

Memo

Aan Omgevingsdienst Groningen
Datum 20 oktober 2021
Kenmerk 1265249
Onderwerp Trefkans invloed op faalkans

Opgesteld door

■■■■■■■■■■

Email

■■■■■■■■■■@tauw.com

Invloed windmolens op risicocontouren Verda

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Verda wil zich vestigen op een locatie op het industrieterrein Oosthorn in Delfzijl. Op dit industrieterrein zijn ook windmolens gepland, een klein deel van de locatie van Verda ligt binnen de signaleringsafstand van deze windmolens.

Binnen dit signaleringsgebied neemt, op basis van de toegepaste methodiek¹, de faalkans van een aantal scenario's met meer dan 10% toe, zoals ook in de QRA is uitgewerkt. Dit zou betekenen dat, conform het stroomschema², Verda "Slim ontwerpen" zou moeten toepassen.

Op basis van logistieke en financiële redenen is door Verda gekozen voor de meest optimale bedrijfslayout. Het is logistiek moeilijk en niet gewenst de opzet te wijzigen en de installatieonderdelen op een andere positie binnen de locatie te plaatsen.

In de huidige opzet liggen de tankopslag met zware fractie brandstof, bund 4 en 1 reactor sectie (zie figuur 2, groen omrand) binnen aandachtsgebied 2 van windmolen OH03. De leidingen naar de jetty liggen binnen aandachtsgebied 2 van windmolen OH02.

Verda en TAUW zijn mening dat het "Slim ontwerpen" niet van toepassing is en geen meerwaarde biedt m.b.t. externe veiligheid. In deze memo gaan we in op de methodiek voor het berekenen van de faalkansverhoging en de invloed van de windmolen op het plaatsgebonden risico.

¹ Handleiding Omgevingsveiligheid Versie oktober 2019 Module IV: Specifieke rekenvoorschriften voor activiteiten D.1 en E.1., paragraaf 4.1.3

² Zoals opgenomen in bijlage 2 van bijlage 4 van het Deelrapport thema Externe veiligheid van de MER van het Bestemmingsplan Oosterhorn

1.2 Locatie Verda

Op basis van logistieke en financiële redenen is door Verda gekozen voor de meest optimale configuratie, die is vorm gegeven in de huidige bedrijfslayout (zie figuur 1).

In de huidige opzet liggen de tankopslag met de zware fractie brandstof, bund 4 en 1 reactor sectie (zie figuur 2, groen omrand) binnen aandachtsgebied 2 van windmolen OH03.

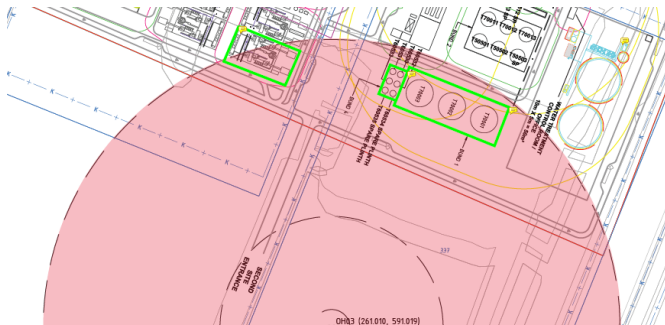


Figuur 1.1. Locatie Verda

1.3 Effecten van de windmolen

Door TAUW is de invloed van de windmolen op de risicocontouren van Verda verder uitgewerkt. In figuur 2 is het relevante invloedsgebied van windturbine OH03 weergegeven. Het onderliggende scenario voor dit invloed gebied is mastbreuk, dit scenario geeft voor enkele installaties een bijdrage $> 10\%^3$ in de faalfrequenties. In figuur 2 zijn de installaties aangegeven welke installatiedelen daarbinnen vallen (groen omrand), dit betreft de tankopslag met de zware fractie brandstof, bund 4 en 1 reactor sectie.

