraaf zijn per aspect de belangrijkste bevindingen samengevat. Daarnaast zijn de effectbeoordelingen toegelicht en weergegeven in tabel 6.27.

6.6.1 Ruimtegebruik

In de aanlegfase is het ruimtebeslag gelijk aan het ruimtebeslag in de gebruiksfase. Het ruimtegebruik in agrarisch gebied zal voor het basisalternatief IR en de twee varianten (IA/IB) van het VKA toenemen ten opzichte van de referentiesituatie. Het ruimtegebruik per windturbine is echter zeer klein binnen de totale oppervlakte van het projectgebied, namelijk minder dan 0,3 %. Rondom de funderingen van de turbines blijft het gebied geschikt voor agrarisch gebruik. Daarom zijn het basisalternatief IR en de twee varianten (IA/IB) in de gebruiksfase na dubbeldraai als licht negatief (0/-) beoordeeld.

Tijdens de dubbeldraaiperiode is het ruimtegebruik hoger dan in de gebruiksfase, maar ten opzichte van de oppervlakte van het projectgebied is het ruimtebeslag voor het basisalternatief IR en de twee varianten

[1] Voor de berekening is gebruikt gemaakt van de energieopbrengst zoals berekend in het hoofdstuk Energie en Klimaat, voor deze berekening zijn andere, kleinere, windturbinetype gebruikt waardoor de procentuele energieopbrengst reductie indicatief is. Een kleinere windturbine zorgt namelijk voor minder slagschaduw en daarmee minder energieopbrengst reductie met een stilstandregeling.

(IA/IB) minder dan 0,5 %. Daarom zijn de varianten in de dubbeldraaiperiode ook als licht negatief (0/-) beoordeeld.

Het ruimtegebruik van het windpark in het IJsselmeer is verwaarloosbaar klein in vergelijking met de totale oppervlakte van het IJsselmeer. Daarom is het effect op ruimtebeslag in het IJsselmeer als neutraal (0) beoordeeld. In het IJsselmeer zullen geen turbines dubbeldraaien, daarom is het effect in de dubbeldraaiperiode ook neutraal (0).

Het aspect ruimtegebruik vormt geen belemmering voor de ontwikkeling van Windplan Blauw.

6.6.2 Geluid

Aanlegfase
In de aanlegfase worden voor geluid geen knelpunten verwacht.

Gebruiksfase na dubbeldraai
Het aantal geluidsgevoelige objecten waar (zonder mitigatie) een overschrijding van de norm (47 dB Lden) optreedt, is beduidend hoger dan in de referentiesituatie. Dit effect is te mitigeren. Het basisalternatief IR en IA/IB wordt daarom beoordeeld als aanzienlijk negatief (--).

Het aantal gehinderden onder de norm neemt toe ten opzichte van de referentiesituatie. Voor het basisalternatief IR en variant IA wordt dit vooral veroorzaakt door invulling van de Rivierduintocht. Voor variant IA heeft ook de invulling van de Kamperhoekweg invloed op het aantal gehinderden onder de norm. Basisalternatief IR en de twee varianten (IA/IB) zijn als negatief (-) beoordeeld.

Het effect op cumulatieve geluidsbelasting is als negatief(-) beoordeeld en is niet onderscheidend tussen het basisalternatief IR en de varianten IA en IB.

Dubbeldraaiperiode
Voor de dubbeldraaiperiode geldt dat op meerdere toetspunten de geluidsnorm wordt overschreden, dit is vooral afkomstig van de reeds bestaande turbines. In de dubbeldraaiperiode en in de eindsituatie kan met mitigerende maatregelen voor het VKA aan de norm uit het Activiteitenbesluit (47 Lden) worden voldaan. Een voorstel voor mitigerende maatregelen is beschreven in paragraaf 6.2 van dit deelrapport. Voor de dubbeldraaiperiode geldt voor het basisalternatief (IR) en de twee varianten (IA/IB) dat de geluidsbelasting op de meeste punten licht toeneemt of gelijk blijft ten opzichte van de referentiesituatie. Er is sprake van een tijdelijke verslechtering van de omgevingskwaliteit. Het effect is als aanzienlijk negatief (--) beoordeeld.

Met toepassing van mitigerende maatregelen vorm het aspect geluid geen belemmering voor de ontwikkeling van Windplan Blauw.

