

RISICOANALYSE WINDPARK VLAARDINGEN

-Vertrouwelijk-

Luuk Folkerts

maart 2007
met aanvulling september 2007

Copyright Ecofys 2007

in opdracht van WEOM B.V.

Samenvatting

Onder normale omstandigheden geeft het feit dat windturbines zijn gecertificeerd volgens de voorgeschreven richtlijnen voldoende veiligheidsgaranties voor de omgeving. Wel kan de locatie van de turbines nabij andere activiteiten of installaties bepalend zijn voor omgevingsrisico's. Het is aan het bevoegd gezag om hierover het uiteindelijke oordeel te geven. Om het bevoegd gezag hierin te faciliteren is een kwantitatieve risicoanalyse uitgevoerd. Hierbij wordt het Handboek Risicozonering Windturbines [1] gebruikt als praktijkrichtlijn voor de te hanteren berekeningsmethodieken.

In dit rapport beschouwen we de omgevingsrisico's van een windpark op het terrein van de AWZI De Groote Lucht in de gemeente Vlaardingen. Dit windpark omvat twee windturbines direct ten noorden van de Nieuwe Waterweg.

In dit rapport worden de volgende punten uitgewerkt:

1. de maximale werpafstanden bij bladbreuk;
2. het plaatsgebonden risico en de PR-contouren;
3. beoordeling risicocriteria voor nabijgelegen wegen, fietspaden en vaarweg;
4. beoordeling risico's voor werknemers in nabijgelegen bedrijfsgebouwen;
5. beschouwing risico's voor een nabijgelegen biogashouder.

Er is momenteel nog geen definitieve selectie gemaakt van het beoogde turbinetype. De rotordiameter (D) van de windturbine wordt minimaal 70 meter en maximaal 100 meter, en de ashoogte (H) komt te liggen tussen 78 meter en 108 meter. In de berekeningen wordt uitgegaan van de twee varianten: een turbine met D=70m en H=78m en een turbine met D=100m en H=108m.

Voor alle nabijgelegen wegen, fietspaden en vaarweg voldoet de situatie voor beide windturbinevarianten aan de criteria die rijkswaterstaat hanteert voor rijkswegen.

De berekende afstand van de plaatsgebonden risico contour $PR = 10^{-6}$ per jaar bedraagt voor de beide windturbinevarianten respectievelijk 129 meter en 158 meter. Binnen deze contouren liggen twee gebouwen: het kantoor en de werkplaats. In hoeverre deze beperkt-kwetsbare objecten binnen de $PR=10^{-6}$ contour aanwezig mogen zijn, is een afweging die het bevoegd gezag moet maken.

Een faalscenario waarbij een groot aantal slachtoffers (10 doden of meer) vallen is moeilijk voorstelbaar. Er is daarom geen nadere afweging nodig van het groepsrisico.

Indien de grotere windturbine variant wordt gerealiseerd is het aan te bevelen om windturbine WT2 18 meter naar het westen op te schuiven om te voorkomen dat de woonboot binnen de $PR=10^{-6}$ contour komt te liggen.

De maximale trefkans van de biogashouder bedraagt $4,8 \cdot 10^{-5}$ per jaar.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
2	Risicocriteria en beoordeling	2
2.1	Transportroutes	2
2.2	Gebouwen	3
2.3	Installaties	3
3	Uitgangspunten	5
3.1	Situatieschets	5
3.2	Ongevalscenario's	7
3.3	Risicoberekening	7
4	Risicoanalyse	9
4.1	Bladbreuk	9
4.2	Plaatsgebonden risico	10
4.3	Wegen	12
4.4	Gebouwen	13
4.5	Werkplaats en kantoor	13
4.6	Biogashouder	17
5	Conclusies	19
	Referenties	20

1 Inleiding

Windturbines die in Nederland worden geplaatst moeten zijn gecertificeerd volgens de richtlijnen IEC 61400-1 of NVN 11400-0. Daarmee worden de gevaaraspecten die verband houden met de constructie van de turbine zoveel mogelijk beheerst. Het voldoen aan genoemde richtlijnen biedt daarom onder normale omstandigheden voldoende veiligheidsgarantie.

Wel kan de locatie van de turbines nabij andere activiteiten of installaties bepalend zijn voor omgevingsrisico's. Om dit na te gaan kan het bevoegd gezag vragen om een kwantitatieve risicoanalyse. Hierbij wordt het Handboek Risicozonering Windturbines [1] gebruikt als praktijkrichtlijn voor de te hanteren berekeningsmethodieken.

In dit rapport beschouwen we de omgevingsrisico's van een windpark op het terrein van de AWZI De Groote Lucht in de gemeente Vlaardingen. Dit windpark omvat twee windturbines direct ten noorden van de Nieuwe Waterweg.

In dit rapport worden de volgende punten uitgewerkt:

1. de maximale werpafstanden bij bladbreuk;
2. het plaatsgebonden risico en de PR-contouren;
3. beoordeling risicocriteria voor nabijgelegen wegen, fietspaden en vaarweg;
4. beoordeling risico's voor werknemers in nabijgelegen bedrijfsgebouwen;
5. beschouwing risico's voor een nabijgelegen biogashouder.

2 Risicocriteria en beoordeling

Windturbines die in Nederland worden geplaatst moeten voldoen aan het Besluit Voorzieningen en Installaties Milieubeheer [2]. Gecertificeerde windturbines voldoen aan de in dit besluit genoemde richtlijnen (IEC 61400-1 of NVN 11400-0). Daarmee worden de gevaaraspecten die verband houden met de constructie van de turbine zoveel mogelijk beheerst.

Er zijn geen nadere wettelijke risicocriteria waar windturbines aan moeten voldoen, maar in beginsel kan het bevoegd gezag aanvullende eisen stellen met betrekking tot de hoogte van het risico. Bijvoorbeeld in het geval de locatie van de windturbines nabij andere activiteiten of installaties bepalend zijn voor de omgevingsrisico's. Het is aan het bevoegd gezag om hierover het uiteindelijke oordeel te geven. Deze kwantitatieve risicoanalyse is bedoeld om het bevoegd gezag hierin te faciliteren.