³ Zie bijlage 8 C van de QRA (30/06 2021)



Figuur 1.2. Invloedsgebied windmolen

Al deze installaties liggen buiten het plaatsgebonden risico ($PR 10^{-6}$), die volgens de Save-W berekening 169 m bedraagt. De installaties van Verda liggen in het aandachtgebied '2' het gebied tussen de High Impact Zone en de tiphoogte van de mast.

Het aandachtgebied '2' of signaleringsgebied voor mastbreuk wordt bepaald door de hoogte van de mast, omvang van de gondel en lengte van de rotor.

Om het risico ten gevolge van mastbreuk van een windmolen voor infrastructuur en/of gebouwen te kunnen berekenen, is in de handleiding Omgevingsveiligheid (module IV) een eenvoudige maar zeer conservatieve aanpak beschreven, waarbij de turbine wordt gemodelleerd als een (volledig) cirkelsegment. De kans dat een nabijgelegen gebouw of infrastructuur wordt getroffen door een onderdeel van een omvallende windturbine wordt gelijk verondersteld aan de kans dat een gedeelte van het cirkelsegment in aanraking komt met het gebouw of de infrastructuur. De feitelijke trefkans zal echter veel lager liggen. In geval van mastbreuk kan fysiek maximaal 1 rotorblad tegelijkertijd een installatie treffen waardoor de uiteindelijke werkelijke trefkans een factor lager wordt.

In bijlage 2 is de procentuele bijdrage van de aangepaste faalkans voor de installaties van verda nader uitgewerkt.

Tabel 1. Aanpassing faalkansen van installaties binnen aandachtsgebied 2

Installatie	Faalkans in QRA (% bijdrage)	Aangepaste faalkans (% bijdrage)
Opslagtank zware fractie	427	10,1
Opslagtank bund 4	427	8,4
Procesinstallatie	358	9,5
	36	1,0
Jetty leidingen	47	32,2
	46	32,9

De effecten van een vallend kunststof rotorblad zijn ook significant (massa rotorblad 13 – 15 ton) en kunnen enkel door het aanbrengen van zeer zware bouwkundige constructies worden beperkt. Vanuit financieel en operationeel oogpunt is dit niet wenselijk.

1.4 Risicoberekeningen

Om de bijdrage van de windmolen op het externe risico te bepalen zijn in 2019 voor de situatie met en zonder windmolen risicoberekeningen uitgevoerd. In figuur 3 en 4 zijn de uitkomsten weergegeven, figuur 3 is de contourplot waarbij de invloed van de windturbines NIET is meegenomen, in figuur 4 is de invloed van de windturbines WEL is meegenomen op de installaties binnen het signaleringsgebied.



Figuur 1.3. Risicocontour zonder invloed van de windmolens



Figuur 1.4. Risikocontour met de invloed van de windmolens

De verschillen op het plaatsgebonden risico (10^{-6} contour (= rode lijn) zijn zeer gering tot nul. Bij deze laatste berekeningen is nog de 'origineel' bepaalde faalkansen bijdrage van de windmolens meegenomen. Als er rekening wordt gehouden met de aangepaste faalkansen is de bijdrage op het plaatsgebonden risico nog lager.

2 Conclusie

Op basis van logistieke en financiële redenen is door Verda gekozen voor de meest optimale configuratie, deze bedrijfslayout kan niet verder geoptimaliseerd worden. Het is logistiek moeilijk en niet gewenst de zware fractie tanks, bund 4, 1 reactorsectie en de leidingen naar de jetty op een andere positie op de locatie te plaatsen.

De invloed van de windmolens op de risicoberekeningen is door TAUW geëvalueerd, daaruit blijkt dat voor de MER uit is gegaan van zeer conservatieve uitgangspunten gebaseerd op Handleiding Omgevingsveiligheid (Module IV). Als de 'werkelijke' trefkans wordt meegenomen blijkt dat de faalkans verhoging van de installaties binnen de "aandachtszone 2" van Verda veel lager zijn dan waar nu in de QRA rekening mee is gehouden (zie tabel 1). De procentuele bijdrage op de faalkans ligt voor de meeste installaties binnen "aandachtszone 2" nu op of onder de 10%. Naar inschatting zal de bijdrage van de windmolens op de QRA in zijn geheel minder bedragen dan 10 %. In lijn met het Bevi geldt dat wanneer het additionele risico lager is dan 10%, dit in principe verwaarloosbaar geacht wordt. De uitkomst is naar onze mening derhalve aanvaardbaar.

