



Windplan Blauw

Verlichtingsplan

SwifterwinT B.V. en Nuon Wind Development

4 mei 2018

Project Windplan Blauw
Opdrachtgever SwifterwinT B.V. en Nuon Wind Development

Document Verlichtingsplan
Status Definitief 03
Datum 4 mei 2018
Referentie UT615-46/18-006.721

Projectcode UT615-46
Projectleider K.A. Haans MSc
Projectdirecteur drs. D.J.F. Bel

Auteur(s) J.A. Zoete MSc, ir. J.H. Scholten, mw. T.M.F. Pessanha MSc
Gecontroleerd door K.A. Haans MSc, A.T.W. van Breukelen MSc
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 veeelvoudigd 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	AANLEIDING	1
2	UITVOERING IN RELATIE TOT LUCHTVAARTVEILIGHEID	3
2.1	Markering van windturbines	3
2.2	Obstakelverlichting op windturbines en in windparken	3
2.3	Daglichtperiode	5
2.4	Schemer- en nachtlichtperiode	6
2.5	Regeling lichtintensiteit	7
2.6	Samenvatting uitvoeringsopties	8
2.7	Overige bepalingen	8
3	UITVOERING IN RELATIE TOT SCHEEPVAARTVEILIGHEID	10
3.1	Additionele overwegingen	11
4	VERKENNING MAATREGELEN TOT VERMINDERING LICHTHINDER	12
4.1	Inleiding	12
4.2	Vast brandende of flitsende obstakelverlichting	12
4.3	Het gebruik van omgekeerde led-platen in het werkplatform	12
4.4	Lagere lichtintensiteit	13
4.5	Afscherming van turbineverlichting	13
4.6	Detectiesystemen	15
5	DEFINITIES	17
6	LITERATUUR	18
	Laatste pagina	18

Bijlage(n)

Aantal pagina's

I	Turbinecoördinaten voorkeursalternatief opstelling	2
---	----------------------------------------------------	---

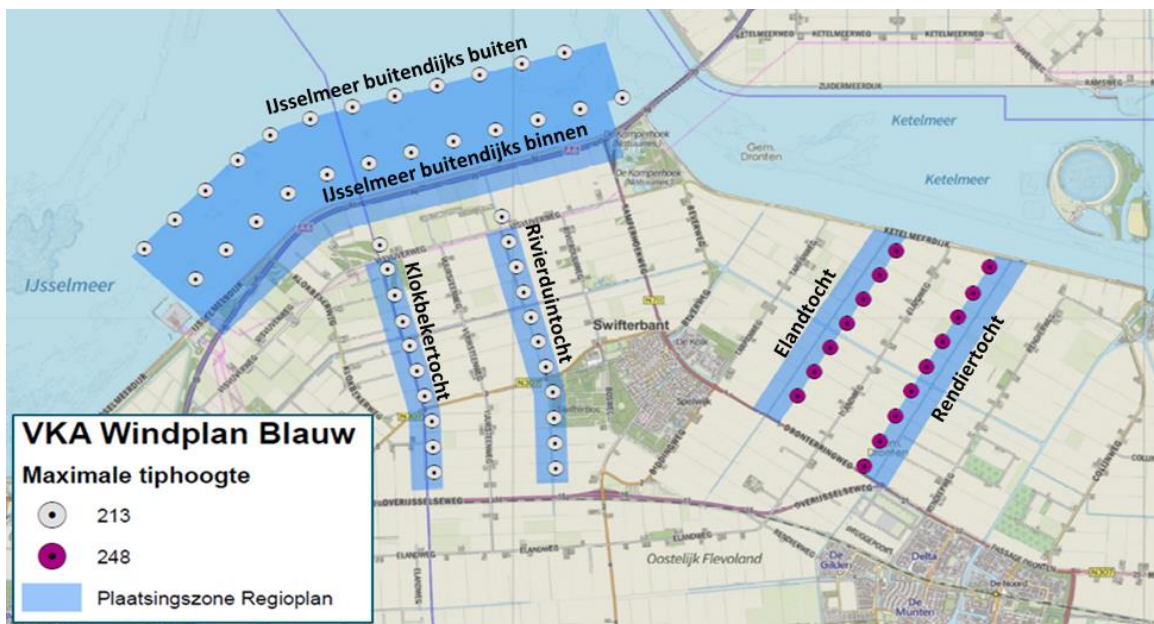
1

AANLEIDING

Dit verlichtingsplan gaat over een windpark in het gebied rondom Swifterbant in Flevoland: Windplan Blauw. Momenteel staan daar 74 windturbines die op korte of langere termijn aan vervanging toe zijn. Doelstelling van het plan is dat alle 74 windturbines in het projectgebied worden vervangen door 61 moderne, grotere windturbines. Met de vervanging van de windturbines kan meer energie worden geproduceerd en kunnen de windturbines beter worden ingepast in het landschap. Voor dit project hebben SwifterwinT B.V. en Nuon Wind Development een samenwerkingsovereenkomst gesloten. Het plan heet Windplan Blauw.

Windplan Blauw is een uitgestrekt windpark welke gekenmerkt wordt door drie afzonderlijke deelgebieden van windturbines, waarbij het noordwestelijke deelgebied, buitendijks in het IJsselmeer is gelegen, en de deelgebieden Oost en West op land. De turbines die onderdeel uitmaken van het Windplan Blauw hebben op basis van het voorkeursalternatief een maximale tiphoogte (afhankelijk van het deelgebied) van 213 of 248 m, zie ook afbeelding 1.1.

Afbeelding 1.1 Turbineposities van het voorkeursalternatief



Op basis van de uitvoeringsvorm van het voorkeursalternatief, de locaties van de deelgebieden en de turbinehoogte per deelgebied, is onderzocht welke specifieke obstakelmarkeringen en –verlichtingseisen gelden voor de windturbines. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in voorschriften in het kader van de luchtvaartveerksveiligheid en richtlijnen in het kader van de scheepsvaartveerksveiligheid.

Dit verlichtingsplan is opgesteld in overeenstemming met het door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat uitgegeven 'Informatieblad aanduiding van windturbines en windparken op het Nederlandse vasteland - in relatie tot luchtvaartveiligheid' (hierna: het informatieblad). Gebruikt is de definitieve versie

(Versie 1.0) van d.d. 30 september 2016. Ten aanzien van (mogelijke) markeringen voor de scheepvaartveiligheid is gebruik gemaakt van de IALA-aanbevelingen toegepast voor 'man-made offshore structures'¹ en offshore windparken².

In onderstaande rapport (H2 luchtvaartveiligheid en H3 scheepvaartveiligheid) is opgenomen op welke wijze de obstakelverlichting van de diverse voorgestelde varianten binnen Windplan Blauw uitgevoerd zou kunnen worden. In H4 is de verkenning van de maatregelen tot vermindering van de verlichting weergegeven.

¹ Recommendation O-139 On The Marking of Man-Made Offshore Structures, International Association of Marine Aids to Navigation (IALA), Edition 2 December 2013.

² Recommendation O-117 on the Marking of Offshore Wind farm zones, International Association of Marine Aids to Navigation (IALA), Edition 2 December 2004.