Niet alle zaken in de ruime omgeving van een windturbine hoeven in een risicoanalyse te worden meegenomen. Het zal duidelijk zijn dat een woning op 5 km afstand geen nadere beschouwing nodig heeft. Het is zinvol om de risicoanalyse te beperken tot de directe omgeving van de windturbine. Waar deze zinvolle grens ligt hangt echter weer af van het te beschouwen object. In dit rapport maken we hierin onderscheid tussen:

- transportroutes, zoals wegen, vaarwegen en spoorlijnen;
- gebouwen, zoals woningen, bedrijfsgebouwen en kantoren;
- installaties, zoals tankstations en gasleidingen.

2.1 Transportroutes

Voor situaties waar rijkswaterstaat het bevoegd gezag is, b.v. voor windturbines nabij rijkswegen, heeft het ministerie van verkeer en waterstaat een beleidsregel opgesteld, gebaseerd op het individueel passanten risico (IPR) en het maatschappelijk risico (MR) [4]. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de situatie waar de windturbines op minimaal een halve rotordiameter van de wegrand staan (geen overdraai) en de situatie waar de rotorbladen boven het wegdek kunnen draaien. In de eerste situatie wordt het plaatsen van windturbines langs de weg in het algemeen toegestaan. In het tweede geval moet er met een berekening worden aangetoond dat de situatie voldoet aan criteria voor het IPR en het MR.

Hoewel de beleidsregel van rijkswaterstaat niet algemeen voor alle wegen van toepassing is, maar formeel alleen voor rijkswegen, passen we de beleidsregels van rijkswaterstaat in deze risicoanalyse ook toe bij het beoordelen van windturbines nabij andere (vaar)wegen.

Samenvattend, voor transportroutes hanteren we als onderscheidend afstandcriterium de halve rotordiameter. Staat een windturbine binnen deze afstand van een transportroute dan wordt de situatie nader geanalyseerd aan de hand van specifieke gegevens over aantallen passanten en passeersnelheden.

2.2 Gebouwen

Voor het beoordelen van gebouwen toetsen we in eerste instantie op vergelijkbare wijze als in het “Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen” (BEVI) [3]. Met het BEVI zijn de risiconormen voor externe veiligheid met betrekking tot bedrijven met gevaarlijke stoffen wettelijk vastgelegd. Kenmerk van het besluit is dat het risico dat optreedt in kwetsbare en beperkt kwetsbare bestemmingen¹ als gevolg van de risicobron, aan de risiconormen wordt getoetst. Het plaatsgebonden risico is hierbij een belangrijke maat. Het plaatsgebonden risico (PR) is de kans (per jaar) dat een persoon komt te overlijden door een ongeval indien hij zich *permanent* en *onbeschermd* op een bepaalde plaats zou bevinden. Woonhuizen horen bijvoorbeeld tot de categorie kwetsbare objecten, en dienen volgens het BEVI buiten de $PR=10^{-6}$ contour te liggen. Voor beperkt kwetsbare objecten geldt de $PR=10^{-6}$ contour als *richtwaarde*.

Voor de duidelijkheid: een windturbine is geen bedrijf met gevaarlijke stoffen, en windturbines vallen daarom ook niet onder het BEVI. We hanteren hier de definitie van het plaatsgebonden risico volgens het BEVI, en gebruiken de $PR=10^{-6}$ contour als onderscheidend afstandcriterium voor nadere analyse.

Samenvattend, voor gebouwen hanteren we als onderscheidend afstandcriterium de $PR=10^{-6}$ contour. Staat een gebouw binnen deze afstand van een windturbine dan wordt de situatie nader geanalyseerd aan de hand van specifieke gegevens over aard en gebruik van het gebouw.

2.3 Installaties

Bij de beoordeling van een windturbine bij een installatie is het een belangrijk gegeven als de installatie zelf een verhoogd extern veiligheidsrisico heeft en daarom zelf als mogelijke risicoveroorzaker aan veiligheidscriteria moet voldoen. De plaatsing van windturbines kan van invloed zijn op de risicoanalyse van de installatie omdat het een extra faalscenario toevoegt. Bladbreek bij de windturbine is in dit geval een indirect risico, vanwege de kans op een domino-effect. Het toetsen van de nieuwe situatie aan de risiconorm van de installatie valt buiten het bereik van deze risicoanalyse, omdat hiervoor, behalve de windturbines, voornamelijk de installatie zelf moet worden beschouwd.

In deze risicoanalyse beperken we ons daarom tot het berekenen van de trefkans van de installatie. De maximale werpafstand van een afgebroken (deel van een) rotorblad bepaalt tot op welke afstand een installatie moet worden beschouwd.

¹ Onder kwetsbare objecten wordt verstaan o.a. woningen (boven een bepaalde dichtheid), ziekenhuizen, scholen, grote kantoorgebouwen (>1500m² bruto per object), grote winkels of winkelcomplexen. Onder beperkt kwetsbare objecten wordt verstaan o.a. verspreid liggende woningen, kantoorgebouwen, winkels, sporthallen of terreinen, bedrijfsgebouwen.

Samenvattend, voor installaties hanteren we als onderscheidend afstandcriterium de maximale werpafstand bij bladbreuk. Staat een installatie binnen deze afstand van een windturbine dan wordt de trefkans van de installatie berekend.

3 Uitgangspunten

3.1 Situatieschets

De locatie van het windpark is gelegen op het terrein van de AWZI De Groote Lucht in het westelijk deel van de gemeente Vlaardingen direct ten noorden van de Nieuwe Waterweg. De twee windturbines staan op grond van het Hoogheemraadschap van Delfland. De onderlinge afstand tussen de windturbines bedraagt circa 430 meter. Een overzicht van het plangebied en de posities van de windturbines (WT1 en WT2) daarin is gegeven in figuur 1.

De afstand van elk van de windturbines tot de Maassluisdijk bedraagt minimaal 200 meter. Het fietspad Oeverbospad langs de Nieuwe Waterweg ligt op net iets meer dan 50 meter. De afstand tot het fietspad Deltapad is minimaal 165 meter. De afstand tot de rand van de Nieuwe Waterweg ligt op 70 meter van de turbines.

