



Maritieme Servicehaven Noor- delijk Flevoland

QRA Externe Veiligheid Windturbines

projectnummer 409509
definitief revisie 02
21 juni 2016

Maritieme Servicehaven Noordelijk Flevoland

QRA Externe Veiligheid Windturbines

projectnummer 409509
definitief revisie 02
21 juni 2016

Auteurs

J. Eskens
T. v.d. Linden

Opdrachtgever

Provincie Flevoland
Postbus 55
8200 AB Lelystad

datum vrijgave	beschrijving revisie 02	goedkeuring	vrijgave
Juni 2016	definitief	drs. V.A. Maronier	drs. J. Officier



Inhoudsopgave

		Blz.
1	Inleiding	1
1.1	Kader	1
1.2	Leeswijzer	1
2	Juridisch kader externe veiligheid windturbines	2
3	Risico's bij windturbines	3
4	Risicoberekening	4
5	Conclusie	6

1 Inleiding

1.1 Kader

Ten zuiden van Urk is een nieuwe buitendijkse haven voorzien, ook wel genoemd 'Maritieme Servicehaven Noordelijk Flevoland' (afgekort: MSNF). Om deze ontwikkeling mogelijk te maken worden een provinciaal inpassingsplan (PIP) en milieueffectrapport (MER) opgesteld.

Ten behoeve van het provinciaal inpassingsplan heeft in opdracht van de provincie Flevoland een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) plaatsgevonden met betrekking tot de windturbines ter hoogte van het plangebied. Het plangebied met de locatie van de bestaande windturbines is weergegeven in onderstaande figuur.



1.2 Leeswijzer

In dit rapport wordt in hoofdstuk 2 eerst ingegaan op het juridisch kader dat relevant is voor het beoordelen van de veiligheid van windturbines. Vervolgens worden in hoofdstuk 3 de risico's van windturbines gegeven en volgen in hoofdstuk 4 de rekenresultaten. Hoofdstuk 5 geeft de conclusies.

2 Juridisch kader externe veiligheid windturbines

Alvorens in te gaan op de risicobronnen nabij het plangebied, wordt in dit hoofdstuk eerst ingegaan op enkele basisbegrippen.

Externe veiligheid beschrijft de risico's die ontstaan als gevolg van opslag of handelingen met gevaarlijke stoffen. Dit kan betrekking hebben op inrichtingen (bedrijven) of transportroutes. Op beide categorieën is verschillende wet- en regelgeving van toepassing. Voor de turbines waarvoor het onderzoek is uitgevoerd, is de volgende wetgeving relevant:

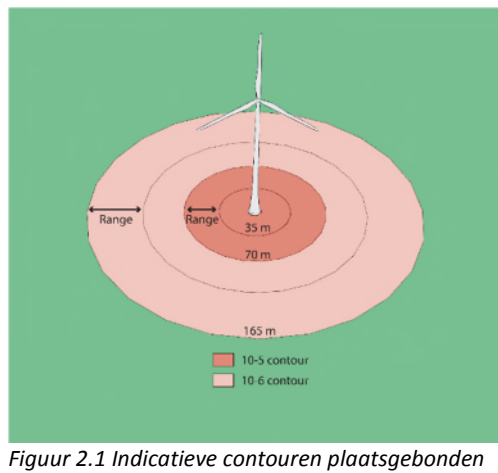
- Het Activiteitenbesluit milieubeheer (Activiteitenbesluit) voor windturbines.

Het Activiteitenbesluit stelt externe veiligheidseisen waaraan windturbines moeten voldoen. Het richt zich uitsluitend op de risicobron en stelt géén eisen aan het inpassingsplan/bestemmingsplan waarin de windturbine gesitueerd is/wordt. Om geen strijd te veroorzaken met het Activiteitenbesluit dient in het inpassingsplan/bestemmingsplan wel te worden aangesloten bij de normering in het Activiteitenbesluit.

Bij de externe veiligheid twee begrippen centraal: het plaatsgebonden risico en het groepsrisico. Bij het beoordelen van de risico's van windturbines wordt het groepsrisico niet beschouwd¹.

Plaatsgebonden Risico (PR)

Het plaatsgebonden risico (PR) geeft de kans, op een bepaalde plaats, om te overlijden ten gevolge van een ongeval bij een risicovolle activiteit. De kans heeft betrekking op een fictief persoon die de hele tijd op die plaats aanwezig is. Het PR kan op de kaart van het gebied worden weergegeven met zogeheten risicocontouren: lijnen die punten verbinden met eenzelfde PR. De normering voor het plaatsgebonden risico verschilt tussen het Bevi en het Activiteitenbesluit.