2

UITVOERING IN RELATIE TOT LUCHTVAARTVEILIGHEID

Een deel van de windturbines in deelgebied IJsselmeer en West valt binnen de hindernisbeperkende gebieden rondom luchthaven Lelystad. In Artikel 10 van het Luchthavenbesluit Lelystad¹ worden deze hindernisbeperkende gebieden in detail beschreven. Hieruit blijkt een hoogtebeperking van 146,3 m, zoals vastgelegd in de zogenaamde 'Outer Horizontal Surface'² zone. Alle windturbines binnen deze zone dienen te worden voorzien van markering en obstakellichten volgens paragraaf 3.1.1.a van het IL&T informatieblad.

Uit het informatieblad blijkt verder dat alle windturbines buiten de hindernisbeperkende gebieden met een hoogte van 150 m of meer voorzien moeten zijn van markering en obstakelverlichting, volgens paragraaf 3.1.2.a van het informatieblad. Voor alle uiteindelijk te bouwen windmolens (volgens het voorkeursalternatief) in Windplan Blauw geldt dat de minimale tiphoogte groter of gelijk is aan 213 m.

Daarmee wordt vastgesteld dat alle turbines en/of lijnopstellingen in Windplan Blauw in ieder geval aan de markering- en verlichtingseisen in relatie tot luchtvaartveiligheid zoals gesteld door IL&T moeten voldoen.

2.1 Markering van windturbines

Voor de markering van alle windturbines in Windplan Blauw geldt dat de rotorbladen, gondels en de bovenste 2/3 gedeelte van de ondersteunende masten uitgevoerd dienen te worden in de kleur wit, conform de specificaties en RAL kleuren zoals gedefinieerd in het informatieblad. Het is nog onbekend welke kleurstelling wordt toegepast, voorafgaand aan de installatie van het windpark zal aangetoond worden dat deze voldoet aan artikel 4 lid 1 van het informatieblad.

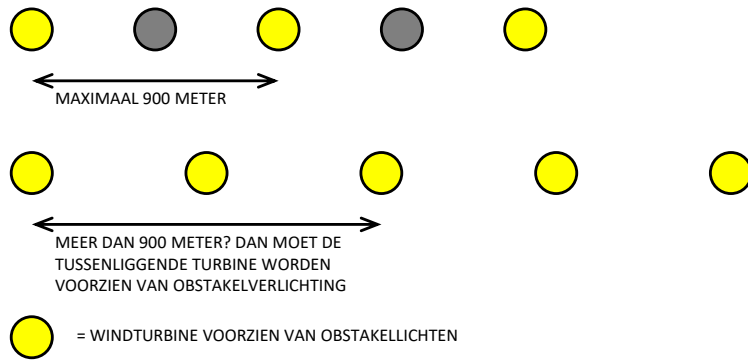
2.2 Obstakelverlichting op windturbines en in windparken

Een lijnopstelling van twee of meerdere windturbines wordt in dit verband gezien als een windpark. Bij beperkte tussenafstanden binnen lijnopstellingen is het toegestaan om binnen die lijnopstellingen niet alle windturbines te voorzien van verlichting. Bepalend voor deze keuze is de onderlinge tussenafstand tussen de turbines, waarbij de kerngedachte is dat windturbines voorzien van obstakellichten maximaal 900 m uit elkaar mogen staan, tenzij de onderlinge afstand tussen 2 aansluitende turbines meer dan 900 m bedraagt. In dat geval worden beide windturbines van obstakellichten voorzien, zie ook afbeelding 2.1.

¹ Besluit van 12 maart 2015 tot vaststelling van een luchthavenbesluit voor de luchthaven Lelystad (Luchthavenbesluit Lelystad).

² Bijlage 5d, kaart met hoogtebeperkingen - referentienummer To70 1417109_140519.

Afbeelding 2.1 Windturbines te voorzien van obstakellichten in een lijnopstelling



De onderlinge tussenafstanden tussen aansluitende turbines zijn onderzocht voor de lijnopstellingen in de verschillende plaatsingszones van Windplan Blauw en zijn in onderstaande tabel 2.1 samengevat. Uit de tabel blijkt dat voor alle lijnopstellingen in het deelgebied IJsselmeer en Oost de onderlinge afstand van drie opeenvolgende turbines altijd groter is dan 900 m. Om te kunnen voldoen aan de bepaling dat windturbines voorzien van obstakellichten maximaal 900 m uit elkaar mogen staan, moeten alle turbines in deze deelgebieden worden voorzien van obstakelverlichting.

Uit de tabel blijkt verder, dat binnen de lijnopstellingen in het deelgebied West (Rivierduintocht en Klokbekeertocht) het toegestaan is om niet alle molens te voorzien van obstakelverlichting, en om enkele turbines om en om van obstakelverlichting te voorzien. Binnen de plaatsingszone Rivierduintocht bedraagt de onderlinge afstand tussen turbines RD09 en RD11 956 m en moet turbine RD10 dus ook van obstakelverlichting worden voorzien. Bij de Klokbekeertocht blijkt dat de onderlinge afstand tussen de windturbines aangeduid als VT07 en VT09 en de turbines VT08 en VT10 respectievelijk 908 m en 955 m bedraagt. Daarom moeten de opeenvolgende turbines VT07, VT08, VT09 en VT10 van obstakelverlichting worden voorzien.

Tabel 2.1 Onderlinge tussenafstanden van turbines in de lijnopstellingen

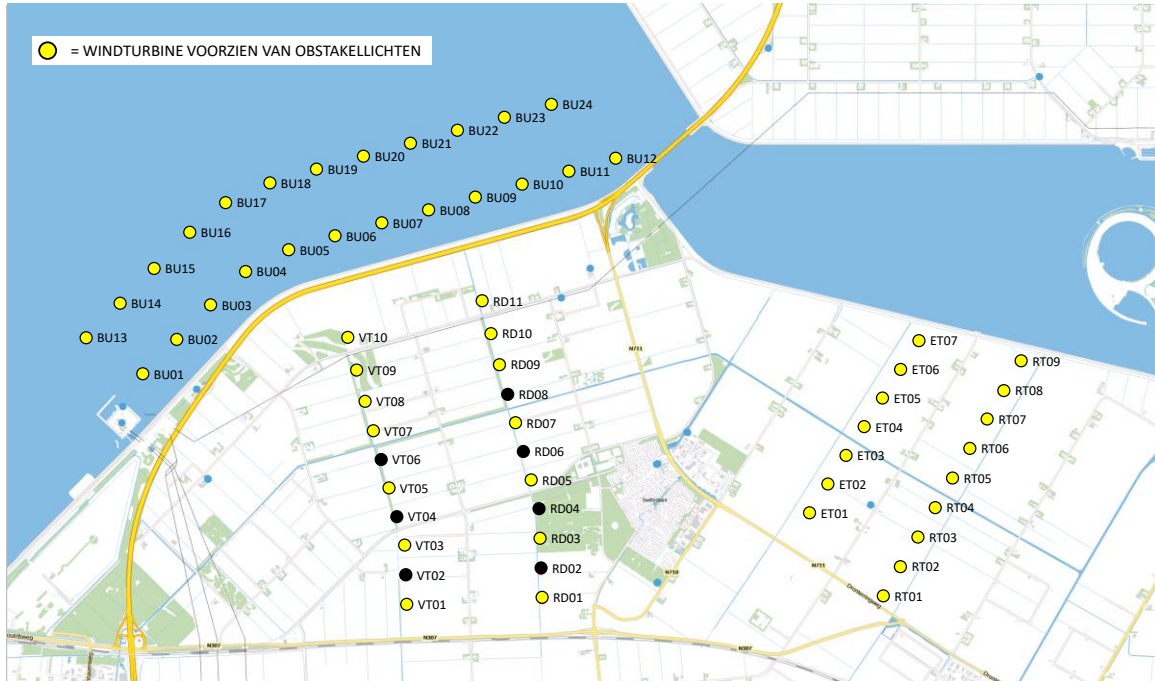
Deelgebied	Plaatsingszone	Minimale en maximale afstand tussen naast elkaar gelegen turbines
IJsselmeer	IJsselmeer buitendijks buitenzijde	668 – 730 m
	IJsselmeer buitendijks binnenzijde	692 – 695 m
west	rivierduintocht	428 – 490 m
	klokbekeertocht	428 – 490 m
oost	elandtocht	490 – 490 m
	rendiertocht	474 – 498 m

Hoe de windturbines in de opstelling van het voorkeursalternatief van Windplan Blauw voorzien kunnen worden van obstakelverlichting is weergegeven in afbeelding 2.2.