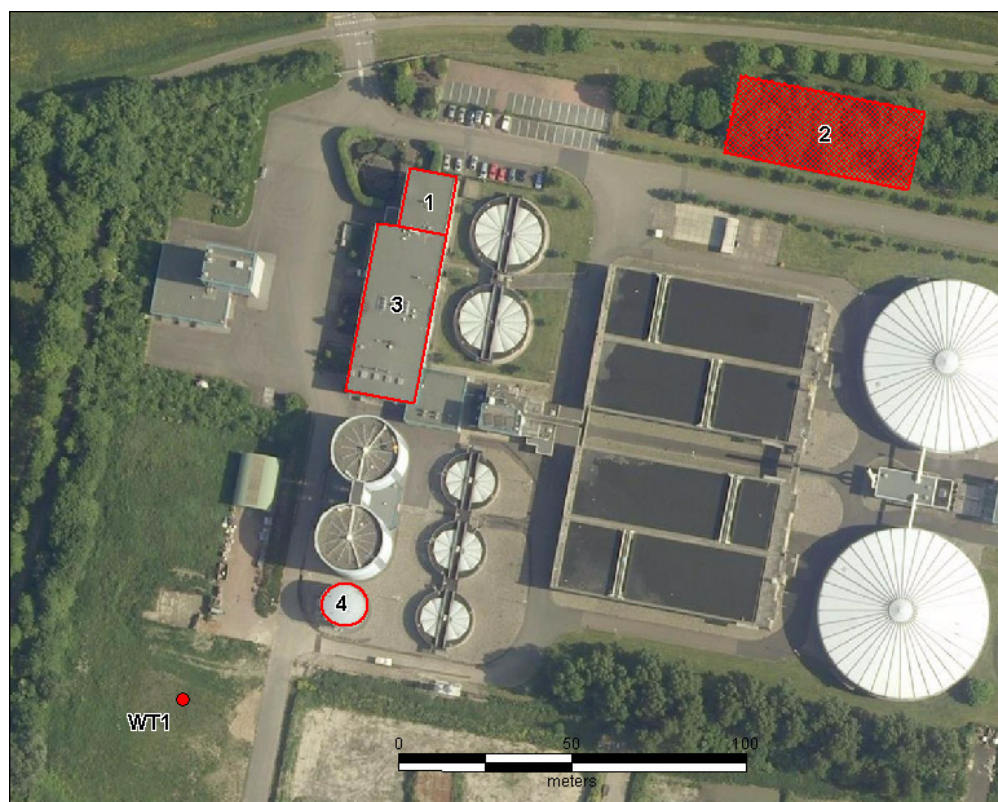


figuur 1: Plangebied van de beoogde turbinelocatie.

Windturbine WT1 komt in de nabijheid van een aantal bedrijfsgebouwen en een biogashouder. Een detail weergave is gegeven in figuur 2.

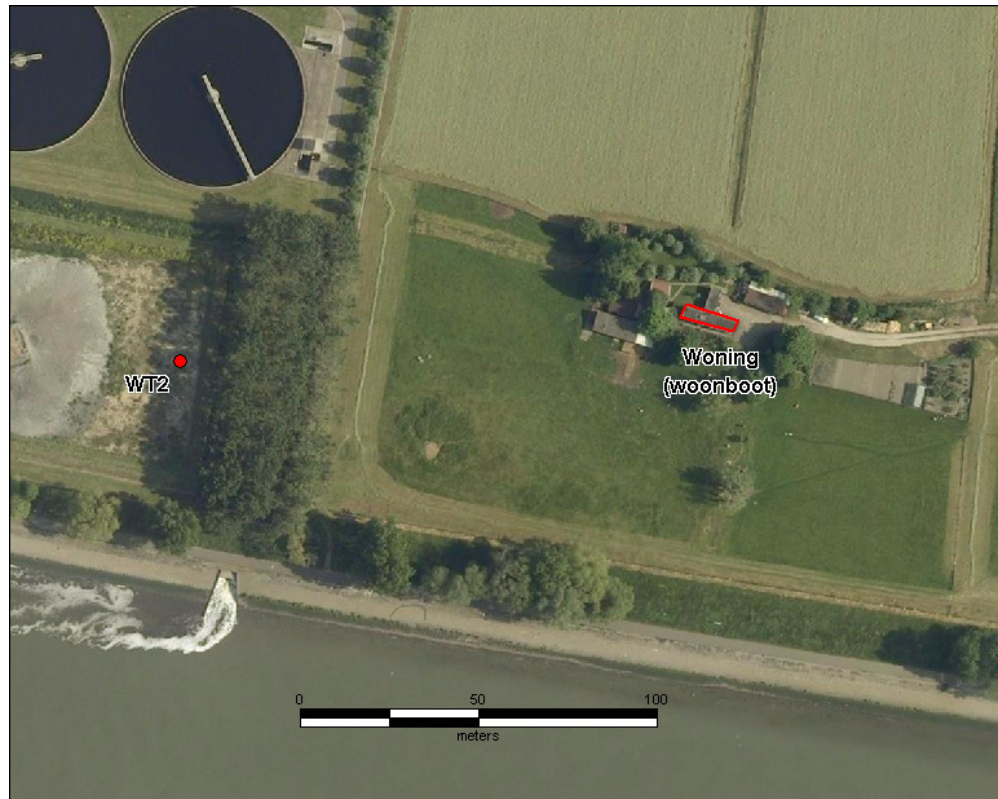
Het gebouw met nummer 1 is het kantoor en ligt op minimaal 150 meter van de windturbine. Niet op de luchtfoto, maar op de locatie die bij benadering is aangegeven met nummer 2 staat een nieuw kantoorgebouw op minimaal 230 meter tot WT1. In gebouw 3 is een werkplaats en een laboratorium gevestigd. De minimale afstand tot WT1 bedraagt 100 meter. Op circa 50 meter van de windturbine staat een biogashouder. Deze is in figuur 2 aangegeven met nummer 4.

Ten noordwesten van de biogashouder bevindt zich nog een opslagloods die niet op de luchtfoto staat. De afstand van WT1 tot deze loods is circa 50 meter. Omdat er in deze loods slechts heel af en toe personeel aanwezig is, wordt deze loods in de analyse niet meegenomen.



figuur 2: Detailweergave omgeving turbine WT1.

Op een afstand van circa 150 meter ten oosten van WT2 ligt een woonboot (op land, in het OBR/NAM gebied) die als permanente woning wordt gebruikt. Een detail weergave van dit gebied is gegeven in figuur 3.



figuur 3: Detailweergave omgeving turbine WT2.

3.2 Ongevalscenario's

De volgende drie faalscenario's worden in de berekening beschouwd:

1. bladbreuk
 - a. bladbreuk tijdens normaal bedrijf
 - b. bladbreuk tijdens remactie
 - c. bladbreuk tijdens overtoeren
2. mastbreuk
3. afvallen van gondel en/of rotor.

Tipbreuk en ijsafwerping blijven buiten beschouwing.