Figuur 2.1 Indicatieve contouren plaatsgebonden

Het figuur 2.1 geeft een voorbeeld van risicocontouren rondom een windturbine. De afstanden zijn indicatief.

Wetgeving	Type object	Binnen 10 ⁻⁵ -contour	Binnen 10 ⁻⁶ -contour
Activiteitenbesluit milieubeheer	Kwetsbare objecten	• Verboden	• Verboden
	Beperkt kwetsbare objecten	• Verboden	• Toegestaan.

Voor het onderhavige project is geen beschouwing van de relatie met andere veiligheidswetgeving of belangenafstanden noodzakelijk.

¹ Indien een windturbine in de nabijheid van een risicovol bedrijf (Bevi-bedrijf) staat, moet het risico beschouwd worden, dat door de windturbine wordt toegevoegd aan het Bevi-bedrijf. Vervolgens moet beschouwd worden of het groepsrisico van het Bevi-bedrijf toeneemt.

3 Risico's bij windturbines

Windturbines moeten aan strenge eisen voldoen en gecertificeerd zijn. Daarnaast zijn moderne windturbines van een groot aantal veiligheidsvoorzieningen voorzien, waardoor de kans op een incident geminimaliseerd wordt. Echter, incidenten zijn nooit uit te sluiten. In het HBRZW zijn drie mogelijke scenario's opgenomen voor het falen van een windturbine:

- Gondel / Rotor afworp: De volledige gondel valt naar beneden binnen de rotordiameter.
- Mastbreuk: Hierbij wordt uitgegaan van breuk bij de aanhechting met de fundering, waardoor de gehele windturbine omvalt.
- Bladbreuk:
 - Het gehele blad breekt. Dit scenario wordt opgesplitst in bladworp bij nominaal toerental en bladworp bij overtoeren. Bij kleinere windturbines wordt bij overtoeren een snelheid van 2x het nominaal toerental bereikt, bij grotere windturbines ligt deze snelheid relatief lager door het gewicht van de rotorbladen.
 - Een deel van het blad breekt af. Deze faalmodus wordt in het handboek wel benoemd maar is buiten beschouwing gelaten voor de effecten van een windturbine op de omgeving. Hoewel bekend is dat het voor kan komen dat een deel van het rotorblad afbreekt, is het zeer complex en een onderzoek op zichzelf om te bepalen wat hiervan de risico's en gevolgen zijn voor de omgeving. Er wordt daarom in dit onderzoek net als in het HBRZW uitgegaan van breuk van het gehele blad.

De faalscenario's kunnen de volgende gevolgen hebben:

1. Bij de afworp van een gondel of rotor, wat altijd binnen de rotordiameter plaatsvindt, valt de gehele rotor en of de gondel naar beneden. In dit scenario is er sprake van een dusdanige hoeveelheid gewicht die naar beneden komt, dat zowel objecten en infrastructuur boven- en ondergronds binnen het invloedsgebied van de rotor / gondel substantiële schade oplopen.
2. Bij mastbreuk, waarvan de effecten altijd plaatsvinden binnen de hoogte van de mast + een halve rotordiameter, zijn verschillende scenario's mogelijk (Brouwer, 2016):
 - a) Volledig falen van de mast waarbij de mast loskomt van het fundament of waarbij de mast breekt in de onderste helft. Dit geldt voor 1/3 van de gevallen.
 - b) Een ander mogelijk scenario is knikken van de mast in de bovenste helft. Bij knikken van de bovenste masthelft is er sprake van een geringere neerwaartse snelheid van masttop en gondel. De rotor/gondel kan aan de mast blijven hangen of met geringe impact alsnog op de bodem terechtkomen. Dit gebeurt in ongeveer 2/3 van de gevallen.
 - c) Bladbreuk; Bij bladbreuk wordt er onderscheid gemaakt op basis van de mogelijk gevolgen. hierbij wordt onderscheid gemaakt in twee typen effecten:
 - Bladbreuk bij nominaal toerental:
 - Bladbreuk bij overtoerental²:

In artikel 1 van het Besluit externe veiligheid inrichtingen is gedefinieerd wat (beperkt) kwetsbare objecten zijn. Vanuit het Activiteitenbesluit wordt hierna verwezen.