Indien er voor de schemer- en nachlichtperiode gebruik wordt gemaakt van rood flitsende obstakelverlichting, gelden de weergegeven obstakelverlichtingsplannen in afbeeldingen 2.2 voor zowel de daglichtperiode, als ook en de schemer- en nachlichtperiode. Omdat in de beleving van omwonenden, de zichtbaarheid van met name knipperende nachtelijke verlichting als storend wordt ervaren, wordt geadviseerd om vastbrandende rode obstakelverlichting toe te passen voor de schemer- en nachperiode.

Echter, indien er gekozen wordt voor vastbrandende rode verlichting (voor de schemer- en nachtperiode), dan dient elke individuele windturbine verlicht te worden, in navolging van paragraaf 6.2.a van het informatieblad. In dat geval is het verlichtingsplannen zoals weergegeven in de onderstaande afbeelding 2.2, alleen van toepassing op de daglichtperiode.

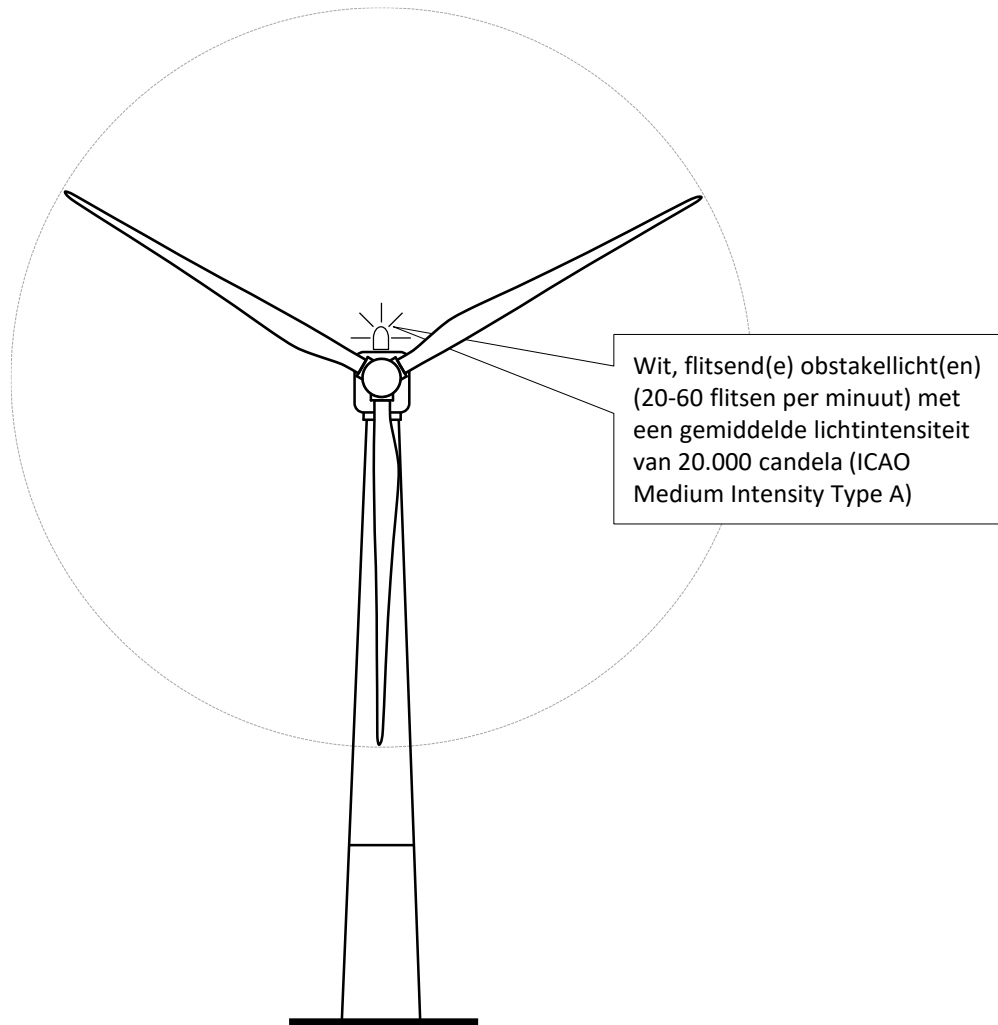
Afbeelding 2.2 Windturbines voorzien van obstakellichten in het voorkeursalternatief (VKA)



2.3 Daglichtperiode

Op de aangegeven windturbines in de opstellingsvarianten wordt een wit flitsend obstakellicht aangebracht met een gemiddelde lichtintensiteit van 20.000 candela, zie afbeelding 2.3. Daglichtperiode is het deel van een etmaal met een omgevingslichtsterkte groter of gelijk aan 500 cd/m².