3.3 Risicoberekening

Risicoberekeningen worden uitgevoerd volgens de methodiek van het Handboek Risicozonering Windturbines (2^e, geactualiseerde versie – januari 2005) [1].

Als faalfrequenties voor de verschillende ongevalscenario's worden de aanbevolen rekenwaarden uit het Handboek Risicozonering Windturbines gebruikt. Deze zijn gegeven in tabel 1.

tabel 1: Scenario's en faalfrequenties voor generieke turbines.

Ongevalsscenario	Aanbevolen rekenwaarde
Bladbreuk	$8,4 \cdot 10^{-4} \text{ jr}^{-1}$
<i>normaal bedrijf</i>	$4,2 \cdot 10^{-4} \text{ jr}^{-1}$
<i>tijdens remactie</i>	$4,2 \cdot 10^{-4} \text{ jr}^{-1}$
<i>tijdens overtoeren</i>	$5,0 \cdot 10^{-6} \text{ jr}^{-1}$
Mastbreuk	$1,3 \cdot 10^{-4} \text{ jr}^{-1}$
Afvallen van gondel en/of rotor	$3,2 \cdot 10^{-4} \text{ jr}^{-1}$

Als werpmodel bij bladbreuk wordt het ballistisch model zonder luchtkrachten gehanteerd.

Er is momenteel nog geen definitieve selectie gemaakt van het beoogde turbinetype. De rotordiameter (D) van de windturbine wordt minimaal 70 meter en maximaal 100 meter, en de ashoogte (H) komt te liggen tussen 78 meter en 108 meter. In de berekeningen wordt uitgegaan van de twee varianten: een turbine met D=70m en H=78m en een turbine met D=100m en H=108m. De relevante turbinegegevens die in de verschillende berekeningen worden gebruikt zijn weergegeven in tabel 2.

tabel 2: Relevante gegevens van de twee windturbinevarianten. De turbineparameters zijn bepaald volgens het Handboek risicozonering Windturbines (Bijlage B) voor windklasse IEC-2.

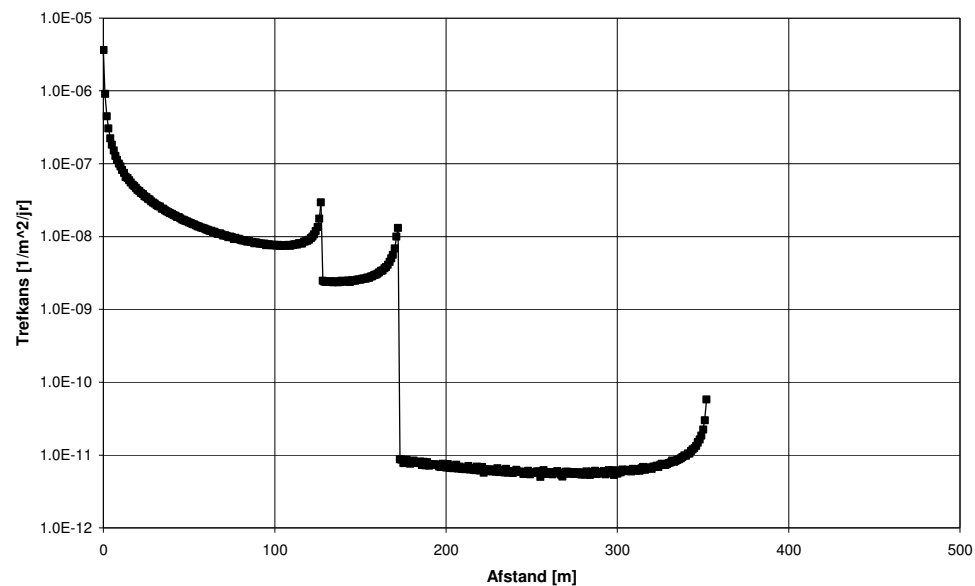
	variant 70m@78m	variant 100m@108m
Rotordiameter	70 meter	100 meter
Masthoogte	78 meter	108 meter
Diameter mast	4.5 meter	5 meter
Lengte blad	34 meter	44 meter
Bladoppervlak	62 m ²	121 m ²
Nominaal toerental	19.0 omw. per min	14.8 omw. per min
Afstand zwaartepunt rotorblad t.o.v. rotor-as	13.2 meter	16.5 meter
Maten gondel (lengte x breedte x hoogte)	7.5m x 3m x 3m	12.5m x 4m x 4m

4 Risicoanalyse

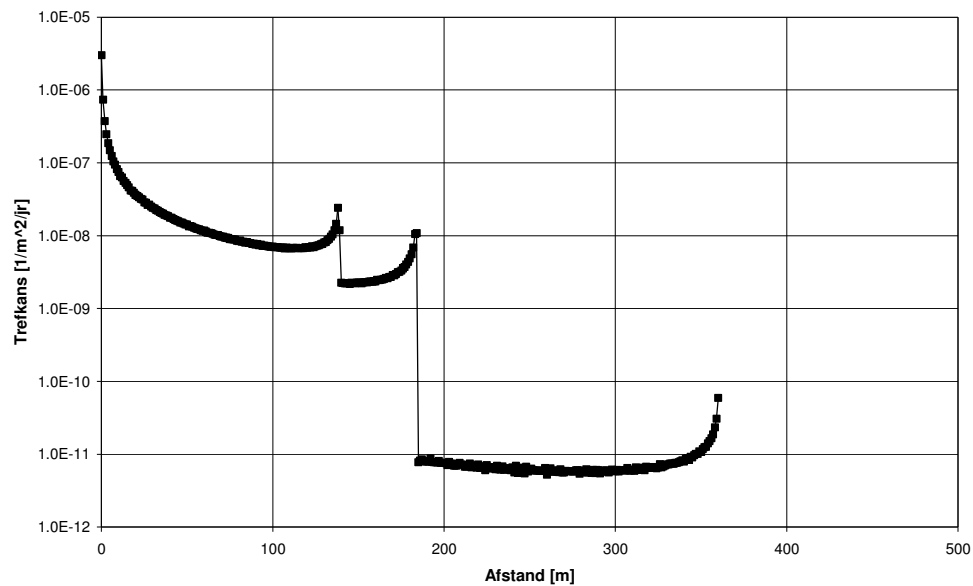
4.1 Bladbreek

Volgens Handboek Risicozonering Windturbines, bijlage B, hoofdstuk 3.