²

De kans op het in overtoeren raken van een moderne windturbine (waarbij alle bladen een eigen pitchmotor hebben) is zeer klein. Dit gebeurt alleen indien in de gondel de hoofdas afbreekt voor de rem en tegelijkertijd minstens 2 van de 3 pitchmotoren falen, waardoor de bladen niet meer uit de wind gedraaid kunnen worden.

4 Risicoberekening

Het risico van windturbines is op meerdere manieren te bepalen. De onderstaande methoden worden gegeven in het Handboek risicozonering windturbines (RVO 2014). Het betreft hier:

- Categorieale afstanden
- Vuistregels
- Berekening op basis van een ballistisch model
- Berekening op basis van een ballistisch model met luchtkrachten

Voor de berekening op basis van een ballistisch model met luchtkrachten is een complex rekenmodel nodig, maar de uitkomsten zijn het meest nauwkeurig.

Berekening plaatsgebonden risico windturbines

Voor de berekening van het plaatsgebonden risico is gebruik gemaakt van een rekenmodel met luchtkrachten conform het HBRZW, waarbij gerekend wordt met 30 verschillende windsnelheden. In onderstaande tabel zijn de specifieke turbinekenmerken weergegeven die zijn gebruikt bij de berekening. Met betrekking tot het nominaal toerental wordt opgemerkt dat dit volgens de fabrikant tussen 6 en 21,5 rpm ligt. In de berekening is uitgegaan van de waarden die met de generieke formule uit het handboek zijn berekend.

Tabel 4.1 Invoer berekeningsparameters

Specifieke turbine kenmerken	Gegevensbron	Windturbine	
Ashoogte		135	m
Rotordiameter		126	m
Nominaal toerental	Formule handboek B-9 (IEC klasse 2)	11,6	rpm
Oppervlakte weggeworpen blad (deel)		156,2	m ²
Massa weggeworpen blad(deel)	Lineaire interpolatie tabel C61	30.750	Kg
Zwaartepunt afgeworpen deel	Formule handboek B-9 (IEC klasse 2)	16,4	m
Rotor draait tegen de klok in (-1) met de klok mee (1)	Enercon	1	-
Diameter van de toren	Lineaire interpolatie handboek tabel B13	5,01	m
Hoogte van de gondel		15	m
Maximale waarde van de lengte en breedte van de gondel		149,69	m
Solidity (opp. Bladen/opp. Rotor)		0,05	

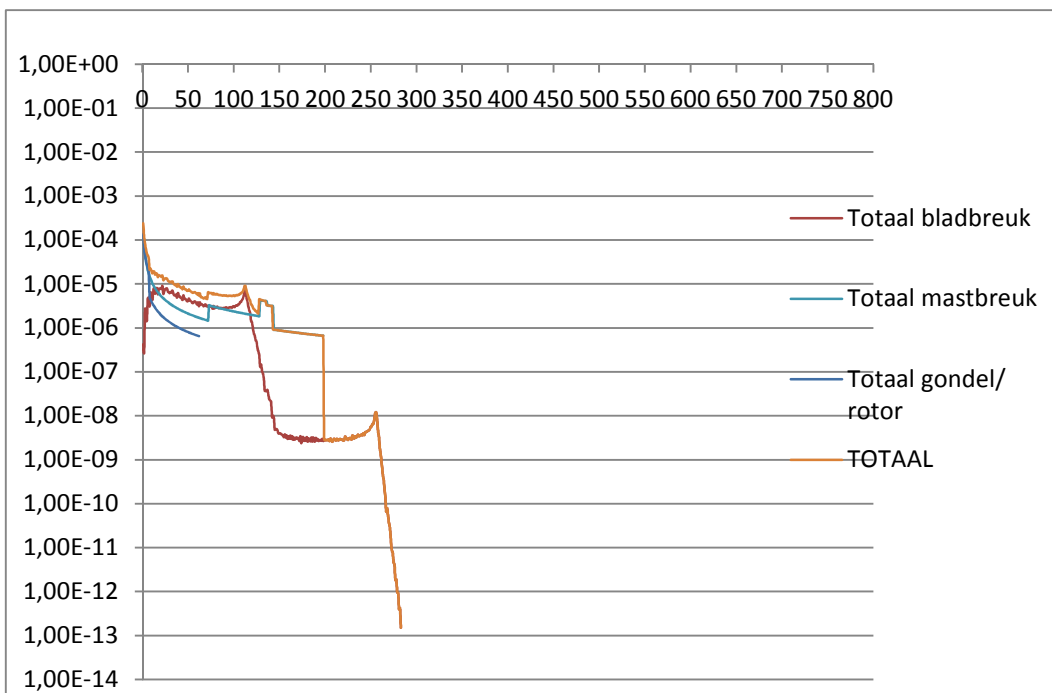
Voor de berekening is de meteorologische informatie gebruikt van weerstation De Kooy. Dit station is representatief voor de windsituatie nabij Urk.