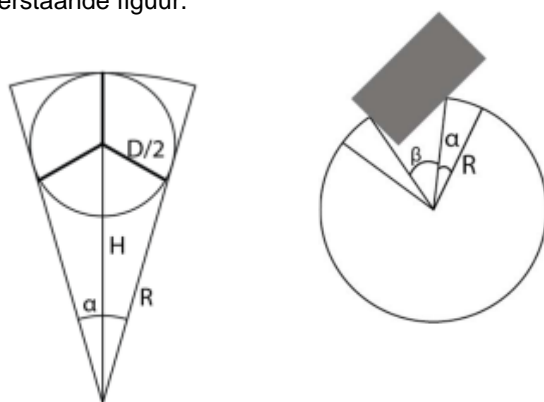
Additioneel zijn in 2019 risicoberekeningen uitgevoerd zonder en met de invloed van de windmolen. Uit deze berekeningen volgt dat de invloed van de windmolens op het plaatsgebonden risico (de 10^{-6} risicocontour) miniem is. Als rekening wordt gehouden met de aangepaste faalkansen is deze invloed nog lager en daarmee nihil.

De invloed van het toepassen van het begrip "slim ontwerpen", d.w.z. het plaatsen van risicovolle installaties op een zo groot mogelijke afstand van de windturbine en/of het beschermen van de risicovolle installaties met bouwkundige maatregelen, is in het geval van Verda verwaarloosbaar en is niet van invloed op de risicocontour 10^{-6} .

Bijlage 2 Trefkans bepalingen

Om het risico voor infrastructuur (verkeers-, spoor- of vaarweg) en gebouwen ten gevolge van mastbreuk te kunnen berekenen is in de Handleiding Omgevingsveiligheid (Module IV) een eenvoudige maar conservatieve aanpak beschreven, waarbij de turbine wordt gemodelleerd als een cirkelsegment.

De kans dat een nabijgelegen infrastructuur wordt getroffen door een onderdeel van een omvallende windturbine wordt gelijk verondersteld aan de kans dat een gedeelte van het bovengenoemde cirkelsegment in aanraking komt met de infrastructuur, wat is geïllustreerd in onderstaande figuur.



Figuur 2.1. Windturbine gemodelleerd als cirkelsegment.

Voor het bedrijfsterrein is uitgegaan van een windmolen van het type Lagerwey 136 (worst case), hiervan zijn de gegevens in de tabel hieronder opgenomen.

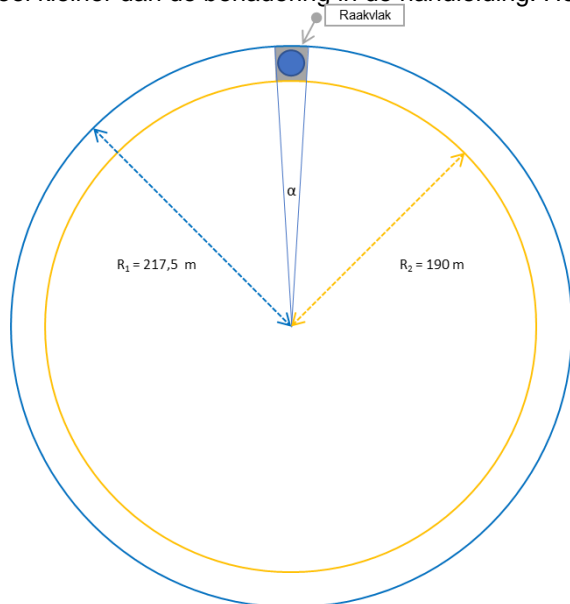
	L136 standaard	L136 worstcase	toelichting
Ashoogte	132 meter	145meter	
Rotordiameter	136 meter	145 meter	
Nominaal toerental	11,1 rpm	10,4 rpm	extrapolatie obv rotordiameter
Massa weggevoerd blad	13.000 kg	15.400 kg	extrapolatie obv rotordiameter
Zwaartepunt blad tov hub	22 meter	24 meter	opgave fabrikant
Diameter van de toren	8,00 meter	8,00 meter	eigen aanname
Massa van de toren	400 ton	400 ton	vuistregel HRW
Hoogte van de gondel	5 meter	5 meter	eigen aanname
Massa van de gondel	400 ton	400 ton	vuistregel HRW