Voor het bepalen van de trefkans van een object moet eerst de kans worden berekend dat het zwaartepunt van het afgebroken blad op een bepaalde afstand tot de (mastvoet van de) turbine terechtkomt. Op basis van de gegevens in tabel 2 en het ballistisch model zonder luchtkrachten is deze kans berekend. De resultaten voor beide turbinevarianten zijn weergegeven in figuur 4 en figuur 5.



figuur 4: Trefkans van het zwaartepunt van het rotorblad als functie van de afstand tot de turbine - variant 70m@78m.



figuur 5: Trefkans van het zwaartepunt van het rotorblad als functie van de afstand tot de turbine – variant 100m@108m.

Zoals in de figuren is te zien treden scherpe pieken op bij maximale werpafstanden voor de gebeurtenissen 'bladbreek bij normaal bedrijf', 'bladbreek tijdens remactie' en 'bladbreek tijdens overtoeren'. Deze pieken zijn een gevolg van het gebruikte rekenmodel. Bij de kogelbaanberekeningen wordt er van uitgegaan dat het toerental voor elk van de faalscenario's constant is. Omdat dit in de praktijk niet het geval is, zijn de pieken in werkelijkheid beduidend minder scherp.

De berekende maximale werpafstanden bij de verschillende faalscenario's zijn gegeven in tabel 3.

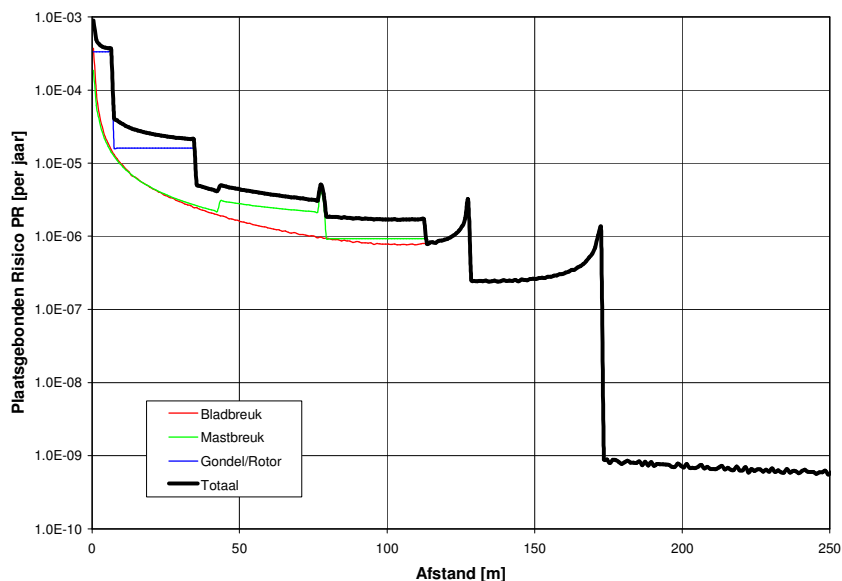
tabel 3: Maximale werpafstand bij de verschillende faalscenario's voor het afbreken van een rotorblad.

Scenario bladbreek	Maximale werpafstand	
	variant 70m@78m	variant 100m@108m
Normaal bedrijf (nominaal toerental)	127 meter	139 meter
Mechanisch remmen (1,25 keer nominaal)	172 meter	184 meter
Overtoeren (2 keer nominaal toerental)	352 meter	360 meter

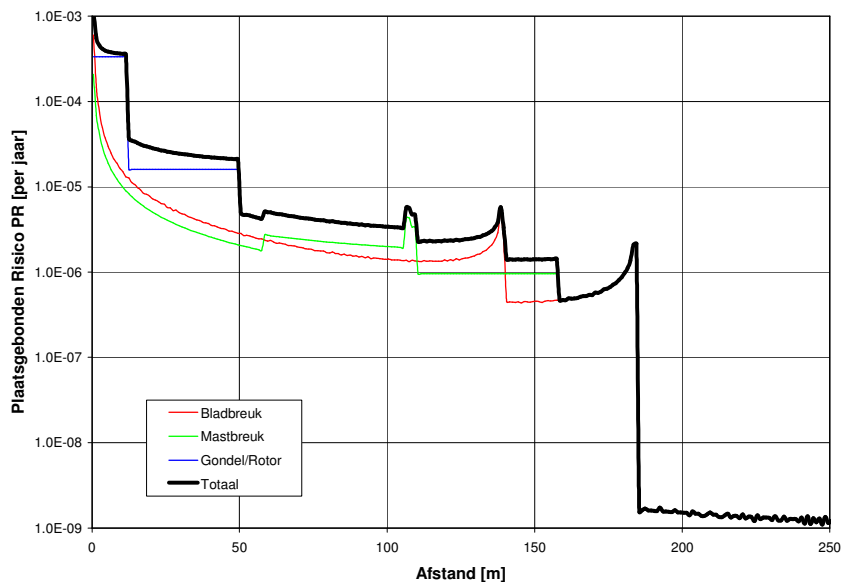
4.2 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico (PR) is de kans (per jaar) dat een persoon komt te overlijden door een ongeval indien hij zich *permanent* en onbeschermd op een bepaalde plaats zou bevinden.

Voor het ongevalsscenario bladbreuk wordt het PR berekend uit de trefkansen van het zwaartepunt van het rotorblad als functie van de afstand, zoals gegeven in figuur 4 en figuur 5. Verder volgens Handboek Risicozonering Windturbines, bijlage C.1, sectie 3.1. Voor de ongevalsscenario's mastbreuk en afvallen van gondel en rotor hanteren we de methodiek volgens Handboek Risicozonering Windturbines, bijlagen C.2 en C.3.



figuur 6: Plaatsgebonden risico (PR) als functie van de afstand tot de windturbine – variant 70m@78m.