Berekeningsresultaten plaatsgebonden risico

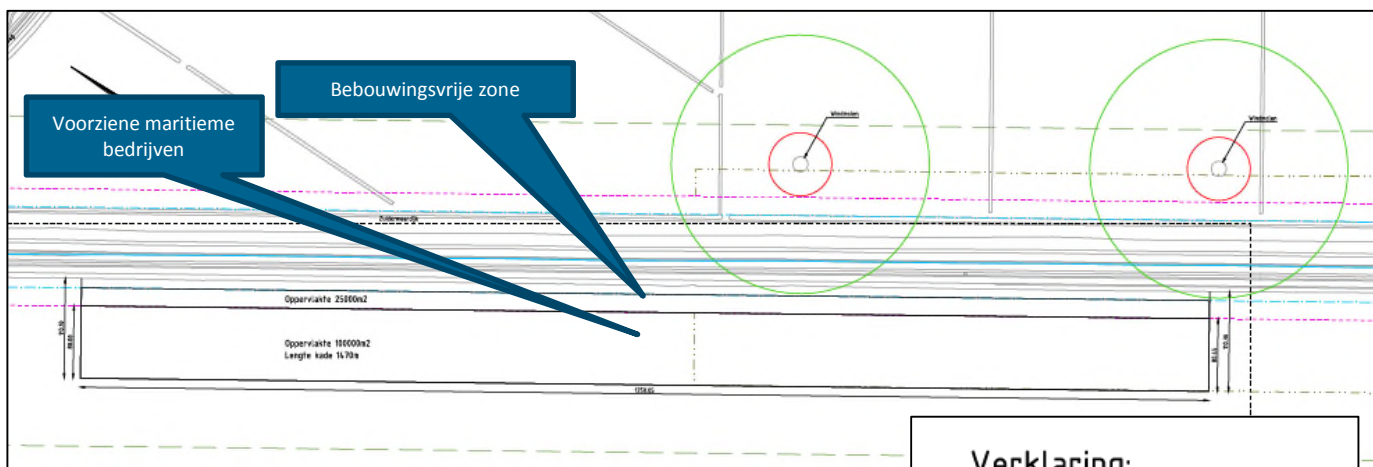
De berekeningen zijn uitgevoerd met en zonder toepassing van luchtkrachten. De berekeningen met luchtkrachten geven de kansverdeling van een mogelijk incident het meest nauwkeurig weer. In figuur 4.2 is de ligging van de contouren in relatie tot het voorkeursalternatief (welke planologisch wordt mogelijk gemaakt in het provinciaal inpassingsplan weergegeven

Tabel 4.2 Berekeningsresultaten, berekend met luchtkrachten

Model met luchtkrachten	Enercon 126
Maximale werpafstand bij nominaal toerental	166
Maximale werpafstand bij 2x nominaal toerental	286
Plaatsgebonden risico 10 ⁻⁵ -contour	35
Plaatsgebonden risico 10 ⁻⁶ -contour	143



Figuur 4.1: Grafiek met kans en afstand verloop Enercon E126, windsituatie MSNF.



Figuur 4.2: Locatie PR 10^{-5} en 10^{-6} contour ten opzichte van het plangebied voor MSNF

Verklaring:

Bestaande situatie

- Zoekgebied
- Buitenkruinlijn
- - - Kernzone
- - - Binnenbeschermingszone
- - - Tussenbeschermingszone
- Buitenbeschermingszone
- PR 10-5 contour R=35.0m
- PR 10-6 contour R=14.3m

5 Conclusie

Uit de risicoberekening blijken de volgende afstanden:

Model met luchtkrachten	Enercon 126
Maximale werpafstand bij nominaal toerental	166
Maximale werpafstand bij 2x nominaal toerental	286
Plaatsgebonden risico 10^{-5} -contour	35
Plaatsgebonden risico 10^{-6} -contour	143

Uit de berekening volgt dat de risicocontouren de beoogde ontwikkeling niet overlappen. Er ontstaat derhalve geen strijd met de normering uit het Activiteitenbesluit.

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Beneluxweg 125
4904 SJ OOSTERHOUT
Postbus 40
4900 AA OOSTERHOUT
T. 06 20 54 48 23

www.anteagroup.nl

Copyright © 2016

Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.