Het oppervlak van het cirkelsegment dat op de voorgeschreven wijze wordt berekend voor de L136 worst case bedraagt:

$$\alpha/360 \times \pi \times (R_2)^2 = 60/360 \times \pi \times (217,5)^2 = 24.770 \text{ m}^2$$

De hoek α voor de windmolen bedraagt 60° , gebaseerd op de ashoogte (145 m) en rotordiameter (145 m), bepaald op basis van $\alpha = 2 \times \sin^{-1} (D/2H)$ (= formule 3.5 handleiding)

Het installaties die bij Verda geraakt kunnen worden liggen op 190 m afstand van (de rand van) de voet van de windmolen (en buiten de 'high impact zone' van 169 m). Op die afstand kunnen de installaties enkel geraakt worden door (het uiteinde van) een rotorblad. Hierdoor is het raakvlak veel kleiner dan de benadering in de handleiding. Het raakvlak is weergegeven in figuur 2.



Figuur 2.2. Raakvlak benadering installaties Verda

Om de verhouding te bepalen zijn voor de vier installaties van Verda zijn de raakvlakken bepaald en afgezet tegen het oppervlak van het cirkelsegment uit de handleiding. Het raakvlak is berekend door het oppervlak van het totale segment te berekenen (a) en daar het oppervlak cirkelsegment van de binnencirkel (b) van af te trekken.

Op basis van de lengte op de buitenste cirkel is de hoek α bepaald.

Raakvlak zware fractie tank

Het cirkelsegment wat geraakt kan worden voor de zware fractie tank bedraagt

$$(a) \quad \alpha/360 \times \pi \times R^2 = 6/360 \times \pi \times (217,5)^2 = 2.477 \text{ m}^2$$

$$(b) \quad \alpha/360 \times \pi \times R^2 = 6/360 \times \pi \times (190)^2 = 1.890 \text{ m}^2$$

Op basis van de diameter van de zware fractie tank is de hoek α bepaald op 6°.

Het oppervlak van het raakvlak bedraagt 587 m²

De raakkans is dus een factor $587/24.770 = 0,0237$ lager dan nu is opgenomen in de QRA. Voor de zware fractie betekent dit dat de procentuele bijdrage aan de faalkans kan worden verlaagd van 427% naar 10,1%

Raakvlak bund 4

Het cirkelsegment wat geraakt kan worden voor een tank in bund 4 bedraagt

$$(a) \quad \alpha/360 \times \pi \times R^2 = 5/360 \times \pi \times (217,5)^2 = 2.064 \text{ m}^2$$

$$(b) \quad \alpha/360 \times \pi \times R^2 = 5/360 \times \pi \times (190)^2 = 1.575 \text{ m}^2$$

Op basis van de breedte van bund 4 is de hoek α bepaald op 5°.

Het oppervlak van het raakvlak bedraagt 489 m²

De raakkans is dus een factor $489/24.770 = 0,0197$ lager dan nu opgenomen in de QRA.