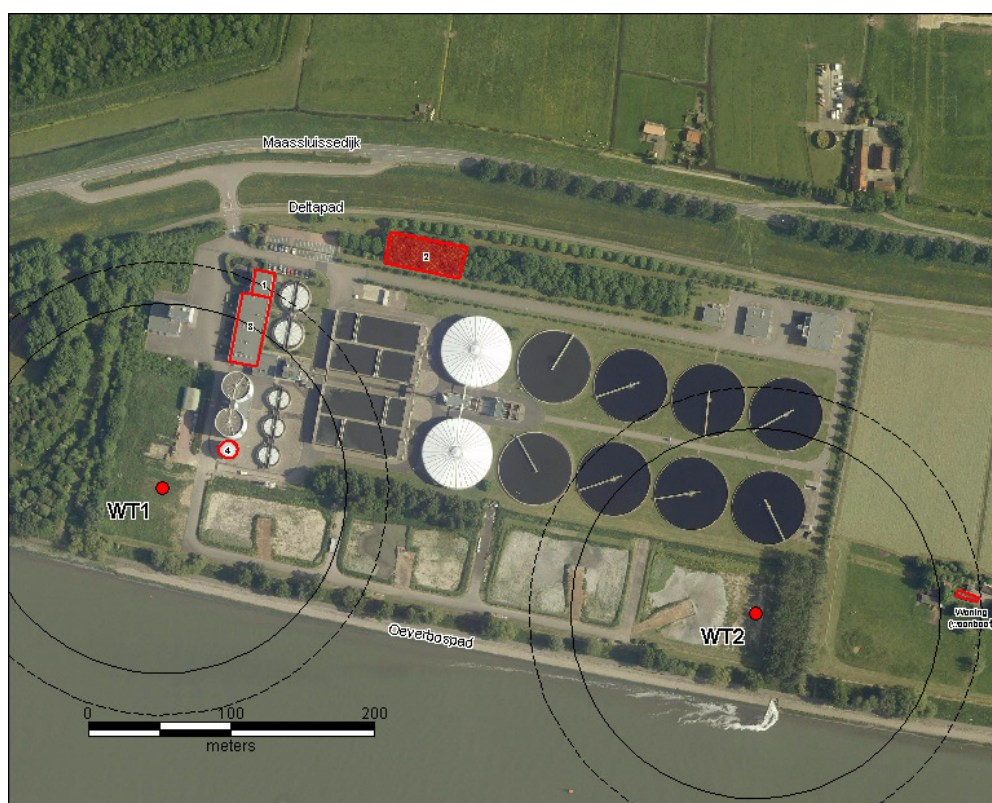


figuur 7: Plaatsgebonden risico (PR) als functie van de afstand tot de windturbine – variant 100m@108m.

De resultaten zijn weergegeven in figuur 6 en figuur 7. In deze figuur is het PR gegeven voor de drie ongevalsscenario's afzonderlijk, de vette lijn geeft het totale PR. De resulterende contourafstanden zijn gegeven in tabel 4. De $PR=10^{-6}$ contouren van beide windturbinevarianten zijn ook weergegeven in figuur 8.

tabel 4: Afstanden van de verschillende PR contouren.

Contour	Afstand van de contour	
	variant 70m@78m	variant 100m@108m
$PR = 10^{-5}$ per jaar	36 meter	60 meter
$PR = 10^{-6}$ per jaar	129 meter	158 meter
$PR = 10^{-7}$ per jaar	174 meter	186 meter



figuur 8: Ligging van de $PR=10^{-6}$ risicocontour voor beide windturbinevarianten 70m@78m (binnenste cirkel) en 100m@108m (stippellijn).

4.3 Wegen

Zoals in sectie 2.1 is uiteengezet, wordt in de beleidsregels van rijkswaterstaat onderscheid gemaakt tussen de situatie waar de windturbines op minimaal een halve

rotordiameter van de rand van de (vaar)weg staan (geen overdraai) en de situatie waar de rotorbladen boven het wegdek kunnen draaien. In de eerste situatie wordt het plaatsten van windturbines langs de (vaar)weg in het algemeen toegestaan. In het tweede geval moet er met een berekening worden aangetoond dat de situatie voldoet aan het IPR en het MR.

In de huidige situatie is de afstand tot de wegen, fietspaden en vaarweg steeds minimaal 50 meter, en is er dus geen sprake van overdraai. De situatie voldoet derhalve aan de criteria van rijkswaterstaat en er is geen nadere risicoanalyse nodig.

4.4 Gebouwen

In sectie 2.2 is uiteengezet dat we voor gebouwen als onderscheidend afstandcriterium de $PR=10^{-6}$ contour hanteren. Staat een gebouw binnen deze afstand van een windturbine dan wordt de situatie nader geanalyseerd aan de hand van specifieke gegevens over aard en gebruik van het gebouw.

De $PR=10^{-6}$ contour ligt op maximaal 158 meter afstand van de windturbines in geval van windturbinevariant 100m@108m. In dat geval ligt de werkplaats (gebouw 3, zie sectie 3.1 en figuur 8) binnen de $PR=10^{-6}$ contour en het kantoorgebouw (gebouw 1) op de rand van deze contour. Bij variant 70m@78m ligt alleen de werkplaats (deels) binnen de $PR=10^{-6}$ contour. De nadere beschouwing van de werkplaats en het kantoorgebouw is gegeven in sectie 4.5.

Bij de variant 100m@108m ligt de woonboot net binnen de $PR=10^{-6}$ contour (zie figuur 8). We volstaan we hier met de constatering dat het in dit geval voldoende is om windturbine WT2 18 meter naar het westen op te schuiven, zodat de woonboot buiten de $PR=10^{-6}$ contour komt te liggen.

4.5 Werkplaats en kantoor

In de risicobenadering van de overheid (VROM) zoals vastgelegd in het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI) [3] worden twee risicomaten gebruikt, namelijk het plaatsgebonden risico (PR) en het groepsrisico (GR). Voor beide risicomaten zijn normen vastgesteld, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen grenswaarden en richtwaarden voor het plaatsgebonden risico en oriëntatiewaarden voor het groepsrisico.

De normen PR en GR, zoals geformuleerd in het BEVI zijn opgesteld om de risico's van bedrijven met gevaarlijke stoffen te kunnen toetsen. De risicobeoordeling van *windturbines* in termen van PR en GR maakt echter *geen* onderdeel uit van het BEVI. Het is in principe wel mogelijk om aan de normen voor het PR en het GR te toetsen.

Plaatsgebonden risico

Zowel de werkplaats (gebouw 3, zie sectie 3.1 en figuur 8) als het kantoor (gebouw 1) zijn in termen van het BEVI [3] een *beperkt kwetsbaar object*. Voor beperkt kwetsbare objecten geldt een richtwaarde van $PR=10^{-6}$. Dit wil zeggen dat beperkt kwetsbare objecten in principe buiten de $PR=10^{-6}$ contour dienen te liggen. Aangezien het een richtwaarde betreft mag hier – volgens de normen die momenteel worden toegepast in het externe veiligheidsbeleid voor risicovolle inrichtingen – van worden afgeweken indien daarvoor gewichtige redenen zijn.