Afbeelding 2.3 Verlichting daglicht periode



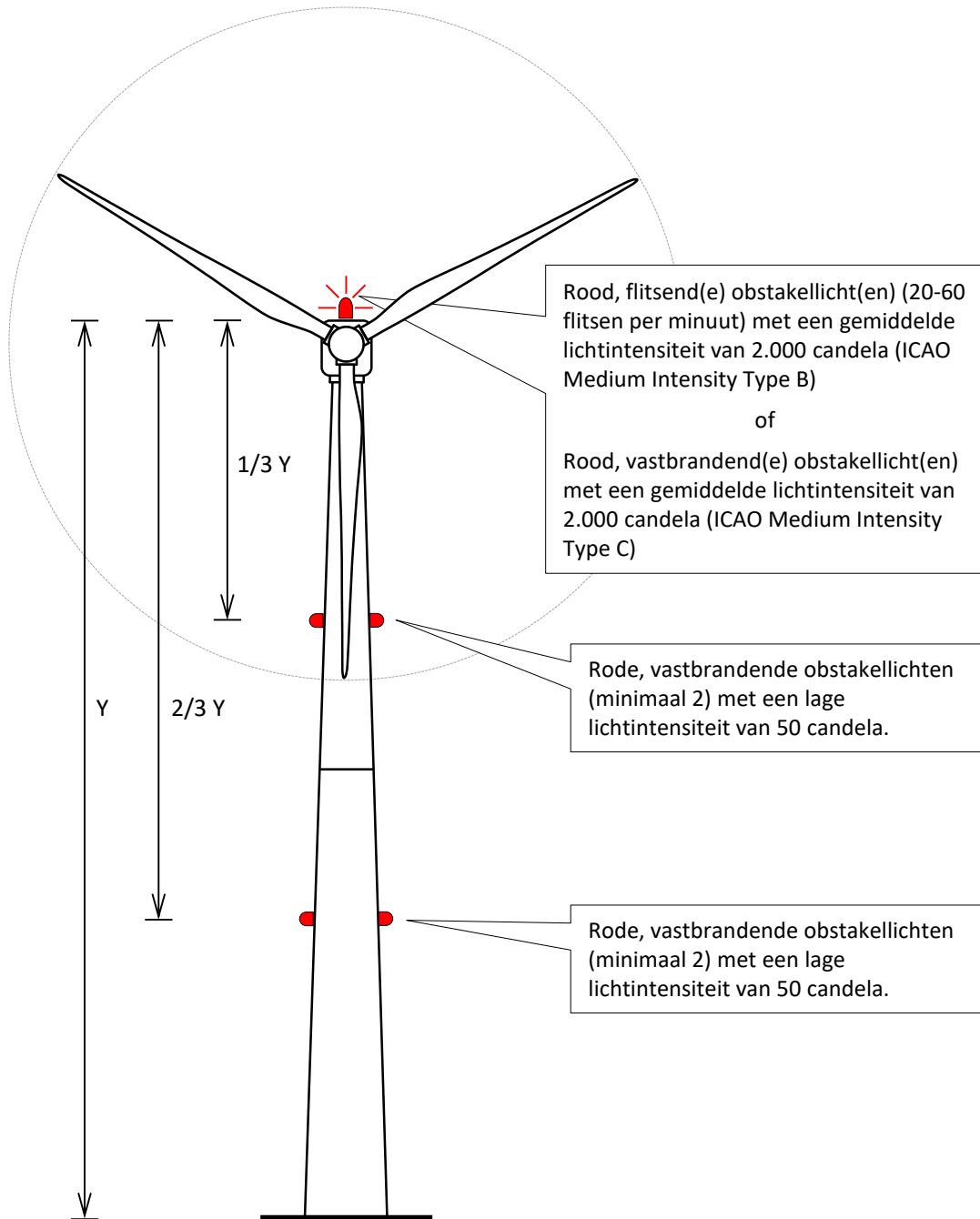
2.4 Schemer- en nachtlichtperiode

Geadviseerd wordt om op alle de windturbines in Windplan Blauw een rood, vast brandend, obstakellicht aan te brengen met een gemiddelde lichtintensiteit van 2.000 candela, zie afbeelding 2.4.

Anderzijds is het ook mogelijk om alleen op de windturbines zoals gemarkeerd in het voorkeursalternatief (zie afbeeldingen 2.2) een rood, knipperend, obstakellicht aan te brengen met een gemiddelde lichtintensiteit van 2.000 candela.

Op alle turbines met een tiphoogte vanaf 210m of meer wordt op circa 1/3 en 2/3 hoogte van de mast rode vastbrandende obstakelverlichting aangebracht met lage intensiteit (50 candela), zie afbeelding 2.4.

Afbeelding 2.4 Schemer- en nachtlichtperiode verlichting boven 210 m hoogte



2.5 Regeling lichtintensiteit

Indien de zichtbaarheid tijdens de schemer- en nachtlichtperiode meer bedraagt dan 5.000 m, mag de gemiddelde lichtintensiteit van de obstakellichten op de gondel tijdens de schemer- en nachtlichtperiode tot 30 % worden verlaagd.

Indien de zichtbaarheid tijdens de schemer- en nachtlichtperiode meer bedraagt dan 10 km mag de intensiteit tijdens de schemer- en nachtlichtperiode tot 10 % worden verlaagd.

Het advies is om de lichtintensiteit per lijnopstelling te regelen/synchroniseren.

- nachtlichtperiode is het deel van een etmaal met omgevingslichtsterkte minder of gelijk aan 50 cd/m²;

- schemerlichtperiode is het deel van een etmaal met omgevingslichtsterkte tussen 50 en 500 cd/m².

Het is nog onbekend hoe invulling gegeven wordt aan artikel 7 van het informatieblad. Voorafgaand aan de installatie van het windpark zal aangetoond worden dat deze voldoet.

2.6 Samenvatting uitvoeringsopties

De mogelijke uitvoeringsvormen voor windplan Blauw zijn samengevat in tabel 2.2. De minimum verlichtingsoptie ontstaat indien er een keuze wordt gemaakt voor flitsende obstakellichten voor de schemer- en nacht periode op die turbines die ook voor de dagperiode (wit) flitsende obstakelverlichting hebben. Deze minimale verlichtingsoptie leidt niet ook automatisch tot minimale hinder van omwonenden. In het algemeen blijkt dat omwonenden in de schemer- en nachtperiode minder hinder ervaren van vastbrandende verlichting dan van knipperende (flitsende) verlichting. Dit uitgangspunt is ook verwerkt in de meest recente versie van het IL&T informatieblad, waarbij een keuzemogelijkheid is geïntroduceerd om tijdens de schemer- en nachtperiode vastbrandende of flitsende obstakelverlichting toe te passen.

Tabel 2.2 Uitvoeringsopties obstakellichten turbines windplan Blauw

Plaatsingszone	Periode van de dag	Locatie obstakellichten	Uitvoering obstakellichten	
			Optie 1	Optie 2
klokbekertocht	dag	gondel	turbines VT01, VT03, VT05, VT07, VT08, VT09, VT10 flitsend wit	
	schemer- en nacht	gondel	turbines VT01, VT03, VT05, VT07, VT08, VT09, VT10 flitsend rood	alle turbines vastbrandend rood
		mast	alle turbines vastbrandend rood	
rivierduintocht	dag	gondel	turbines RD01, RD03, RD05, RD07, RD09, RD10, RD11 flitsend wit	
	schemer- en nacht	gondel	turbines RD01, RD03, RD05, RD07, RD09, RD10, RD11 flitsend rood	alle turbines vastbrandend rood
		mast	alle turbines vastbrandend rood	

2.7 Overige bepalingen

Voor de mogelijke beleving van omwonenden, is het verplicht om in het geval van knipperende obstakelverlichting deze voor het gehele windpark te synchroniseren (artikel 6, lid 5, informatieblad).

Indien de obstakellichten met een LED armatuur worden uitgerust dient deze licht uit te stralen met een golflengte van 750 tot 870 nm (nanometer). Indien aan deze voorwaarde niet kan worden voldaan dient een infrarood lichtbron te worden toegevoegd (ter hoogte van het LED armatuur) welke licht uitzendt met een golflengte tussen 725 en 870 nm.

Het is nog onbekend hoe de obstakelverlichting er komt uit te zien, Voorafgaand aan de installatie van het windpark zal aangetoond worden dat aan bovenstaande specificaties wordt voldaan.

Voorafgaand aan het nemen van de finale investeringsbeslissing kunnen de initiatiefnemers in overleg gaan met het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en met IL&T over aanvullende mogelijkheden die de hinder door obstakelverlichting voor de omgeving verminderen.

Indien voorafgaand aan de finale investeringsbeslissing nieuwe regels worden bepaald ten aanzien van obstakelverlichting die voor de omgeving tot minder zichtbare obstakelverlichting leiden kunnen deze in overleg met IL&T alsnog worden toegepast in het Windplan Blauw.