6.6.3 Slagschaduw

Aanlegfase
Slagschaduw treedt op door het gebruik van windturbines. Tijdens de aanlegfase is er dus nog geen effect op slagschaduw.

Gebruiksfase
Ten opzichte van de referentiesituatie ondervinden meer dan 100 extra woningen slagschaduw boven de norm, daarom is het effect voor de 05.40 uur-contour als zeer negatief (--) beoordeeld. Het effect op de 15.00 uur-contour is voor het basisalternatief IR en variant IB als licht negatief (0/-) beoordeeld. Voor variant IA vallen meer woningen binnen de 15:00 uur-contour, deze variant is daarom beoordeeld als negatief (-). De slagschaduweffecten zijn het grootst voor de gevoelige objecten tussen twee rijen in en voor het westelijke gedeelte van Swifterbant. De gevoelige objecten tussen twee rijen, ongeveer 130 objecten,

bestaan hoofdzakelijk uit agrarische bedrijven. Het westelijke gedeelte van Swifterbant bestaat uit reguliere woningbouw.

Dit is echter voordat mitigatie heeft plaatsgevonden. Door het invoeren van een stilstandsvoorziening zijn effecten volledig mitigeerbaar. Na mitigatie wordt dit criterium daarom als neutraal (0) beoordeeld.
Met toepassing van mitigerende maatregelen vorm het aspect slagschaduw geen belemmering voor de ontwikkeling van Windplan Blauw.

Dubbeldraaiperiode
De slagschaduweffecten tijdens de dubbeldraaiperiode leiden tot extra woningen binnen de slagschaduwcontouren. Het effect op de 15.00 uur-contour is wordt voor zowel het basisalternatief IR als beide varianten (IA/IB) als negatief (-) beoordeeld. De bestaande windturbines staan echter in een gebied waar niet veel bebouwing is waardoor het verschil in effecten in dat gebied klein zijn.

6.6.4 Trillingen

Aanlegfase
Vanwege de geluidsnormering worden windturbines op dusdanige afstand tot kwetsbare objecten gerealiseerd dat redelijkerwijs uit te sluiten is dat trillingen in de aanlegfase een onderscheidend en negatief effect hebben. Het effect op trillingen is daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Dubbeldraaiperiode
Ook het gebruik van de windturbines kan trillingen veroorzaken. Deze trillingen zijn echter beduidend zwakker dan de trillingen die in de aanlegfase optreden. Daarmee is uit te sluiten dat kwetsbare objecten in de gebruiksfase trillingen ervaren. Het effect is daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Het aspect trillingen vormt geen belemmering voor de ontwikkeling van Windplan Blauw.

De samenvatting van de effectbeoordeling tijdens de dubbeldraaiperiode is te vinden in de onderstaande tabel.

Tabel 6.28 Effectbeoordeling – tijdens de dubbeldraai-periode

Criterium	Basisalternatief IR	Variant IA: alternatieve plaatsingszones	Variant IB: bolstapeling
A. ruimtegebruik			
A.1 ruimtegebruik op land	-/0	-/0	-/0
A.2 ruimtegebruik op IJsselmeer	0	0	0
B. geluid			
B.1 geluid op gevoelige objecten volgens norm Lden≤47 dB	--	--	--
C. slagschaduw			
C1 slagschaduw op gevoelige objecten (05.40 uur)	--	--	--
C.1 slagschaduw op gevoelige objecten (05.40 uur) **Na mitigatie**	0	0	0
C.2 slagschaduw op gevoelige objecten (15.00 uur)	-	-	-

Criterium	Basisalternatief IR	Variant IA: alternatieve plaatsingszones	Variant IB: bolstapeling
C.2 slagschaduw op gevoelige objecten (15.00 uur) **Na mitigatie**	0	0	0
D. trillingen			
D.1 hinder door trillingen	0	0	0

6.6.5 Effect na de dubbeldraaiperiode

De samenvatting van de effectbeoordeling na de dubbeldraaiperiode is te vinden in de onderstaande tabel.