In geval van windturbinevariant 100m@108m ligt de werkplaats binnen de $PR=10^{-6}$ contour en het kantoorgebouw op de rand van deze contour. Bij variant 70m@78m ligt alleen de werkplaats (deels) binnen de $PR=10^{-6}$ contour.

In hoeverre beperkt-kwetsbare objecten binnen de $PR=10^{-6}$ contour aanwezig mogen zijn, is een afweging die het bevoegd gezag moet maken. Zaken die bij deze afweging mogelijk relevant zijn, zijn:

1. het aantal personen dat aanwezig is in de werkplaats en het kantoor en de aanwezigheidsfractie van deze personen;
2. de bescherming die de gebouwen bieden tegen neerkomende afgebroken onderdelen van een windturbine.

In de werkplaats werken gemiddeld 2 personen. In het kantoor zijn gemiddeld 14 mensen aanwezig. Het Hoogheemraadschap Delfland heeft aangegeven dat in de werkplaats hooguit gemiddeld 4 uur per dag wordt gewerkt. Het kantoor is in gebruik tijdens kantooruren.

Voor een nadere beschouwing analyseren we hier het individueel risico van een persoon die gedurende 4 uur per dag, 5 dagen per week, 40 weken per jaar in de werkplaats aanwezig is. Hoewel de kortste afstand van de werkplaats tot de windturbine WT1 100 meter bedraagt, is het aannemelijk dat een werknemer zich niet steeds in deze uiterste hoek van de werkplaats ophoudt. Als gemiddelde afstand tot de windturbine nemen we 125 meter. Voorts nemen we in deze berekening aan dat het gebouw de werknemer geen enkele bescherming biedt. De aldus berekende trefkans van deze persoon cumulatief voor alle beschouwde faalscenario's is gegeven in tabel 5 voor beide windturbinevarianten. Het resultaat van een vergelijkbare berekening voor een werknemer die acht uur per dag in het kantoorgebouw werkt is ook gegeven in tabel 5.

tabel 5: Berekende individueel risico van een werknemer.

	variant 70m@78m	variant 100m@108m
Werkplaats (nr. 3)	$1,1 \cdot 10^{-7}$ per jaar	$2,2 \cdot 10^{-7}$ per jaar
Kantoor (nr. 1)	$0,6 \cdot 10^{-7}$ per jaar	$0,9 \cdot 10^{-7}$ per jaar

NB, de in tabel 5 genoemde risicogetallen is *niet* het Plaatsgebonden risico (PR) zoals dat in het BEVI is gedefinieerd. Het plaatsgebonden risico (PR) is de kans (per jaar) dat een

persoon komt te overlijden door een ongeval indien hij zich *permanent* en *onbeschermd* op een bepaalde plaats zou bevinden. In het hier berekende individueel risico is de aanwezigheidsfractie verwerkt; de beschouwde werknemer bevindt zich niet permanent op zijn werkplek.

In de definitie van het Plaatsgebonden risico is ook opgenomen dat de persoon *onbeschermd* is. In de overwegingen van bevoegd gezag kan worden meegenomen dat op dit punt een ongeval met een windturbine wezenlijk anders is dan een calamiteit met een inrichting met gevaarlijke stoffen. Waar een gebouw mogelijk weinig bescherming biedt tegen een gifwolk of explosie is het aannemelijk dat de gebouwconstructie op plaatsen sterk genoeg is om de impact van een afgebroken onderdeel van een windturbine te weerstaan.

Navraag heeft uitgewezen dat de constructie van het kantoor van De Groote Lucht (figuur 9) bestaat uit muren van metselwerk(spouw) met raamkozijnen van staal met dubbelglas erin. Het platte dak is van staal en geïsoleerd en de draagconstructie is minimaal 30 minuten brandwerend.



figuur 9: Het kantoor van De Groote Lucht.

Vooraf het platte dak van staal zou sterk genoeg kunnen zijn om de impact van een afgebroken deel van een turbineblad te weerstaan. Versplintering van het turbineblad bij impact is waarschijnlijk, mogelijk nog afhankelijk van de omvang van het afgebroken deel en de verschilhoek tussen snelheidsvector en de lengteas van het blad (valt het plat of met de punt naar voren).

Verder kan worden opgemerkt dat het kantoor, gezien vanuit de positie van windturbine WT1, achter de werkplaats ligt (zie figuur 8 en figuur 10). Dit betekent dat een directe

impact op de gevel alleen mogelijk is op het deel dat boven de werkplaats uitsteekt, te weten de tweede verdieping. De begane grond en eerste verdieping zijn bij een calamiteit afgeschermd door de werkplaats.



figuur 10: De werkplaats met daarachter (links op de foto) het kantoor.

Groepsrisico

Behalve naar het plaatsgebonden risico, een maat voor het risico op een bepaalde plaats, kan ook gekeken worden naar het groepsrisico (GR). Het groepsrisico is een maat voor de kans dat er bij een ongeval 10 personen of meer komen te overlijden. Op basis van het groepsrisico kan een afzonderlijk criterium worden gehanteerd. Bijvoorbeeld, het criterium voor groepsrisico nabij een bedrijf met gevaarlijke stoffen stelt (BEVI, [3]) dat een ongeval met 10 doden of meer slechts met een kans van één op de honderdduizend jaar (10^{-5} per jaar) mag voorkomen en een ongeval met 100 of meer doden slechts met een kans van 10^{-7} per jaar.

Windturbines vallen niet onder het BEVI en dus zal de wijze waarop het GR voor windturbines berekend moet worden geen onderdeel zijn van wettelijke besluitvorming.

De gevolgen voor een groep is wezenlijk anders voor een ongeval met gevaarlijke stoffen dan voor een ongeval met een windturbine. Bij een ongeval met gevaarlijke stoffen kunnen slachtoffers vallen verspreid over een groot gebied. Bij een ongeval met een windturbine zullen alleen slachtoffers vallen op de plekken waar afgebroken onderdelen van een windturbine terecht komen, wat een beperkt gebied is. Om bij een ongeval met een windturbine een groep slachtoffers te krijgen moet er dus een grote personendichtheid zijn ter plaatse waar het onderdeel terecht komt, en het moet een groot onderdeel zijn.

De vraag is dus of er wel een faalscenario denkbaar is dat direct een ongeval met 10 of meer doden tot gevolg heeft. Het is moeilijk voorstelbaar dat een dergelijk ongeluk zich zal voordoen bij het faalscenario bladbreuk. Het is wel voorstelbaar dat er meerdere slachtoffers vallen als een turbine omvalt door mastbreuk en de gondel terecht komt juist op een plek waar veel personen dicht bijeen zijn.