3

UITVOERING IN RELATIE TOT SCHEEPVAARTVEILIGHEID

De windturbines in het noordwestelijke deelgebied van Windplan Blauw zijn buitendijks in het IJsselmeer gelegen. Voor zover bekend is voor de markering en verlichting van windturbines gelegen in de Nederlandse binnenwateren in relatie tot de scheepvaartveiligheid geen specifieke wetgeving of beleid vastgesteld.

Ten aanzien van (mogelijke) markeringen voor de scheepvaartveiligheid is daarom gebruik gemaakt van de IALA-aanbevelingen zoals toegepast voor offshore windparken.

Een belangrijk punt is dat in de opstelling van het voorkeursalternatief voor Windplan Blauw, de vaargeul in principe door het IJsselmeer windparkgedeelte loopt. Daarmee wordt het windpark een integraal onderdeel van de vaarwegen infrastructuur op het IJsselmeer. Dit is een belangrijk verschil in vergelijking tot offshore windparken waarbij het windpark per definitie afgesloten is voor scheepvaart en de betreffende markering- en verlichting hierop af is gestemd.

Het primaire uitgangspunt voor de markering- en verlichting van de windturbines in relatie tot de scheepvaartveiligheid is het creëren van goede zichtbaarheid in het gebied en van een éénduidige situatie binnen elk gedeelte van het windpark.

Het secundaire doel is het voorkomen van verwarring van de scheepvaart door:

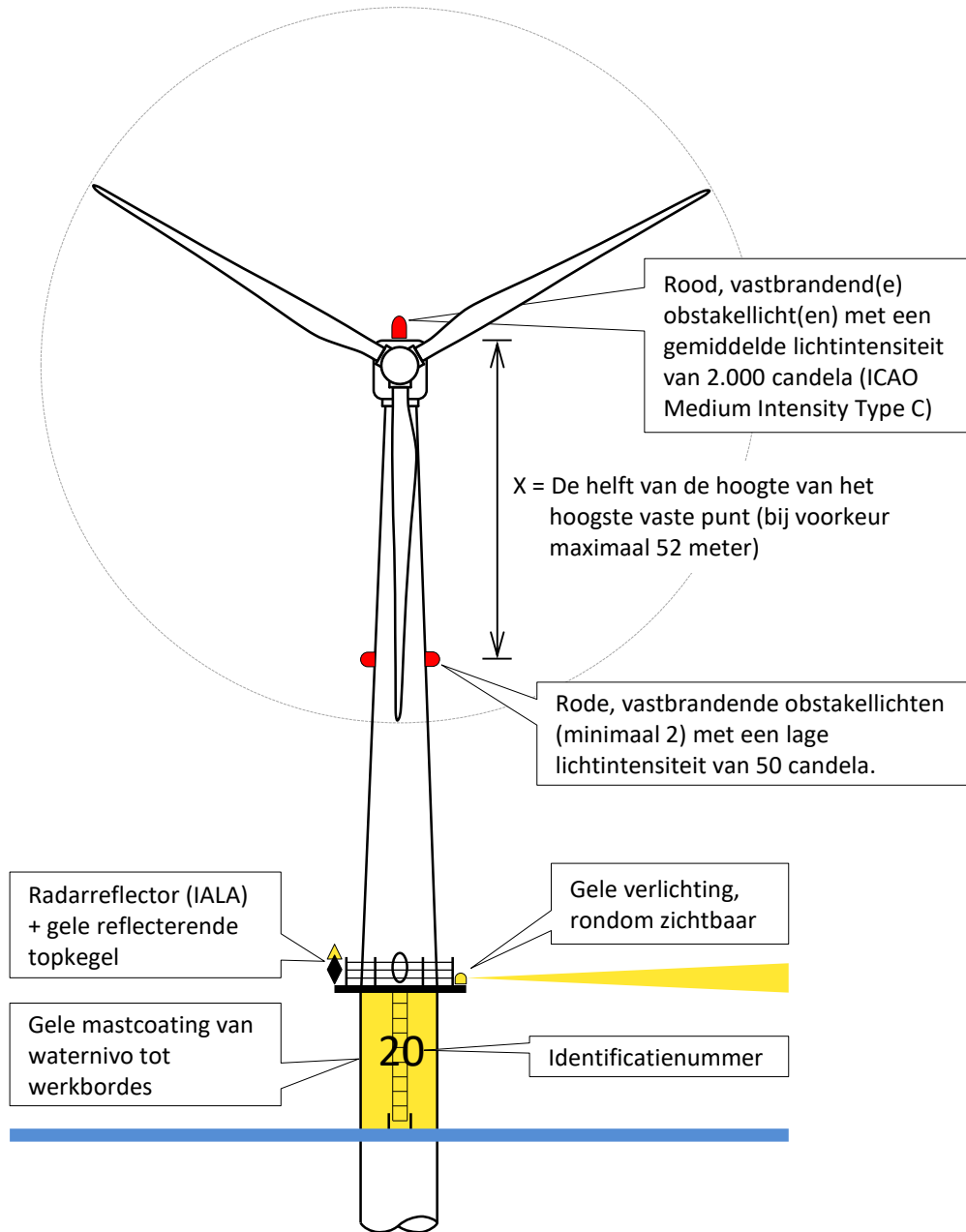
- het zoveel mogelijk toepassen van één type verlichting, ten aanzien van kleur en/of vaste/knipperende uitvoering;
- waar mogelijk een overdaad aan (verschillende) verlichting ('kerstboomeffect') minimaliseren.

Op basis van de bovenstaande afwegingen is het advies om de volgende maatregelen te nemen voor de markering- en verlichting van de turbines in relatie tot de scheepvaartveiligheid, voor de turbines in de plaatsingszone IJsselmeer buitendijks:

- a identieke verlichting/markering van iedere individuele turbine in het windpark (teneinde een éénduidige navigatiesituatie binnen elk gedeelte van het windpark te creëren);
- b verlichting/markering- van de turbines op scheepshoogte:
 - geel gemarkeerde turbinevoeten (zoals op zee gebruikelijk);
 - gebruik van vastbrandende verlichting, bij schemer, bij donker en bij verminderd zicht (om het kerstboomeffect te minimaliseren);
- c vastbrandende topverlichting (ten behoeve van luchtvaart);
- d verlichting van ladder en platform (vergroting van zichtbaarheid 'safe area's' bij incidenten);
- e identificatienummer op iedere turbinevoet (voor eenvoudige locatiebepaling bij incidenten).

De bovenstaande markering- en verlichtingsadviezen zijn weergegeven in afbeelding 3.1.

Afbeelding 3.1 Nautische markering- en verlichting bij schemer- en nachtlichtperiode



3.1 Additionele overwegingen

Voorafgaand aan het definitief vastleggen van de windpark plannen en het bijbehorende verlichtingsplan ten aanzien van scheepvaartveiligheid is het raadzaam in overleg te gaan met Rijkswaterstaat over hun specifieke wensen en eisen ten aanzien van de uitvoeringsvormen van de markering- en verlichting. Een eventuele additionele maatregel is het plaatsen van misthoorns op turbines gelegen op de hoekpunten van het windpark. Mocht ook blijken dat de radarreflecties van de windturbines zelf niet voldoende zijn, dan kunnen radarreflectoren op het werkbordes van iedere turbine worden geplaatst. Ten aanzien van de gele markering van de mastvoet, kan overwogen worden om dezelfde witte kleur te gebruiken als de turbine, teneinde een visueel uniforme ervaring te bieden. In deze afweging blijft een goede zichtbaarheid onder alle weersomstandigheden (bijvoorbeeld zoals bij mist), leidend.