Voor bund 4 betekent dit dat de procentuele bijdrage aan de faalkans kan worden verlaagd van 427% naar 8,4%

Raakvlak procesinstallatie

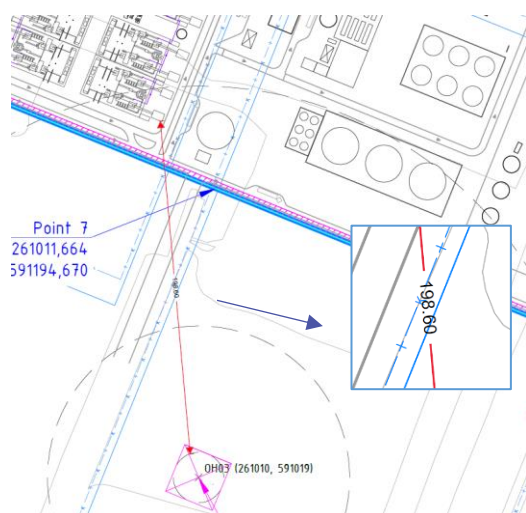
Het cirkelsegment wat geraakt kan worden bij de procesinstallatie is

$$(a) \quad \alpha/360 \times \pi \times R^2 = 12,5/360 \times \pi \times (217,5)^2 = 5.160 \text{ m}^2$$

$$(b) \quad \alpha/360 \times \pi \times R^2 = 12,5/360 \times \pi \times (198)^2 = 4.276 \text{ m}^2$$

Op basis van de breedte van de procesinstallatie is de hoek α bepaald op 12,5°. De afstand van de voet van de windmolen tot de installatie bedraagt 198 m i.p.v. de eerder aangehouden 190 m. Zie figuur 3.

Het oppervlak van het raakvlak bedraagt 659 m² (opm. → op basis van de verschil berekening bedraagt het raakvlak 884 m². De procesinstallatie heeft echter de vorm van een driehoek binnen het segment en het oppervlak is daarvoor gecorrigeerd).



Figuur 2.3. Afstand voet windmolen naar procesinstallatie

De raakkans is dus een factor $659/24.770 = 0,0266$ lager dan nu opgenomen in de QRA.

Voor de procesinstallatie betekent dit dat de procentuele bijdrage aan de faalkans kan worden verlaagd van 358% naar 9,5% voor de reactor en absorber, en van 36% naar 1,0% voor de warmtewisselaar, pomp en compressor.

Raakvlak jettyleidingen

In tegenstelling tot de andere installaties liggen de leidingen naar de jetty op kortere afstand van de voet van de windmolen (119 m). In dit geval wordt de originele berekening uit de handleiding gehanteerd.

Toch kan ook hier voor het cirkelsegment worden gecorrigeerd voor het deel van het segment dat de leidingen niet kan raken, te weten:

$$(a) \quad \alpha/360 \times \pi \times R^2 = 85/360 \times \pi \times (217,5)^2 = 35.090 \text{ m}^2 \text{ (hele segment met hoek } \alpha \text{)}$$

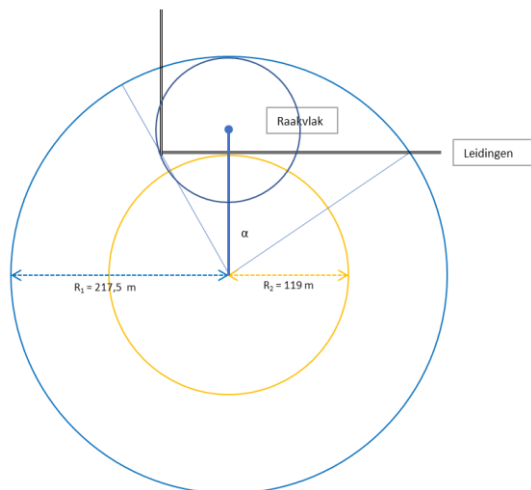
$$(b) \quad \alpha/360 \times \pi \times R^2 = 85/360 \times \pi \times (119)^2 = 10.504 \text{ m}^2$$

Op basis van de breedte van de jetty leiding is de hoek α bepaald op 85,0°.

Het oppervlak van het raakvlak bedraagt 24.586 m²

De raakkans is dus een factor $24.586/35.090 = 0,70$ lager dan nu opgenomen in de QRA.

Voor de leidingen betekent dit dat de procentuele bijdrage aan de faalkans kan worden verlaagd van 46% en 47% naar respectievelijk 32% en 33%



Figuur 2.4. Raakvlak jettyleidingen