De maximale valafstand van de gondel bij het faalscenario mastbreuk is gelijk aan de masthoogte van de turbine plus de hoogte van de gondel. Deze afstand is maximaal voor de variant 100m@108m, en bedraagt circa 112 meter indien de mast onderaan bij de mastvoet breekt. De valafstand van 112 meter is voldoende om de hoek van de werkplaats te raken (als de valrichting precies 'goed' is). Gezien de lage bezetting van de werkplaats is dit geen plek waar veel personen dicht bijeen zijn en zal ook in dit faalscenario de grens van 10 slachtoffers niet worden gehaald. Deze situatie voldoet dus aan de criteria voor groepsrisico volgens het BEVI.

Het kantoor ligt op minimaal 150 meter en dus buiten het bereik van een neervallende gondel bij mastbreuk. Ook deze situatie voldoet dus aan de criteria voor groepsrisico volgens het BEVI.

4.6 Biogashouder

In sectie 2.3 is uiteengezet dat we voor installaties als onderscheidend afstandcriterium de maximale werpafstand van een afgebroken (deel van een) rotorblad hanteren. De biogashouder ligt op circa 50 meter afstand van turbine WT1 en dus ruim binnen de maximale werpafstand (tabel 3) en wordt daarom nader beschouwd. De afstand van de biogashouder tot turbine WT2 is circa 380 meter. Dit is groter dan de berekende maximale werpafstand. WT2 draagt derhalve niet bij aan de totale trefkans van de biogashouder.

De biogashouder is een cilindrisch vat met een volume van circa 600 m³ en een diameter van circa 12 meter. De maximale hoogte van het vat is 9,5 meter.

De biogashouder kan getroffen worden door een afgebroken blad of door de omvallende turbine bij mastbreuk. Voor beide faalscenario's wordt de trefkans berekend. Bij een afgebroken blad kan de biogashouder direct door het zwaartepunt worden getroffen, maar het is ook mogelijk dat het zwaartepunt van het blad binnen een afstand van $\frac{2}{3} L_b$ (L_b is de lengte van het afgebroken blad) van de biogashouder inslaat. In dat geval kan de biogashouder met een bepaalde kans toch door het blad worden geraakt.

De berekening van de trefkans van een afgebroken blad bij bladbreuk is uitgevoerd volgens het Handboek risicozonering Windturbines [1], bijlage C1, en de berekening van de trefkans van een omvallende windturbine bij mastbreuk volgens bijlage C2. De aldus berekende trefkansen zijn voor beide windturbinevarianten gegeven in tabel 6. De totale trefkans is de som van de trefkansen van de beide faalscenario's.

tabel 6: Berekende trefkansen van de biogashouder.

Faalscenario	variant 70m@78m	variant 100m@108m
Bladbreuk	$1,6 \cdot 10^{-5}$ per jaar	$2,3 \cdot 10^{-5}$ per jaar
Mastbreuk	$2,4 \cdot 10^{-5}$ per jaar	$2,5 \cdot 10^{-5}$ per jaar
Totaal	$4,0 \cdot 10^{-5}$ per jaar	$4,8 \cdot 10^{-5}$ per jaar

5 Conclusies

In deze risicoanalyse beschouwen we twee windturbines op het terrein van de AWZI De Groote Lucht in het westelijk deel van de gemeente Vlaardingen direct ten noorden van de Nieuwe Waterweg. Aangezien er momenteel nog geen definitieve selectie gemaakt van het beoogde turbinetype beschouwen we twee windturbinevarianten, te weten een kleinere windturbine met rotordiameter van 70 meter en ashoogte 78 meter en een grotere windturbine met rotordiameter van 100 meter en ashoogte 108 meter.

Voor alle nabij gelegen wegen, fietspaden en vaarwegen voldoet de situatie voor beide windturbinevarianten aan de criteria die rijkswaterstaat hanteert voor rijkswegen.

De berekende afstand van de plaatsgebonden risico contour $PR = 10^{-6}$ per jaar bedraagt voor de beide windturbinevarianten respectievelijk 129 meter en 158 meter. Binnen deze contouren liggen twee nader te beschouwen gebouwen: het kantoor en de werkplaats. In hoeverre deze beperkt-kwetsbare objecten binnen de $PR=10^{-6}$ contour aanwezig mogen zijn, is een afweging die het bevoegd gezag moet maken. Zaken die bij deze afweging mogelijk relevant zijn, zijn:

3. het aantal personen dat aanwezig is in de werkplaats en het kantoor en de aanwezigheidsfractie van deze personen;
4. de bescherming die de gebouwen bieden tegen neerkomende afgebroken onderdelen van een windturbine.

Een faalscenario waarbij een groot aantal slachtoffers (10 doden of meer) vallen is moeilijk voorstelbaar. De situatie voldoet daarom aan de criteria voor groepsrisico volgens het BEVI.

Net binnen een afstand van 158 meter ligt een woonboot (op land) die als permanente woning wordt gebruikt. Indien de grotere windturbine variant wordt gerealiseerd (variant 100m@108m) is het aan te bevelen om windturbine WT2 18 meter naar het westen op te schuiven om te voorkomen dat de woonboot binnen de $PR=10^{-6}$ contour komt te liggen.

Binnen de maximale werpafstand van een afgebroken rotorblad bevindt zich een biogashouder. Deze biogashouder kan in principe worden geraakt door een afgebroken rotorblad of door een omvallende windturbine. De betreffende trefkans is berekend voor beide faalscenario's, en voor beide windturbinevarianten. De maximale trefkans geldt voor de grotere windturbinevariant en bedraagt $4.8 \cdot 10^{-5}$ per jaar.

Referenties

- [1] Handboek Risicozonering Windturbines - 2e, geactualiseerde versie januari 2005.
- [2] Besluit Voorzieningen en Installaties Milieubeheer, Algemene Maatregel van Bestuur, Staatsblad 2001 487, 18 oktober 2001.
- [3] Besluit van 27 mei 2004, houdende milieukwaliteitseisen voor externe veiligheid van inrichtingen milieubeheer (Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen), Staatsblad 2004, 250.
- [4] Ministerie van Verkeer en Waterstaat – Directoraat-generaal Rijkswaterstaat, “Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatwerken, Staatscourant 2 juli 2002, nr. 123.