4

VERKENNING MAATREGELEN TOT VERMINDERING LICHTHINDER

4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk verkent de maatregelen tot het verminderen van licht hinder door obstakelverlichting. De volgende maatregelen worden in onderstaande paragrafen nader toegelicht;

- vast brandende of flitsende obstakelverlichting;
- het gebruik van omgekeerde led-platen in de werkplatform;
- een lagere lichtintensiteit toepassen;
- verlichting afschermen;
- detectiesystemen.

4.2 Vast brandende of flitsende obstakelverlichting

De uitvoeringsopties voor obstakelverlichting zijn in tabel 2.2 aangegeven. Er zijn twee opties om obstakelverlichting tijdens de schemer- en nachtperiode uit te voeren:

- rood flitsende obstakelverlichting, dan gelden de weergegeven obstakelverlichtingsplannen zowel voor de daglichtperiode, als ook voor de schemer- en nachtluchtperiode, of
- vast brandende rode verlichting, dan dient elke individuele windturbine verlicht te worden in navolging van paragraaf 6.1.2.a van het informatieblad. In dat geval is de verlichtingsplan alleen van toepassing op de daglichtperiode.

Met betrekking tot type verlichting leidt de minimale verlichtingsoptie (flitsende obstakellichten) niet automatisch tot minimale hinder van omwonenden. In het algemeen blijkt dat omwonenden in de schemer- en nachtperiode minder hinder ervaren van vast brandende verlichting dan van knipperende (flitsende) verlichting¹. Dit uitgangspunt is ook verwerkt in de meest recente versie van het informatieblad, waarbij een keuzemogelijkheid is geïntroduceerd om tijdens de schemer- en nachtperiode vast brandende of flitsende obstakelverlichting toe te passen. Voor het verminderen van lichthinder van omwonenden wordt geadviseerd om tijdens de schemer- en nachtperiode vast brandende rode verlichting aan te brengen.

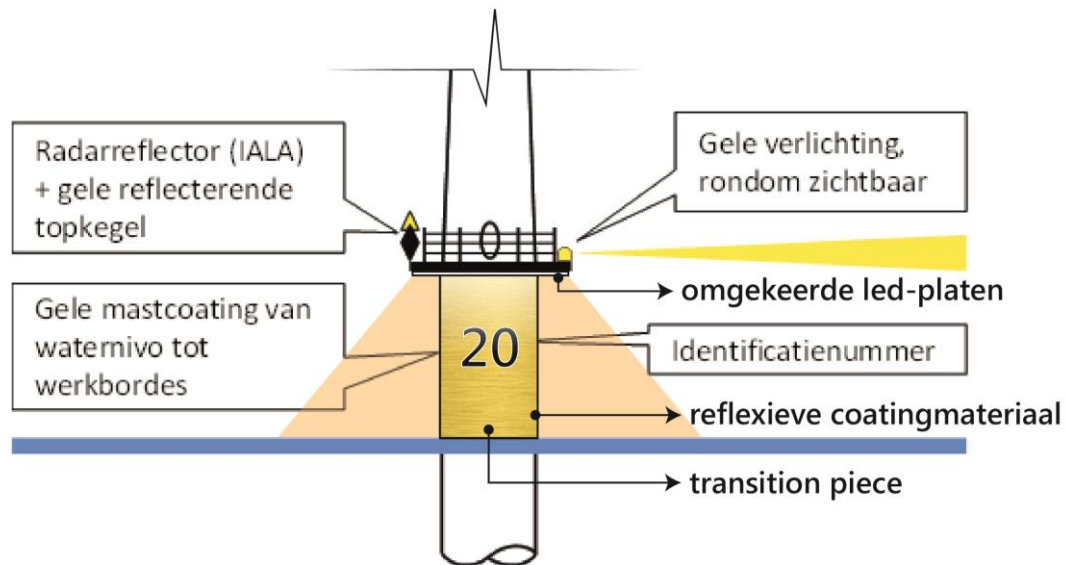
4.3 Het gebruik van omgekeerde led-platen in het werkplatform

Een verlichtingsvoorstel met betrekking tot scheepvaartveiligheid is de verlichting van de ladder en het werkplatform zodat de zichtbaarheid van 'safe area's' bij incidenten toeneemt. Onderdeel hiervan zijn omgekeerde led-platen welke aangebracht worden onder het werkplatform van de transition piece van de windturbines. Door het gebruik van verlichting die naar beneden is gericht, wordt de lichthinder voor vogels verminderd. Daarnaast kan deze verlichting, die zichtbaar is vanaf een schip, het identificatienummer van de turbine oplichten. De intensiteit van een dergelijk licht kan zelfs worden verminderd door middel van

¹ In een aeronautische studie uitgevoerd in 2015 naar windturbineverlichting van het Prinses Alexia windpark in Zeewolde is vastgesteld dat de omwonenden in de schemer- en nacht minder hinder ondervonden van vastbrandende verlichting dan van knipperende (flitsende) verlichting, zie ook <https://www.nuon.com/nieuws/nieuws/2015/onderzoek-windmolenverlichting-prinses-alexia-windpark-afgerond/>.

reflexieve coatingmaterialen in de transition piece. Afbeelding 4.1 illustreert een voorbeeld van de verlichting op het identificatienummer.

Afbeelding 4.1 Licht naar beneden: verlichting op identificatienummer van turbine



4.4 Lagere lichtintensiteit

Het reduceren van de lichtintensiteit, conform het Informatieblad, is toegestaan. Om dit te kunnen doen dient de zichtbaarheid gemonitord te worden (zie paragraaf 2.5), hiervoor dient meetapparatuur aangebracht te worden op de windturbines.

4.5 Afscherming van turbineverlichting

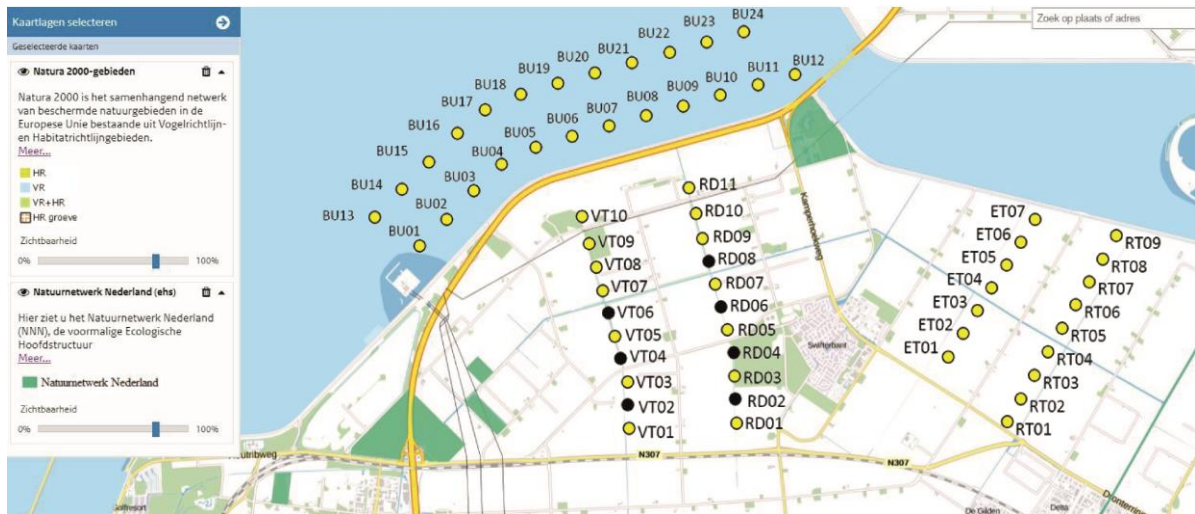
In de nabijheid van het projectgebied bevinden zich onder ander de volgende natuurgebieden en woonkernen:

- Natura 2000 gebied: het IJsselmeer, Natura 2000 Vogelrichtlijngebied;
- Natuurnetwerk Nederland (NNN): in het noorden en zuidoosten van het projectgebied;
- Woonkernen: Swifterbant en Dronten.