Tabel 6.29 Samenvatting effectbeoordeling voor basisalternatief en varianten - na de dubbeldraaiperiode

Criterium	Basisalternatief IR	Variant IA: alternatieve plaatsingszones	Variant IB: bolstapeling
A. Ruimtegebruik			
A.1 ruimtegebruik op land	-/0	-/0	-/0
A.2 ruimtegebruik op IJsselmeer	0	0	0
B. geluid			
B.1 geluid op gevoelige objecten volgens norm Lden≤47 dB	-	--	-
B.2 aantal gehinderden onder de norm	-	-	-
B.3 cumulatie	-	-	-
C. slagschaduw			
C1 slagschaduw op gevoelige objecten (05.40 uur)	--	--	--
C.1 slagschaduw op gevoelige objecten (05.40 uur) **Na mitigatie**	0	0	0
C.2 slagschaduw op gevoelige objecten (15.00 uur)	-/0	-	-/0
C.2 slagschaduw op gevoelige objecten (15.00 uur) **Na mitigatie**	0	0	0
D. trillingen			
D.1 hinder door trillingen	0	0	0

7

LEEMTEN IN KENNIS EN INFORMATIE EN VOORSTEL VOOR MONITORING

7.1 Leemten in kennis en informatie

Voor dit thema zijn er geen leemten in kennis.

7.2 Mogelijke monitoringsvoorstellen

Op dit moment is er geen aanleiding om de effecten vanuit het thema woon- en leefmilieu te monitoren.

8

REFERENTIES

- Infomil (2017) Trillingen. Beleid, wet- en regelgeving. [ONLINE] https://www.infomil.nl/onderwerpen/ruimte/milieuthema/tril/tril-beleid-w/ (geraadpleegd op 31 augustus 2017).
- RVO (2017) Geluidsnormering. [ONLINE] https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/windenergie-op-land/milieu-en-omgeving/geluid/geluidnormering (geraadpleegd op 29 september 2017).
- Ministerie van Economische Zaken, Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Ontwerp-Inpassingsplan Windpark Fryslân. Den Haag, 10 februari 2016.
- Antea Group. Industriezandwinning IJsselmeer. Samenvatting MER. 28 mei 2015.
- Waddenzeevereniging. Schetsboek Afsluitdijk. November 2010.
- Natuurmonumenten, Royal HaskoningDHV. Omgevingsvergunning Marker Wadden - verruiming zoekgebied zandwinning. Bijlagen bij toelichting. Referentie BA8757. 7 juni2017.
- Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Gebiedsdossier waterwinning Andijk. 5 oktober 2012.
- Visser, K.P. Golfbrekers in het Markermeer, Synergie voor veiligheid en ecologie. Master Thesis, TU Delft. 2007.
- RWS/Ecoshape-stuurgroep pilot Houtribdijk. Pilot voorlandoplossing Houtribdijk interim-rapportage. Maart 2016.
- Deltares. Oevermorfologie van het IJsselmeer. 1204495-003. 2012.
- Website Navionics. Website: webapp.navionics.com, bezocht op: 27 oktober 2017.
- Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Morfologie en bodem van het IJsselmeer, het Markermeer en de randmeren. Intern rapport. 1995.
- Roulund, A., Sumer, B.M., Fredsøe, J. and Michelsen, J.. Numerical and experimental investigation of flow and scour around a circular pile. J. Fluid Mechanics, vol. 534, 351-401. 2005.
- Petersen, T.U., et al.. Scour around Offshore Wind Turbine Foundations. Technical University of Denmark, Department of Mechanical Engineering, PhD thesis. 2014.
- Sumer, B. M. & Nielsen, A. W. Sinking failure of scour protection at offshore wind turbine foundation. Proceedings of the ICE-Energy, ICE, vol. 166(4), pp. 170-188. 2013.
- Royal HaskoningDHV. RWS Water, Verkeer en Leefomgeving. Milieueffectrapport Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee, Hollandse Kust. Definitief Rapport, BB3510-101. 16 september 2014.
- Pondera Consult. Ministerie van Economische Zaken, Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Milieueffectrapport Windpark Fryslân, Deel D Inrichting en effectbeoordeling. 14 juli 2015.
- ACRB. Mogelijke morfologische effecten van het Prinses Amaliawindpark. PO 13.10.005/GB. 30 oktober 2013.

Bijlage(n)

I

BIJLAGE: OVERSCHRIJDINGEN GELUID PER ADRES

II

BIJLAGE: RESULTATEN SLAGSCHADUWDUUR PER ADRES

III

BIJLAGE: RESULTATEN OVERSCHRIJDINGEN GELUID PER ADRES