Afbeelding 4.1 illustreert de locatie van turbines en de natuurgebieden.

Afbeelding 4.1

Natura 2000 en NNN-gebieden in het projectgebied (Natura 2000 in lichtblauw; NNN in donkergroen; turbines met obstakellichten in gele punten; turbines zonder obstakellichten in zwarte punten¹⁾)



Vanwege de nabijheid van het Natura 2000-gebied (het IJsselmeer), de Natuurnetwerk Nederland gebieden en woongebieden is er een mogelijk verlichtingseffect van de turbines op landschap en ecologie. Het afschermen van de turbineverlichting voor de luchtvaartveiligheid is technisch goed mogelijk en de verspreiding van het licht onder het horizontale vlak mag worden beperkt om hinder op de grond te voorkomen, volgens het informatieblad bepaling 6. *Locatie en type obstakellichten*, lid 3² en nader gespecificeerd in Bijlage VII van het informatieblad - *Type obstakellichten*. Indirect licht van de lampen, zoals via reflectie op de rotorbladen is echter niet te voorkomen.

De tabel in bijlage VII van het informatieblad is gebaseerd op de internationale voorschriften opgesteld door ICAO. Hierin is gedefinieerd onder welke hoeken, zowel verticaal als horizontaal, een bepaald type obstakellicht licht moet uitstralen. Omdat deze voorwaarden in een aantal gevallen ook bepalen dat het licht tot enkele graden onder het horizontale vlak zichtbaar moet zijn, zullen obstakellichten niet in alle gevallen onder het horizontale vlak afgeschermd kunnen worden.

Uit het informatieblad blijkt dat afscherming onder het horizontale vlak weinig effect zal hebben op het waarnemen van obstakellichten op een grote afstand. Voor omwonenden dicht in de buurt van turbines is de afscherming van de verlichting wellicht wel van belang.

Met inachtneming van de bepalingen in bijlage VII van het informatieblad zijn de afstanden bepaald waarbinnen het obstakellicht volgens de voorgeschreven intensiteit nog moet kunnen worden waargenomen, zie tabel 4.1. Hieruit volgt dat topverlichting, aangebracht op 120m (ashoogte), zodanig

¹ Het is nog onbekend hoe de obstakelverlichting wordt vormgegeven. Er zijn twee opties om obstakelverlichting tijdens de schemer- en nachtperiode uit te voeren, zie ook afbeelding 2.4:

- a rood flitsende obstakel-verlichting, dan gelden de weergegeven obstakelverlichtingsplannen in afbeelding 4.1 (zie verlichtingsplan) voor zowel de daglichtperiode, als ook en de schemer- en nachtluchtperiode, of
- b vast brandende rode verlichting, dan dient elke individuele windturbine verlicht te worden, in navolging van paragraaf 6.1.2.a van het informatieblad. In dat geval zijn de verlichtingsplannen zoals weergegeven in de afbeeldingen 4.1 alleen van toepassing op de daglichtperiode.

² De verspreiding van het licht onder het horizontale vlak mag worden beperkt om hinder op de grond te voorkomen, met inachtneming van de randvoorwaarden in de tabel in bijlage VII van de informatieblad. Deze voorwaarde geeft aan dat afscherming van obstakellichten onder het horizontale vlak wordt toegestaan, mits de voorwaarden in de tabel in bijlage VII worden gerespecteerd. De praktijk wijst uit dat afscherming onder het horizontale vlak weinig effect heeft op het waarnemen van het obstakellicht op lange afstand. Om de beleving van lichthinder te minimaliseren worden in het informatieblad daarom ook andere mogelijkheden geboden waaronder het toepassen van regeling van de lichtintensiteit en het toepassen van vastbrandende obstakellichten buiten de daglichtperiode.

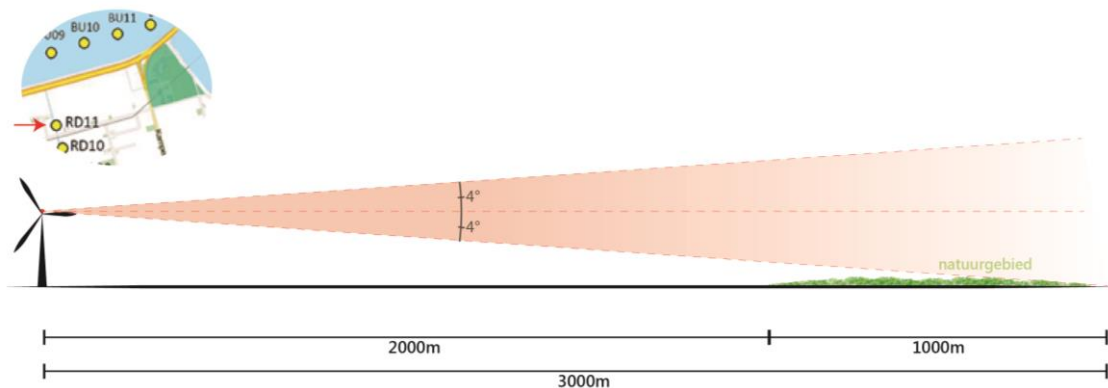
horizontaal afgeschermd mag worden dat op een afstand van 6.875 m van de turbine het obstakellicht met een intensiteit van tenminste 50 % van de maximum voorgeschreven intensiteit wordt waargenomen. Voor obstakelverlichting aangebracht op 160 m hoogte mag horizontale afscherming worden aangebracht zodanig dat deze op een afstand van 9.510 m van de turbine nog een intensiteit heeft van tenminste 50 % van de maximum voorgeschreven intensiteit.

Tabel 4.1 Hoogte obstakellichten en bijbehorende zichtafstanden bij horizontale afscherming van obstakellichten van gemiddelde intensiteit: type A wit, type B rood & type C rood

Hoogte topverlichting boven maaiveld [m]	Elevatiehoek 0°	Elevatiehoek -1°	Elevatiehoek ≤ -10°
ashoogte 120 m	∞	6.875 m	0 - 681 m
ashoogte 166 m	∞	9.510 m	0 - 941 m
intensiteit ter hoogte van gegeven elevatie hoeken	100 %	50 %-75 %	≤ 3 %

De maximale elevatiehoek voor het verminderen van lichthinder is -10 °. Binnen deze limiethoek kan de hinder op natuurgebieden door obstakellichten van windturbines afnemen. Afbeelding 4.2 illustreert het geval van turbine RD11 (tiphoogte 213 m). Volgens de afstand tot het NNN gebied en de uitbreiding van dit gebied, is een elevatiehoek van -4 ° voldoende om het obstakellicht het NNN gebied te laten bereiken. Om lichthinder op het gebied te minimaliseren dient er in dit rekenvoorbeeld een afscherming onder een elevatiehoek van minimaal -5° aangebracht te worden.

Afbeelding 4.2 Voorbeeld van het gebruik van elevatiehoek om licht op natuurgebieden inzichtelijk te maken



In het IJsselmeer is deze maatregel voor turbines niet mogelijk vanwege de eisen voor de scheepvaartveiligheid (identieke verlichting/markering van iedere individuele turbine en het minimaliseren van het kerstboomeffect).

4.6 Detectiesystemen

Met behulp van een (radar)detectiesysteem kunnen lampen automatisch aangezet worden wanneer een vliegtuig of helikopter in de buurt komt van het windpark. Deze technologie kan de hinder van obstakelverlichting voor omwonenden en natuurgebieden verminderen en verlengt de levensduur van de verlichting. Er zijn verschillende aanbieders van dergelijke Aircraft Detection Lighting Systems (ADLS of

ADS)^{1,2,3} en de luchtvaartautoriteiten in de Verenigde Staten⁴ en Canada⁵ stellen specifieke eisen aan deze systemen. Op basis van studies uitgevoerd door het National Renewable Energy Laboratory (NREL) in de Verenigde Staten⁶ en bij het Braderup windpark in Braderup, Duitsland⁷, is aangetoond dat ADLS systemen goed zouden kunnen werken. Aanvullend onderzoek wordt aanbevolen om de haalbaarheid van deze toepassing in Nederland te bepalen.

¹ www.lauferwind.com

² <https://www.vestas.com/en/campaignsites/intelilight/home#!>

³ <http://detect-inc.cn/adls.html>

⁴ https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_70_7460-1L_.pdf

⁵ Canadian Aviation Regulations (CARs) 2017-2, Standard 621 - Obstruction Marking and Lighting, <https://www.tc.gc.ca/eng/civilaviation/regserv/cars/part6-standard-standard621-3868.htm>

⁶ <http://www.airporttech.tc.faa.gov/Download/Airport-Safety-Papers-Publications-Detail/dt/Detail/ItemID/580/Performance-Assessment-of-the-Vestas-InteliLight%E2%84%A2-System-as-an-Aircraft-Detection-Lighting-System>

⁷ <http://www.airporttech.tc.faa.gov/Download/Airport-Safety-Papers-Publications-Detail/dt/Detail/ItemID/563/PERFORMANCE-ASSESSMENT-OF-THE-LAUFER-WIND-AIRCRAFT-DETECTION-SYSTEM-AS-AN-AIRCRAFT-DETECTION-LIGHTIN>

5

DEFINITIONS

- IL&T = Inspectie Leefomgeving en Transport.
- IALA = The International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, www.iala-aism.org/web/index.html.
- ICAO = International Civil Aviation Organization, www.icao.org/.
- NSVV = Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde.

6

LITERATUUR

- Informatieblad aanduiding van windturbines en windparken op het Nederlandse vasteland – in relatie tot luchtvaartveiligheid’ - definitieve versie (v.1.0) van d.d. 30 september 2016.
- Recommendation O-117 on the Marking of Offshore Wind farm zones, International Association of Marine Aids to Navigation (IALA), Edition 2 December 2004.
- Recommendation O-139 On The Marking of Man-Made Offshore Structures, International Association of Marine Aids to Navigation (IALA), Edition 2 December 2013.
- Recommendation O-200-series, International Association of Marine Aids to Navigation (IALA), Edition 1.
- Besluit van 12 maart 2015 tot vaststelling van een luchthavenbesluit voor de luchthaven Lelystad (Luchthavenbesluit Lelystad).
- Gebieden met hoogtebeperkingen in verband met vliegveiligheid, bijlagen 5a tot en met 5d, referentienummer To70 1417109_140519.
- Atlasleefomgeving (online). Beschikbaar op: <http://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten;jsessionid=5BA138F924E660C364351B3D32CF5832>.
- Nederlandse Stichting Voor Verlichtingskunde - NSVV (2014). Richtlijn Lichthinder: Commissie Lichthinder.

Bijlage(n)



BIJLAGE: TURBINECOÖRDINATEN VOORKEURSALTERNATIEF OPSTELLING

Plaatsingszone	ID	RDx	RDy	Tiphoogte (m)
IJsselmeer buitendijks binnenzijde	BU01	164953,4	510670,1	213
	BU02	165438,3	511168,0	213
	BU03	165923,2	511665,9	213
	BU04	166423,1	512149,2	213
	BU05	167039,9	512463,6	213
	BU06	167705,0	512666,0	213
	BU07	168374,5	512852,5	213
	BU08	169044,0	513039,0	213
	BU09	169713,5	513225,5	213
	BU10	170383,0	513412,0	213
	BU11	171052,5	513598,5	213
	BU12	171722,0	513785,0	213
IJsselmeer buitendijks buitenzijde	BU13	164140,3	511192,9	213
	BU14	164627,9	511692,4	213
	BU15	165115,4	512191,9	213
	BU16	165625,8	512715,2	213
	BU17	166137,5	513145,0	213
	BU18	166771,3	513430,6	213
	BU19	167440,3	513630,1	213
	BU20	168112,8	513816,9	213
	BU21	168785,4	514003,7	213
	BU22	169457,9	514190,4	213
	BU23	170130,5	514377,2	213
	BU24	170803,0	514564,0	213
Elandtocht	ET01	174498,1	508663,4	248
	ET02	174759,1	509077,8	248
	ET03	175020,1	509492,1	248
	ET04	175281,1	509906,4	248
	ET05	175542,1	510320,8	248
	ET06	175803,1	510735,1	248
	ET07	176064,1	511149,4	248
Rivierduintocht	RD01	170668,1	507439,4	213
	RD02	170653,3	507867,1	213
	RD03	170638,4	508295,1	213
	RD04	170623,6	508723,5	213
	RD05	170511,4	509136,9	213
	RD06	170399,3	509550,1	213
	RD07	170287,3	509963,1	213
	RD08	170175,2	510376,2	213
	RD09	170059,4	510803,0	213
	RD10	169937,5	511252,2	213
	RD11	169809,2	511725,1	213

Rendiertocht	RT01	175553,7	507463,0	248
	RT02	175800,1	507884,7	248
	RT03	176048,2	508311,4	248
	RT04	176296,4	508738,1	248
	RT05	176544,5	509164,8	248
	RT06	176792,6	509591,5	248
	RT07	177040,7	510018,2	248
	RT08	177278,9	510427,9	248
	RT09	177528,7	510858,1	248
Klokbeertocht	VT01	168731,7	507339,6	213
	VT02	168715,9	507767,3	213
	VT03	168700,1	508195,1	213
	VT04	168588,1	508608,2	213
	VT05	168476,0	509021,3	213
	VT06	168364,0	509434,4	213
	VT07	168251,9	509847,5	213
	VT08	168136,2	510274,3	213
	VT09	168014,3	510723,5	213
	VT10	167886,0	511196,5	213

